

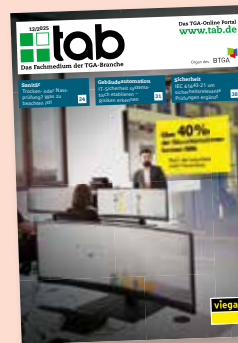


# BTGA

Bundesindustrieverband  
Technische Gebäudeausrüstung e.V.



 **SHELL**



 **oventrop**



# BTGA - ALMANACH 2026

# SCHNELL INSTALLIERT, MIETERFREUNDLICH SANIERT



## PLUG & PLAY: DIE WÄRMEPUMPEN-HEIZZENTRALE

Die Heizzentrale mit hocheffizienten Ecodan Wärmepumpen von Mitsubishi Electric vereint zukunftsweisende Technik mit maximaler Flexibilität in der Aufstellung. Als vorgefertigtes Modul, benötigt sie keine Heizräume, sondern wird außerhalb des Gebäudes platziert. Für schnelle, GEG-konforme Sanierung – gerade in bewohnten Objekten!

**Besuchen Sie uns**



**SHK+E in Essen**  
17. – 20.03.2026  
Halle 3, Stand 3B40



**IFH/Intherm in Nürnberg**  
14. – 17.04.2026  
Halle 3A, Stand 3A.215



**GET NORD in Hamburg**  
19. – 21.11.2026  
Halle A4, Stand A4.450



Jetzt QR-Code scannen  
und Infos anfordern  
[mitsubishi-les.com](https://mitsubishi-les.com)



Foto: EYEDOTIDE / YAUZ ARSLAN

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jan Opländer,  
Präsident des BTGA e.V.



Foto: Kristian Bärthen

Frank Ernst,  
Hauptgeschäftsführer des BTGA e.V.

## Zum Geleit

Die Branche der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) spielt mit einem Umsatzvolumen von rund 90 Milliarden Euro und etwa 45.000 Beschäftigten eine zentrale Rolle in der deutschen Bauwirtschaft. Der Nichtwohnbau und der großvolumige Wohnungsbau gehören zu den wichtigsten Tätigkeitsfeldern der TGA-Unternehmen. In diesen Bereichen hat die Konjunktur im Jahr 2025 einen historischen Tiefpunkt erreicht – es war bisher das schwierigste Jahr der aktuellen Neubaukrise für die TGA-Branche.

Ein wesentlicher Grund für die Zurückhaltung der Auftraggeber und Investoren war und ist die Unwägbarkeit politischer Entscheidungen. Es fehlten klare, verlässliche und nachvollziehbare politische Weichenstellungen sowie transparente, verständliche und zuverlässige Förderprogramme, die die Baukonjunktur wieder ankurbeln könnten.

Auch 2026 steht die Branche einer Politik gegenüber, die von offenen Fragen und fehlender Klarheit geprägt ist. Besonders die zu Beginn des Jahres immer noch ausstehenden Entscheidungen zur Novelle des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) bzw. „Abschaffung des Heizungsgesetzes“ und zur Umsetzung der Energy Performance of Buildings Directive – EPBD 2024 sorgten für erhebliche Ver-

unsicherung auf allen Ebenen. Diese offenen Fragen erschweren nicht nur die Planung und den Ausbau von Projekten, sondern verhindern auch die langfristige Investitionssicherheit, die für eine erfolgreiche Energie- und Gebäudewende unerlässlich ist. Für die TGA-Unternehmen bedeutet das, dass sie auf Basis von Annahmen und Erwartungen arbeiten müssen, anstatt auf einer klaren gesetzlichen Grundlage, die ihnen die nötige Planungssicherheit bieten würde.

Die fehlende Klarheit in der politischen Gestaltung und die daraus resultierende Unsicherheit haben direkte Auswirkungen auf die Marktdynamik. Zahlreiche Projekte wurden aufgeschoben oder ganz gestoppt, da Investoren nicht sicher sein können, ob die getätigten Investitionen später den regulatorischen Anforderungen entsprechen. Erst für das Jahr 2027 wird erwartet, dass der Neubau in den Bereichen „großvolumiger Wohnungsbau“ und „Nichtwohnbau“ wieder an Fahrt aufnehmen wird.

Die Unternehmen der TGA-Branche, die auf langfristige Investitionen angewiesen sind, stehen vor der Herausforderung, ohne verlässliche Perspektive planen zu müssen. Diese Unsicherheit betrifft nicht nur die großen Investoren, sondern auch kleine und mittelständische Unternehmen, die

Schwierigkeiten haben, ihre Geschäftsstrategien auszurichten.

Die mangelnde Planungssicherheit hat zudem Auswirkungen auf den Fachkräftemangel. Der Übergang zu einer nachhaltigeren und energieeffizienteren Bauwirtschaft erfordert hochqualifizierte Arbeitskräfte. Ohne verlässliche politische Rahmenbedingungen fällt es den Unternehmen jedoch schwer, langfristige Ausbildungs- und Personalstrategien zu entwickeln und Mitarbeitende langfristig zu binden.

Die TGA-Branche befindet sich an einem entscheidenden Punkt. Die offenen politischen Fragen erfordern dringend klare und verbindliche Entscheidungen der Bundesregierung. Nur mit verlässlichen politischen Leitplanken können die Unternehmen der Branche ihre Investitionen planen und umsetzen – und so ihren Beitrag zur Energie- und Gebäudewende leisten. Der vorliegende BTGA-Almanach 2026 bietet daher nicht nur einen Rückblick auf die Entwicklungen der Branche, sondern auch einen Ausblick auf die Lösungsansätze und Innovationen, mit denen die TGA-Unternehmen den Weg in eine energieeffiziente und klimafreundlichere Zukunft ebnen können – trotz der politischen Unwägbarkeiten, denen unsere Branche sich stellen muss. ◀



# Inhaltsverzeichnis

## Zum Geleit

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jan Opländer, Präsident des BTGA e.V.  
Frank Ernst, Hauptgeschäftsführer des BTGA e.V.

3

## BTGA aktuell

Die Organisationsstruktur des BTGA

6

Der BTGA und seine Landesverbände

8

Direkt- und Fördermitglieder des BTGA

9

## Technische Trends und Normung

Hygienische und energetische Optimierung  
der Trinkwassererwärmung

Dr. Christian Schauer, Director Professional, Application Center,  
Regulatory & Applications Product Management EU,  
Viega GmbH & Co. KG, Attendorn

10

Energie- und Wassermanagement  
in öffentlichen und gewerblichen Gebäuden

Dr. Peter Arens, Hygieneexperte, Schell GmbH & Co. KG, Olpe

16

Operative Raumtemperatur und relative Luftfeuchte

Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Selfert, Einstein Center Digital Future,  
TU Berlin und Institut für Energietechnik, TU Dresden

Dipl.-Ing. Claus Händel, Geschäftsführer Technik,  
Fachverband Gebäude-Klima e.V., Berlin

18

Elektroinstallation – sicher und elektromagnetisch verträglich

Dipl.-Ing./Dipl.-Wirtschafts-Ing. Karl-Heinz Otto,  
ehem. öffentlich bestellter Sachverständiger für  
elektrische Niederspannungsanlagen, Leistungs- und EDV-Elektronik

Dipl.-Ing. Franz Rebmann, technischer Referent, BTGA e.V., Berlin

21

Ein Meilenstein für modernes Lernen:

Die neue Spinelli-Schule Mannheim

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

24

Effizient und sicher mit Einblasdämmtechnik

Dipl.-Ing. (FH) Olaf Löchte,  
Technischer Leiter der Anwendungstechnik TECEsystem, TECE SE

27

Elektronische Zirkulationsreguliertventile  
optimieren Warmwasserzirkulation

Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker, FB Energie, Gebäude, Umwelt, FH Münster  
Stefan Cloppenburg M.Eng., FB Energie, Gebäude, Umwelt, FH Münster

Prof. Dipl.-Ing. Bernd Rickmann,  
Ehem. FB Energie, Gebäude, Umwelt, FH Münster  
Prof. Dr. Lars Rickmann, FB Technik und Wirtschaft,  
SRH Hochschule in Nordrhein-Westfalen, Hamm

30

Von der Pflicht zur Kür: Barrierefreie Badplanung

Marcus Möllers, Corporate Communications & PR,  
Franz Kaldewei GmbH & Co. KG, Ahlen

38

Migration der Gebäudeautomation in kritischer Infrastruktur

Andreas Wiener, Vertriebsgebietsleiter Nord,  
Priva Building Intelligence GmbH, Tönisvorst

41

Trinkwasserinstallation

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

Thomas Spöler, M. Eng., Stellv. Leiter Produktmanagement,  
Gebr. Kemper GmbH + Co. KG, Olpe

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

Prof. Dr. Lars Rickmann, FB Technik und Wirtschaft,  
SRH Hochschule in Nordrhein-Westfalen, Hamm

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

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

44

Thermische Längenänderungen sicher beherrschen

Tobias Niebecker, Trade Manager Engineering,  
Hilti Deutschland AG, Kaufering

Ui-Hyong Kim, Technical Marketing Manager Engineering,  
Hilti Deutschland AG, Kaufering

50

Wärme, Kälte, Wissen:

Nachhaltiges Bauen trifft innovative Ausbildung

Nicola Holweg M.A., Referentin für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit,  
aquatherm GmbH, Attendorn

56

## Wirtschaft, Recht und Berufsbildung

CO<sub>2</sub>-Fußabdruck-Betrachtung von Gebäuden nach EPBD 2024

Frank Ernst, Hauptgeschäftsführer des BTGA e.V., Berlin

58

Das geplante PFAS-Verbot –

Auswirkungen auf die Verwendung von Kältemitteln

Christoph Brauneis, Beauftragter für Politik und Medien, VDKF e.V.,  
Bonn und Bundesfachschule Kälte-Klima-Technik

Jörn Stiegelmeier, Chief Technology Officer,  
ENGIE Refrigeration GmbH, Lindau

Stefan Tuschy, technischer Referent, BTGA e.V., Berlin

60

Reales Bauvolumen steigt 2026 – Nichtwohnbau folgt 2027

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

64





## Hinweise zur Titelseite

### Innovative SCHELL Lösungen für öffentliche Gebäude: So lassen sich sich Wasser- und Energiesparen mit Trinkwasserhygiene erfolgreich verbinden

Ein bewusster Umgang sowie der Einsatz intelligenter Technologien sind entscheidend, um Wasser und damit auch Energie für die Erwärmung von Warmwasser nachhaltig zu sparen. Besonders effektiv ist der Einsatz elektronischer, berührungsloser Armaturen wie XERIS E², CELIS E² und PURIS E² von SCHELL. Sie öffnen den Wasserfluss sensorgesteuert nur bei Bedarf und stoppen automatisch. Damit lässt sich im Vergleich zu herkömmlichen Einhebelmischern bis zu 70 % Wasser sparen. Gleichzeitig sinken die Energiekosten für die Warmwasserbereitung. Weiterer Vorteil: Die Armaturen können in das SCHELL Wassermanagement-System SWS/SMART.SWS eingebunden werden. So können zum Erhalt der Trinkwasserhygiene und des bestimmungsgemäßen Betriebs Stagnationsspülungen automatisiert und besonders effizient durchgeführt werden.

#### SCHELL GmbH & Co. KG

Raiffeisenstraße 31 · 57462 Olpe  
Tel. +49 2761 892-0  
Technische Beratung / Kundendienst /  
Kundenservice: +49 2761 892-335  
info@schell.eu · www.schell.eu



# SCHELL



### Präzise Wärme. Klarer Stil. Multiblock T und Uni SH in Schwarz matt

Stilvoll und matt, wertig und dezent: Die bewährte Kombination aus Multiblock T Anschlussarmatur und Uni SH Thermostat gibt es von Oventrop jetzt auch in der Trendfarbe Schwarz matt.

Die Blackline Edition fügt sich harmonisch in jeden modernen Wohn- und Badbereich ein. Die Multiblock T Anschlussarmatur mit passender Designabdeckung und der Uni SH Heizkörperthermostat sind das perfekte Paket für moderne Räume mit Charakter. Das Set regelt präzise die Wunschtemperatur und wertet Räume mit seiner reduzierten Form stilvoll auf. Die spezielle Oberfläche mit Anti-Fingerprint-Effekt ist besonders pflegeleicht. So passt die Blackline Edition von Oventrop ideal zu allen schwarzen Heizkörpern in modernem Design.

Mehr dazu auf [blackline.ointrop.com](http://blackline.ointrop.com)

#### Oventrop GmbH & Co. KG

Paul-Oventrop-Str. 1  
59939 Olsberg  
Tel +49 2962 82 0  
mail@ointrop.com  
www.ointrop.com



# oventrop



**Herausgeber:** Bundesindustrieverband  
Technische Gebäudeausrüstung e.V.  
TGA-Repräsentanz Berlin  
Haus der Bundespressekonferenz  
Schiffbauerdamm 40 · 10117 Berlin  
Tel. 030 20608887-30  
[www.btga.de](http://www.btga.de) · E-Mail: [info@btga.de](mailto:info@btga.de)

**Redaktion:** Jörn Adler,  
Referent für Wirtschaft und  
Öffentlichkeitsarbeit, BTGA e.V.  
Franziska Engel,  
Social Media + Marketing, BTGA e.V.

**Gesamtherstellung:** STROBEL MEDIA GROUP,  
Arnsberg

**Erscheinungstermin:** März 2026



### tab - Das Fachmedium der TGA-Branche

Als die führende Marke von Fachinformationen für die technische Gebäudeausrüstung (TGA) behandelt die tab alle Gewerke der TGA, insbesondere die Bereiche Heizungs-, Lüftungs-, Klima-, Kälte-, Sanitär-, Elektro- und Energietechnik sowie Gebäudeautomation, Brand- und Schallschutz.

Leser- und Nutzer-Zielgruppe sind überwiegend Fachplaner für TGA.

#### IKZ

Rund um die Themen Sanitär-, Heizungs-, Lüftungs-, Klima-, Regelungs- und Elektrotechnik sowie Erneuerbare Energien erreicht IKZ die Entscheider im SHK-Meisterbetrieb ebenso wie die TGA-Planer und weitere Zielgruppen.

Zusätzliche für die Betriebsführung wichtige Informationen aus den Bereichen Gesetzgebung, Normung, Forschung und Entwicklung, Unternehmensführung und Rechtsprechung ergänzen die hochwertigen Fach- und Produktinformationen.



**bau|||verlag**  
Wir geben Ideen Raum

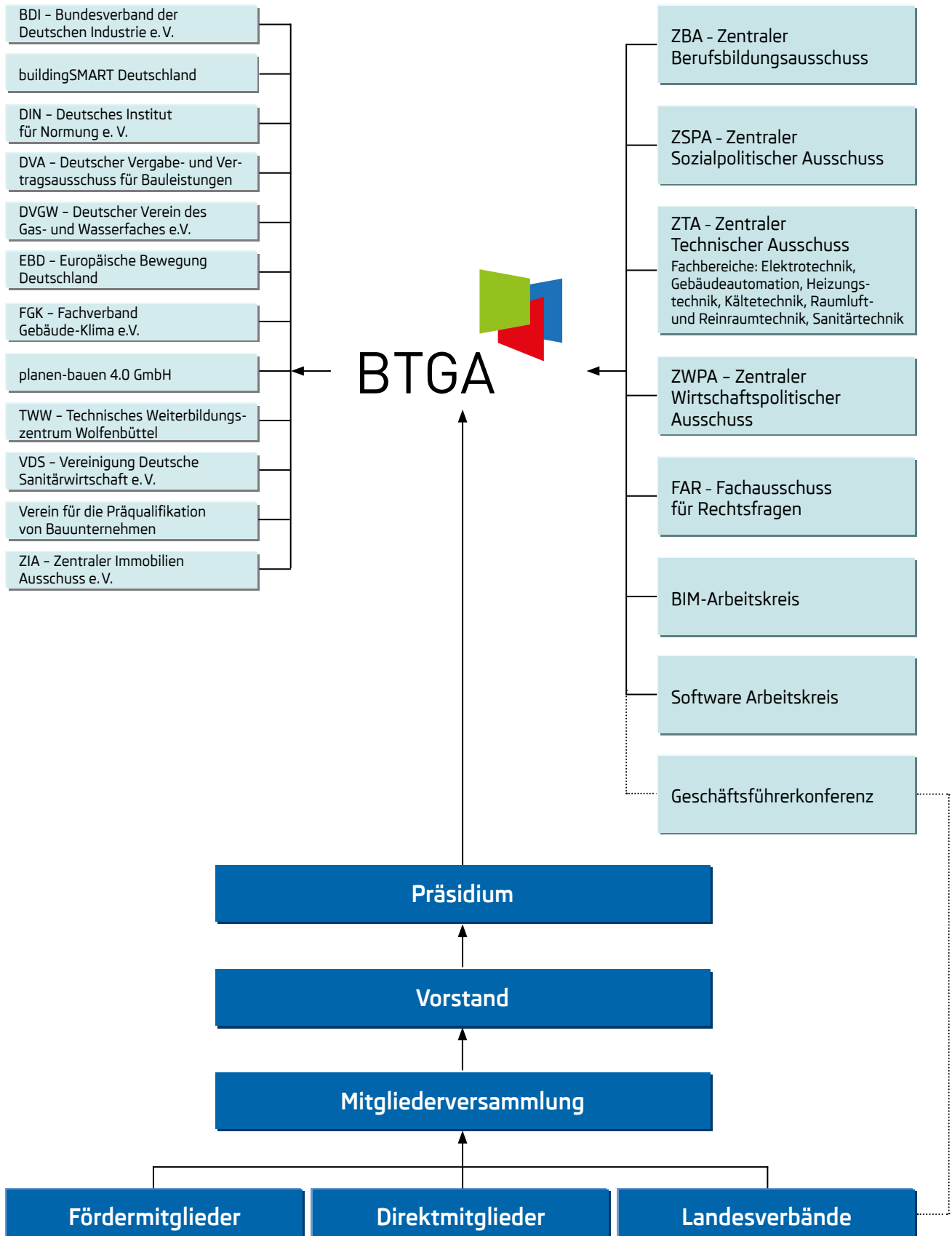
**Bauverlag BV GmbH**  
[www.tab.de](http://www.tab.de)



STROBEL MEDIA GROUP

**STROBEL VERLAG GmbH & Co. KG**  
[www.ikz.de](http://www.ikz.de)

# Die Organisationsstruktur des BTGA





Schnelle  
Installation



✓  
Passgenaue  
Abdeckung

## Energiewende in vier Worten: **Therme raus, Regudis rein.**

Noch immer sind in Deutschland fast **4 Millionen Gas-Etagenheizungen** im Einsatz. Eine wirtschaftliche Lösung für die Wärmewende:  
Der **Austausch gegen effiziente Wohnungsstationen** in Kombination mit dem Umbau auf eine zentrale **Wärmeerzeugung mit erneuerbaren Energien** – wie Fernwärme oder Wärmepumpen.

Mit unserer **elektronisch geregelten** Wohnungsstation **Regudis W-HTE GT** klappt das besonders einfach. Sie lässt sich **in nur einer Stunde installieren**: Denn mit **440 mm Breite** passt sie genau an den Platz der alten Gastherme. Und kann **ohne Kreuzung angeschlossen werden**.

- + Bekanntes Konzept der **Regudis W-HTE**
- + Thermentausch gegen Wohnungsstation ist **als Umfeldmaßnahme förderfähig**
- + Niedrigere Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten
- + Kompatibel mit **regenerativen Energien**

Mehr dazu auf [thermentausch.ointrop.com](https://thermentausch.ointrop.com)



**oventrop**

Wir regeln das. Seit 1851.

# Der BTGA und seine Landesverbände

# BTGA

## Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V.

TGA-Repräsentanz Berlin  
Haus der Bundespressekonferenz  
Schiffbauerdamm 40, 10117 Berlin  
Tel.: 030 20608887-30  
Internet: [www.btga.de](http://www.btga.de)  
Präsident: Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jan Opländer  
Hauptgeschäftsführer: Frank Ernst



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

Motorstraße 52, 70499 Stuttgart  
Tel.: 0711 135315-0; Fax: 0711 135315-99  
Internet: [www.itga-bw.de](http://www.itga-bw.de)  
E-Mail: [verband@itga-bw.de](mailto:verband@itga-bw.de)  
Vorsitzender: Steffen Hild  
Geschäftsführer: RA Jörg Staudenmayer



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



Raiffeisenstr. 18, 30938 Großburgwedel  
Tel.: 05139 8975-0; Fax: 05139 8975-40  
Internet: [www.itga-mitte.de](http://www.itga-mitte.de)  
E-Mail: [info@itga-mitte.de](mailto:info@itga-mitte.de)  
Vorsitzender: Dipl.-Ing. (FH) Niko Kirchdorfer  
Geschäftsführer: RA Dirk Drangmeister



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



Am Tower 23, 90475 Nürnberg  
Tel.: 09128 92566-01  
Internet: [www.itga-suedost.de](http://www.itga-suedost.de)  
E-Mail: [info@itga-suedost.de](mailto:info@itga-suedost.de)  
Vorsitzender: Dipl.-Ing. (FH) M.Eng. Andreas Sell  
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. (FH) Bernd Bürner



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

Winterhuder Weg 76, 22085 Hamburg  
Tel.: 040 329095-70; Fax: 040 329095-95  
Internet: [www.itga-nord.de](http://www.itga-nord.de)  
E-Mail: [info@itga-nord.de](mailto:info@itga-nord.de)  
Vorsitzender: Dipl.-Kfm. (FH) René Mannheim  
Geschäftsführer: RA Jens-Arne Meier



## VGT - Gesamtverband Gebäudetechnik e.V.



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



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

Bilker Str. 3, 40213 Düsseldorf  
Tel.: 0211 329217/18; Fax: 0211 324493  
Internet: [www.itga-nrw.de](http://www.itga-nrw.de)  
E-Mail: [info@itga-nrw.de](mailto:info@itga-nrw.de)  
Vorsitzender: Andreas Cloer  
Geschäftsführer: RA Dr. Michael Herma



## Industrieverband Technische Gebäudeausrüstung und Umwelttechnik Hessen, Rheinland- Pfalz und Saarland e.V.



Emil-von-Behring-Straße 5,  
60439 Frankfurt/Main  
Tel.: 069 95809-109; Fax: 069 95809-233  
Internet: [www.itga-hessen.de](http://www.itga-hessen.de)  
E-Mail: [info@itga-hessen.de](mailto:info@itga-hessen.de)  
Vorsitzender: Dipl.-Ing. (FH) Martin Scherrer  
Geschäftsführer: RA Robert von Ascheraden





# Direkt- und Fördermitglieder des BTGA

## Direktmitglieder

### 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.eleviongroup.de](http://www.eleviongroup.de)

### ENGIE Deutschland GmbH

Aachener Str. 1044, 50858 Köln  
Tel.: 022146905-0, Fax: -250 · [www.engie-deutschland.de](http://www.engie-deutschland.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)

### Konzmann GmbH

Spatenstr. 14, 88046 Friedrichshafen  
Tel.: 07541 93626-0, Fax: -99 · [www.konzmann.de](http://www.konzmann.de)

### Salvia Group GmbH

Seewiesenstr. 12, 73054 Eislingen  
Tel.: 07161 6520-200, Fax: -222 · [www.salvia-gebäudetechnik.de](http://www.salvia-gebäudetechnik.de)

## Fördermitglieder

### BerlinerLuft. Technik GmbH

Herzbergstr. 87-99, 10365 Berlin  
Tel.: 030 5526-2040, 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)

### Clage GmbH

Pirolweg 4, 21337 Lüneburg  
Tel.: 04131 8901-0  
[www.clage.de](http://www.clage.de)

### Danfoss GmbH

Nordring 144, 63067 Offenbach  
Tel.: 069 8902-0; Fax: 069 47868-599  
[www.danfoss.de](http://www.danfoss.de)

### Felderer GmbH

Kreuzstr. 15, 85622 Feldkirchen  
Tel.: 089 255537-0, Fax: 089 7428400-0  
[www.felderer.de](http://www.felderer.de)

### Georg Fischer GmbH

Daimlerstr. 6, 73095 Albershausen  
Tel.: 07161 302-0, Fax: -259  
[www.georgfischer.com](http://www.georgfischer.com)

### Geberit Vertriebs GmbH

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

### Gessler GmbH

Gutenbergring 14, 63110 Rodgau  
Tel.: 06106 8709-10, Fax -50  
[www.gessler.de](http://www.gessler.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  
[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: -176  
[www.kemper-olpe.de](http://www.kemper-olpe.de)

### Oppermann Regelgeräte GmbH

Im Spitzhau 1, 70771 Leinfelden-Echterdingen  
Tel.: 0711 727235-60  
[www.oprg.de](http://www.oprg.de)

### Oventrop GmbH & Co. KG

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

### Panasonic Heating & Ventilation Air-conditioning Europe (PHVACEU)

Hagenauer Str. 43, 65203 Wiesbaden  
Tel.: 0611 71187211  
[www.aircon.panasonic.eu](http://www.aircon.panasonic.eu)

### Reflex Winkelmann GmbH

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

### REHAU INDUSTRIES SE & Co. KG

Ytterbium 4, 91058 Erlangen  
Tel.: 09131 925-0, Fax: -15299  
[www.rehau.de](http://www.rehau.de)

### DEUTSCHE ROCKWOOL GmbH & Co. KG

Rockwool Str. 37-41, 45966 Gladbeck  
Tel.: 02043 408-0, Fax: -444  
[www.rockwool.de](http://www.rockwool.de)

### Schell GmbH & Co. KG

Raiffeisenstr. 31, 57462 Olpe  
Tel.: 02761 892-0, Fax: -199  
[www.schell.eu](http://www.schell.eu)

### 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 690-0  
[www.uponor.com](http://www.uponor.com)

### Viega GmbH & Co. KG

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

### Viessmann 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

Wilopark 1, 44263 Dortmund  
Tel.: 0231 4102-0, Fax: -7363  
[www.wilo.de](http://www.wilo.de)



Abbildung 1: Der Endenergiebedarf hat sich insbesondere im Neubau von der Raumwärme hin zur Warmwasserbereitung verschoben. Das kann den Wirkungsgrad der Wärmepumpe – im Bild eine Luft-Wasser-Wärmepumpe – negativ beeinflussen, wenn die nachgeschalteten Trinkwasserinstallationen nicht ebenfalls energieeffizient optimiert sind.

Abbildung: Viega

## Hygienische und energetische Optimierung der Trinkwassererwärmung

Die generelle Verringerung des Heizwärmebedarfs in Gebäuden rückt den energetischen Aufwand für die Warmwasserbereitung in den Fokus. Perspektivisch werden daher neben technologischen Weiterentwicklungen auch Anpassungen der Normen und Regelwerke notwendig sein, um signifikante Energieeinsparungen zu erzielen. Doch schon heute lassen sich mit entsprechenden planerischen und installationstechnischen Konzepten entscheidende Weichen stellen, um Trinkwasserinstallationen zukunftssicher und klimaresilient aufzustellen.



Dr. Christian Schauer,  
Director Professional,  
Application Center,  
Regulatory &  
Applications Product  
Management EU,  
Viega GmbH & Co. KG,  
Attendorf

Seit es ein strukturiertes Siedlungswesen gibt, unterliegen Trinkwasserinstallationen einer beständigen Weiterentwicklung: Am Anfang stand der zentrale Schöpfbrunnen im Dorf, gefolgt von den reinen Versorgungsleitungen in die Gebäude – mit nur einer Kaltwasserentnahmestelle pro Etage. Heute ist die komfortable Versorgung mit Trinkwasser warm (PWH) inklusive kurzer Ausstoßzeiten für diesen Teil der Technischen Gebäudeaus-

rüstung (TGA) selbstverständlich – und hat damit im Ergebnis eine ähnlich dynamische Entwicklung erlebt wie die Heiztechnik, nur bislang viel weniger beachtet.

Das ändert sich aktuell, denn unter dem umfassenden Stichwort „Nachhaltigkeit“ verlangen sowohl die Notwendigkeit zur Energieeinsparung bei der Warmwasserbereitung als auch die hygienischen Herausforderungen durch den Klimawandel nach

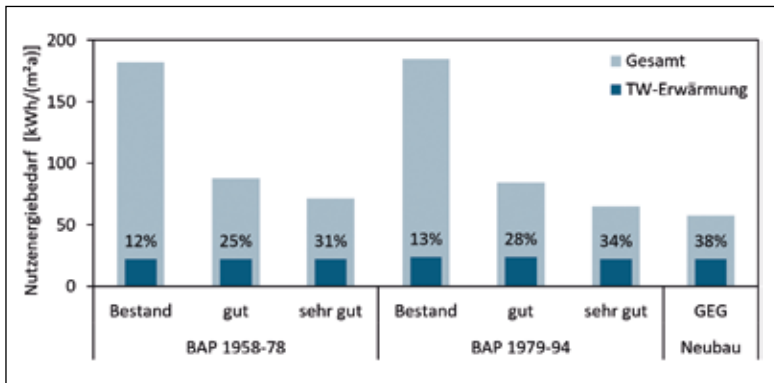


Abbildung 2: Vergleich des Nutzenergiebedarfs von Gebäuden nach Bau-  
altersphase

neuen, innovativen Lösungsansätzen. Die herkömmlichen, viele Jahre bewährten Installationskonzepte – wie die zentrale Bevorratung von PWH in überdimensionierten Speichern oder die teilweise kilometerlangen Rohrleitungsnetze im Geschosswohnungsbau, in denen Warmwasser „im Kreis gepumpt wird“ – sind weder unter dem Aspekt des Energieeinsatzes noch im Hinblick auf den Erhalt der Trinkwasserhygiene akzeptabel. Vor allem, weil beides direkt zusammenhängt.

### Handlungsfeld 1: Energieeinsatz für PWH reduzieren

Die relative Höhe des Energieeinsatzes für die hygienisch einwandfreie Bereitstellung von Warmwasser steigt, je geringer der Heizwärmebedarf durch eine gut gedämmte Gebäudehülle wird. In einem Neubau gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) macht der energetische Aufwand für die Bereitstellung von Warmwasser mittlerweile fast 40 Prozent aus (Abbildung 2). Das zeigt ein Vergleich von Gebäuden nach Baualtersphasen (BAP);

„gut“ entspricht dabei einem gemäß GEG sanierten Gebäude, „sehr gut“ steht für ein mit Komponenten nach dem Passivhaus-Standard ausgestattetes Gebäude.<sup>1</sup>

Eine Ursache ist, dass in einschlägigen Regelwerken wie dem DVGW-Arbeitsblatt W 551 aus hygienischen Gründen für Warmwasser-Zirkulationssysteme (PWH-C) in Großanlagen eine Temperaturspreizung von 60/55 °C gefordert wird, um Legionellenwachstum zu verhindern. Leicht abgesenkte Betriebstemperaturen (> 50 °C) sind nach DIN 1988-200 nur zulässig, wenn der komplette Austausch des Speicherinhalts PWH binnen 72 Stunden sichergestellt ist. Wird die maximale zulässige Spreizung von 5 K herangezogen, muss aber letztlich ebenfalls eine Speicherausgangstemperatur von mindestens 55 °C anliegen. Fällt die Wahl auf ein derartiges Temperaturregime, muss der Betreiber im Rahmen der Inbetriebnahme und Einweisung allerdings ausdrücklich über das damit verbundene Gesundheitsrisiko „Legionellenvermehrung“ informiert werden. In der Praxis dürften deshalb solche Temperaturen in Trinkwasserinstallationen kaum zu finden sein.



Abbildung 3: Der Klassiker in der PWH-Versorgung im Geschosswohnungsbau ist eine zentrale Bereitstellung – hier per Fernwärme und Bereitstellung über hinreichend dimensionierte Trinkwasserspeicher.

Abbildung 3: Der Klassiker in der PWH-Versorgung im Geschosswohnungsbau ist eine zentrale Bereitstellung – hier per Fernwärme und Bereitstellung über hinreichend dimensionierte Trinkwasserspeicher.





Abbildung: Viega

Abbildung 4: Im barrierefreien Bad eines Pflegeheimes ist die Annahme einer gleichzeitigen Nutzung von Waschtisch und Dusche für die Bemessung der Versorgungsleistung realitätsfern.

Die Schutzvorschriften als Vorgabe für die gängige Praxis zentraler PWH-Bereitstellung sind umso herausfordernder, als die Abkehr von fossilen Wärmeerzeugern gleichzeitig die Effizienz der stattdessen einzusetzenden Low Temperature- bzw. LowEx-Systeme (wie Wärmepumpen) auf Basis regenerativer Energien signifikant beeinträchtigt: Ein um ein Grad Kelvin erhöhter Temperaturhub führt bei Wärmepumpen zu einem Effizienzverlust von etwa 2,5 Prozent, da für die Erzeugung höherer Temperaturen mehr Energie benötigt wird.<sup>2</sup>

Um den benötigten Endenergiebedarf für die Warmwasserbereitung bauseitig deutlich zu reduzieren, stehen Fachplanern und Fachhandwerkern bereits vier wesentliche, sich gegenseitig beeinflussende Ansätze zur Verfügung:

1. eine generelle Reduzierung der Anlagenvolumina, speziell von PWH,
2. eine übersichtliche und möglichst klare Struktur der Trinkwasserinstallation, insbesondere unter Verzicht auf überflüssige Zirkulationskreise,
3. eine geringere Rohrdimensionierung als Ergebnis von bedarfsgerecht reduzierten Gleichzeitigkeitsfaktoren (in Abstimmung mit den Nutzenden) und

4. der Einsatz strömungsoptimierter Pressverbindersysteme, die aufgrund des geringeren Druckverlustes eine schlankere Rohrdimensionierung mit weniger Anlagenvolumen maßgeblich unterstützen.

Die grundsätzliche Reduzierung der Anlagenvolumina beginnt idealerweise über eine Bedarfsfestlegung von PWH gemäß DIN 1988-300 auf der Grundlage eines Raumbuchs und berücksichtigt realistische Gleichzeitigkeiten. Ein typisches Beispiel dafür ist die Ausstattung einer Nasszelle im Zimmer eines Pflegeheimes: Zwar wird hier planerisch neben dem Waschtisch zumeist auch eine Dusche und/oder eine Pflegebadewanne angenommen. Die gleichzeitige Nutzung dieser Entnahmestellen ist aber völlig realitätsfern.

Durch die reduzierten Bedarfe aufgrund der nutzungsgerechten Gleichzeitigkeiten ergeben sich bei zentraler Warmwasserbereitung automatisch:

- eine Abkehr von der Speicherung von PWH in großen Trinkwassererwärmern hin zu der Speicherung der Energie in einem Pufferspeicher (also mit der Speicherung der Energie auf der Heizungsseite) und einem Durchflusstrinkwassererwärmer und
- eine „schlankere“ Dimensionierung der Rohrleitungsnetze.



Abbildung: Viega

Abbildung 5: Inliner sind eine probate Möglichkeit, Abstrahlverluste in PWH-C-Installationen zu verringern und gleichzeitig den Temperaturerhalt über den gesamten Steigstrang hinweg zu unterstützen.

Bezogen auf ein Bettenhaus mit 60 Nutzungseinheiten entspricht das einer Verringerung des Anlagenvolumens von PWH um etwa 25 Prozent. Eine übersichtliche und möglichst klare Struktur der Trinkwasserinstallation und der Verzicht auf überflüssige Zirkulationskreise unterstützen diesen Einspareffekt. Überflüssige Zirkulationskreise entziehen sich häufig einem fachgerechten hydraulischen Abgleich. Das bedeutet, es ist oft schwierig, diese Kreise so zu regeln, dass sie wirklich effizient arbeiten. In vielen Fällen laufen sie also unnötig, was zu Energieverlusten und Hygieneproblemen führen kann. Der ursprüngliche Gedanke, durch regelmäßigen Wasseraustausch hygienische Bedingungen zu gewährleisten, wird so konterkariert. Übersichtlich strukturierte Anlagenschemata, bevorzugt mit durchgeschliffenen Reihenleitungen in die Nutzungseinheiten, sind hingegen:

- einfacher zu installieren,
- hydraulisch problemlos zu beherrschen,
- energetisch vorteilhafter und
- über automatische Spülventile oder Spülstationen gegen mögliche Hygienrisiken aufgrund von Stagnation bei Nutzungsunterbrechungen zu schützen.

Nicht zu unterschätzen sind in diesem Zusammenhang die Wärmeverluste, die durch



besagte Zirkulationssysteme aufgrund von Abstrahlung entstehen. Das kann neben einem entsprechend höheren Energieeinsatz für die Bereitstellung von PWH – durch den Wärmeübergang auf parallel geführte PWC-Installationen beispielsweise in Vorwandkonstruktionen – massive hygienische Probleme in der Kaltwasserversorgung verursachen.

Eine Möglichkeit, die Abstrahlverluste von PWH-Zirkulationen noch weiter zu verringern, sind so genannte Inliner-Systeme (Abbildung 5). Bei diesen wird die Zirkulationsleitung (PE-Xc) innerhalb eines metallenen Steigstranges zurückgeführt. Die Zirkulationsleitung muss also nicht gegen ungewollte Wärmeabgänge gedämmt werden, sondern gibt energetisch vorteilhaft ihre Wärmeabstrahlung direkt auf den „Trinkwasservorlauf“ ab. Das unterstützt gleichzeitig den Temperaturerhalt in der Verteilung.

#### Handlungsfeld 2: Kaltwasser schützen

In zukunftsicheren, klimaresilienten Trinkwasserinstallationen muss der hygienegerechten Kaltwasserversorgung zukünftig



Abbildung: Vega

Abbildung 6: Auf PWC können in der Vorwand erhebliche Wärmelasten einwirken. Sie lassen sich deutlich verringern, wenn die Kaltwasser führenden Rohrleitungen mit größtmöglicher Distanz zu den PWH-Installationen (oben) installiert werden.

## KALDEWEI ALUVIA MIT SOLIDLITE™ TECHNOLOGIE

Die Materialrevolution –  
erstmalig vorgestellt auf der ISH 2025.

Gewohnt routinierter Einbau – leichtes und stabiles Material – optimal für das Fachhandwerk. KALDEWEI ALUVIA aus dem innovativen Material SOLIDLITE™ ist die Premium-Duschfläche für zeitlos elegante Bäder. Das puristische Design besticht durch die plane Fläche, welche von allen vier Seiten schwellenlos begehbar ist.

Dank KALDEWEI SOLIDLITE™ ist ALUVIA außergewöhnlich stabil, dabei überraschend leicht und mit recyceltem Glas gefüllt – für nachhaltige Qualität ohne Kompromisse. Profis überzeugt zudem die mühelose Handhabung auf der Baustelle. Individuelle Raumlösungen? Kein Problem! ALUVIA ist in 16 Abmessungen sowie 18 Farben erhältlich und schneidbar.

Serienmäßig mit INVISIBLE GRIP ausgestattet, bietet sie sicheren Stand für ein perfektes Duserlebnis.







Abbildung 7:

Abbildung 7: Das Temperaturregime des DVGW-Arbeitsblattes W 551 für Trinkwasserinstallationen (Großanlagen) ist eindeutig: 60/55 °C sind aus hygienischen Gründen als Aus- bzw. Eintrittstemperatur am Trinkwassererwärmer gesetzt.

deutlich mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden. Das sollte vor allem aus zwei Gründen geschehen:

1. Die Eingangstemperatur von PWC liegt insbesondere aufgrund höherer Umwelttemperaturen, aber auch veränderter Installationsgewohnheiten der Versorger mittlerweile durchschnittlich schon über 15 °C. Die DIN 1988 geht noch von 8 °C bis 10 °C als Ausgangsparameter für die Planung aus.
2. Durch weitläufige Installationen in Vorwandkonstruktionen oder abgehängten Decken kommt es zu dem bereits genannten, kontinuierlichen Wärmeübergang von PWH- auf PWC-Installationen.

Aufgrund dieser Ursachen kann sich die Kaltwassertemperatur im Verteilnetz binnen kürzester Zeit auf > 25 °C erwärmen. Die direkte Folge ist ein erhöhtes und damit gesundheitsgefährdendes Legionellenwachstum. Verhindern lässt sich das bauseitig durch:

- getrennte Schächte für „warme“ (wie Heizungsvorlauf/-rücklauf; PWH/PWH-C) und „kalte“ (Entwässerung; PWC) Rohrleitungsininstallationen im Geschossbau,

- eine entsprechende Führung der Rohrleitungen (in der Vorwand zum Beispiel Kaltwasser generell am Boden, Warmwasser von oben),
- das Verlegen von Fußbodenheizungen nach der DIN CEN/TR 16355,
- eine konsequente Dämmung der Rohrleitungen, um den Wärmeübergang zu verzögern,
- möglichst geringe Stagnationszeiten von PWC, um die Dauer des möglichen Wärmeübergangs so knapp wie möglich zu halten und
- die gebäudespezifische aktive Kühlung von PWC, gegebenenfalls über eine ergänzende Zirkulationsleitung.

Wie bedeutsam das Thema ist, zeigen die Empfehlungen des Arbeitskreises Maschinen- und Elektrotechnik der kommunalen Verwaltungen (AMEV) zu „Planung, Ausführung und Bedienung von Sanitäranlagen in öffentlichen Gebäuden“ aus dem Jahre 2021. Hier findet sich der ausdrückliche Hinweis, dass bereits „in der Planung der Trinkwasseranlage [...] der Schutz des Trinkwassers (kalt) vor Wärmequellen und Wärmelasten zu berücksichtigen“ ist.<sup>2</sup>

### Handlungsfeld 3: Zukunftssicherung

Mit diesen planerischen und installationstechnischen Maßnahmen allein werden langfristig die teilweise gegenläufigen Ziele aus Energieeinsparung und Hygienenerhaltung in Trinkwasserinstallationen PWH/PWC nur bedingt zu erreichen sein. Intensiv wird daher nach alternativen Lösungen gesucht. Ein vielversprechender Ansatz ergibt sich aus dem Wirkkreis der Trinkwasserhygiene, der die Einflussfaktoren auf die Trinkwassergüte beschreibt: Neben der Temperaturhaltung, dem Wasseraustausch und der Wasserdurchströmung gehört dazu der Anteil an (partikulären) Nährstoffen. Durch deren Verringerung und das

Entfernen von Bakterien aus der Wasserphase könnten Legionellen die Lebensgrundlage weiter entzogen und das Trinkwassersystem PWH perspektivisch energiesparend mit niedrigeren Temperaturen als 60/55 °C betrieben werden.

In einer langjährigen Studie mit Pilotprojekten (2020–2025), durchgeführt unter anderem von Prof. Dr. med. Thomas Kistemann und Dr. rer. nat. Nicole Zacharias (Institut für Hygiene & Public Health des Universitätsklinikums Bonn), wurde bereits erfolgreich untersucht, inwieweit der Einsatz der Ultrafiltration im Bypass des Rücklaufes der Warmwasserzirkulation und damit die Minimierung von Legionellen als maßgeblicher mikrobiologischer Parameter bei reduzierten Systemtemperaturen (hier: 47/45 °C) möglich ist.<sup>3</sup> Der energetische Effekt wäre auf jeden Fall bemerkenswert, stellte das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) fest.<sup>4</sup> Im Vergleich dreier Varianten der zentralen Warmwasserbereitung auf Basis von Wärmepumpen wurde durch eine Trinkwassererwärmung auf nur noch 48 °C eine Energieeinsparung im Gebäude von bis zu 30 Prozent erreicht. ◀

1 Vgl. Vollmer, Raphael u.a.: LowEx-Bestand Analyse – Bericht zu AP 3.1. LowEx-Bestand Referenzgebäude: Geometrie, Bauphysik, Last-Zeitreihen und Sanierungsszenarien, 2022.

2 Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (Hrsg.): Sanitäranlagen 2021. Planung, Ausführung und Bedienung von Sanitäranlagen in öffentlichen Gebäuden, Empfehlung Nr. 151, Berlin 2021, S. 28.

3 Kistemann, Thomas u. Zacharias, Nicole: Ermöglicht Ultrafiltration in Trinkwasserinstallationen Temperaturabsenkung ohne hygienisches Risiko?, in: gwf Wasser + Abwasser 07-08 (2025), S. 69ff.

4 Kropp, Michael u. Lämmle, Manuel: Technisch-wissenschaftliche Analyse zur Energieeffizienz unterschiedlicher Trinkwasser Erwärmsysteme im Vergleich, Studie des Fraunhofer ISE, Freiburg 2023.

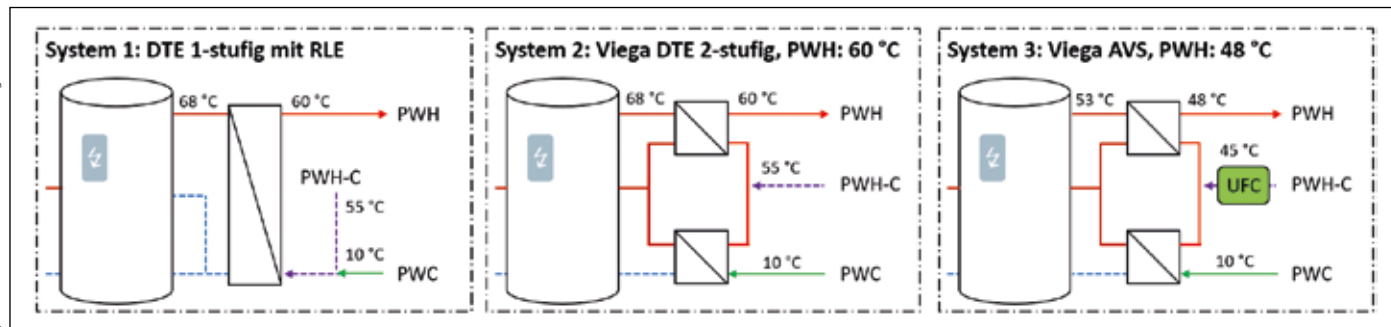


Abbildung 8: Im Rahmen der Energieeffizienz-Studie wurden drei Varianten zur zentralen Warmwasserbereitung verglichen: mit einfachem Durchfluss-Trinkwassererwärmer (DTE; li.), mit zweistufigem DTE mit Rücklauf-Einschichtung der Zirkulation (Mi.) und zusätzlich mit Ultrafiltration (UFC).

DAS GEBERIT WC-SYSTEM

# PROFIS VERTRAUEN BLAU

QUALITÄT  
VERBINDET



50

JAHRE  
ERSATZTEIL-  
SICHERHEIT



LEBENS-LANGE  
GARANTIE

6

MONATE  
RÜCKGABE-  
RECHT

**KNOW  
HOW  
INSTALLED**

Der Unterputzspülkasten und die WC-Keramiken von Geberit sind optimal aufeinander abgestimmt. Bieten Sie Ihren Kunden überzeugende Systemvorteile durch die langfristigen Garantien und die zuverlässige Ersatzteilsicherheit von Geberit. Ihre Kunden bekommen ein WC-System, das auch nach Jahrzehnten problemlos gewartet und auf den neuesten technischen Stand gebracht werden kann.

Mehr Informationen und noch viele weitere Vorteile des Geberit WC-Systems: [www.geberit.de/wc-system](http://www.geberit.de/wc-system)

# Energie- und Wassermanagement in öffentlichen und gewerblichen Gebäuden

Wie lassen sich Wasser und Energie sparen, ohne die Trinkwasserhygiene zu gefährden?



Dr. Peter Arens,  
Hygieneexperte,  
Schell GmbH & Co.  
KG, Olpe

Querschnitten sind günstiger als Rohre mit großem Durchmesser. Ob geringer dimensionierte Rohre verwendet werden können, hängt unmittelbar von der Literleistung der Entnahmestellen ab. Wird schon bei der Planung die Literleistung (offiziell Berechnungsdurchfluss) der Entnahmestellen reduziert, werden geringere Rohrleitungsquerschnitte, Dämmungen, Befestigungen und weniger Platz benötigt. Dadurch sinken die Investitionskosten unmittelbar um bis zu 20 Prozent und die Betriebskosten um bis zu 40

Prozent – und das für die nächsten 50 Jahre (Abbildung 1). Da gleichzeitig auch das Wasservolumen in der Installation reduziert wird, bleibt auch die Wassergüte erhalten.

Besonders effektiv ist diese Methode in Kombination mit einer T-Stück-Installation. Im Vergleich zu übergroßen Ring-in-Ring-Installationen weist sie klare Fließwege auf, hat einen kleineren Wasserinhalt und weniger Oberflächen, die Wärme aufnehmen. So lassen sich Investitionskosten und Wasserinhalt zusätzlich um rund 20 Prozent senken.

Wer heute ein Gebäude kernsaniert oder neu baut, legt damit die Betriebskosten für die nächsten 50 Jahre fest. So lange bleiben in aller Regel die Lebensadern in den Wänden: Trink- und Abwasserleitungen, Lüftungskanäle, Stromleitungen und Leitungen für technische und medizinische Gase, um die wesentlichen zu nennen. Eine große Bedeutung kommt der Art der Primärenergiegewinnung und der Minimierung von Wärmeverlusten durch Dämmmaßnahmen zu. In gut gedämmten Gebäuden wird die Primärenergie nicht mehr vorrangig zum Heizen verwendet, sondern vor allem für die Warmwasserbereitung und -verteilung. Daher gibt es gerade bei der Warmwasserverteilung und Wassernutzung erhebliche Einsparpotenziale, die zugleich auch die Investitionskosten der gesamten Trinkwasserinstallation um mehr als 20 Prozent senken können. Dazu kommen um bis zu 40 Prozent geringere Verbrauchskosten über die nächsten 50 Jahre – und das bei bester Trinkwassergüte.

## Wasser- und Energiesparen bei Neubauten

Bei Neubauten liegt das größte Potenzial in einer Planung mit reduzierten Berechnungsdurchflüssen. Statt der pauschalen Werte aus DIN 1988-300, Tabelle 2 können niedrigere Werte vereinbart werden, um den Wassergebrauch eines Gebäudes ökologisch zu optimieren. Diese Vorgehensweise ist normkonform, bedarf aber des klaren Auftrags des Investors.

Das im Rahmen einer Bachelorarbeit entwickelte Konzept basiert auf dem einfachen Grundsatz: Rohre mit geringeren



Abbildung 1: Reduzierte Durchflussmengen und die bevorzugte Verwendung von T-Stück-Installationen können in Neubauten den Materialeinsatz sowie den Wasser- und Energieverbrauch um bis zu 40 Prozent reduzieren.





### Generelle Sparmaßnahme: abgesenkte Warmwassertemperatur

Erhebliche Energieeinsparungen sind im Gebäude – außer beim Heizen – fast ausschließlich über die Warmwasserbereitung zu erreichen. In Bestandsgebäuden kann unter bestimmten Bedingungen die Absenkung der Temperatur eine Option sein. Neu im Entwurf des DVGW W 551-1 (A) ist die Möglichkeit, Zirkulationssysteme mit 55 °C / 50 °C zu betreiben. Dafür müssen aber mehrere Bedingungen erfüllt werden:

- Planung und Betrieb nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik,
- elektronische Zirkulationsregulierungsventile mit Temperaturerfassung,
- genaue Temperaturmessung an vielen Stellen (inklusive einer fünfjährigen Archivierung der Ergebnisse),
- drei Legionellenuntersuchungen im ersten Jahr,
- kein Legionellenfund vor Absenkung (< 2 KB/100 ml) und
- Information der Verbraucher und des Gesundheitsamts.

Eine weitere Voraussetzung ist, dass der bestimmungsgemäße Betrieb jederzeit sichergestellt ist.

### Wasser- und Energiesparen in Bestandsgebäuden

Einsparpotenziale lassen sich auch heben, wenn das Trinkwasser im Neubau oder im Bestand nur auf 60 °C bis maximal 65 °C erwärmt wird. Oft liegen die Temperaturen deutlich höher, quasi als unzulässiger Ersatz für den nicht ausreichenden hydraulischen Abgleich. Und so genannte Legionellenschaltungen – bei denen täglich oder wöchentlich und oftmals unbemerkt die Temperatur auf 70 °C erhöht wird – sind hygienisch unsinnig und kostenintensiv (vgl. Arbeitsblatt DVGW W 551-1 (Entwurf)). Sie lösen keine Probleme, da die Warmwasserbereitung und -zirkulation zumeist keine Probleme hat. Oftmals wird dabei aber das Kaltwasser unzulässig erwärmt; in problematische Sticleitungen und Entnahmestellen gelangt das so erwärmte Trinkwasser ohne eine Nutzung ohnehin nicht.

Der Wasserverbrauch in den einzelnen Nutzungseinheiten eines Gebäudes verteilt sich sehr unterschiedlich: In stark frequentierten öffentlichen Bereichen wie Besucher- oder Gästetoiletten, Kantinen oder Pausenräumen sorgt die tägliche Nutzung automatisch für den erforderlichen Wasserwechsel. In weniger stark genutzten Bereichen muss der bestimmungsgemäße Betrieb und damit der Erhalt der Wassergüte oftmals mittels



Abbildung 2: Elektronische, berührungslose Waschtisch-Armaturen können den Wasserverbrauch im Vergleich zu regulären Einhebelmischern um bis zu 70 Prozent verringern – und damit auch die Energiekosten für die Erwärmung des Warmwassers.

Spülplänen oder automatisierten Lösungen sichergestellt werden.

Einsparmöglichkeiten bestehen deshalb nur in den hoch frequentierten Bereichen eines Gebäudes. Besonders effektiv für Wasser- und Energieeinsparungen sind elektronische, berührungslose Armaturen, die den Wasserfluss sensorgesteuert nur bei Bedarf öffnen und automatisch stoppen. Im Vergleich zu herkömmlichen Einhebelmischern kann damit der Wasserverbrauch um bis zu 70 Prozent gesenkt werden – gleichzeitig sinken die Energiekosten für die Warmwasserbereitung. Durch den gezielten Einsatz solcher Systeme in öffentlichen und gewerblichen Gebäuden können Betreiber nicht nur Kosten sparen, sondern auch einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Nutzung von Wasser und Energie leisten (Abbildung 2).

### Fazit

Im Neubau gibt es eine zunehmend etablierte und sichere Vorgehensweise im Bereich der Trinkwassererwärmung und -nutzung, die nicht nur die Betriebskosten über die nächsten 50 Jahre um ca. 40 Prozent senken kann, sondern auch die Investitionskosten um ca. 20 Prozent: die Verwendung wassersparender Entnahmestellen schon bei der Planung. Dazu ist lediglich ein anderer Strahlregler oder ein Durchflussbegrenzer für Handbrausen notwendig – bei Kosten von max. 1,50 Euro je Einheit. Auf Basis der wassersparenden Entnahmestellen erfolgt

dann die Dimensionierung der Installation gemäß DIN 1988-300. Die verringerten Literleistungen führen zu deutlich kleineren Rohrquerschnitten und zu einem um bis zu 40 Prozent geringeren Wasservolumen. Außerdem reduzieren sich Dämmung, Befestigungen und der Platzbedarf – das erhöht die Nutzfläche.

Bei Bestandsbauten muss individuell geprüft werden, ob und in welchem Umfang eine reduzierte Literleistung möglich ist, ohne die Trinkwasserhygiene zu gefährden. Weitere Potenziale zum Energiesparen lassen sich jedoch sowohl im Neubau als auch im Bestand realisieren, wenn das Trinkwasser nur auf 60 °C bis maximal 65 °C erwärmt wird und unsinnige und kostenintensive Legionellenschaltungen deaktiviert werden. Durch eine konsequente Umsetzung dieser Maßnahmen lassen sich sowohl Kosten als auch Energie sparen – ohne Einbußen beim Komfort oder der Trinkwasserhygiene. ◀



# Operative Raumtemperatur und relative Luftfeuchte

Vorschlag zur Anpassung der Auslegungstemperaturen für Heizlast-, Kühlast- und Energieberechnungen



Prof. Dr.-Ing. habil.  
Joachim Seifert,  
Einstein Center  
Digital Future,  
TU Berlin und  
Institut für Energie-  
technik,  
TU Dresden

Tabelle 1: Kategorien des Umgebungsklimas nach EN 16798-1 [1]

| Kategorie | Erwartungsmaß | thermischer Zustand des Körpers als Ganzes |                   |
|-----------|---------------|--------------------------------------------|-------------------|
|           |               | PPD-Wert in %                              | PMV-Wert          |
| I         | hoch          | < 6                                        | -0,2 < PMV < +0,2 |
| II        | mittel        | < 10                                       | -0,5 < PMV < +0,5 |
| III       | gemäßigt      | < 15                                       | -0,7 < PMV < +0,7 |
| IV        | niedrig       | < 25                                       | -1,0 < PMV < +1,0 |



Dipl.-Ing.  
Claus Händel,  
Geschäftsführer  
Technik,  
Fachverband  
Gebäude-Klima e.V.,  
Berlin

## 1. Ausgangssituation

Die DIN EN 16798-1 [1] legt Kategorien für das Umgebungsklima fest, die auf dem PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) basieren. Der PPD-Index gibt an, welcher Prozentsatz an Personen voraussichtlich mit dem Raumklima unzufrieden sein wird. Der geringste Prozentsatz der mit dem Raumklima Unzufriedenen ist in der Kategorie I zu erwarten. Je höher die Nummerierung der Kategorie, desto größer ist der zugelassene Toleranzbereich. Tabelle 1 zeigt die PPD-Werte, denen nach EN 16798-1 [1] bzw. ISO 7730 [2] auch PMV-Werte (voraus-

gesagte mittlere Klimabewertung) zugeordnet werden können. Der PMV-Index besagt, wie der Durchschnitt einer großen Probandengruppe die thermische Behaglichkeit bewertet – in einem Intervall von -3 (kalt) bis +3 (heiß).

Für die Auslegung technischer Anlagen im Gebäude können operative Temperaturen herangezogen werden, die auf Basis der Kategorien in Tabelle 1 für unterschiedliche Aktivitäts- und Bekleidungswerte abgeleitet wurden. Tabelle 2 enthält die entsprechenden Werte für ausgewählte Raumsituationen.

Dabei ist unbedingt zu beachten, dass für die Werte der Tabelle 2 ein konstanter Wert von 50 Prozent für die relative Luftfeuchtigkeit  $\phi$  angenommen wurde. Das ist in der Praxis kaum gerechtfertigt. Zum einen zeigen Analysen, dass im Winterfall die relative Luftfeuchte Werte von  $\phi \leq 40\%$  annimmt. Im Sommerfall können Werte von  $\phi \geq 50\%$  leicht erreicht werden. Zu überprüfen ist daher, ob die operativen Raumtemperaturen nicht grundsätzlich in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte anzugeben sind. Im Fol-

genden werden Berechnungen dazu vorgestellt.

## 2. Methodisches Vorgehen

Für die Berechnung der operativen Raumtemperaturen wurde der Berechnungsgang der ISO 7730 [2] zunächst vereinfacht, indem die Lufttemperatur und die Strahlungstemperatur zur operativen Raumtemperatur zusammengefasst wurden. Hierbei wurden die beiden Temperaturen zu jeweils 50 Prozent gewichtet. Durch die anschließende Umstellung des Berechnungsganges ist der PMV-Index eine Eingangsgröße und die operative Raumtemperatur die Ausgangsgröße. Das so entstehende Gleichungssystem muss iterativ gelöst werden. Als Abbruchkriterium für die Iteration wurden 1.500 Berechnungsschritte bzw. eine Genauigkeit für die operative Raumtemperatur von  $\Delta\theta_{op} = 0,01\text{ K}$  festgelegt. Der Berechnungsgang musste so gestaltet werden, dass negative und positive PMV-Werte hinterlegt werden konnten. Das liegt daran, dass der PPD-Index einen funktionalen Zusammenhang aufweist, der die Berechnung einer minimalen und maximalen

Tabelle 2: Auszug zu den operativen Raumtemperaturen (Design) nach EN 16798-1 [1]

| Art des Gebäudes                                                           | Kategorie | operative Raumtemperatur in °C                                              |                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                            |           | Minimalwert für die Heizperiode<br>(Bekleidungsfaktor $R' = 1\text{ clo}$ ) | Maximalwert für die Kühlperiode<br>(Bekleidungsfaktor $R' = 0,5\text{ clo}$ ) |
| Wohngebäude,<br>Wohnräume<br>(sitzende Aktivität<br>$M = 1,2\text{ met}$ ) | I         | 21,0                                                                        | 25,5                                                                          |
|                                                                            | II        | 20,0                                                                        | 26,0                                                                          |
|                                                                            | III       | 18,0                                                                        | 27,0                                                                          |
|                                                                            | IV        | 16,0                                                                        | 28,0                                                                          |

# Sanieren im Bestand

Alle Grafiken: F&G e.V.

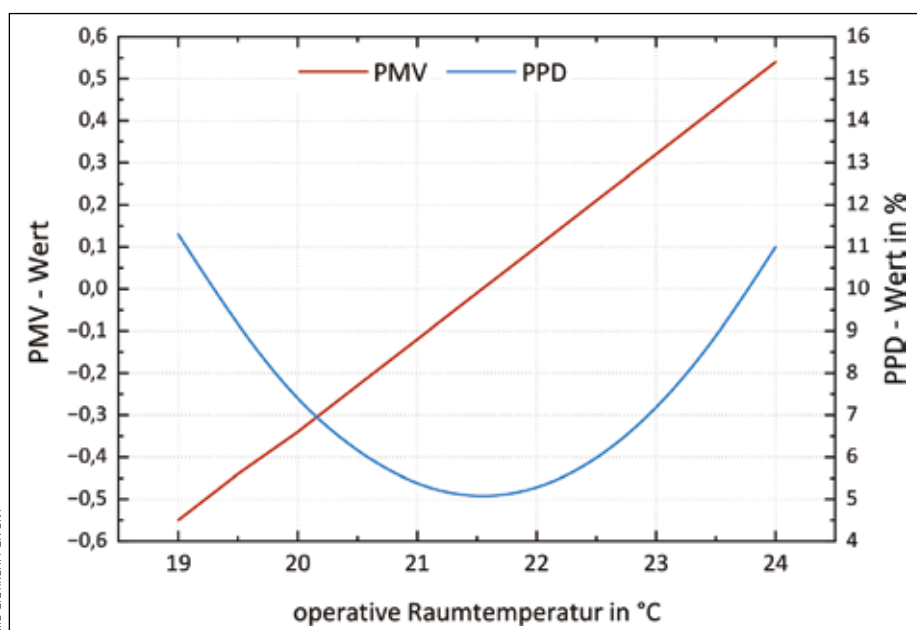


Abbildung 1: PMV- und PPD-Werte für ein ausgewähltes Berechnungsbeispiel  $M = 1,2 \text{ met}$  /  $R' = 1,0 \text{ clo}$  /  $\varphi = 50 \%$

Temperatur zulässt. Abbildung 1 zeigt das exemplarisch.

## 3. Ergebnisse / Diskussion

### 1. Heizperiode

Für die Heizperiode wurden Analysen unter folgenden Bedingungen vorgenommen:

$M = 1,2 \text{ met}$ ,

$R' = 1,0 \text{ clo}$ ,

$w = 0,1 \text{ m/s}$ ,

PPD = 6 / 10 / 15 sowie

PPD = -6 / -10 / -15%.

Die Ergebnisse dieser Analysen in Abhängigkeit des PPD-Wertes sind Abbildung 2 zu entnehmen. Variationsgröße ist dabei die relative Luftfeuchte in einem Bereich von  $35\% \leq \varphi \leq 65\%$ .<sup>1</sup>

Die Ergebnisse zeigen, dass die operative Raumtemperatur erheblich von der relativen Luftfeuchte beeinflusst wird. Je geringer die relative Luftfeuchte ist, desto größer muss die gewählte operative Raumtemperatur sein. Bei höherer relativer Luftfeuchte sinkt der Wert für die operative Raum-

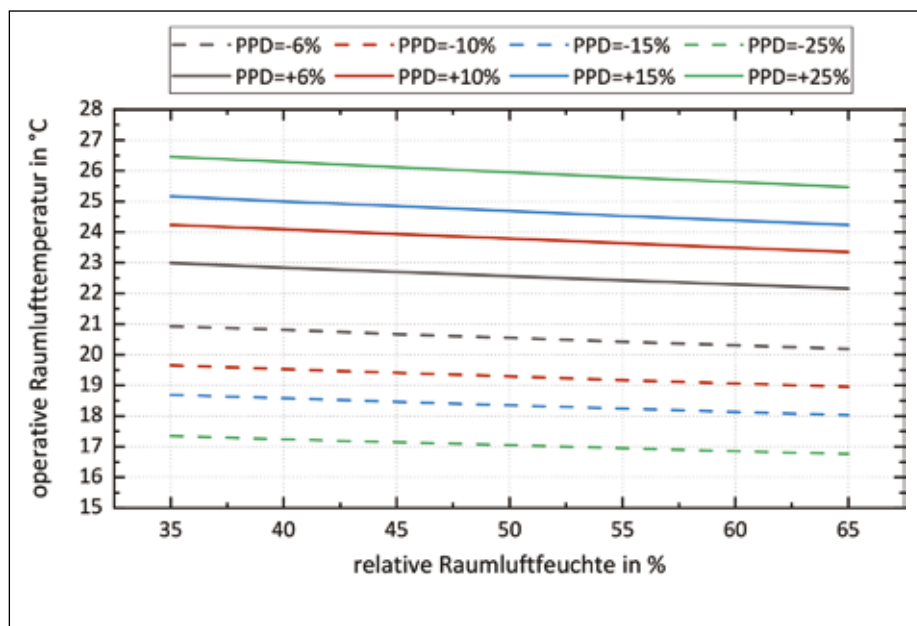


Abbildung 2: operative Raumlufttemperatur in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte für die Kategorien I ... IV - Heizperiode



© Istock/RossHelen



**Rüsten Sie Ihre  
Lüftungsanlagen mit  
hocheffizienter Wärme-  
rückgewinnung aus**



Nachrüstbar im  
laufenden Betrieb



Montage vor Ort durch  
modulare Bauweise



Keim- und schadstoff-  
übertragungsfrei



Werkseigener  
Kundendienst



Systemverantwortung  
durch Gesamtplanung

**SEW**®

[www.sew-kempen.de](http://www.sew-kempen.de)

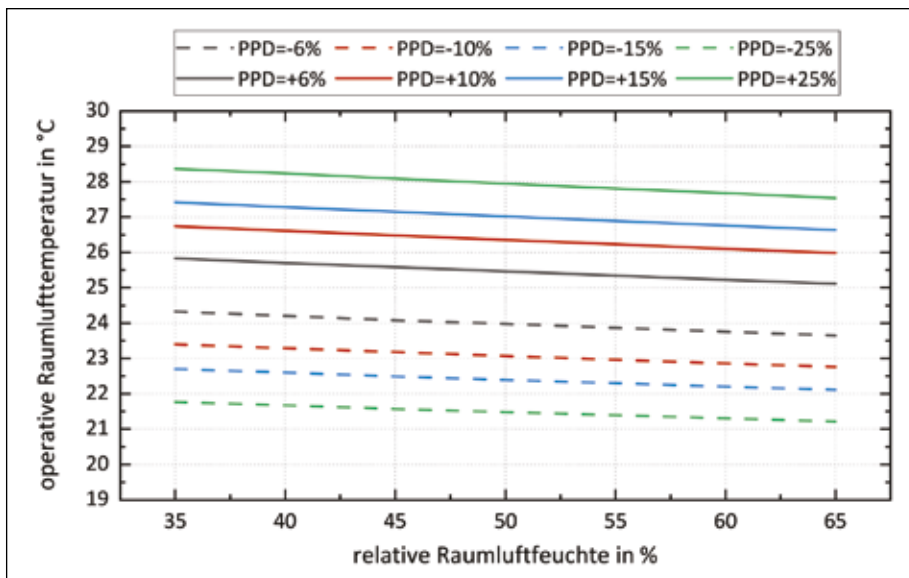


Abbildung 3: operative Raumtemperatur in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte für die Kategorien I ... IV – sommerliche Kühlperiode

temperatur ab. Über die gesamte Bandbreite von  $\varphi$  kann eine Varianz der operativen Raumtemperatur von  $\Delta\vartheta_{op} = 0,8$  K ausgewiesen werden. Werden diese Kennwerte betrachtet und wird berücksichtigt, dass eine Änderung der operativen Raumtemperatur je nach Gebäudestandard einen energetischen Mehraufwand von  $\Delta Q = 6 \dots 10$  % / K aufweist, so ist der Einfluss der relativen Luftfeuchte auch für den Energiebedarf signifikant.

Für den Fall der Heizperiode ist es auf Basis der Berechnungen möglich, eine Berechnungsgleichung für die mittlere operative Raumtemperatur anzugeben, die variabel eingesetzt werden kann. Gleichung 1 liefert dazu einen linearen Zusammenhang. Diese

Gleichung ist gültig im klassifizierten Bereich der Raumluftfeuchtigkeit (EN 16798-1 Tabelle B.16) ab 20 Prozent.

Gleichung 1  

$$\vartheta_{op} = -0,0264 \cdot \varphi + 22,854$$

## II. Sommersaison

Analog dem Vorgehen für den winterlichen Fall (Heizperiode) wurden die Berechnungen auch für den sommerlichen Fall vorgenommen. Folgende Randbedingungen wurden verwendet:

$M = 1,2$  met,  
 $R' = 0,5$  clo,  
 $w = 0,1$  m/s,  
 PPD = 6 / 10 / 15 % und PPD = -6 / -10 / -15 %.

Tabelle 3: angepasste operative Raumtemperaturen (Design) – ausgewähltes Beispiel (Heizfall  $\varphi = 50$  %)

| Art des Gebäudes                                          | Kategorie | operative Raumtemperatur in °C                                   |
|-----------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------|
|                                                           |           | Minimalwert für die Heizperiode (Bekleidungsfaktor $R' = 1$ clo) |
| Wohngebäude, Wohnräume (sitzende Aktivität $M = 1,2$ met) | I         | 20,6 (21,0)*                                                     |
|                                                           | II        | 19,3 (20,0)*                                                     |
|                                                           | III       | 18,4 (18,0)*                                                     |
|                                                           | IV        | 17,1 (16,0)*                                                     |

\*stellen die aktuell gültigen Werte der EN 16798-1 dar

Tabelle 4: angepasste operative Raumtemperaturen (Design) – ausgewähltes Beispiel (sommerliche Kühlperiode  $\varphi = 50$  %)

| Art des Gebäudes                                          | Kategorie | operative Raumtemperatur in °C                                |
|-----------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------|
|                                                           |           | Maximalwert für die sommerliche Kühlperiode ( $R' = 0,5$ clo) |
| Wohngebäude, Wohnräume (sitzende Aktivität $M = 1,2$ met) | I         | 25,5 (25,5)*                                                  |
|                                                           | II        | 26,3 (26,4)*                                                  |
|                                                           | III       | 27,0 (27,0)*                                                  |
|                                                           | IV        | 28,0 (28,0)*                                                  |

\*stellen die aktuell gültigen Werte der EN 16798-1 dar

Die Ergebnisse sind Abbildung 3 und Tabelle 4 zu entnehmen.

Gleichung 2  

$$\vartheta_{op} = -0,0232 \cdot \varphi + 25,875$$

Zunächst ist festzustellen, dass beim sommerlichen Kühlfall die Werte der EN 16798-1 [1] recht gut mit den hier berechneten Werten übereinstimmen. Die Berechnungen wurden mit einer relativen Feuchte von  $\varphi = 50$  % vorgenommen (Tabelle 4). Bei davon abweichenden relativen Luftfeuchten bis 70 Prozent kann der Zusammenhang nach Gleichung 2 verwendet werden.

## 4. Fazit

Die Berechnungen zeigen, dass die relative Luftfeuchte einen signifikanten Einfluss auf die sich einstellende operative Raumtemperatur hat. Die Schwankungsbreite für übliche Werte von  $\varphi = 35 \dots 65$  % kann bis zu  $\Delta\vartheta_{op} = 0,8$  K betragen. Das wiederum beeinflusst die Auslegung der technischen Systeme für den Heiz- und Kühlfall und für die zu erwartenden energetischen Gesamtkennwerte für ein Jahr. Die normativen Verfahren der EN 16798-1 [1] sollten bei der aktuell anstehenden Überarbeitung diesem Sachstand Rechnung tragen. ◀

## Literatur:

- [1] DIN EN 16798-1:2022-03: Energetische Bewertung von Gebäuden – Lüftung von Gebäuden – Teil 1: Eingangsparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik.
- [2] ISO 7730:2025-09: Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit.

## Symbolverzeichnis:

$M$  bezogener Gesamtenergieumsatz met  
 $R'$  Wärmewiderstand clo  
 $\varphi$  Relative Luftfeuchte %  
 $\vartheta_{op}$  operative Raumtemperatur °C  
 $\Delta\vartheta_{op}$  operative Raumtemperatur (Temperaturdifferenz) K

<sup>1</sup> Abbildung 2 zeigt die operativen Raumtemperaturen in Abhängigkeit eines großen Bereiches der relativen Luftfeuchte. Für die praktische Anwendung sei darauf verwiesen, dass bei Befeuchtungsvorgängen nicht über  $\varphi = 50$  % befeuchtet werden sollte und umgekehrt im Entfeuchtungsfall nicht unter  $\varphi = 50$  % entfeuchtet werden sollte. Der Komfortbereich liegt bei ca.  $\varphi = 40$  % (keinesfalls über  $\varphi = 60$  % im Winter und  $\varphi = 50$  % im Sommer).





# Elektroinstallation – sicher und elektromagnetisch verträglich

## EMV-Probleme in der Technischen Gebäudeausrüstung vermeiden



Dipl.-Ing./Dipl.-Wirtschafts-Ing. Karl-Heinz Otto, ehem. öffentlich bestellter Sachverständiger für elektrische Niederspannungsanlagen, Leistungs- und EDV-Elektronik



Dipl.-Ing. Franz Rebmann, technischer Referent, BTGA e.V., Berlin

Dem Gebäudesektor kommt eine Schlüsselrolle zu, wenn die europäischen und nationalen Klimaschutz- und Energieeinsparziele erreicht werden sollen. Einen Schwerpunkt bilden dabei die energetischen Sanierungen: Im Rahmen der Gebäudewende werden Bestandsimmobilien saniert, die vor 20 oder sogar mehr als 120 Jahren errichtet wurden. Sie sollen dabei mit der Technik von heute ausgestattet werden, beispielsweise mit Wärmepumpen, Ladepunkten, Wifi, IoT, WLAN, Router, Frequenzumrichter, Photovoltaik, LED-Beleuchtung und IT-Server. Damit diese Komponenten in den Gebäuden funktionieren, ist eine elektromagnetisch verträgliche (EMV-gerechte) Elektroinstallation unverzichtbar. Im Rahmen der Bestandsermittlung ist zu prüfen, ob die vorhandene Elektroinstallation diese Anforderungen erfüllt und welche Komponenten gegebenenfalls ausgetauscht oder ertüchtigt werden müssen.

Die folgenden Abschnitte basieren auf dem Skript „EMV in Gebäuden“ von Karl-Heinz Otto. Das gesamte Skript besteht aus 50 Dateien mit Grundlagenwissen, Praxisbeispielen, Abbildungen, Links zu weiterführenden Dokumenten und Praxistipps und ist unter [www.sv-otto.de](http://www.sv-otto.de) erhältlich.

### I. Die „verPENnte“ Elektroinstallation

Als „verPENnte“ Elektroinstallation wird heute von vielen Fachkollegen die Installationsart bezeichnet, in der der PE- und der N-Leiter gemeinsam als PEN-Leiter geführt werden. Der PEN-Leiter wurde zu einer Zeit „erfunden“, als bei einem symmetrisch belasteten Drehstromnetz der Neutralleiter noch stromlos war. Das ist heute nicht mehr der Fall: Aufgrund der modernen elektronischen

Schaltnetzteile existiert auf dem N-Leiter ein betriebsmäßig vorhandener Strom von zum Teil erheblicher Größenordnung. Dabei sind Neutralleiterströme in der Größenordnung bis fast zum doppelten ( $\sqrt{3}$ -fachen) Effektivwert der Außenleiterströme keine Seltenheit.

Aber wieso entstehen aus diesen physikalisch bedingten Strömen Probleme? Der einfache elektrische Stromkreis wird nicht beachtet. Stattdessen wird die ungünstigste Variante der Installationstechnik zum Prinzip erhoben – wie es die Normenreihe DIN VDE 0100 durch die gemeinsame Führung von PE- und N-Leiter = PEN-Leiter im TN-C- oder im TN-C-S-Netz gestattet. Der Aufbau eines TN-C-S-Netzes sieht, wenn die Elektroinstallation auf die Impedanzen der Kabel (Längswiderstand, Reiheninduktivität und Parallelkapazität) reduziert wird, wie ein komplexes Netzwerk von in Reihe und parallel geschalteten Widerständen, Spulen und Kondensatoren aus. In diesem Netzwerk kann sich der aufgrund von nichtlinearen Lasten eigentlich nur auf dem N-Leiter vorhandene Strom über alle Erdungssysteme und Potenzialausgleichsleitungen verteilen, da der PEN-Leiter in jedem Stockwerkverteiler mit dem PA-System verbunden ist. Als Folge davon fließen in dem gesamten Gebäude über alle metallischen Leitungen zum Teil beträchtliche Ausgleichsströme, beispielsweise über Wasserleitungen, Heizungssysteme und auch Elektro- und Datenleitungen. Sowohl die Ströme selbst als auch die durch den Stromfluss entstehenden, unter Umständen hohen elektromagnetischen Felder („Elektrosmog“) verursachen undefinierte Ausfälle und sind oft für schwierige zu findende Fehler an elektronischen Systemen verantwortlich.

## II. Netzformen der Elektroinstallation

Die Wahl der Netzform hat einen wesentlichen Einfluss auf die EMV-Eigenschaften einer Elektroinstallation. In Bestandsgebäuden sind häufig noch TN-C- oder Mischformen aus TN-C- und TN-S-Systemen vorhanden. Moderne Betriebsmittel, insbesondere solche mit nichtlinearen Lasten, erfordern jedoch eine klare Trennung zwischen Neutralleiter (N) und Schutzleiter (PE).

### 1. TN-C-System

Im TN-C-System werden N und PE im gemeinsamen PEN-Leiter geführt. Diese Netzform ist aus EMV-Sicht ungünstig, da betriebliche Ströme des Neutralleiters auch den Schutzleiteranteil nutzen und sich in das Potenzialausgleichs- und Erdungssystem ein koppeln. Dadurch entstehen Ausgleichsströme über metallische Installationen, die insbesondere bei informationstechnischen Systemen zu Störungen führen können.

### 2. TN-C-S-System

In vielen Bestandsgebäuden sind TN-C-S-Systeme zu finden, bei denen das Auftrennen von PEN in PE und N meist im Hausanschlusskasten oder in der Hauptverteilung erfolgt. Entscheidend ist, dass ab dem Auftrennen keine Wiederverbindung zwischen N und PE erfolgt und die Leitungsführung konsequent EMV-gerecht ausgeführt wird. Ein korrektes PEN-Auftrennen, ausreichende Querschnitte und eine klare Zuordnung im gesamten Gebäude sind essenziell, um unerwünschte Ausgleichsströme zu vermeiden.

### 3. TN-S-System

Das TN-S-System mit durchgehend getrenntem N und PE gilt heute als Stand der Technik. Es verhindert, dass betriebliche Ströme über den Schutzleiter fließen, reduziert magnetische Streufelder und minimiert die Beeinflussung empfindlicher Steuerungs- und Kommunikationssysteme. Für alle Erweiterungen oder grundlegenden Sanierungen ist diese Netzform zwingend anzustreben.

## III. ZEP – Zentraler Erdungspunkt

Der zentrale Erdungspunkt (ZEP) ist ein wichtiger Bestandteil einer störungsarmen





Abbildung 1: Niederspannungsschaltanlage mit ZEP und Wandler zum Monitoring

Abbildung 2: Ausführung Erdungsfestpunkt im Rohbau

Elektroinstallation (Abbildung 1). Er stellt sicher, dass es in einem Niederspannungssystem eine – aber auch nur eine – Verbindung zwischen dem Neutraleiter und dem Erdungs- und Potenzialausgleichssystem gibt.

Ein korrekt ausgeführter ZEP:

- reduziert Erdschleifen und magnetische Ausgleichsströme,
- verhindert vagabundierende Ströme über metallische Systeme (Heizung, Rohre, Lüftung, Kabeltrassen),
- steigert die Betriebssicherheit empfindlicher Elektronik und IT-Systeme und
- ist eine Grundvoraussetzung, um EMV-Maßnahmen wirksam umzusetzen.

In vielen Bestandsgebäuden existiert kein eindeutiger ZEP oder es sind im Laufe der Jahre mehrere zusätzliche Verbindungspunkte entstanden. Im Zuge der Sanierung muss eine eindeutige Struktur geschaffen und dokumentiert werden.

#### IV. Erdung

Die Erdungsanlage bildet die Basis für Schutz gegen elektrischen Schlag, für Blitzschutzkonzepte und für EMV-Maßnahmen. In Altbauten ist die Erdungsanlage häufig unzu-

reichend dimensioniert oder entspricht nicht mehr dem Stand der Technik.

Wesentliche Anforderungen sind:

- ein durchgängiges, korrosionsbeständiges, stromtragfähiges Erdungssystem mit definiertem Erdwiderstand,
- eine korrekte Einbindung in den Hauptpotenzialausgleich,
- die Vermeidung stromführender Erdschleifen durch klare Netzstruktur (TN-S, ZEP),
- ein ausreichender Querschnitt und eine geeignete Verlegungsstruktur, um induktive Einkopplungen zu minimieren,
- die EMV-gerechte Führung und Anbindung von Funktionserdern bei sensiblen Anlagen (IT, MSR, PV, Funktechnik).

Eine normgerechte Erdung ist Grundvoraussetzung dafür, dass moderne Energiesysteme wie PV-Anlagen, Wärmepumpen oder Ladeinfrastruktur störungsfrei betrieben werden können (Abbildung 2).

#### V. Monitoring

Überwachungs- und Diagnosesysteme gewinnen aufgrund der steigenden Komplexität heutiger Gebäudetechnik zunehmend an

Bedeutung. Moderne Monitoringsysteme erfassen kontinuierlich:

- Ströme (auch Oberwellenanteile),
- Spannungen,
- Null- und Schutzleiterströme,
- unsymmetrische Belastungen und
- die Netzqualität (Power Quality).

Diese Daten erlauben:

- ein frühzeitiges Erkennen von Überlasten,
- eine Identifikation von EMV-Problemen,
- Langzeitbeobachtungen („Flugschreiberfunktion“),
- eine gerichts-feste Dokumentation im Schadensfall und
- optimierte Wartungsintervalle und höhere Anlagenverfügbarkeit.

Monitoring ist daher nicht nur eine Komfortoption, sondern ein wichtiges Werkzeug für eine sichere und wirtschaftliche Gebäudeinfrastruktur.

#### VI. True RMS-Messungen

In Netzen mit hohen Verzerrungsanteilen, wie sie durch LED, Schaltnetz-teile, Fre-



Foto: FR / BTGA e.V.

Abbildung 3: Kabelfeld mit PE-Schiene

quenzumrichter und IT-Systeme entstehen, sind klassische Messgeräte ungeeignet. Sie zeigen falsche Strom- und Spannungswerte an, da sie nur den sinusförmigen Anteil erfassen.

True-RMS-Messgeräte:

- messen reale Effektivwerte auch bei stark verzerrten Kurvenformen,
- ermöglichen die Beurteilung der tatsächlichen Neutralleiterbelastung,
- erkennen überhöhte Oberschwingungsanteile und
- liefern verlässliche Messwerte für Dimensionierung und Fehlersuche.

In modernen Gebäuden sind solche Messgeräte heute unverzichtbar, um die Sicherheit und Funktionsfähigkeit moderner Anlagen korrekt zu bewerten.

## VII. Anforderungen an eine sichere Elektroinstallation

### 1. Ströme und Motivation

Lernen Sie mit Strommesszangen zu messen und üben Sie an Modellen, bevor Sie es in der Praxis beim Kunden durchführen. Identifizieren Sie sich mit Ihrer Arbeit und der von Ihnen errichteten Anlage. Ohne Strom läuft heute nichts.

### 2. Geschlossene Elektro-Systeme mit Feldern bis 30 kHz

Bilden Sie geschlossene Stromkreise. Hin- und Rückleiter sollten Sie auch in Vertei-

lungen nahe beieinander anordnen, um magnetische Felder zu minimieren. An jedem Knotenpunkt eines Stromkreises muss die Summe der Ströme gleich Null sein. Beachten Sie die elektrischen Felder, damit genügend Isolationsfestigkeit gegen ungewollte Überschläge und Lichtbögen vorhanden ist.

### 3. Der vergessene Rückleiter N und das PE-System in Verbindung mit dem ZEP

Der N-Leiter (Rückleiter) ist heute der wichtigste Leiter geworden. Akzeptieren und behandeln Sie ihn wie einen Außenleiter. Halten Sie den strombelasteten N- vom PE-Leiter fern, da die Erde „sauber“ bleiben soll. Lassen Sie keine Arbeitsströme über das Erdungssystem galvanisch fließen. Reduzieren Sie auch die induktive Einkopplung durch geeignete Leiterbahnführung. Denken Sie bis zur speisenden Quelle zurück und schließen im TN-S-System den N-Leiter nur einmal am ZEP (zentraler Erdungspunkt von N zu PE) an geeigneter Stelle an das Erdungssystem an.

### 4. Auslegung der E-Systeme

Legen Sie die Leitungsquerschnitte mindestens für den 1ms-Scheitelwert der Betriebsströme aus. Damit erhalten auch „nicht lineare Verbraucher“ angemessene Leitungsquerschnitte und geringere Spannungsfälle.

### 5. Verluste

Halten Sie die Temperatur der Leitungen und Installationen so niedrig wie möglich, um Verluste zu minimieren und die Isolationen vor Alterung zu schonen.

### 6. Brandgefahr durch Materialien

Verwenden Sie schwer entflammare und selbstverlöschende Installationsmaterialien. Wählen Sie diese mit Bedacht aus und prüfen Sie die Entflammbarkeit mit einem Streichholztest. Wählen Sie die besseren Produkte, die eine hohe Verfügbarkeit erwarten lassen.

### 7. Platzbedarf

Lassen Sie ausreichend Platz in den Kabelanschlussräumen, damit alle Adern mit Strommesszangen gemessen werden können, ohne eine Selbstgefährdung und Fehlmessungen zu riskieren. Zu kleine Verteilungen kosten später doppelt.

### 8. Dokumentation

Bilden Sie Prüfpunkte und Beschriftungen an Kabel, Klemmen und Anlageteilen so, dass auch Ihr Kollege sich in der Anlage zu-

rechtfindet. Fehlende Dokumentationen vor Ort kosten Image, Zeit und viel Geld.

### 9. Sicherheit und Zuverlässigkeit

Sicherheit für Personen und Material ist sehr wichtig, aber eine funktionsuntüchtige oder unzuverlässige Anlage bringt Ärger und Regresskosten in zum Teil nicht kalkulierbarer Höhe. Bedenken Sie, dass heute auch unter Spannung gemessen werden muss, um Fehler zu finden.

### 10. Automatische Überwachung

Eine Anlage lebt und verändert sich durch neue Anforderungen. Wenn möglich, sollten Sie immer Bereichs-Fehlerstromschalter verwenden. Zusätzlich sind der ZEP und alle Parameter auf ein geeignetes Monitoring-System zu legen, das alle Parameter von Strom und Spannung überwacht und wie bei einem Flugschreiber im Fehlerfall nachvollziehbar aufzeichnen kann.

## VIII. Fazit

Mit der Modernisierung des Gebäudebestands steigen die Anforderungen an eine fachgerecht ausgeführte und EMV-optimierte Elektroinstallation erheblich. Nicht lineare Verbraucher, vernetzte Systeme, Ladeinfrastruktur und erneuerbare Energiequellen führen zu höheren Neutralleiterströmen, komplexeren Netzstrukturen und einer deutlich erhöhten Störanfälligkeit.

Eine sichere, störungsfreie und zukunfts-fähige Elektroinstallation erfordert daher:

- die konsequente Trennung von N- und PE-Leiter (TN-S-System),
- einen klar definierten zentralen Erdungspunkt,
- eine EMV-gerechte Leitungsführung mit geschlossenen Stromkreisen,
- korrekt ausgestaltete Erdungs- und Potenzialausgleichsstrukturen,
- auch für Oberschwingungsströme dimensionierte Leitungsquerschnitte,
- moderne Mess- und Überwachungstechnik und
- eine sorgfältige Dokumentation.

Die Erfahrungen aus über vier Jahrzehnten Sachverständigentätigkeit zeigen: Die meisten Störungen und Schäden wären vermeidbar gewesen, wenn grundlegende EMV-Regeln von Anfang an beachtet worden wären. Eine gute Elektroinstallation kostet nicht mehr, aber sie verhindert Ausfälle, Folgeschäden und teure Reklamationen. ◀





Abbildung 1: Die Holzfassade der Spinelli-Schule besteht aus naturbelassenem Lärchenholz.

## Ein Meilenstein für modernes Lernen: Die neue Spinelli-Schule Mannheim

*Innovativ, nachhaltig und für moderne Lernwelten konzipiert: Die neue Spinelli-Schule in Mannheim eröffnet Perspektiven für zeitgemäßen Unterricht. Nach rund drei Jahren Bauzeit zogen im Januar 2025 die ersten Schüler in das zukunftsweisende Gebäude. Holz-Hybridbauweise, großzügige Spielflächen und flexible Lernräume prägen das architektonische Konzept. Im Passivhausstandard mit nachhaltigen Materialien und eigener Photovoltaikanlage gebaut, bietet die Grundschule Platz für rund 250 Schüler. Die Beheizung der Aula, der Cafeteria und der beiden Freiheitsflächen im Obergeschoss erfolgt mittels Deckenstrahlplatten.*



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

Die Holzfassade der Spinelli-Schule Mannheim vermittelt einen modernen, natürlichen und warmen Eindruck. Das naturbelassene Lärchenholz unterstreicht den nachhaltigen Charakter des Gebäudes und fügt sich harmonisch in die Umgebung ein. Die Fassadenbegrünung mit Rankpflanzen wirkt dabei nicht nur als ästhetischer Blickfang, sondern erfüllt wichtige Funktionen wie das Filtern von Feinstaub, das Verbessern des Mikroklimas und das Fördern der Biodiversität.

### Schule setzt neue Maßstäbe

Die Spinelli-Grundschule ist eine gebundene Ganztagschule. Der Unterricht ist über den ganzen Tag verteilt und wird durch Phasen der Entspannung und Bewegung ergänzt. Zu den Klassenräumen führt eine großzügige

Treppe mit Sitzstufen, die als zentrales Element das Obergeschoss mit den Aufenthaltsbereichen und der Mensa im Erdgeschoss verknüpft. Die acht Klassenräume im Obergeschoss werden multifunktional genutzt. Sie ordnen sich um zwei mittig gelegene Flächen, die als Freiheitszonen dienen. Das Gebäude ist komplett barrierefrei inklusive Aufzüge.

### Deckenstrahlplatten – mehr als nur Wärme

Martin Furtak vom Ingenieurbüro Defièvre + Stefan aus Heidelberg hat neben Lüftung und Sanitär auch die Heizung in der neuen Grundschule geplant und projektiert. Die Raumheizung übernehmen Deckenstrahlplatten des Typs „ECO EVO Plus“. Die perforierten Heizbänder sorgen nicht nur für



Abbildung 2: Die Treppe mit Sitzstufen verbindet das Erdgeschoss mit dem oberen Stockwerk.

die effiziente und gleichmäßige Wärmeverteilung im Raum, sondern wirken durch ihre spezielle Lochung zusätzlich schallabsorbierend. Dadurch wird der Schallschutz, der

durch Holzwolle-Leichtbauplatten – so genannte Sauerkrautplatten – realisiert wurde, entscheidend verbessert und das akustische Raumklima wird weiter optimiert.

„Eine gute Akustik und schallschluckende Maßnahmen sind vor allem in der Cafeteria wichtig, denn hier kommen viele Kinder auf einmal zusammen und werden gepflegt“, weiß Projektleiter Martin Furtak. Die Deckenstrahlplatten sind in der Sonderfarbe Hellelfenbein lackiert und passen sich damit harmonisch in die Decke ein.

#### Das Erfolgsrezept: Zusammenarbeit von Planung bis Montage

Positiv findet Martin Furtak die Unterstützung durch den Hersteller: „Besonders schätze ich den umfassenden Support bei der Planung – uns werden stets zeitnah alle notwendigen Informationen und Daten bereitgestellt.“ Froh ist er, dass der Hersteller auch die Montage anbietet. „Die Installation durch den Hersteller ist empfehlenswert. Das sorgt für reibungslose Abläufe und gibt uns zusätzliche Sicherheit im Projekt.“ Auch Geschäftsführer Andreas Stefan vom Ingenieurbüro Defièvre + Stefan lobte die Montage durch das Hersteller-Team. „Es handelt sich dabei um sehr erfahrene Leute, die wissen was sie tun – und das schon viele Jahre.“

**TECE**

## UMBAUEN IM KOPF.

Höchste Zeit, mit serieller Vorfertigung zu bauen.  
Wie gelingt der Einstieg in das neue Bauen?

Jetzt Whitepaper downloaden.







Abbildung 3: Der seitliche Abstand der Deckenstrahlplatten zu den Holzbalken beträgt jeweils nur sechs Zentimeter.

### Einmaliges Montagekonzept

Montiert wurden die sechs Meter langen und 0,91 Meter breiten Deckenstrahlplatten mit so genannten Weitspannträgern zwischen den Holzbalken. Der seitliche Abstand zu den Holzbalken beträgt jeweils nur sechs Zentimeter. Hier bewährte sich das einzigartige Montagekonzept: Dazu wird ein Mittelpaneel des Heizbandes werkseitig noch nicht montiert, sondern lose geliefert. Durch die Montageöffnung erhält der Monteur auf der Baustelle direkten Zugang zum Weitspannträger, an dem die Deckenstrahlplatte mechanisch befestigt wird. Danach klinkt er

das Mittelpaneel einfach ein. Dieses Verfahren ermöglicht die Montage auch bei engen seitlichen Abständen zu den Holzbindern, wie sie in der Spinelli-Schule gegeben sind.

Ausgelegt wurden die Deckensysteme mit einer Vorlauftemperatur von 60° C und einer Rücklauftemperatur von 40° C. Die Raumtemperatur wurde mit 22° C angegeben. Die Heizenergie wird per Fernwärme geliefert. Deren Erzeugung erfolgt zum großen Teil durch Abfallbehandlung, Flusswärmepumpen, Biomassekraftwerk und Tiefengeothermie. Bis zum Jahr 2030 soll die Erzeugung komplett klimaneutral erfolgen.

### Heizung, Beleuchtung, Akustik – die Technik macht den Unterschied

„Wir finden, dass die Deckenstrahlplatten sowohl technisch als auch optisch eine sehr gute Wahl sind“, sagte Andreas Stefan. Er ist froh, dass sowohl Bauherr als auch Architekt seinem Vorschlag gefolgt sind, auf diese Deckenheizkörper zu setzen. Insgesamt 18 Stück Hochvolt-LED-Leuchten mit je 36 Watt sind direkt in die Strahlplatten integriert.

Beeindruckt ist er, dass sich mit den Strahlplatten mehrere Aufgaben abdecken lassen. „Behagliche Wärme, Verbesserung der Akustik und Schalldämmung sowie integrierbares Licht, das sind Pluspunkte der Deckensysteme. Und sie bieten viele Vorteile. Fußbodenheizungen sind dagegen gerade bei Sonneneinstrahlung durch viele Glasflächen deutlich im Nachteil“, ist er überzeugt.

### Nachhaltigkeit im Detail

Die zweizügige Spinelli-Schule zeichnet sich durch den umfassenden Einsatz nachwachsender Rohstoffe aus, wobei der Baustoff Holz sowohl im Innen- als auch im Außenbereich genutzt wurde. Ergänzt wird das durch eine energieeffiziente Gebäudetechnik, eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 91 kW Peak und einer ausgedehnten Dachbegrünung. Heizenergie wird per Fernwärme geliefert, die bis 2030 komplett nachhaltig und klimaneutral erzeugt werden soll.

### Investition in Bildung und Umwelt

Die Spinelli-Grundschule ist die 13. Ganztagesgrundschule in Mannheim. In den Neubau samt Außenbereich hat die Stadt 23,5 Millionen Euro investiert. Im Januar 2025 bezogen die ersten Schüler das Gebäude, die offizielle Einweihung erfolgte ein halbes Jahr später. Gebaut wurde die Schule vom kommunalen Unternehmen BBS im Auftrag der Stadt und erfüllt den Passivhausstandard. ◀



Abbildung 4: Die integrierten LED-Leuchten sparen Montageaufwand.



# Effizient und sicher mit Einblasdämmtechnik



Alle Abbildungen: TECE SE

Abbildung 1: Beim Einsatz der Einblasdämmtechnik übernimmt ein zertifizierter Fachbetrieb die gesamte Ausführung und jegliche Haftung.

*Der anhaltende Fachkräftemangel macht sich zunehmend auch in der Technischen Gebäudeausrüstung bemerkbar. Wärmedämmung und die brandschutzgerechte Abschottung von Installationssystemen über mehrere Geschosse hinweg sind anspruchsvoll und erfordern neben umfangreichem Know-how auch viel Zeit. Gleichzeitig bindet dieser Aufwand Fachpersonal, das an anderer Stelle dringend benötigt wird. Eine zeitsparende Alternative bietet die Einblasdämmtechnik für vorgefertigte Installationswände, die externe Dienstleister komplett übernehmen können.*



Dipl.-Ing. (FH)  
Olaf Löchte,  
Technischer Leiter  
der Anwendungs-  
technik TECEsystem,  
TECE SE

Im vorbeugenden Brandschutz spielen Abschottungen eine zentrale Rolle, insbesondere wenn es um Durchführungen in Decken und Wänden geht. Traditionell wird dafür das klassische Deckenschottprinzip eingesetzt – eine Methode, die für den Installateur mit erheblichem Aufwand, umfassender Verantwortung und hohen Haftungsrisiken verbunden ist. Jede Abweichung von Normen oder Prüfzeugnissen kann gravierende Konsequenzen haben. Demgegenüber steht die Einblasdämmung als moderne Alternative:

Hier entfällt die brandschutztechnische Verantwortung des Installateurs vollständig. Für den Handwerker bedeutet das weniger Komplexität und kein Risiko in Bezug auf Mängel und Verzug.

## Ablauf der Einblasdämmtechnik

Die maschinelle Einblasdämmtechnik hat sich als praxisgerechte und normkonforme Lösung etabliert, um Hohlräume in Installationswänden oder Schächten zuverlässig





Abbildung 2: Die Hohlräume werden vollständig, mit der gewünschten Konsistenz und rauchdicht verfüllt.

zu füllen. Grundlage dieser Methode ist zunächst das exakte Ermitteln des zu verfüllenden Volumens. Auf Basis des berechneten Rauminhalts und der gewünschten Dichte lässt sich die benötigte Menge an flockenförmigem Mineralwollgranulat präzise bestimmen. Anschließend wird das Material mithilfe eines leistungsstarken Gebläses in

die vorgesehenen Hohlräume eingeblasen. Durch die zuvor exakt berechnete Materialmenge entsteht eine gleichmäßig verdichtete Dämmschicht. So ist sichergestellt, dass die Hohlräume vollständig und mit der gewünschten Konsistenz verfüllt sind.

Der entscheidende Vorteil: Bei dieser Technik müssen die Randbedingungen der

Verwendbarkeitsnachweise diverser Deckenschottsysteme nicht berücksichtigt werden. Das macht die Installation für den SHK-Fachhandwerker deutlich einfacher und spart wertvolle Zeit auf der Baustelle.

### Brandschutz inklusive – Sicherheit auch im Ernstfall

Ein weiterer Vorteil der Einblasdämmtechnik ist, dass die Mineralwolle keine zusätzliche Brandlast in das Gebäude trägt. Auch wenn die Gipskartonplatten versagen, wird die geschossweise Übertragung von Feuer und Rauch durch die nachhaltige Standfestigkeit der Einblasdämmung verhindert. Die dicht gestopfte Füllung blieb auch nach einem 130-minütigen Brandversuch standfest. Damit kann eine Feuerwiderstandsklasse F90 für die Gesamtkonstruktion bestätigt werden. Die zertifizierte Fachfirma für Einblasdämmung übernimmt abschließend die brandschutztechnische Verantwortung mittels notwendiger Übereinstimmungserklärung.

### Vorgefertigte Installationswände

In Kombination mit industriell vorgefertigten Installationswänden und -schächten kann die Einblasdämmung ihr Potenzial voll ausspielen. Gerade im Wohnungsbau, in Ho-



Abbildung 3: Die vorgefertigten Installationswände stehen (im Werk) für den nächsten Lieferabruf bereit.





Abbildung 4: Die Installationswand als Trennwand mit Einblasdämmung erfüllt alle Anforderungen an den horizontalen und vertikalen Brandschutz und an den Schallschutz.

tels, Pflegeeinrichtungen oder im Krankenhausbereich ermöglicht sie eine effiziente und sichere Ausführung. Die Installationswände, beispielsweise von TECE, basieren auf einem robusten System aus Stahlprofilen, Eckverbindern und Befestigungswinkeln – unter kontrollierten Fertigungsbedingungen entstehen daraus komplette Register in hoher Präzision. Die Lieferung kann in mehreren Abrufen nach einem abgestimmten Lieferplan Just in Time direkt auf die Baustelle erfolgen (Abbildung 3) – auf Wunsch können die Baugruppen alternativ per Wechselbrücke auf der Baustelle gelagert werden. Das garantiert eine schnelle, normgerechte Installation mit maximaler Prozesssicherheit und reduziert gleichzeitig den Planungs- und Montageaufwand.

Planer und Installationsbetriebe können zudem vom direkten Kontakt zu zertifizierten Fachpartnern für die Einblasdämmung profitieren. So lassen sich auch grö-

Bere Bauvorhaben effizient realisieren, ohne Abstriche bei Qualität und Sicherheit.

#### Schallschutz und Trinkwasserhygiene

Neben dem Brandschutz kann die Einblasdämmung in Verbindung mit Installationswänden auch beim Schallschutz punkten. Je nach Ausführung als Vorwand oder Trennwand und abhängig von der Art der Sanitäreinbauten und der Stärke der Beplankung können sowohl die Anforderungen der Norm DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ als auch die höheren Anforderungen der Richtlinie VDI 4100 „Schallschutz im Hochbau – Wohnungen – Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz“ mit einem maximalen Schalldruckpegel bzw. einem mittleren Standard-Maximalpegel von diagonal und horizontal 27 dB erreicht werden. Wichtig ist jedoch, dass die Ausführungsdetails bereits in der Planungsphase exakt auf die

projektbezogenen Anforderungen abgestimmt werden. Darüber hinaus wird durch die hohe Dämmdichte die Wärmeübertragung auf die Kaltwasserleitung deutlich reduziert.

#### Trennwand statt Vorwand

Eine zunehmend beliebte Bauart ist die Installationstrennwand mit Einblasdämmung für den vertikalen und horizontalen Brandschutz. Dabei wird auf eine gemauerte oder im Trockenbau erstellte Zwischenwand verzichtet, sodass die Installationswand gleichzeitig als innere Trennwand zwischen zwei Bädern oder zwischen Bad und Küche fungiert. Die vorgefertigten Baugruppen kommen ab Werk, mit einer allgemeinen, bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) auf die Baustelle. Ganz ohne Schnittstelle zu anderen Gewerken kann der Installateur die Segmente aufstellen und die Rohrleitungen zwischen den Segmenten und Etagen miteinander verbinden. Erst danach entsteht aus dem Bauprodukt in Kombination mit der Beplankung und der Einblasdämmung eine zugelassene Bauart, die alle Anforderungen des Brandschutzes erfüllt.

#### Fazit: sichere Planung, effiziente Abläufe

Brandschutz im Deckenschottprinzip erfordert in Planung und Ausführung eine hohe Sorgfalt – schließlich geht es um Leib und Leben und entsprechend hoch sind die Haftungsrisiken. Zudem werden bei der Bauabnahme nicht selten erhebliche Mängel festgestellt, deren Beseitigung einen hohen Aufwand erfordert. Die Einblasdämmtechnik und deren Einbringung durch einen zertifizierten Fachbetrieb bieten eine einfache, baurechtlich sichere und abnahmefähige Alternative. In Kombination mit werkseitig vorgefertigten Installationswänden lassen sich auch große Projekte mit weniger Personal wirtschaftlich und entspannt realisieren. ◀

# Elektronische Zirkulationsreguliertventile optimieren Warmwasserzirkulation



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



Stefan Cloppenburg  
M.Eng.,  
FB Energie,  
Gebäude, Umwelt,  
FH Münster



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



Prof. Dr.  
Lars Rickmann  
FB Technik und  
Wirtschaft,  
SRH Hochschule  
in Nordrhein-  
Westfalen, Hamm

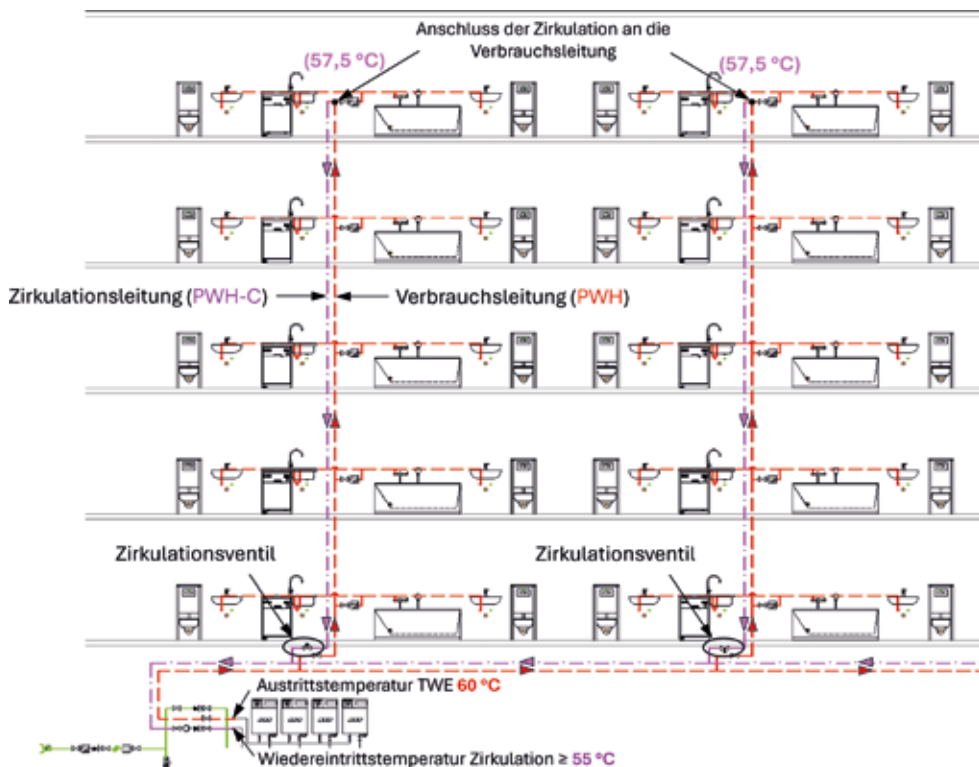
Zur Sicherstellung hygienisch einwandfreier Verhältnisse gilt in größeren Trinkwasserinstallationen die Anforderung, dass das erwärmte Trinkwasser am Austritt des Trinkwassererwärmers eine Temperatur von  $\geq 60^\circ\text{C}$  und am Eintritt der Zirkulationsleitung in den Trinkwassererwärmer von  $\geq 55^\circ\text{C}$  aufweisen muss. Durch einen geeigneten hydraulischen Abgleich der Zirkulationskreise<sup>1</sup> untereinander muss sichergestellt werden, dass mit dem geringstmöglichen Einsatz von Energie an keiner Stelle im zirkulierenden Warmwassersystem eine Temperatur von  $55^\circ\text{C}$  unterschritten wird.<sup>2,3</sup> Für den hydraulischen Abgleich stehen statische, thermostatische und neuerdings auch elektronische Zirkulationsventile zur Verfügung.

Im Folgenden sollen die Fragen beantwortet werden, über welche Eigenschaften ein elektronisch geregeltes Zirkulationsventil verfügen muss, damit ein reales Zirkulationssystem möglichst nahe am energetischen Optimum betrieben und welches Energie-sparpotenzial dabei gegebenenfalls noch erschlossen werden kann.

## Anforderungen

In gut durchströmten Trinkwasserinstallationen, beispielsweise in Wohngebäuden, wird eine Temperaturhaltung durch Zirkulation  $> 55^\circ\text{C}$  nur für die Warmwasserverteilungs- und Steigleitungen gefordert (Abbildung 1).

In Gebäuden mit besonderer Nutzung, den so genannten Risikoinstallationen, sind Zirkulationsleitungen mit möglichst kurzen Verbindungen zur Entnahmestelle anzustreben – beispielsweise in Krankenhäusern, Seniorenwohnheimen usw. In diesen Zirkulationsleitungen darf die Warmwassertemperatur  $55^\circ\text{C}$  nicht unterschreiten. Die Warmwassertemperatur muss unmittelbar vor dem Mischen am Auslass noch mindestens  $55^\circ\text{C}$  betragen.<sup>4,5</sup>



Alle Abbildungen: Eigene Darstellung

Abbildung 1: Ausschnitt aus einem Berechnungsstrangschem für ein Warmwasser-Zirkulationssystem in einem Wohngebäude mit 20 Steigleitungen („Kopftemperaturen“ der Steigleitungen bei einem Beimischgrad von  $\eta = 0$ )

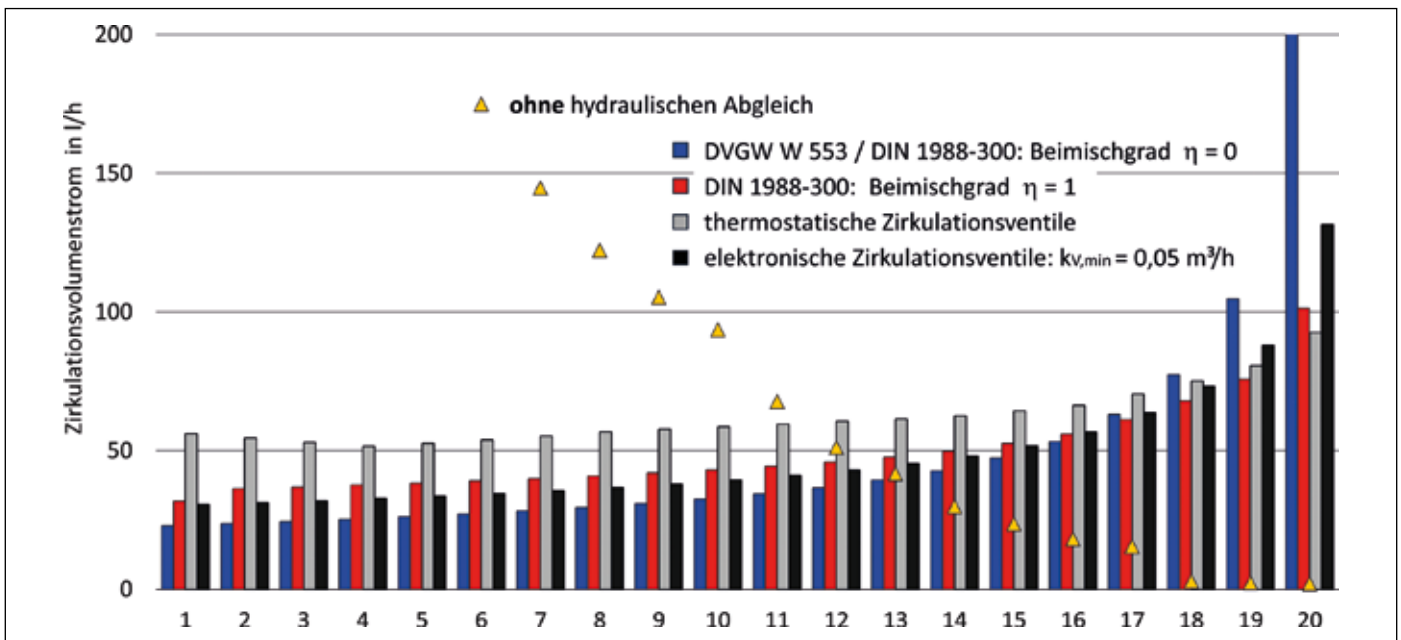


Abbildung 2: Zirkulationsvolumenströme über die Steigleitungen des Berechnungsbeispiels (Wohngebäude mit 20 Steigleitungen – Abbildung 1)

### Erforderliche Zirkulationsvolumenströme

Zur Sicherstellung einer Warmwasserzirkulation mit Temperaturen  $> 55^\circ\text{C}$  im energetischen Optimum darf in jedem Zirkulationskreis nur der Volumenstrom fließen, der gerade noch zur Temperaturhaltung erforderlich ist (Abbildung 4).

Die Zirkulationsvolumenströme ergeben sich aus den Wärmeverlusten des Zirkulationssystems. Aus diesen wird der notwendige Förderstrom der Zirkulationspumpe berechnet und über Zirkulationsventile so verteilt, dass an keiner Stelle des Zirkulationssystems die Temperatur unter  $55^\circ\text{C}$  absinkt.

Das im DVGW-Arbeitsblatt W 553<sup>6</sup> beschriebene Verfahren zur Bemessung von Zirkulationssystemen wurde auf der Grundlage thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten entwickelt. Es basiert auf der verein-

fachenden Annahme, dass bei den so genannten Zweirohrsystemen (Abbildung 1) der Temperaturabfall in den Verbrauchsleitungen eines Zirkulationskreises genau so groß ist, wie der in den zugehörigen Zirkulationsleitungen. Das führt dazu, dass im Berechnungsmodell die „Kopftemperaturen“ der Steigleitungen (Anschluss der Zirkulation an die Verbrauchsleitung) in allen Fällen von gleicher Größe sind – beispielsweise  $57,5^\circ\text{C}$ . Außerdem verfügen die in den Zirkulations-Sammelleitungen zusammenfließenden Volumenströme (Steigleitung / Hauptstrom) jeweils über die gleiche Temperatur.

Aus diesen Vorgaben resultiert eine Volumenstromverteilung im Rohrnetz, die dadurch gekennzeichnet ist, dass in den kurzen Zirkulationskreisen sehr kleine und in den längeren relativ große Zirkulationsvolumenströme fließen müssen (Abbildung 2).

Die Erfahrung zeigt, dass die geringen Zirkulationsvolumenströme in den kurzen Kreisen in der Praxis nur mit größerem Aufwand zu realisieren sind. Mit Einführung der DIN 1988-300<sup>7</sup> wurde daher in die Berechnungen der so genannte Beimischgrad eingeführt.<sup>8</sup> Ein Beimischgrad von z.B.  $\eta = 1$  führt dazu, dass die Zirkulationsvolumenströme in den kurzen Kreisen etwas größer und in den längeren geringer ausfallen und damit die zusammenfließenden Volumenströme auch mit unterschiedlichen Temperaturen „gemischt“ werden (Abbildungen 2, 4 und 6). Dadurch lassen sich die berechneten Zirkulationsvolumenströme durch Einregulierungsmaßnahmen auf einfacherem Wege realisieren. Der Wasserinhalt des Rohrnetzes und der erforderliche Volumenstrom der Zirkulationspumpe (Abbildung 3) ergeben sich in beiden Berechnungsverfahren in gleicher Größe. Die Pumpendruckdifferenz ist bei einem Beimischgrad von  $\eta = 1$  allerdings geringer, da insbesondere im hydraulisch ungünstigsten Kreis ein geringerer Zirkulationsvolumenstrom über die Steigleitung fließen muss (Abbildung 2).

Die Berechnungsergebnisse aus DIN 1988-300 bei einem Beimischgrad von  $\eta = 1$  definieren die Temperaturhaltung im energetischen Optimum (Abbildungen 4 und 6).

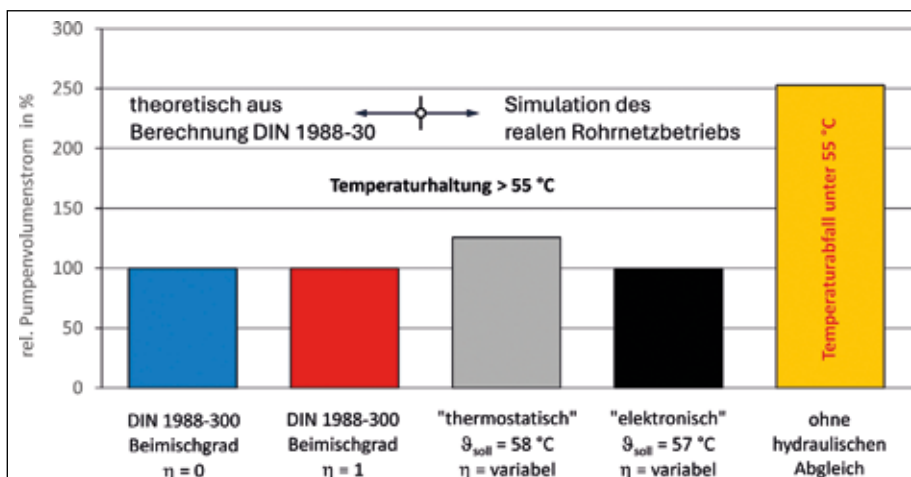


Abbildung 3: relativer Pumpenvolumenstrom (%) in Abhängigkeit vom Status der Einregulierung



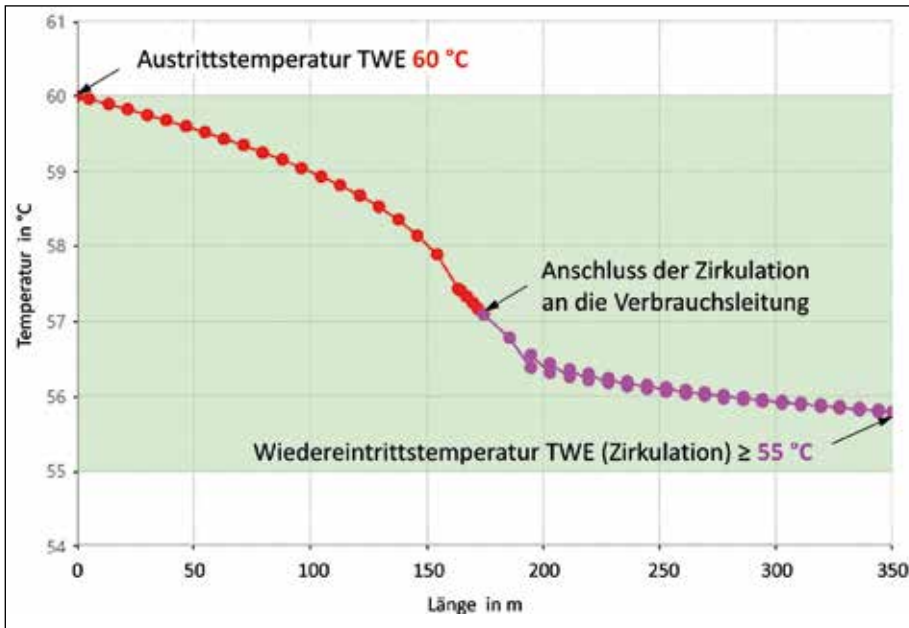


Abbildung 4: Temperaturverlauf im ungünstigsten Zirkulationskreis des Berechnungsbeispiels (Beimischgrad  $\eta = 1$ )

### Der hydraulische Abgleich

In größeren Trinkwasserinstallationen kann die im Warmwasser-Zirkulationssystem geforderte Temperaturhaltung  $> 55^\circ\text{C}$  im energetischen Optimum nur erreicht werden,

- wenn die Leitungsanlage auf Grundlage der DIN 1988-300 hydraulisch berechnet wurde,
- wenn die Zirkulationspumpen die berechneten Zirkulationsvolumenströme zur Verfügung stellen können und
- wenn eine sinnvolle Kombination aus dynamischer und statischer Regulieretechnik

für die Realisierung des hydraulischen Abgleichs angeordnet wurde.

Für den hydraulischen Abgleich muss jedem Anschluss einer Zirkulation an die Verbrauchsleitung mindestens ein Zirkulationsventil zugeordnet werden. Das Ventil in der ersten Regulierebene muss sich dabei in der Teilstrecke mit dem „Anschluss der Zirkulation an die Verbrauchsleitung“ befinden (Abbildung 1).

Der ideale hydraulische Abgleich im Sinne der Regeln der DIN 1988-300 stellt

sich erst ein, wenn bei den errechneten Zirkulationsvolumenströmen (Abbildung 2) die Pumpendruckdifferenz in jedem Zirkulationskreis gleich der Summe der Druckverluste im Zirkulationsventil und dem Rohrnetz ist (Abbildung 5).

Ohne den gezielten Eingriff von Regulieretechnik kommt es zu hydraulischen Kurzschlüssen, in denen große Zirkulationsvolumenströme abfließen. Diese stehen dann für die Temperaturhaltung an anderen Stellen im Rohrnetz nicht mehr zur Verfügung. Die Folge ist ein weiträumiger Temperaturabfall weit unter  $55^\circ\text{C}$ , der auch durch erhebliche Steigerung der Pumpenleistung meistens nicht mehr beseitigt werden kann.

Im Beispielsfall würden ohne Maßnahmen zur Einregulierung in der Steigleitung (1) 457 l/h und in der Steigleitung (20) nur noch 2 l/h bei  $25^\circ\text{C}$  fließen (Abbildung 2). Obwohl der Pumpenvolumenstrom um das 2,5-fache überhöht ist, gelingt die Temperaturhaltung  $> 55^\circ\text{C}$  nicht (Abbildung 3).

### Einregulierungsstrategien

Zirkulationsvolumenstrom und Druckabfall (kV-Wert) über einem Zirkulationsventil und die Temperatur des zirkulierenden Wassers am Ventil ( $\vartheta_{\text{sol}}$ ) sind über die Berechnungsergebnisse fest miteinander verknüpft. Zirkulationsventile können daher „statisch“ über das Wertepaar Zirkulationsvolumenstrom/Druckabfall (kV-Wert) oder „dynamisch“ über die Temperatur des zirkulierenden Wassers am Ventil ( $\vartheta_{\text{sol}}$ ) einreguliert werden.

Damit der Druckabfall genau dem aus der hydraulischen Berechnung entspricht, muss jedes Zirkulationsventil auf die berechneten

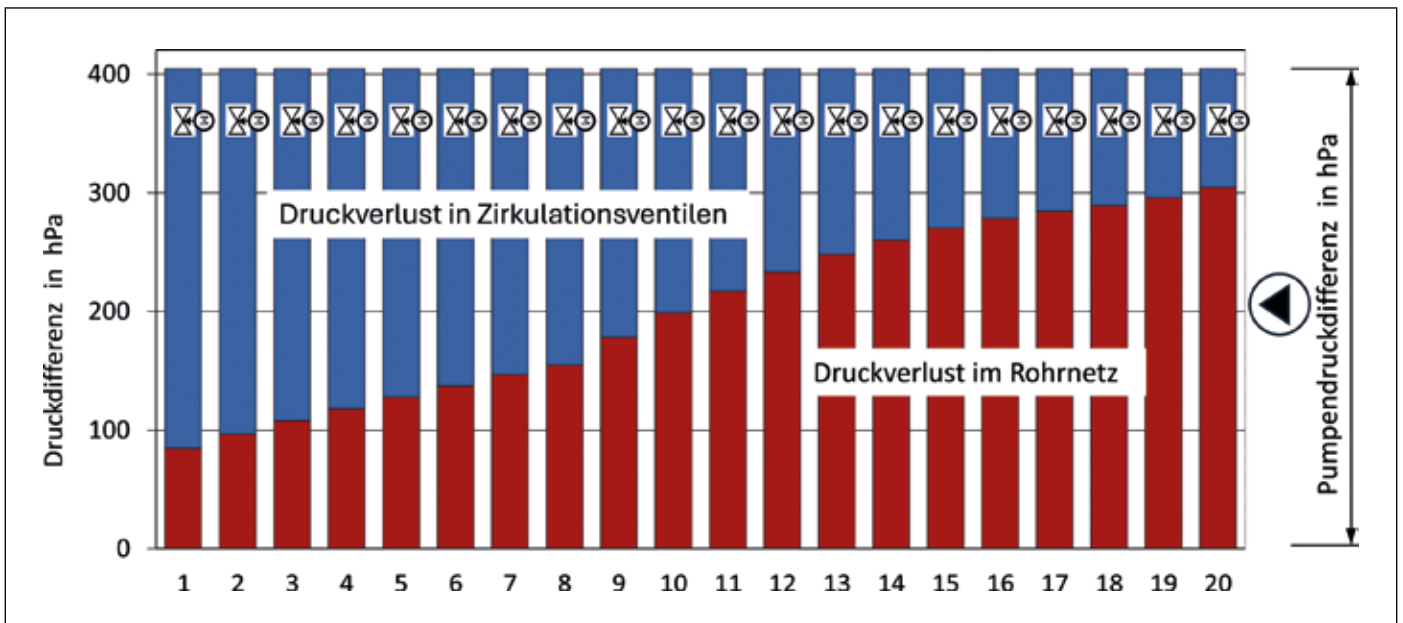


Abbildung 5: Bedingung für den hydraulischen Abgleich



| Stg.-Ltg | Beimischgrad $\eta = 0$ |            |                   |                           |
|----------|-------------------------|------------|-------------------|---------------------------|
|          | $V_z$                   | $\Delta p$ | $k_v$             | $\vartheta_{\text{soll}}$ |
|          | l/h                     | hPa        | m <sup>3</sup> /h | °C                        |
| 1        | 23,0                    | 365        | 0,04              | 55,7                      |
| 2        | 23,7                    | 353        | 0,04              | 55,7                      |
| 3        | 24,4                    | 341        | 0,04              | 55,8                      |
| 4        | 25,3                    | 330        | 0,04              | 55,8                      |
| 5        | 26,2                    | 319        | 0,05              | 55,9                      |
| 6        | 27,2                    | 309        | 0,05              | 55,9                      |
| 7        | 28,3                    | 298        | 0,05              | 56,0                      |
| 8        | 29,5                    | 289        | 0,05              | 56,1                      |
| 9        | 30,9                    | 280        | 0,06              | 56,1                      |
| 10       | 32,6                    | 271        | 0,06              | 56,2                      |
| 11       | 34,4                    | 246        | 0,07              | 56,3                      |
| 12       | 36,7                    | 223        | 0,08              | 56,4                      |
| 13       | 39,4                    | 201        | 0,09              | 56,4                      |
| 14       | 42,7                    | 181        | 0,10              | 56,5                      |
| 15       | 47,4                    | 164        | 0,12              | 56,6                      |
| 16       | 53,3                    | 148        | 0,14              | 56,7                      |
| 17       | 63,1                    | 135        | 0,17              | 56,8                      |
| 18       | 77,4                    | 124        | 0,22              | 57,0                      |
| 19       | 104,8                   | 113        | 0,31              | 57,1                      |
| 20       | 218,5                   | 100        | 0,69              | 57,1                      |

| Stg.-Ltg                      | Beimischgrad $\eta = 1$ |            |                   |                           |
|-------------------------------|-------------------------|------------|-------------------|---------------------------|
|                               | $V_z$                   | $\Delta p$ | $k_v$             | $\vartheta_{\text{soll}}$ |
|                               | l/h                     | hPa        | m <sup>3</sup> /h | °C                        |
| 1                             | 31,8                    | 320        | 0,06              | 56,8                      |
| 2                             | 36,3                    | 308        | 0,07              | 57,1                      |
| 3                             | 36,9                    | 297        | 0,07              | 57,1                      |
| 4                             | 37,6                    | 287        | 0,07              | 57,0                      |
| 5                             | 38,3                    | 277        | 0,07              | 57,0                      |
| 6                             | 39,1                    | 267        | 0,08              | 57,0                      |
| 7                             | 39,9                    | 258        | 0,08              | 57,0                      |
| 8                             | 40,8                    | 250        | 0,08              | 56,9                      |
| 9                             | 42,0                    | 227        | 0,09              | 56,9                      |
| 10                            | 43,2                    | 206        | 0,10              | 56,9                      |
| 11                            | 44,5                    | 187        | 0,10              | 56,8                      |
| 12                            | 46,0                    | 171        | 0,11              | 56,8                      |
| 13                            | 47,7                    | 157        | 0,12              | 56,7                      |
| 14                            | 49,8                    | 144        | 0,13              | 56,7                      |
| 15                            | 52,6                    | 134        | 0,14              | 56,6                      |
| 16                            | 55,9                    | 126        | 0,16              | 56,6                      |
| 17                            | 61,2                    | 120        | 0,18              | 56,5                      |
| 18                            | 68,0                    | 115        | 0,20              | 56,4                      |
| 19                            | 75,8                    | 109        | 0,23              | 56,2                      |
| 20                            | 101,3                   | 100        | 0,32              | 55,6                      |
| Solwerttemperatur: Mittelwert |                         |            |                   | 56,7                      |

Abbildung 6: Berechnungsergebnisse (DIN 1988-300): Anforderungen an Zirkulationsventile

Werte eingestellt werden (Abbildung 6). Diese Forderung gilt prinzipiell sowohl für statische als auch für thermostatische bzw. für elektronische Zirkulationsventile.

#### Einregulierung mit statischen Zirkulationsventilen

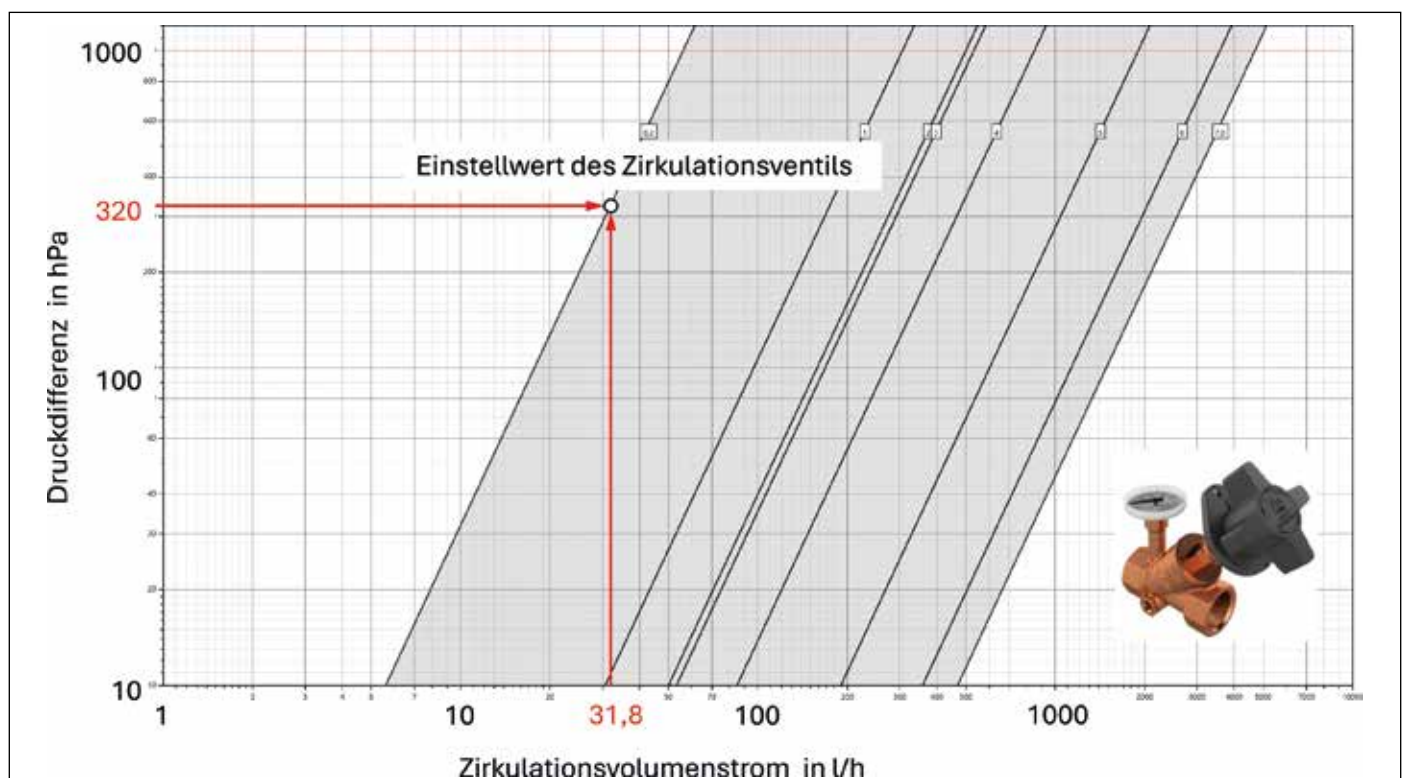
Die Einregulierung eines größeren Zirkulationssystems mit statischen Zirkulations-

ventilen erfordert eine differenzierte Rohrnetzberechnung (DIN 1988-300), die auch die Armatureneinstellwerte liefern muss. Diese Anforderung gilt auch bei der Sanierung von Zirkulationssystemen in Bestandsanlagen.

Die Armatureneinstellwerte ergeben sich jeweils aus den berechneten Wertepaaren Zirkulationsvolumenstrom und Druckabfall ( $k_v$ -Wert). Wird das Zirkulationssystem mit diesen Einstellungen betrieben, stellen sich automatisch die berechneten Sollwert-Temperaturen ( $\vartheta_{\text{soll}}$ ) an den Zirkulationsventilen ein (Abbildung 6) – und damit auch der berechnete Temperaturverlauf im gesamten Rohrnetz (Abbildung 4). Das Zirkulationssystem kann so im energetischen Optimum betrieben werden.

Zur Baustellenpraxis gehört, dass die Zirkulationssysteme nur in Ausnahmefällen „wie geplant“ in Betrieb genommen werden. In der Regel führen Veränderungen am Rohrnetz während der Bauphase auch zu veränderten Betriebsbedingungen im Zirkulationssystem. Der Versuch den hydraulischen Abgleich in solchen Fällen durch Nachregulierung der statischen Ventile nach „Gefühl“ herzustellen, ist sehr zeitaufwendig und gelingt in der Regel nicht.

Bei größeren Abweichungen zwischen Planung und Ausführung muss zum Ermitteln der Armatureneinstellwerte statischer Regulierventile zwingend eine Nachbe-

Abbildung 7: Ermittlung des Einstellwertes eines statischen Zirkulationsventils<sup>9</sup>

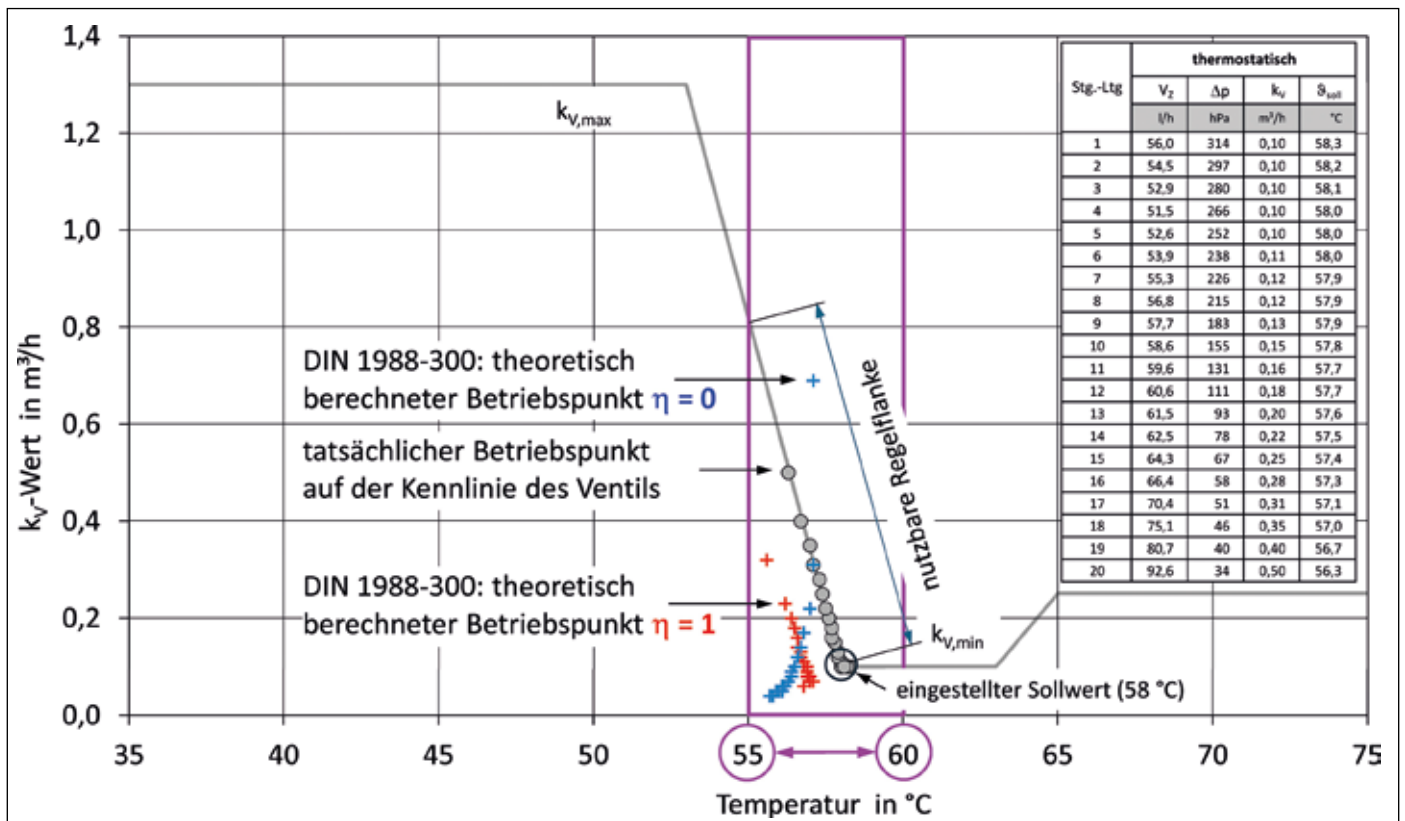


Abbildung 8: Betriebspunkte auf der Kennlinie eines thermostatischen Zirkulationsventils mit Werkseinstellung ( $58^{\circ}\text{C}$ ) im Vergleich zu den theoretischen Berechnungsergebnissen (DIN 1988-300)

rechnung unter Einbeziehung der Veränderungen vorgenommen werden.

### Temperaturgeführte Einregulierung

Im Verlauf der Rohrnetzberechnung kann neben dem Zirkulationsvolumenstrom und dem Druckverlust über dem Regulierventil auch die Ventiltemperatur berechnet werden, die sich bei einem idealen hydraulischen Abgleich einstellt. Diese Ventiltemperaturen sind anlagenabhängig und für jedes Regulierventil anders. In allen Systemen, die mit einer Speicheraustrittstemperatur von  $60^{\circ}\text{C}$  und einer zugelassenen Temperaturdifferenz von 5 K betrieben werden sollen, liegen sie allerdings in einem engen Temperaturbereich (Abbildung 6).

In der Beispielberechnung (Beimischgrad  $\eta = 1$ ) muss beispielsweise für den idealen hydraulischen Abgleich gemäß DIN 1988-300 in der PWH-Steigleitung (1) bei einer Sollwerttemperatur von  $56,8^{\circ}\text{C}$  am Ventil ein Zirkulationsvolumenstrom von  $31,8 \text{ l/h}$  fließen. In der hydraulisch ungünstigsten Steigleitung (20) muss sich dagegen bei  $55,6^{\circ}\text{C}$  ein erheblich größerer Zirkulationsvolumenstrom von  $101,3 \text{ l/h}$  ergeben (Abbildungen 2 und 6).

Die erforderlichen Zirkulationsvolumenströme und die Druckdifferenzen an den Zirkulationsventilen ( $k_v$ -Werte) stellen sich im Beharrungszustand erst mit Erreichen der berechneten Sollwerttemperaturen ein.

Eine erfolgversprechende temperaturgeführte Einregulierung setzt voraus, dass die Trinkwassererwärmungsanlage in der Lage ist, die Temperatur am Austritt annähernd kontinuierlich auf  $60^{\circ}\text{C}$  zu halten. Gemäß DIN 1988-200 ist nur bei der Entnahme von Spitzenvolumenströmen „eine kurzzeitige Absenkung der Speicheraustrittstemperatur im Minutenbereich tolerierbar“.

### Thermostatische Zirkulationsventile

Nach der hydraulischen Berechnung eines Zirkulationssystems liegen die berechneten Betriebspunkte für den idealen hydraulischen Abgleich erwartungsgemäß nicht auf der Kennlinie thermostatischer Zirkulationsventile mit Werkseinstellung (Abbildung 8). Das Ergebnis ist in diesem Fall hydraulisch unbestimmt und genügt nicht den normativen Berechnungsanforderungen.

Das Ergebnis ist im hydraulischen Sinne erst dann eindeutig, wenn sich die jeweiligen Betriebspunkte auf der Kennlinie befinden.

Es bieten sich grundsätzlich zwei Möglichkeiten zur Korrektur an:

1. Einstellen der Ventile von Hand auf die berechneten Temperatursollwerte ( $\vartheta_{\text{Soll}}$  – Abbildung 6) oder
2. in einem zusätzlichen Berechnungsschritt (Zirkulationssimulation) müssen die Betriebspunkte durch Variation der Zirkulationsvolumenströme auf die Ventilkennlinie gerechnet und mit der neuen Volumenstromverteilung die Temperaturhaltung überprüft werden.

Der Aufwand für ein gradgenaues Einstellen thermostatischer Zirkulationsventile auf die erzielten Berechnungsergebnisse ist mindestens so hoch wie bei der Verwendung statischer Ventile.

In der Installationspraxis wird allerdings erwartet, dass sich mit Einsatz thermostatischer Zirkulationsventile der Einregulierungsaufwand minimiert. Idealerweise soll sich das Zirkulationssystem mit Einschalten der Pumpe automatisch über die Temperatur des zirkulierenden Wassers einregulieren, ohne dass die Ventile eingestellt werden müssen.

Im Rahmen einer Dendrit-Simulationsrechnung werden mit einer Volumenstromverteilung, die thermostatische Zirkulations-



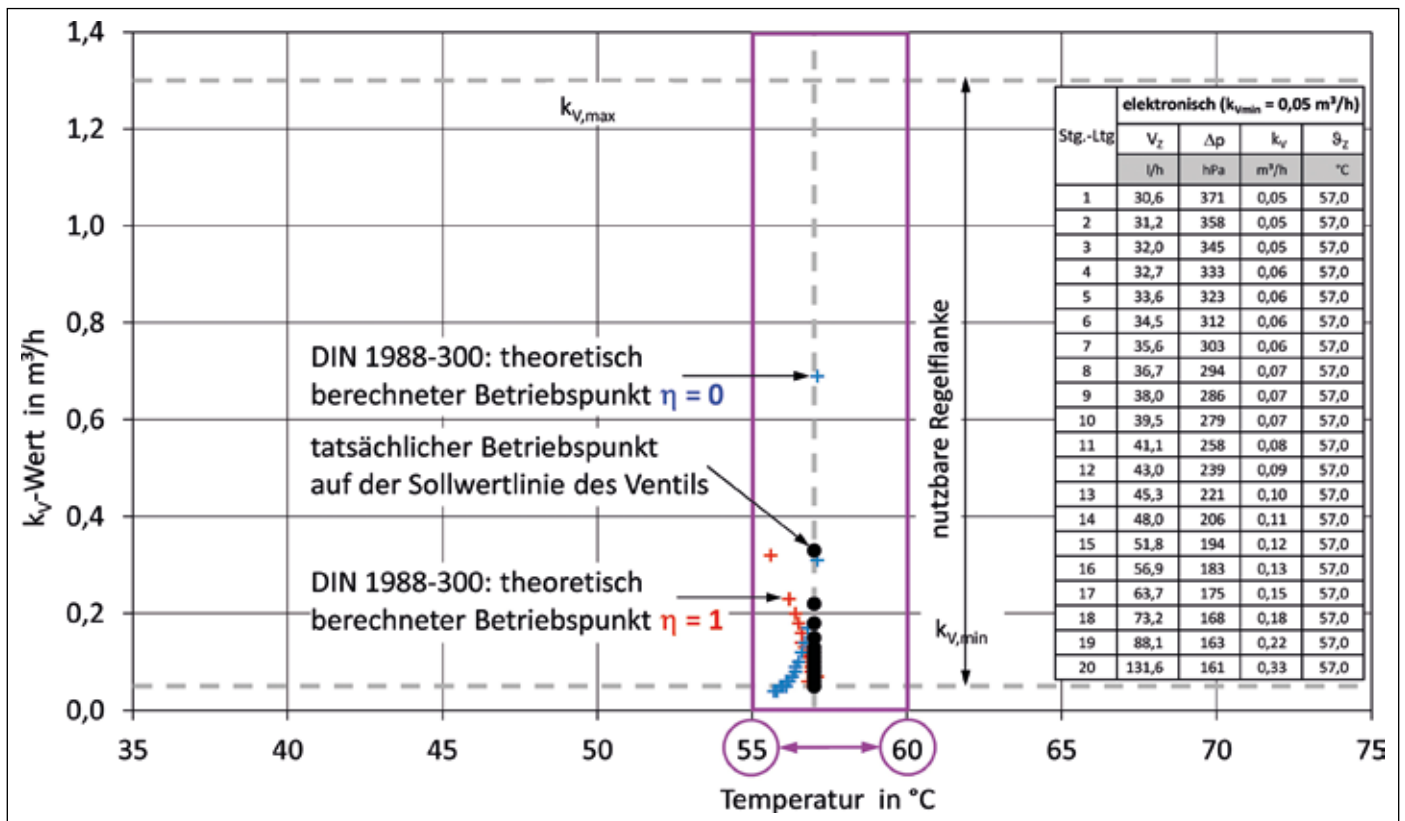


Abbildung 9: Betriebspunkte auf der Sollwertlinie eines (idealen) elektronischen Zirkulationsventils mit Werkseinstellung ( $57^{\circ}\text{C}$ ) im Vergleich zu den Berechnungsergebnissen (DIN 1988-300)

ventile auf ihrer Armaturenkenlinie real einstellen können, die Temperaturen im gesamten System noch einmal nachberechnet (Abbildung 8).<sup>10</sup> Die Zirkulationssimulation ist dabei prinzipiell eine „Beimischrechnung“, die einen variablen „Beimischgrad“ verwendet. Dieser wird jeweils über die Kennlinie des Zirkulationsventils definiert.<sup>11</sup>

Erfahrungsgemäß werden sehr gute Ergebnisse erzielt, wenn ein thermostatisches Zirkulationsventil über eine werkseitig eingestellte Ventilkennlinie verfügt, die bereits in der Nähe der zu erwartenden theoretischen Betriebspunkte (DIN 1988-300) verläuft. Die nutzbare Regelflanke zwischen  $55^{\circ}\text{C}$  und dem Temperatursollwert ( $\vartheta_{\text{soll}} = 58^{\circ}\text{C}$ )<sup>12</sup> sollte möglichst lang sein (Abbildung 8).

Bei einer temperaturgeführten Einregulierung mit dynamischen Zirkulationsventilen können Abweichungen des realisierten Zirkulationssystems von der ursprünglichen Planung oder Berechnung in gewissen Grenzen automatisch ausgeglichen werden. Es sind in der Regel keine Nachberechnungen erforderlich. Gegenüber den Ergebnissen einer DIN 1988-300-Berechnung mit einem Beimischgrad  $\eta = 1$  wird allerdings ein etwas größerer Pumpenvolumenstrom (10 bis 20 Prozent) benötigt (Abbildung 3).

Der Einsatz einer drehzahlgeregelten Pumpe wird empfohlen.

Die langjährige Berechnungserfahrung mit Simulationsrechnungen auch für sehr große und stark verzweigte Zirkulationssysteme in Krankenhäusern, Hotels, Altenheimen usw. zeigt, dass mit einem Kennlinienverlauf wie in Abbildung 8 die geforderten Temperaturen  $\geq 55^{\circ}\text{C}$  mit Einschalten der Zirkulationspumpe sichergestellt werden können.

Wie messtechnische Untersuchungen gezeigt haben, sind die im Prüfstand (Abbildung 10) ermittelten Kennlinien handelsüblicher thermostatischer Zirkulationsregulerventile DN 15 sehr unterschiedlich.<sup>13</sup> Die Angaben der Hersteller zu den Ventilkennlinien und den Modalitäten zum Einstellen der Zirkulationsventile müssen in einer computergestützten Rohrnetzrechnung berücksichtigt werden. Die Temperaturhaltung ist mit den spezifischen Ventileigenschaften nachzuweisen.

#### Elektronische Zirkulationsventile

Ein Ventil mit elektrischem Stellmotor muss im Beharrungszustand jeden erforderlichen  $k_v$ -Wert zwischen  $k_{v,\max}$  und  $k_{v,\min}$  einstellen können, damit die Temperatur des zirkulie-

renden Wassers den jeweils eingestellten Temperatursollwert<sup>14</sup> mit einer möglichst geringen Abweichung erreicht.

Die Werbeaussage, dass ein Zirkulationssystem bei Einsatz elektronischer Zirkulationsventile nicht mehr berechnet werden muss, ist grundlegend falsch – das Gegenteil ist der Fall. Das theoretische Potenzial dieser Ventile kann nur dann erschlossen werden, wenn die Leitungsanlage (Verbrauchs- und Zirkulationsleitungen) auf hydraulischer Grundlage bemessen wurde (DIN 1988-300), die Zirkulationspumpen die berechneten Zirkulationsvolumenströme zur Verfügung stellen können und die Sollwerttemperaturen (Abbildung 9) für den hydraulischen Abgleich bekannt und an den Regulierventilen eingestellt sind. Die Regulierventile müssen darüber hinaus über eine hohe Regelgüte verfügen. Nur unter diesen Voraussetzungen kann im laufenden Betrieb eine Temperaturhaltung  $\geq 55^{\circ}\text{C}$  in der Nähe des energetischen Optimums gelingen.

Ein elektronisches Zirkulationsventil ist in der Regel mit einem Kommunikationsmodul ausgestattet, das eine Vernetzung und Regelung der Warmwasserzirkulation über eine zentrale Leitstelle ermöglicht. Damit kann der Nachweis der Funktion im laufenden Betrieb durch kontinuierliche Tem-



Abbildung 10: Prüfstand für geregelte Zirkulationsventile (FH Münster – Fachbereich EGU)

peraturmessung und Dokumentation an zentraler Stelle erbracht werden. Idealerweise sollten elektronische Zirkulationsventile über eine Verknüpfung auch auf die Temperatursollwerte der Berechnung (DIN 1988-300) eingestellt werden können. Die Berechnungsanforderungen aus der Norm DIN 1988-300 können so mit geringem Aufwand erfüllt werden. Gegenüber einer „automatischen“ Einregulierung mit thermostatischen Zirkulationsventilen könnte dadurch der erforderliche Pumpenvolumenstrom noch um ca. 10 bis 20 Prozent reduziert werden (Abbildung 3). Die Temperaturhaltung kann allerdings nicht weiter verbessert werden.

In Bestandsanlagen sind bei der nachträglichen Herstellung bzw. Verbesserung des hydraulischen Abgleichs die Temperatursollwerte auf Grund unklarer Rohrnetzhydraulik meistens nicht bekannt. Für diese Aufgabenstellung muss ein elektronisches Ventil – wie ein thermostatisches Ventil – über einen werkseitig eingestellten Temperatursollwert verfügen, mit dem bereits hochwertige Einregulierungsergebnisse erzielt werden können.

Für erste Testberechnungen wurde ein ideales elektronisches Zirkulationsventil mit folgenden Eigenschaften definiert (Abbildung 9):

$$k_{V,\min} = 0,05 \text{ m}^3/\text{h},$$

$$k_{V,\max} = 1,3 \text{ m}^3/\text{h},$$

$$\vartheta_{\text{soll}} = 57 \text{ }^\circ\text{C},$$

im Beharrungszustand gilt an allen Ventilen:

$$\vartheta_{\text{ist}} = \vartheta_{\text{soll}}.$$

Erste Simulationsrechnungen zeigen, dass mit einem Mittelwert von  $\approx 57 \text{ }^\circ\text{C}$  (Abbildung 6) bereits sehr gute Ergebnisse erzielt werden können (Abbildung 9). Ist der Temperatursollwert an allen Zirkulationsventilen von gleicher Größe ( $57 \text{ }^\circ\text{C}$ ), wird der ideale hydraulische Abgleich des Zirkulationssystems zwar nicht ganz erreicht und es fließen in der Trinkwasserinstallation dadurch auch etwas andere Zirkulationsvolumenströme als nach DIN 1988-300 vorgesehen sind. Sie liegen aber sehr nahe an den Berechnungsergebnissen mit einem Beimischgrad von  $\eta = 1$  (Abbildung 2). Trotz dieser Abweichungen kann die Temperaturhaltung  $> 55 \text{ }^\circ\text{C}$  mit einer Simulationsrechnung nachgewiesen werden. Im Beispielsfall erfordert die Einregulierung

mit diesen idealen elektronischen Zirkulationsventilen (Werkseinstellung  $57 \text{ }^\circ\text{C}$ ) keinen größeren Pumpenvolumenstrom (Abbildung 3) – anders als bei Thermostatventilen.

Abweichungen des realisierten Zirkulationssystems von der ursprünglichen Planung oder Berechnung können in gewissen Grenzen automatisch ausgeglichen werden. Es sind in der Regel keine Nachberechnungen erforderlich. Der Einsatz einer drehzahlregelmäßigten Pumpe wird auch hier empfohlen.

### Anforderungen an ein Prüfverfahren für elektronische Zirkulationsventile

Für Planer und Handwerksunternehmen, die für den hydraulischen Abgleich eines Warmwasser-Zirkulationssystems in der Verantwortung stehen<sup>15</sup>, ist es unverzichtbar, dass die Planungs- und Einbauanleitungen der Hersteller eine verbindliche Aussage enthalten, über welche Eigenschaften temperaturregulierte Zirkulationsventile (thermisch/elektronisch) verfügen.

Zur Sicherstellung von Funktionsmerkmalen legt die DIN 35861<sup>16</sup> Prüfanforderungen für geregelte Zirkulationsventile (thermisch, elektronisch) fest. Die Prüfanfor-



derungen resultieren aus den Vorgaben der DIN 1988-200 und aus den zu erwartenden Ergebnissen einer hydraulischen Rohrnetz-berechnung gemäß DIN 1988-300.

Die Anforderungen für die Ventilprüfung wurden ursprünglich für thermostatische Zirkulationsventile entwickelt.<sup>17</sup> Wie erste Erfahrungen im Prüffeld zeigen, eignen sich diese nur bedingt für die Prüfung von elektronischen Zirkulationsventilen.

Damit die Vorgaben aus DIN 1988-200 und DIN 1988-300 mit dem Einsatz elektronischer Zirkulationsventile erfüllt werden können, müssen die Prüfanforderungen modifiziert werden.

Aus Anwendersicht müssen bei einem elektronischen Zirkulationsventil zunächst die Grenzfälle für den minimalen  $k_V$ -Wert ( $k_{V,min}$ ) und den maximalen  $k_V$ -Wert ( $k_{V,max}$ ) bekannt sein. Über die  $k_V$ -Wert-Spreizung kann das Ventil dimensioniert werden. Ein Ventil ist grundsätzlich geeignet, wenn der  $k_V$ -Sollwert aus einer Berechnung (DIN 1988-300) zwischen oder auf den Grenzfällen liegt (Abbildung 9).

Außerdem muss bekannt sein, in welcher Zeit und mit welcher Genauigkeit ein eingestellter Temperatursollwert im Beharrungszustand erreicht wird. Die Prüfzeit, bis wann ein Ventil den eingestellten Temperatursollwert erreichen muss, sollte sich an der Prüfzeit für thermostatische Ventile orientieren. Für elektronische Zirkulationsventile sollte daher gleichsinnig gelten: Bei Beharrung muss – ausgehend von beispielsweise 40 °C – spätestens nach 60 Minuten der eingestellte Temperatursollwert (zum Beispiel 57 °C) in einem Temperaturband von  $\pm 1$  K erreicht werden.

Diese Prüfung muss mehrmals bei unterschiedlichen  $k_V$ -Werten wiederholt werden, die annähernd gleichmäßig über den  $k_V$ -Wert-Bereich des Ventils (Abbildung 9: „nutzbare Regelflanke“) verteilt sein müssen.

## Fazit

Ein elektronisches Zirkulationsventil ist mit einem Kommunikationsmodul ausgestattet, das eine Vernetzung über eine zentrale Leitstelle ermöglicht. Über eine Verknüpfung können mit der Inbetriebnahme der Trinkwasserinstallation die Temperatursollwerte aus der Berechnung nach DIN 1988-300 auf einfachem Wege eingestellt werden. Damit kann sichergestellt werden, dass sich ein Betrieb in der Nähe des energetischen Optimums einstellt. Bei einem Abweichen der Ventilttemperaturen vom Idealzustand kann durch Sollwertverstellung über Funk sofort korrigierend eingegriffen werden – ohne handwerkliche Maßnahmen.

Gegenüber konventionellen Zirkulationsventilen ermöglichen elektronische Zirkulationsventile die Kontrolle der Temperaturen des zirkulierenden Warmwassers an zentraler Stelle und eine lückenlose Dokumentation der Temperaturverläufe an exponierten Stellen des Zirkulationssystems. Die Betriebssicherheit wird dadurch erheblich verbessert und es kann lückenlos nachgewiesen werden, dass die diesbezüglichen Betreiberpflichten eingehalten wurden.

Die einfache und zeitgemäße Sollwerteinstellung, die zentrale Temperaturkontrolle und die Dokumentationsmöglichkeiten sind die erheblichen Vorteile des hydraulischen Abgleichs von Warmwasser-Zirkulationssystemen mit elektronischen Regulierventilen. Gegenüber einer Einregulierung mit thermostatischen Zirkulationsventilen kann die Qualität der Temperaturhaltung allerdings nicht weiter verbessert werden. ◀

- 1 Definition: Jeder Anschluss einer Zirkulationsleitung an eine Verbrauchsleitung eröffnet einen neuen Zirkulationskreis.
- 2 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.
- 3 DVGW W 551:2004-04 Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen – Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums – Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen.
- 4 Robert Koch-Institut (Hrsg.): Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention, 2.1.2 Anforderungen der Hygiene an Warmwassersysteme, München 2007.
- 5 AMEV – Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen Sanitäranlagen (Hrsg.): Sanitäranlagen 2021. Planung, Ausführung und Bedienung von Sanitäranlagen in öffentlichen Gebäuden, Berlin 2021.
- 6 DVGW W 553:1998-12 Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen.
- 7 DIN 1988-300:2012-05 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 300: Ermittlung der Rohrdurchmesser; Technische Regel des DVGW.
- 8 Fraaß, Mathias: Zirkulationsauslegung nach dem Beimischprinzip; HLH 5 (2010), S. 53–56.
- 9 www.pdod.de – Produktdatenrecherche – Dendrit Haustechnik-Software GmbH, Dülmen.
- 10 Wie Anm. 7, 6.5 Einregulierung des Systems.
- 11 Dendrit STUDIO – Trinkwasserinstallation, Dendrit Haustechnik-Software GmbH, Dülmen.
- 12 Gemäß DIN 35861 ist bei thermostatischen Zirkulationsregulierventilen der am Ventil eingestellte Temperatursollwert (meistens 57 °C oder 58 °C) die Temperatur, bei der das Ventil den minimal möglichen  $k_V$ -Wert erreicht und nicht die Temperatur des zirkulierenden Wassers am Einbauort.
- 13 Bäcker, Carsten; Hornbergs, Christine: Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Thermostatische Regulierventile in Warmwasser-Zirkulationssystemen“, FH Münster 2019.

14 Es muss beachtet werden, dass – anders als bei einem thermostatischen Zirkulationsregulierventil gemäß DIN 35861 – der Temperatursollwert bei einem Zirkulationsregulierventil mit elektrischem Stellantrieb der Temperatur des zirkulierenden Wassers am Ventil entspricht.

15 VOB/C – DIN 18381, 3.5 Einstellen der Anlage: „Der Abgleich von Durchflussmengen, z.B. hydraulischer Abgleich bei Trinkwasserzirkulationssystemen, ist mit den rechnerisch ermittelten Einstellwerten so vorzunehmen, dass ein bestimmungsgemäßer Betrieb sichergestellt ist.“

16 DIN 35861:2022-06 Geregelte Zirkulationsventile in der Trinkwasser-Installation – Anforderungen und Prüfungen.

17 DVGW W 554 (P) 2011-03 Technische Prüfgrundlage, Geregelte Zirkulationsventile.





Alle Abbildungen: KALDEWEI

Abbildung 1: Wohnliches Design statt funktionaler Minimalismus – mit passenden Konzepten lässt sich Barrierefreiheit stilvoll umsetzen.

## Von der Pflicht zur Kür: Barrierefreie Badplanung

*Ein barrierefreies Bad zu planen heißt, die Zukunft zu gestalten – komfortabel, sicher und schön zugleich. Für Sanitär-Fachleute eröffnet sich hier ein spannendes Feld, in dem Kompetenz und Kreativität gefragt sind. Mit einem Gespür für die Kundenwünsche und einem Verständnis für Design und Ästhetik können Räume für mehr Lebensqualität in jedem Alter entstehen.*



Marcus Möllers,  
Corporate  
Communications  
& PR,  
Franz Kaldewei  
GmbH & Co. KG,  
Ahlen

Eine der größten Herausforderungen bei der barrierefreien Badplanung ist es, die individuellen Vorstellungen und Bedürfnisse der Nutzer mit den räumlichen Gegebenheiten und den gängigen Normvorgaben zu vereinen. Der anspruchsvolle Kunde wünscht sich heute ein modernes, wohnliches Design statt funktionalen Minimalismus. Erfahrene Badhersteller unterstützen Fachbetriebe bei dieser anspruchsvollen Aufgabe, indem sie praxistaugliche Lösungen anbieten, die sowohl die baulichen Richtlinien als auch ästhetische Ansprüche berücksichtigen.

### **Zukunftssicher: Ein Bad für alle Lebensabschnitte**

Über eine vorausschauende Badgestaltung, die Komfort und Bequemlichkeit von An-

fang an berücksichtigt, freuen sich nicht nur ältere oder eingeschränkte Nutzer. Elemente wie großzügige bodengleiche Duschen oder zusätzliche Bewegungsflächen erhöhen die Attraktivität für Menschen aller Altersgruppen und steigern generationenübergreifend das Wohlbefinden. Ein zukunftsorientiertes barrierefreies Konzept kann so gestaltet werden, dass eine Anpassung oder Nachrüstung ganz einfach möglich ist – beispielsweise durch Stütz- und Haltegriffe. Damit das Bad flexibel bleibt, können Fachbetriebe in der Bauphase darauf achten, Verstärkungen an den richtigen Stellen einzuplanen. Das ermöglicht später eine belastbare Befestigung von Griffen oder anderen Hilfsmitteln, ohne aufwendige Umbauten vornehmen zu müssen.



Abbildung 2: Kluge Konzepte nutzen die gesamte Badezimmerfläche – besonders wichtig bei der Sanierung von Schlauchbädern.

### Wohlfühlanspruch: Ästhetik statt Krankenhausflair

Nutzer wünschen sich eine moderne, wohnliche Atmosphäre, in der Ästhetik und Anwenderfreundlichkeit harmonisch zusammenfinden. Trotz aller funktionalen Anforderungen soll ein barrierefreies Bad nicht den sterilen Eindruck eines Krankenhauses vermitteln, sondern für mehr Lebensqualität sorgen. Produkte mit durchdachtem Design – wie beispielsweise emaillierte Duschenflächen – beweisen, dass praktischer Nutzen und eine ansprechende, edle Optik kein Widerspruch sein müssen. Eine große Farbvielfalt, edle Materialien und anspruchsvolles Design bieten Fachbetrieben zahlreiche Gestaltungsmöglichkeiten, um auf individuelle Kundenwünsche einzugehen.

### Normative Anforderungen und praktische Hilfen

Die DIN 18040-2 setzt klare Standards für die barrierefreie Badgestaltung in Wohnungen. Dazu gehören unter anderem Mindestbewegungsflächen von jeweils 120 x 120 Zentimeter vor der Dusche, der Toilette und dem Waschtisch sowie bodengleiche

und rutschhemmende Duschen ohne Stolperkanten. In Neubauprojekten sind diese Anforderungen gut und einfach umzusetzen. Doch so sinnvoll diese Standards für Komfort und Sicherheit sind – bei Sanierungen von Bestandsbädern erschwert oft mangelnder Platz die Umsetzung. Schlauchbäder mit Maßen von 120 x 350 Zentimeter oder Grundrisse, die mehrere Funktionsbereiche in engen Raum gepresst haben, sind keine Seltenheit.

In solchen Fällen sind Kreativität und intelligente Lösungen gefragt: Die DIN 18040-2 lässt im Bestand zu, Bewegungsflächen planerisch zu überlagern. Mit einem klugen Konzept kann so die gesamte Badezimmerfläche sinnvoll genutzt werden. Wichtig ist auch, dass die DIN 18040-2 keine Rechtsnorm ist, sondern lediglich eine Empfehlung. Eine Formulierung wie „barrierearm in Anlehnung an die DIN 18040-2“ kann helfen, flexible, angepasste Lösungen umzusetzen, die dennoch den wesentlichen Zielen der Barrierefreiheit entsprechen und den Menschen ein sicheres und komfortables Nutzungserlebnis bieten. Verbindlichkeit entsteht hier erst durch die Aufnahme der DIN-Konformität in

## Brandschutz – eine der vielen Stärken von Steinwolle



### Das Plus an Sicherheit

Conlit Abschottungen mit nichtbrennbaren ROCKWOOL Steinwolle-Dämmstoffen stellen im Brandfall eine ideale Brandsperre in der Haustechnik dar – mit einem Feuerwiderstand von bis zu 120 Minuten. Conlit leistet damit einen wertvollen Beitrag zum vorbeugenden Brandschutz, schützt im Ernstfall Menschen und Werte und minimiert die Auswirkungen von Bränden.

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





Abbildung 3: Die DIN 18040-2 lässt im Bestand zu, Bewegungsflächen planerisch zu überlagern.



Abbildung 4: Auch Kleinstbäder lassen sich ästhetisch und DIN-konform gestalten.

Bau- und Projektverträge oder durch gesetzliche Vorgaben, die zum Beispiel in den Landesbauordnungen geregelt sind.

### Standortsicherheit dank moderner Oberflächentechnologie

Ein barrierefreies Bad verlangt nicht nur ergonomische Planung, sondern auch Sicherheit in der täglichen Nutzung. Die Wahl der Materialien und Oberflächen spielt dabei eine große Rolle. Insbesondere bei Duschen muss die geforderte Standsicherheit gewährleistet sein. Oberflächenveredelungen bieten hier ein hohes Sicherheitsniveau.

### Platzsparende Lösungen mit Stil

Eine bodenebene Dusche bildet das Herzstück nahezu jeder barrierefreien Badgestaltung. Neben ihrem Komfort ist sie vielseitig in der Nutzung und kann zum stilprägenden Gestaltungselement und optischen Highlight im Bad werden. Geflieste Duschbereiche punkten zwar in ihrer flexiblen Dimensionierung, sind aber meistens aufgrund ihres Gefälles zum Ablauf hin nicht DIN-konform. Hier sind maximal zwei Prozent erlaubt.

Emaillierte Duschflächen überzeugen durch eine porenfreie Oberfläche, die hygienisch und pflegeleicht ist. Im Gegensatz zu gefliesten Duschbereichen entfällt die Wartungsproblematik von Fugen, was vor allem langfristig von Vorteil ist. Gleichzeitig lässt sich die Duschfläche nach dem „Zwei-Sinne-Prinzip“ optisch und haptisch vom Badezimmerboden absetzen, um die Orientierung im Bad zu verbessern – ein ganz wichtiger Vorteil für Menschen mit eingeschränktem Sehvermögen oder für demenzkranke Personen.

Auch für kleine Bäder gibt es innovative Lösungen: Zum Beispiel die emaillierte Duschfläche Cayonoplan Multispace von Kaldewei, die mit bis zu 60 Prozent ihrer Fläche auf die Bewegungszone des Bades angerechnet werden kann. Damit lassen sich selbst Kleinstbäder von etwa vier Quadratmeter nicht nur ästhetisch, sondern sogar DIN-konform barrierefrei gestalten.

### Alternative Lösungen für geflieste Duschbereiche

Für Kunden, die dennoch auf geflieste Duschbereiche setzen, gibt es Lösungen mit Punkt-

oder Linienentwässerung, wie zum Beispiel die Kaldewei-Flow-Serie. Sie sorgen für eine zuverlässige, bodengleiche Entwässerung und gewähren dabei mit einer minimalen Aufbauhöhe von nur 59 Millimeter ein Höchstmaß an Flexibilität, was ihre Positionierung angeht – ob zentral im Duschbereich, wandnah oder direkt an der Wand.

### Unterstützung und Effizienz für Fachbetriebe

Die hohe Komplexität der barrierefreien Badgestaltung verlangt häufig nach zusätzlichem Wissen und spezialisierter Anleitung. Hersteller bieten Schulungen und Webinare an, die gezielt auf die Bedürfnisse von Fachinstallateuren eingehen. Neben technischen Details nimmt dabei auch die praktische Umsetzung gemäß der DIN 18040-2 einen wichtigen Platz ein. ◀





# Migration der Gebäudeautomation in kritischer Infrastruktur

## Zehn Bausteine zur erfolgreichen Modernisierung

*Krankenhäuser spielen eine Schlüsselrolle beim Erreichen der Klimaziele: Sie sind auf höchste Betriebssicherheit angewiesen und verbrauchen zugleich drei- bis fünfmal mehr Energie pro Quadratmeter als Bürogebäude. Wie kann in dieser kritischen Infrastruktur eine Modernisierung der Gebäudeautomation gelingen?*



Andreas Wiener,  
Vertriebsgebiets-  
leiter Nord,  
Priva Building  
Intelligence GmbH,  
Tönisvorst

Die Herausforderungen des Klimawandels erfordern ein radikales Umdenken im Gebäudesektor, der rund ein Drittel der gesamten Energie in Deutschland verbraucht.

Krankenhäuser nehmen dabei eine Sonderstellung ein: Als kritische Infrastruktur müssen sie einen unterbrechungsfreien Betrieb gewährleisten, während sie gleichzeitig zu den energieintensivsten Gebäudetypen gehören. Die Modernisierung der Deutschen Klinik für Prävention (DKP) in Bad Münde zeigt, wie die Migration der Gebäudeautomation in kritischer Infrastruktur erfolgreich gelöst werden kann.

### Baustein 1: Stufenweise Transformation

Die fundamentale Erkenntnis aus dem Projekt lautet: Eine Migration der Gebäudeautomation ist in kritischer Infrastruktur nicht in einem Schritt realisierbar – dafür ist der Kli-

nikbetrieb zu komplex und zu zeitkritisch. „Wir mussten die Umstellung also stufenweise durchführen“, sagte Jörg Wagenknecht, Technischer Leiter der Wallus GmbH, die die Modernisierung der Gebäudeautomation in der Deutschen Klinik für Prävention vornahm.

Bei insgesamt 13 Automationsschwerpunkten war eine präzise Planung entscheidend. Nach der digitalen Vorbereitung und Konvertierung der eingesetzten Software von einer alten auf eine neue Version erfolgte eine detaillierte Vor-Ort-Analyse. Besondere Aufmerksamkeit erforderten die OP-Bereiche, zentrale Lichtsteuerungen und die Anlagen für Wärme- und Kälteerzeugung. Für Abhängigkeiten zwischen den Unterstationen wurden temporäre Lösungen geschaf-

Abbildung 1: Die Deutsche Klinik für Prävention in Bad Münde – moderne Gesundheitsinfrastruktur mit höchsten Anforderungen



Alle Abbildungen: Priva Building Intelligence GmbH





Abbildung 2: Moderne Ethernet-basierte Kommunikation vereinheitlicht die Systemarchitektur deutlich.

fen, beispielsweise separate Witterungsfühler, damit bereits umgestellte Heizungsregelungen autark arbeiten konnten.

## Baustein 2: Cloud-Integration für maximale Flexibilität

Ein zentraler Treiber für die Systemerneuerung war der Wunsch nach flexiblerer Anlagenüberwachung. Die teilweise sehr komplexen Funktionen im Gebäude erfordern eine

schnelle und sichere Überwachung durch eine cloudbasierte Fernwartung und -steuerung. Die Cloud-Integration wurde bereits mit der ersten migrierten Teilanlage aktiviert.

## Baustein 3: Datenanalytik als Grundlage der Effizienz

Ein entscheidender Vorteil der neuen Automations-Generation ist die Offenheit des Systems durch den Einsatz von Applica-

tion Programming Interfaces (API). „Die API für historische Daten war für den Kunden eine äußerst wichtige neue Funktion“, berichtete Jörg Wagenknecht. „Sie gibt ihm die Freiheit, Verbrauchsdaten und andere Messwerte eigenständig abzugreifen und zu nutzen.“ Diese Transparenz ermöglicht tiefere Einsichten in die Verbrauchsdaten. Auf dieser Basis konnten erste Anpassungen zur Optimierung des Energieverbrauchs vorgenommen werden, da Zusammenhänge erkennbar wurden, die vorher verborgen blieben.

## Baustein 4: Retrofit-Wirtschaftlichkeit

Ein wesentlicher Kostenfaktor bei jeder Systemmodernisierung ist der Umfang der Hardware-Erneuerung. Die bestehenden Feldgeräte – alle Fühler, Ventile und Antriebe – konnten vollständig beibehalten werden. Ein weiterer wichtiger Kostenfaktor war die Möglichkeit, die bestehende Projektsoftware zu konvertieren, anstatt sie komplett neu zu programmieren.

## Baustein 5: Zukunftssicherheit und Lebenszyklus-Management

Die Entscheidung für die Migration der Gebäudeautomation wurde auch dadurch getrieben, dass die Serviceunterstützung für das bestehende Regelsystem im Jahr 2027 auslaufen sollte. Um den langfristig sicheren Betrieb zu gewährleisten, war die Migration



Abbildung 3: Eine proaktive Kommunikation ermöglicht den einfachen Zugang zu Technikräumen.



Abbildung 4: Die Mitarbeiter der Haustechnik-Abteilung wurden während des gesamten Umstellungsprozesses mit den erweiterten Einstellungsmöglichkeiten vertraut gemacht.

rechtzeitig durchzuführen. Die frühzeitige, proaktive Systemerneuerung ist ein wesentliches Element des Zukunftsmanagements.

## Baustein 6: Interoperabilität durch moderne Netzwerktechnik

Die Modernisierung der Netzwerkinfrastruktur war eine der größeren technischen Maßnahmen. Da mit dem Gebäudeautomationssystem alle Unterstationen über Ethernet kommunizieren, konnte die Systemarchitektur deutlich vereinfacht werden (Abbildung 2). Die Netzwerkverkabelung wurde größtenteils erneuert. Für den Kunden bestand dadurch von Anfang an die Möglichkeit, die alte und die neue Regeleinrichtung parallel über eine einzige Oberfläche zu überwachen.

## Baustein 7: Sektorübergreifende Vernetzung

Die Offenheit des neuen Systems zeigt sich auch in der Kompatibilität mit verschiedensten Drittsystemen: Bestehende Schnittstellen für M-Bus und Modbus konnten problemlos übernommen werden. Das Krankenhaus nutzt bereits Smart Home-Systeme für spezifische Anwendungen – deren direkte, standardisierte Anbindung wird zukünftig enorme Potenziale für eine ganzheitlichere Steuerung eröffnen.

## Baustein 8: Proaktive Kommunikation

„Unterschätzen Sie niemals die Bedeutung der Kommunikation“, betonte Jörg Wagenknecht. „Sie ist bei der Migration von größeren Projekten das A und O.“ Die enge Absprache mit den Abteilungen der Klinik war essenziell, schließlich mussten Arbeitsabläufe und der Zugang zu Technikräumen im Vorfeld koordiniert werden.

## Baustein 9: Prozessbegleitende Einweisung

Die Einbindung der Nutzer erfolgte nach einem innovativen Konzept. Anstelle einer Endschulung wurde die Einweisung prozessbegleitend gestaltet: Nach jedem abgeschlossenen Teilumbau wurden die Mitarbeiter der Haustechnik-Abteilung direkt in die neue Hardware und Bedienoberfläche eingewiesen (Abbildung 4). So waren sie während des gesamten Prozesses eingebunden und konnten das System schrittweise kennenlernen.

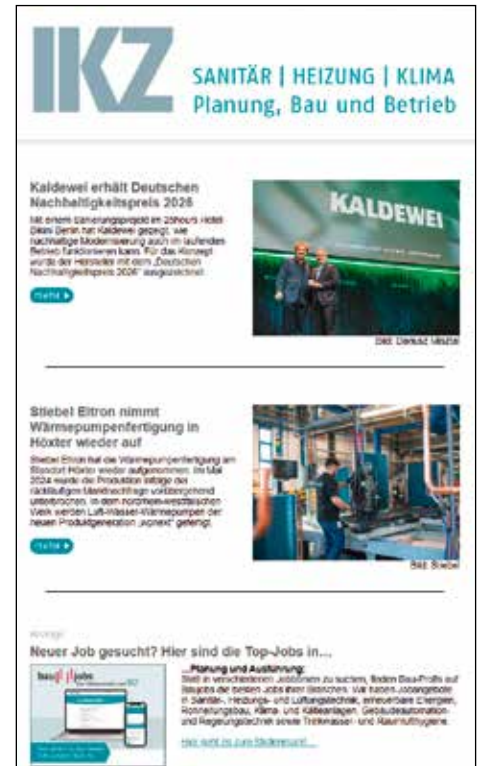
## Baustein 10: Migration als Optimierungstreiber

Die Klinikmitarbeiter der Haustechnik-Abteilung mussten sich im Zuge des Projektes intensiv mit ihren Anlagen und deren Funktionen auseinandersetzen. Das führte dazu, dass verschiedene Prozesse hinterfragt wurden und Optimierungen vorgenommen werden konnten, die über die rein technische Modernisierung hinausgingen. Die Migration der Gebäudeautomation wurde zum Katalysator für eine umfassende Betriebsoptimierung.

## Fazit

Die erfolgreiche Modernisierung der Deutschen Klinik für Prävention zeigt, wie die Migration der Gebäudeautomation in kritischer Infrastruktur umsetzbar ist. Nach einer Projektdauer von rund zehn Monaten konnte die Migration aller 13 Automationsschwerpunkte erfolgreich abgeschlossen werden.

Die gewonnenen Erkenntnisse sind auf andere Gesundheitsimmobilien übertragbar: Eine stufenweise Transformation mit klarem Kommunikationsplan, die Kombination aus bewährter Funktionalität und zukunftssicherer Technologie sowie die Einbindung der Nutzer bilden das Fundament für erfolgreiche Modernisierungsprojekte. ◀



- Der IKZ-Newsletter informiert über die wichtigsten News aus der Haustechnikbranche
- Sorgfältig recherchiert und bearbeitet durch die IKZ-Redaktion
- 3 x wöchentlich und kostenlos



Jetzt anmelden unter:  
[www.ikz.de/newsletter](http://www.ikz.de/newsletter)



STROBEL MEDIA GROUP



# Trinkwasserinstallation

Wie beeinflussen der konstruktive Aufbau und die Rohrnetzberechnung den Wasserinhalt?



Timo Kirchhoff  
M. Eng.,  
Leiter Produkt-  
management,  
Gebr. Kemper GmbH  
+ Co. KG, Olpe



Thomas Spöler  
M. Eng.,  
Stellv. Leiter  
Produkt-  
management,  
Gebr. Kemper GmbH  
+ Co. KG, Olpe



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



Prof. Dr.  
Lars Rickmann  
FB Technik und  
Wirtschaft,  
SRH Hochschule  
in Nordrhein-  
Westfalen, Hamm



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



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

Der Wasserinhalt und die wasserbenetzte Oberfläche eines Rohrnetzes gehören zu den hygienerelevanten Parametern einer Trinkwasserinstallation. Die Forderung der Hygiene nach „schlanken“ Trinkwasserinstallationen mit geringem Wasserinhalt, geringer innerer Rohroberfläche und schnellem Wasseraustausch ist seit Jahrzehnten bekannt.

Vor diesem Hintergrund wird aktuell in einigen Diskussionsbeiträgen ausschließ-

lich der absolute Wasserinhalt als Bewertungsmaßstab für die zu erwartenden hygienischen Verhältnisse in einer Trinkwasserinstallation verwendet. Zur Reduktion des Wasserinhalts werden sogar wieder so genannte Stichleitungsinstallationen empfohlen. Die Funktionalität bleibt in dieser Diskussion unberücksichtigt. Unter Funktionalität wird sowohl der intensive Wasseraustausch in allen Teilstrecken bereits mit dem

bestimmungsgemäßen Betrieb als auch die Qualität der Durchströmung und der Temperaturhaltung (PWH > 55 °C und PWC < 25/20 °C) verstanden.

Im Folgenden werden Planungs- und Berechnungsmethoden vorgestellt, die es dem Fachplaner ermöglichen, den Wasserinhalt einer Trinkwasserinstallation deutlich zu reduzieren und gleichzeitig die Funktionalität zu verbessern – anstatt sie einzuschränken.

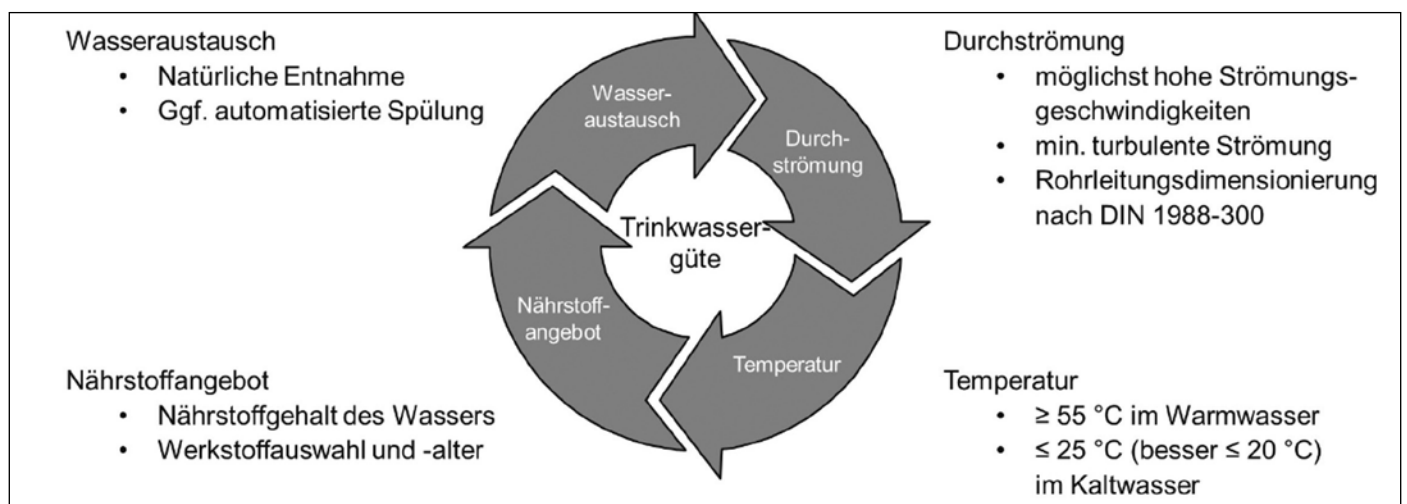


Abbildung 1: Faktoren zur Sicherstellung der Trinkwasserhygiene

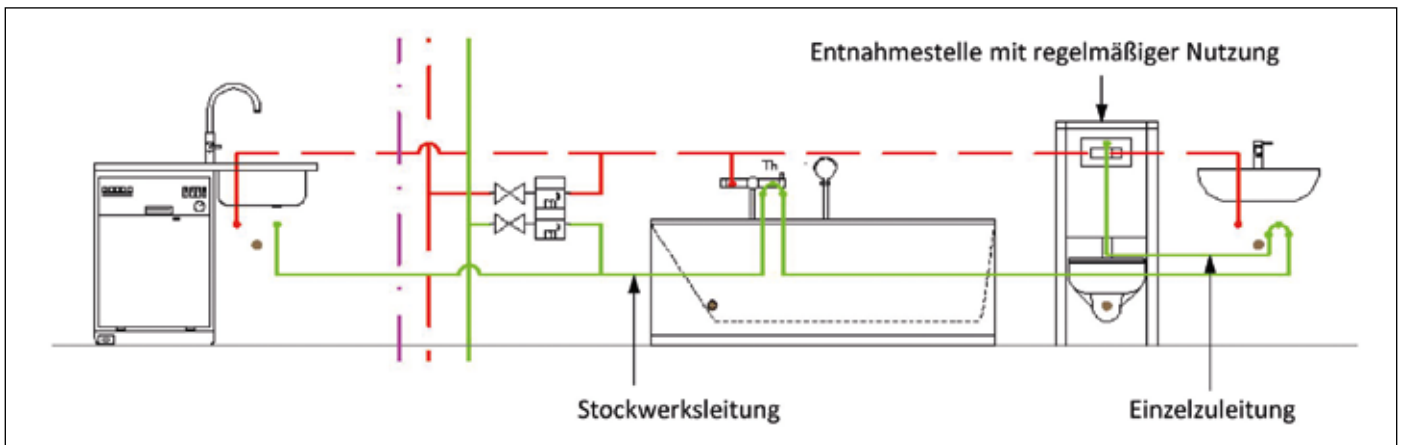


Abbildung 2: Reihenleitungsinstallation bei ungünstiger Positionierung der Sanitäreinrichtungsgegenstände zur Steigleitung

Die Überlegungen beziehen sich auf Trinkwasserinstallationen in Wohngebäuden und basieren auf Erfahrungen in der Planungspraxis.

### Grundsätzliches

Das Regelwerk für die Planung, den Bau und den Betrieb von Trinkwasserinstallationen ist sehr umfangreich, unter anderem DIN-Normen, UBA-Empfehlungen, DVGW- und VDI-Richtlinien, BTGA-Regeln, ZVSHK-Merkblätter und RKI-Richtlinien. Das regelwerkübergreifende und übergeordnete Ziel ist die Bereitstellung von hygienisch einwandfreiem Trinkwasser nach den Vorgaben der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) an jeder Entnahmestelle. Dafür sind bei Planung, Bau und Betrieb einer Trinkwasserinstallation die vier Erfolgsfaktoren der Trinkwasserhygiene „Wasseraustausch“, „Durchströmung“, „Temperatur“ und „Nährstoffangebot“ in dem Maße zu berücksichtigen, dass bei bestimmungsgemäßen Betrieb keine mikrobiologischen und chemischen Auffälligkeiten zu erwarten sind (Abbildung 1).

### Anforderungen

Damit die Forderung der Trinkwasserhygiene nach einem Rohrleitungssystem mit geringem Wasserinhalt, reduzierter innerer Rohroberfläche und schnellem Wasseraustausch bei überwiegend turbulenter Durchströmung erfüllt werden kann, muss die Bedarfsdeckung grundsätzlich mit möglichst geringen Leitungsdurchmessern rechnerisch nachgewiesen werden. [1] Es gilt der Grundsatz: Die Trinkwasserinstallation ist so klein wie möglich und so groß wie nötig zu bemessen; Überdimensionierungen sind zu vermeiden. [2]

Bei der Planung von Trinkwasserinstallationen müssen u. a. folgende maßgebliche Grundsätze beachtet werden, die sich aus

den Anforderungen der Trinkwasserhygiene ergeben:

- Bei vergleichbarer Funktionalität sind Installationskonzepte zu bevorzugen, die zu einem geringen Wasserinhalt führen.
- Der konstruktive Aufbau einer Trinkwasserinstallation muss dazu führen, dass ein hoher Wasseraustausch in allen Teilstrecken stattfindet, insbesondere in den Stockwerks- und Einzelzuleitungen (Abbildung 2).
- Die Bemessung der Rohrleitungen hat so zu erfolgen, dass mit dem bestimmungsgemäßen Betrieb mehrmals täglich Fließgeschwindigkeiten in allen Teilstrecken auftreten, die zu nennenswerten Scherkräften an den Rohrwandungen führen.

### Stockwerksinstallationen

Der Wasseraustausch in einer Stichleitung erfolgt nur, wenn die angeschlossene Entnahmearmatur benutzt wird. Passiert das nicht, stagniert das Wasser in der Einzelzuleitung und nimmt dabei gegebenenfalls hygienisch bedenkliche Temperaturen über einen längeren Zeitraum an. Diese Installationsweise wurde wegen der schlechten Durchströmung und des unzureichenden Wasseraustausches in der Vergangenheit als problematisch eingestuft und von Hygienikern als ursächlich für festgestellte trinkwasserhygienische Probleme angesehen.

Die Regelwerke und die Installationspraxis der vergangenen Jahrzehnte wurde deshalb durch die beiden Forderungen geprägt: „Es sind Reihenleitungs- oder Ringleitungssysteme vorzusehen. Entnahmestellen am Endpunkt einer Stockwerksleitung müssen einer regelmäßigen Nutzung unterliegen.“ [3]

In aktuellen Regelwerken sind dazu folgende Anforderungen enthalten:

- Die Planung hat so zu erfolgen, dass bei bestimmungsgemäßen Betrieb ein für die Hygiene ausreichender Wasseraustausch stattfindet. [4]
- Einzelzuleitungen zu Entnahmearmaturen müssen so kurz wie möglich sein. [4]

Die Einschätzung zu den Einzelzuleitungen bzw. Stichleitungen hat sich bis heute nicht verändert. Wissenschaftlich-praktische Untersuchungen der vergangenen Jahrzehnte haben gezeigt: Das oberste Gebot der Trinkwasserhygiene ist und bleibt: „Wasser muss fließen“. [5]

Der Bewertungsmaßstab für eine Stockwerksinstallation ist daher ausschließlich die Funktionalität. Das bedeutet, eine intensive und möglichst gleichmäßig über den Tag verteilte Durchströmung aller Teilstrecken muss bereits mit dem bestimmungsgemäßen Betrieb sichergestellt sein.

Der konstruktive Aufbau der Stockwerksinstallation muss aus diesem Grund die zu erwartende Benutzungsfrequenz der angeschlossenen Entnahmearmaturen berücksichtigen. Bei einer wohnungsähnlichen Nutzung einer Trinkwasserinstallation erzeugen beispielsweise nur die WC-Anlagen über den Tag verteilte Fließvorgänge. Andere Wasserentnahmen, etwa zur Körperpflege, konzentrieren sich auf einen relativ kurzen Zeitraum – in der Regel nur in den frühen Vormittagsstunden. Um eine häufige Durchströmung sicherzustellen, müssen PWC-Stockwerksinstallationen so aufgebaut sein, dass mit Nutzung des WC möglichst viele Stockwerksleitungen durchflossen werden. Aus diesem Grund sollte bei der Warmwasserinstallation auch der Waschtisch am Ende der PWH-Stockwerksinstallation angeordnet werden und nicht die Dusche oder die Badewanne (Abbildung 2).

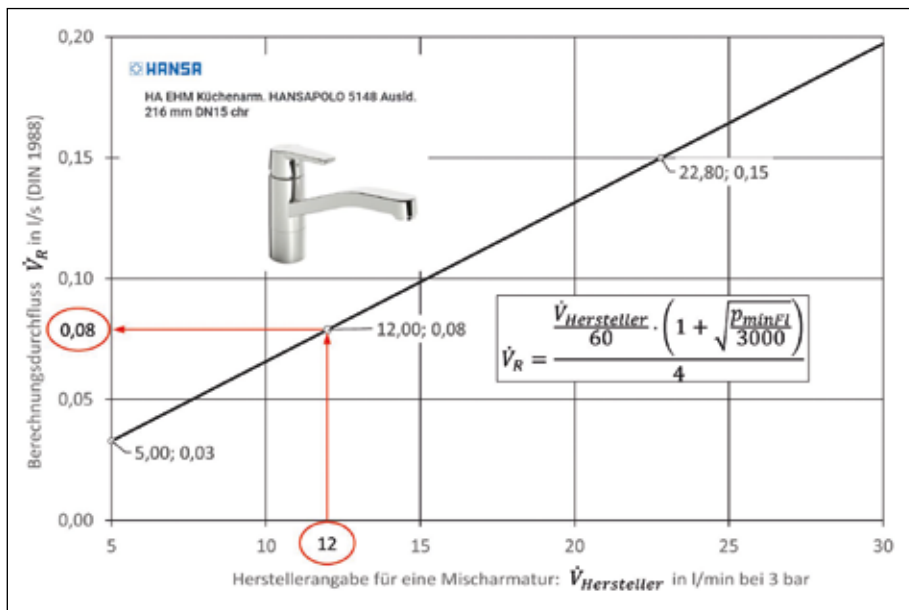


Abbildung 3: Umrechnung der Herstellerangaben in einen Berechnungsdurchfluss (DIN 1988-300) für eine Entnahmemarmatur ohne Durchflussbegrenzer (Mindestfließdruck 1.000 hPa)

Vorrangiges Ziel bei der Planung von Stockwerksinstallationen ist es, eine hohe Wasseraustauschrate in allen Teilstrecken sicherzustellen – „Wasser muss fließen“. Dieses Ziel muss mit den geringstmöglichen Leitungsdurchmessern erreicht werden, nachgewiesen durch eine hydraulische Berechnung auf Grundlage der Regeln der DIN 1988-300. Der absolute Wasserinhalt einer Stockwerksinstallation ist dabei ausdrücklich nicht die Führungsgröße.

In Wohngebäuden ist die Reihenleitungsinstallation, mit einer regelmäßig genutzten Entnahmemarmatur am Ende (WC), zum Installationsstandard geworden (Abbildung 2). In Gebäuden mit besonderer Nutzung wie

Krankenhäuser, Seniorenwohnheime, Kindergärten, Schulen, Hotels und Gebäude mit gewerblicher Nutzung [6] werden häufig Ringleitungsinstallationen realisiert, die den Wasseraustausch in den hygienekritischen Stockwerksinstallationen weiter intensivieren.

### Aufbau und Bemessung der Rohrnetze

Die Ermittlung der Rohrdurchmesser für eine Trinkwasserinstallation erfolgt längs der so genannten Fließwege – vom Berechnungsstartpunkt unmittelbar hinter dem Hauswasserzähler bis zur jeweiligen Entnahmestelle. Die erforderlichen Durchmes-

ser in den Teilstrecken dieser Fließwege werden durch den hier jeweils zu erwartenden Spitzendurchfluss und das verfügbare Rohrreibungsdrukgefälle beeinflusst.

Kleine Rohrdurchmesser mit geringem Wasserinhalt werden in einer Rohrnetzbe- rechnung erreicht, wenn der Spitzendurch- fluss niedrig und das verfügbare Rohrrei- bungsdruckgefälle groß sind.

Bereits die ersten Überlegungen zum Ent- wurf eines Rohrnetzes müssen darauf abzie- len, über möglichst kurze Fließwege die Be- darfsdeckung sicherzustellen. Das bedeutet, dass sich der Hausanschlussraum mit dem Wasserzähler annähernd in der Mitte der zu versorgenden Gebäudestruktur befinden sollte. Sind die Fließwege kurz, ist das ver- fügbare Rohrreibungsdrukgefälle relativ groß und die Durchmesser können kleiner gewählt werden.

Wie Modellrechnungen zeigen, hat der konstruktive Aufbau einer Trinkwasser- installation einen großen Einfluss auf den Wasserinhalt. [7] Eine vertikal ausgerichtete Rohrnetzstruktur mit Steigleitungen, wie sie in Wohngebäuden üblicherweise realisiert wird, liefert bei annähernd symmetrischer (mittiger) Einspeisung die besten Ergeb- nisse. In einer Beispielberechnung für ein Wohngebäude mit 60 Wohneinheiten führt eine mittige Einspeisung im Vergleich zu ei- ner einseitigen Einspeisung bereits zu einer Reduktion des Wasserinhalts um ca. 17 Pro- zent (Abbildung 6).

### Referenzrohrreihen für produktneutrale Ausschreibungen

In DIN 1988-300 wurden für das Erstellen von produktneutralen Leistungsbeschreibungen so genannte Referenzrohrreihen eingeführt. Diese wurden so definiert, dass produktneu- trale hydraulische Berechnungen tendenzi- ell eher zu größeren Nennweiten führen. Das gilt insbesondere für Verbund- und Kunst- stoffrohrsysteme, bei denen sowohl die In- nendurchmesser als auch die Widerstands- beiwerte der Form- und Verbindungsstücke sehr unterschiedlich sein können. Trinkwas- serinstallationen sollten bzw. müssen daher mit den Herstellerdaten des tatsächlich ein- gesetzten Rohrleitungssystems nachberech- net werden. Dadurch wird sichergestellt, dass aus hydraulischer, wirtschaftlicher und trinkwasserhygienischer Sicht die optimalen Rohrleitungsdurchmesser mit der Ausfüh- rung realisiert werden. [8]

Bei Rohrleitungssystemen aus den Werk- stoffen „nichtrostender Stahl“ und „Kupfer“ weichen die Referenzwerte in der Norm nur geringfügig von den jeweiligen Hersteller- angaben ab. Selbst in diesem Fall ergibt die

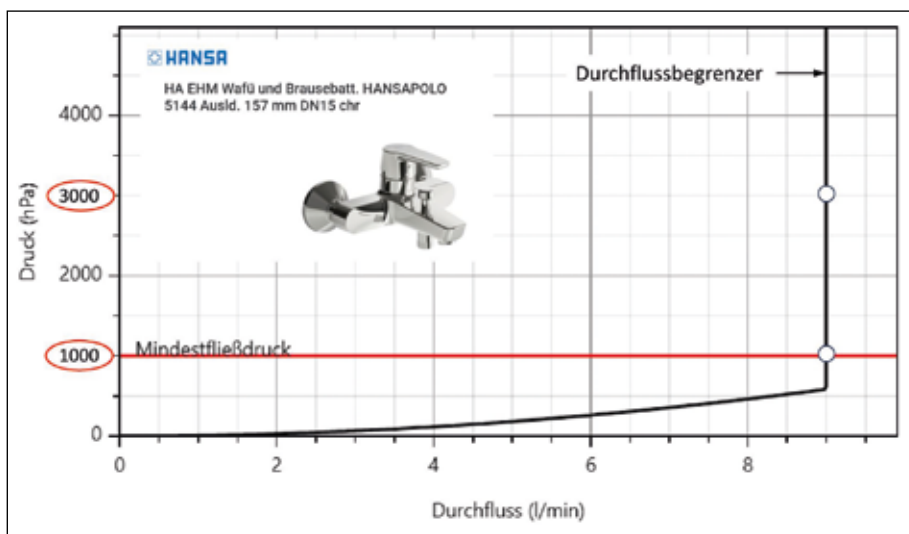


Abbildung 4: Entnahmedurchfluss (gesamt: PWC + PWH) einer Wannenfüll- und Brausearmatur mit Durchflussbegrenzer in Abhängigkeit vom Fließdruck im Armaturenanschluss [10]





| Entnahmestelle       | Hersteller | Typ                                   | Herstellerangaben |             |             | Referenzwerte |              |
|----------------------|------------|---------------------------------------|-------------------|-------------|-------------|---------------|--------------|
|                      |            |                                       | $V_o$             | $V_{R,PWH}$ | $V_{R,PWC}$ | $V_{R,PWH}$   | $V_{R,PWC}$  |
|                      |            |                                       | bei 3 bar         |             |             | DIN 1988-300  | DIN 1988-300 |
|                      |            |                                       | l/min             | l/s         | l/s         | l/s           | l/s          |
| Spülkasten           | Geberit    | Duofix Element mit Sigma UP-SPK 12 cm |                   |             | 0,11        |               | 0,13         |
| Waschtisch           | Hansa      | Hansapolo                             | 6 <sup>a)</sup>   | 0,05        | 0,05        | 0,07          | 0,07         |
| Badewanne            | Hansa      | Hansapolo                             | 9 <sup>a)</sup>   | 0,08        | 0,08        | 0,15          | 0,15         |
| Küchenspüle          | Hansa      | Hansapolo                             | 12                | 0,08        | 0,08        | 0,07          | 0,07         |
| Geschirrspülmaschine |            |                                       |                   |             | 0,07        |               | 0,07         |

<sup>a)</sup> mit Durchflussmengenbegrenzer

Abbildung 5: Berechnungsvolumenströme ausgewählter Entnahmearmaturen (Herstellerangaben) im Vergleich zu den Referenzwerten der DIN 1988-300

Nachberechnung für das Berechnungsbeispiel aber noch eine Reduktion des Wassergehalts um ca. 4 Prozent (Abbildung 6).

#### Herstellerdaten für Entnahmearmaturen

Neben dem verfügbaren Rohrreibungsdruckgefälle beeinflusst der Spitzendurchfluss maßgeblich die erforderlichen Leitungsdurchmesser. Der Spitzendurchfluss in einer Teilstrecke ist abhängig von der Summe der Berechnungsdurchflüsse der zu versorgenden Entnahmearmaturen und einer Gleichzeitigkeitsbeziehung, die die Nutzungscharakteristik des Gebäudes berücksichtigt. Dadurch besteht im Berechnungsmodell der DIN 1988-300 ein direkter Zu-

sammenhang zwischen den hydraulischen Eigenschaften der eingesetzten Entnahmearmaturen und den erforderlichen Rohrlösungsdurchmessern.

Ähnlich wie bei den Rohrleitungssystemen werden in DIN 1988-300 Referenzwerte für die Berechnungsdurchflüsse gängiger Entnahmearmaturen angegeben. Diese Referenzwerte stammen grundsätzlich noch aus den 1980er-Jahren. Vor mehr als 40 Jahren entsprachen diese Werte weitgehend den damals üblichen Armaturenkonstruktionen. Heute werden jedoch in Wohngebäuden, Krankenhäusern, Altenheimen, Hotels usw. standardmäßig Armaturen mit geringeren Entnahmedurchflüssen (Wasserspararmaturen) eingesetzt. Eine unkritische

Berechnung mit Referenzwerten kann daher sowohl zu einer möglicherweise ungewollten oder unzulässigen Fehlbemessung der Rohrleitungen als auch zu gravierenden Fehleinschätzungen der Ausstoßzeiten für überwärmtes Kaltwasser bzw. abgekühltes Warmwasser führen, die in Normen und Richtlinien strikt geregelt und hygiene- bzw. komfortrelevant sind.

Der konstruktive Aufbau der Stockwerksinstallationen und die hydraulischen Eigenschaften der Entnahmearmaturen müssen aus diesem Grund planerisch so aufeinander abgestimmt werden, dass kritisch temperiertes Stagnationswasser im Fließweg nur ein geringes Volumen aufweist und über die Entnahmearmaturen

# IKZ gehört



Der Podcast für SHK-Installateure und TGA-Planer!

Ideal für unterwegs und zur Information im Büro oder auf der Baustelle!



IKZ gehört gibt es bei allen bekannten Podcast-Anbietern und auf [www.ikz-select.de](http://www.ikz-select.de)

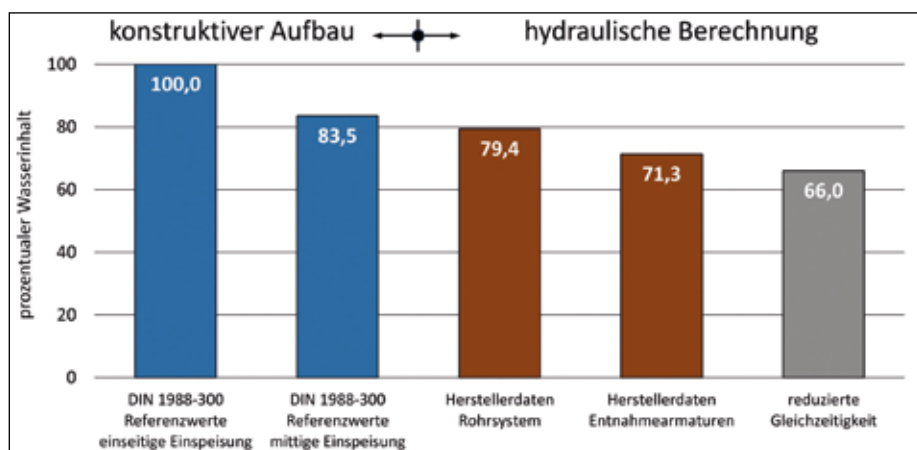


Abbildung 6: relativer Wasserinhalt einer Trinkwasserinstallation in einem Wohngebäude mit 60 Wohneinheiten, abhängig vom konstruktiven Aufbau und den Berechnungsmodalitäten

möglichst schnell ablaufen kann. Durch die heute übliche Rohrnetzberechnung mit Referenzwerten ergeben sich allerdings überdimensionierte Leitungssysteme, an die zusätzlich noch durchflussreduzierte Entnahmearmaturen angeschlossen werden. Das führt zu einem trägen Wasseraustausch, verbunden mit langen Ausstoßzeiten. Aus trinkwasserhygienischer Sicht ist das eine vermeidbare Verschlechterung der Betriebsbedingungen.

Bereits seit der Veröffentlichung der DIN 1988-300 im Jahr 2012 sind bei der Bemessung der Rohrleitungsdurchmesser grundsätzlich die Angaben der Hersteller über die Berechnungsdurchflüsse und die Mindestfließdrücke der Entnahmearmaturen zu berücksichtigen. [1] Trotzdem werden im Planungsprozess für eine Trinkwasserinstallation die Rohrnetze aktuell immer noch na-

hezu ausnahmslos mit den Referenzwerten ausgelegt (Abbildung 5). Das hängt möglicherweise damit zusammen, dass eine spezifische Rohrnetzberechnung nicht ohne vorherige Aufbereitung der veröffentlichten Daten der Armaturenhersteller durchgeführt werden kann. Für eine Mischarmatur ohne durchflussregelnde Einrichtungen muss beispielsweise aus einer Herstellerangabe (Gesamtdurchfluss in l/min bei 3.000 hPa) rechnerisch ein Berechnungsdurchfluss gemäß DIN 1988-300 für die Kalt- bzw. Warmwasserseite in l/s ermittelt werden (Abbildung 3). Bei Entnahmearmaturen mit Durchflussbegrenzern ergeben sich die Berechnungsdurchflüsse aus den vom Hersteller veröffentlichten Durchflusskennlinien (Abbildung 4). [9]

Ob mit den Referenzwerten der Norm oder aus hygienischen und wirtschaftlichen Grün-

den mit Herstellerangaben gerechnet werden soll, gehört prinzipiell zu den Planungsvorgaben, die vor Durchführung hydraulischer Berechnungen mit dem Auftraggeber nachvollziehbar vereinbart werden müssen. [8]

Werden für die hydraulische Berechnung einer Trinkwasserinstallation die Herstellerdaten verwendet, reduziert das den Wasserinhalt in allen Verteilungsvarianten nochmals erheblich. Im Berechnungsbeispiel (Wohngebäude mit 60 Wohneinheiten) beträgt die mögliche Reduktion ca. 8 Prozent (Abbildung 6).

Trinkwasserinstallationen dienen nicht nur der Bedarfsdeckung, sondern müssen auch unter Berücksichtigung trinkwasserhygienischer Aspekte konstruiert und bemessen werden. Das und die Einführung BIM-konformer Planungsprozesse zeigen: Berechnungen mit Referenzwerten sind nicht mehr zeitgemäß.

Wie bei den Rohrleitungssystemen sollten bzw. müssen auch Trinkwasserinstallationen, die im Planungsstadium mit Referenzwerten für die Entnahmearmaturen hydraulisch berechnet wurden, mit den Herstellerdaten der zur Ausführung kommenden Entnahmearmaturen nachberechnet werden. Dadurch wird sichergestellt, dass aus hydraulischer, wirtschaftlicher und trinkwasserhygienischer Sicht die optimalen Rohrlungsdurchmesser mit der Ausführung realisiert werden. [8]

### Nutzungscharakteristik des Gebäudes

Im Allgemeinen ist nicht davon auszugehen, dass sämtliche angeschlossenen Entnahmestellen gleichzeitig voll geöffnet werden. Die zu erwartende Gleichzeitigkeit der Wasserentnahme hängt von der Nutzung des Gebäudes ab. In Abhängigkeit von der Nutzungscharakteristik des Gebäudes wird aus dem Summardurchfluss – das ist in Fließrichtung gesehen die Summe der Berechnungsdurchflüsse aller nachfolgenden Entnahmearmaturen – ein Spitzendurchfluss berechnet. Die Bewertung der Gleichzeitigkeit basiert auf der Auswertung von Messdaten, unter anderem aus einem DVGW-Forschungsvorhaben der 1980er-Jahre. Ursprünglich wurden die Messdaten durch eine Hüllkurve umfasst. [11] Mit DIN 1988-300 wurde die Hüllkurve aus DIN 1988-3 durch eine bewertete Trendlinie ersetzt (Abbildung 7), die geringere Spitzendurchflüsse liefert. Aktuell wird eine weiter reduzierte Gleichzeitigkeit diskutiert, die den Wasserinhalt einer Trinkwasserinstallation in einem Wohngebäude zusätzlich um ca. 5 Prozent verringern würde (Abbildung 6).

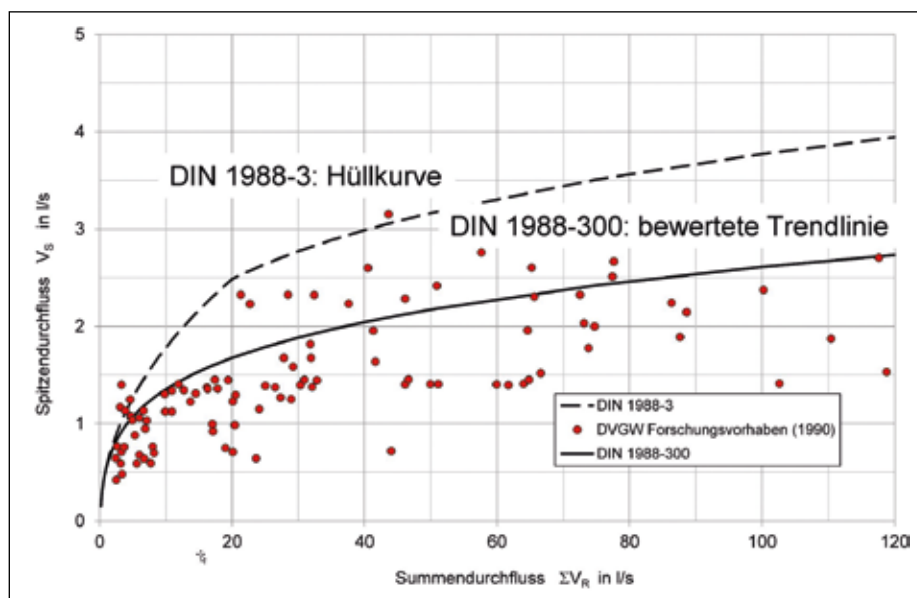


Abbildung 7: Spitzendurchfluss in Abhängigkeit vom Summardurchfluss für Wohngebäude

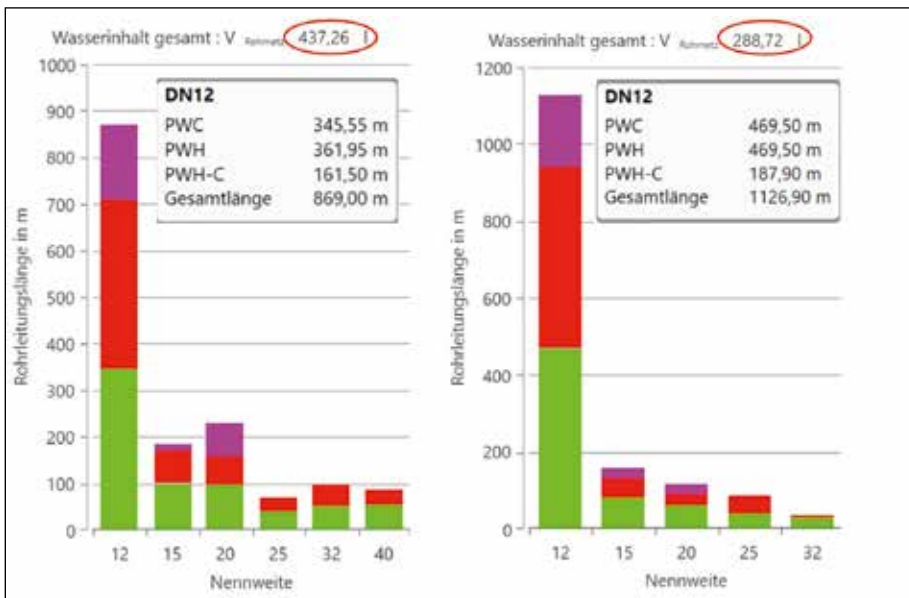


Abbildung 8: Nennweitenverteilung und Wasserinhalt in einem günstig und einem ungünstig konstruierten / berechneten Leitungssystem; links – unsymmetrische (einseitige) Einspeisung, hydraulische Berechnung mit Referenzwerten sowohl für das Rohrleitungssystem als auch für die Entnahmearmaturen; rechts – symmetrische (mittige) Einspeisung, hydraulische Berechnung mit Herstellerdaten sowohl für das Rohrleitungssystem als auch für die Entnahmearmaturen, bei reduzierter Gleichzeitigkeit

Bereits heute können bei der Dimensionierung der Trinkwasserinstallation aktuelle Erfahrungen zur Gleichzeitigkeit aus vergleichbaren Objekten berücksichtigt werden. Die zu erwartende Gleichzeitigkeit der Trinkwasserentnahme muss in Abhängigkeit von den Angaben im Raumbuch (Art der Nutzung) ermittelt werden. [2]

### Fazit

Stichleitungsinstallationen verstoßen sowohl in Wohngebäuden als auch in Gebäuden mit besonderer Nutzung gegen den Hygienegrundsatz „Wasser muss fließen“. Der Verzicht auf Reihenleitungsinstallationen mit einer regelmäßig genutzten Entnahmearmatur am Ende beeinträchtigt die Funktionalität einer Trinkwasserinstallation und reduziert den Wasserinhalt in einem Wohngebäude nur um ca. 3 bis 8 Prozent – je nach Position der sanitären Einrichtungsgegenstände zur Steigleitung (Abbildung 2).

Werden dagegen die beschriebenen konstruktiven Grundprinzipien berücksichtigt und die Berechnungsmodalitäten gemäß DIN 1988-300 konsequent umgesetzt, kann der Wasserinhalt in Grenzfällen um bis zu 30 Prozent reduziert werden (Abbildung 6). Durch den geringeren Wasserinhalt der gesamten Trinkwasserinstallation – und nicht nur der Stockwerksleitungen – wird der Wasseraustausch bereits mit dem bestimmungsgemäßen Betrieb in allen Teilstrecken inten-

siviert und die Qualität der Durchströmung wird verbessert. Zudem beeinflusst die geringere Verweilzeit des Trinkwassers in der Leitungsanlage auch die Temperaturhaltung positiv.

Werden die Rohrleitungsmassen und der Wasserinhalt der Trinkwasserinstallation des Beispielfalls verglichen, wird der erhebliche Einfluss der Konstruktions- und Berechnungsmodalitäten auf die Geometrie des Rohrnetzes sofort deutlich. Die Verschiebungen in der Nennweitenverteilung zwischen einem günstig und einem ungünstig konstruierten bzw. berechneten Leitungssystem zeigt Abbildung 8.

Die beschriebenen Maßnahmen zur Reduktion des Wasserinhalts führen nicht nur zu einer Verbesserung der Funktionalität einer Trinkwasserinstallation, sondern auch zu nennenswerten Kosteneinsparungen. Unter ungünstigen hydraulischen Randbedingungen liefern sowohl Stichleitungs- als auch Reihenleitungsstrukturen Stockwerksleitungen mit variierenden Nennweiten zwischen DN 20 und DN 12 (Abbildung 8). In hydraulisch optimierten Trinkwasserinstallationen können dagegen selbst Reihenleitungsstrukturen in der Regel mit einer durchlaufenden Nennweite (DN 12) installiert werden (Abbildung 8). Das ist ein großer Vorteil sowohl für die industrielle Vorfertigung von Nasszellen als auch für die handwerkliche Montage auf der Baustelle.

Alle Maßnahmen zur Reduktion des Wasserinhalts müssen die Funktionalität einer Trinkwasserinstallation weiter verbessern und dürfen sie in keinem Fall einschränken. Nur so kann die Forderung der Hygiene nach „schlanken“ Trinkwasserinstallationen erfüllt werden. ◀

### Literatur:

- [1] DIN 1988-300:2012-05 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 300: Ermittlung der Rohrdurchmesser; Technische Regel des DVGW, 1 Anwendungsbereich.
- [2] VDI 6023 Blatt 1:2023-09 Hygiene in Trinkwasser-Installationen – Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung.
- [3] Tagungsbericht: Ergebnisse einer Expertenanhörung am 31.03.2004 im Universitätsklinikum Bonn, Hausinstallationen, aus denen Wasser für die Öffentlichkeit bereitgestellt wird, als potenzielles Infektionsreservoir mit besonderer Berücksichtigung von Einrichtungen zur medizinischen Versorgung – Kenntnisstand, Prävention und Kontrolle; in: Bundesgesundheitsblatt 49 (2006), S. 681–686.
- [4] 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.
- [5] Exner, Martin u.a.: Legionellen und Energiesparmaßnahmen – Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene (DGKH), 2. September 2022.
- [6] 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.
- [7] Kirchhoff, Timo u.a.: Rohrführung für den Erhalt der Trinkwasserhygiene entscheidend; in: SanitärJournal, Sonderheft Installation 10 (2017), S. 10–16.
- [8] Heinrichs, Franz-Josef; Kasperkowiak, Frank; Klement, Jürgen; Köllisch, Jakob; Lunemann, Ottmar; Petzolt, Ulrich; Reichert, Peter u. Rickmann, Bernd: Ermittlung und Berechnung der Rohrdurchmesser, Differenziertes und vereinfachtes Verfahren. Kommentar zu DIN 1988-300 und DIN EN 806-3, hrsg. v. ZVSHK, St. Augustin 2013.
- [9] Wie [1], 5.2.1 Berechnungsdurchfluss.
- [10] www.pdod.de – Produktdatenrecherche – Dendrit Haustechnik-Software GmbH, Dülmen.
- [11] DIN 1988-3:1988-12 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Ermittlung der Rohrdurchmesser; Technische Regel des DVGW.



# Thermische Längenänderungen sicher beherrschen

Rohrleitungen dehnen sich bei Temperaturänderungen aus – das ist Physik. Doch wie lassen sich die daraus entstehenden Kräfte sicher beherrschen?



Tobias Niebecker,  
Trade Manager  
Engineering,  
Hilti Deutschland AG,  
Kaufering



Ui-Hyong Kim,  
Technical  
Marketing Manager  
Engineering,  
Hilti Deutschland AG,  
Kaufering

In der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) spielen Rohrleitungssysteme eine zentrale Rolle für die Versorgung mit Wasser, Wärme, Kälte und Luft. Ein oft unterschätzter Aspekt bei der Planung und Installation dieser Systeme sind die thermischen Längenänderungen der Rohrleitungen. Temperaturänderungen führen zu Ausdehnung oder Stauchung der Rohrmaterialien. Wird das nicht ausreichend berücksichtigt, kann es zu Schäden, Undichtigkeiten oder Funktionsstörungen führen. Um Schäden zu vermeiden, müssen die Längenänderungen gesteuert werden. Das kann in der Technischen Gebäudeausrüstung anhand von Festpunkten und Gleitern geschehen. Dabei ist es elementar wichtig, die richtigen Festpunkte und Gleiter zu wählen, um die Kräfte an den Festpunkten und die Ausdehnungen für die Gleiter aufnehmen zu können.

Im Folgenden sollen die ingenieurtechnischen Grundlagen, Nachweisverfahren und praxisgerechten Umsetzungsmöglichkeiten betrachtet werden – unterstützt durch moderne Softwarelösungen.

## Grundlagen der Rohrstatik und Versagensmechanismen

Die Rohrstatik berücksichtigt verschiedene Nachweise:

- Umfangs- und Längsspannungsnachweis zur Beurteilung der Druckbelastbarkeit,
- Knicknachweis bei axialer Belastung und
- Ermüdungsnachweis bei zyklischer Beanspruchung.

Ein positiver Innendrucknachweis allein reicht nicht aus – auch thermisch bedingte Längsdehnungen müssen statisch berücksichtigt werden.

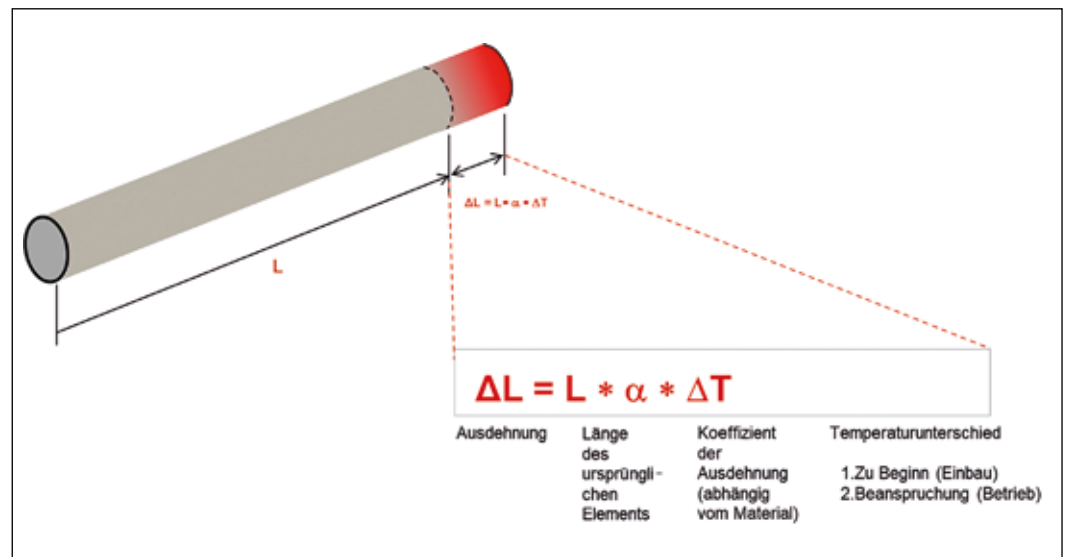
Abbildung 1: Gleichung zum Ermitteln der thermischen Längenänderung

## Thermische Längenänderung - Berechnung und Einflussgrößen

Im ersten Schritt muss die Längenänderung des betreffenden Bauteils ermittelt werden, um die aus den thermischen Längenänderungen resultierenden Kräfte bestimmen zu können. Die Längenänderung ergibt sich aus der Länge des Rohrabschnitts, dem Ausdehnungskoeffizienten in Abhängigkeit vom Material des Rohres und der Temperaturdifferenz bei der Installation und dem Betrieb (Abbildung 1). Ein Beispiel: Ein 40 Meter langes Rohr aus Kohlenstoffstahl ( $\alpha = 1,11 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ) dehnt sich bei einer Temperaturdifferenz von 45 K um ca. 20 Millimeter aus.

## Unkontrollierte Ausdehnung

Die Ausdehnung muss durch geeignete Maßnahmen aufgenommen werden, sonst drohen Schäden am Rohrsystem oder Gebäude. Im besten Fall hat das nur eine geringe Auswirkung. Das bedeutet, das Rohrsystem ist in der Lage, ungehindert die Bewegung aufzunehmen (Abbildung 2).



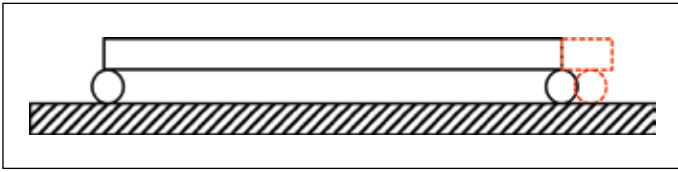


Abbildung 2: Das Rohrsystem kann die Verformung aufnehmen.

Ein sich ausdehnendes Element kann Druck auf die umgebende Struktur ausüben. Ist diese nicht für die Belastung ausgelegt, kann das Bauteil beschädigt werden (Abbildung 3).

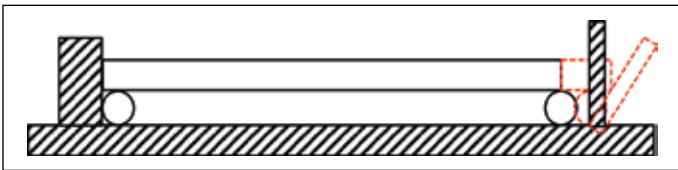


Abbildung 3: Der Druck des Rohres beschädigt die Struktur.

Das sich ausdehnende Element übt Druck zwischen zwei starren Strukturen aus. Dadurch wird im ausdehnenden Element eine innere Spannung erzeugt, die unter Umständen zu einem Bruch führen kann (Abbildung 4).

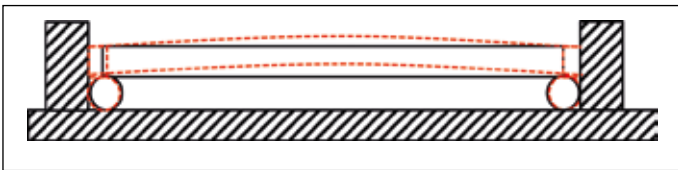


Abbildung 4: Das Rohr ist zwischen zwei starren Bauteilen eingespannt.

Die genannten Fälle stellen die häufigsten Probleme dar, die bei der Installation von Rohrleitungen auftreten können. Wird die Wärmeausdehnung nicht ausreichend beachtet, kann das zahlreiche negative Auswirkungen haben.

Die Ausdehnung muss kontrolliert werden, dann lassen sich ihre Auswirkungen vorhersagen und berechnen. Die Kontrolle erfolgt durch das Festlegen von Festpunkten, an denen das Rohr in Position gehalten wird und durch Kompensationsbereiche, in denen das Rohr sich verformen kann. Die folgenden vier Beispiele zeigen schematisch, wie das realisiert werden kann:

1. Festpunkt an einem Ende, Ausgleich für Ausdehnung am anderen Ende

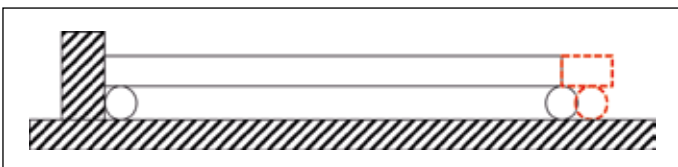


Abbildung 5: Festpunkt an einem Ende, das andere Ende kann sich ausdehnen.

2. Festpunkt in der Mitte, Ausgleich für Ausdehnung an beiden Enden

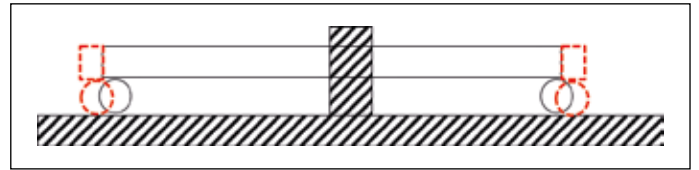


Abbildung 6: Das Rohr wird in der Mitte fixiert, beide Enden können sich ausdehnen.

3. Festpunkt an den Enden und ein Zwischenraum, der den Ausgleich für die Ausdehnung ermöglicht.

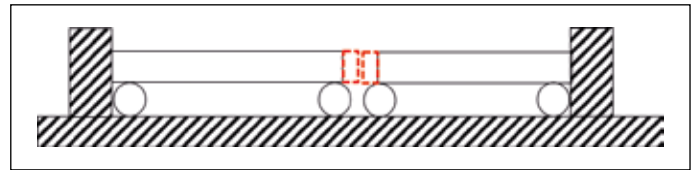


Abbildung 7: Festpunkte an den Enden mit Zwischenraum als Ausgleich

4. Festpunkt an den Enden und ein Bereich zur Kompensation, der für die Ausdehnungen dazwischen sorgt.

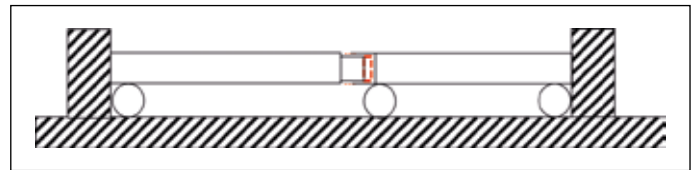


Abbildung 8: Festpunkte an den Enden mit Mechanismus mit einem mechanischen Zwischenstück

Ein System zur Steuerung der Ausdehnung besteht stets aus einer Reihe von Fixpunkten und einem Ausgleichsmechanismus.

Festpunkte geben der Installation die erforderliche Stabilität und Struktur (Abbildung 9). Sie stoppen jede Bewegung und übertragen die dabei auftretenden Lasten auf die Unterkonstruktion oder den Untergrund. Gleichzeitig ermöglichen sie die Berechnung der Rohrausdehnung und möglicher Maßnahmen zur Kompensation der Ausdehnung. Damit lässt sich das Verhalten jedes Leitungsabschnitts exakt vorhersagen.

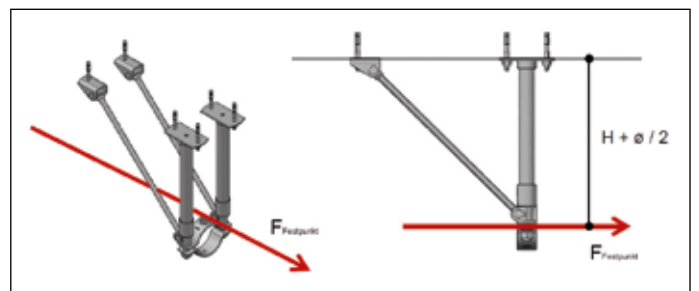


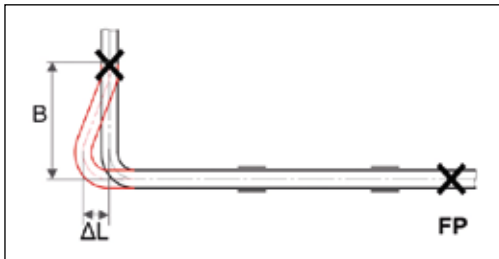
Abbildung 9: Beispiel für einen Festpunkt

### Möglichkeiten zur Kompensation thermischer Ausdehnung

Biegeschenkel und Lyrabögen sind bewährte Lösungen, um thermische Längenänderungen aufzunehmen, ohne dass hohe Kräfte auf Festpunkte oder angrenzende Bauteile wirken. Wenn sich ein Rohr durch Erwärmung verlängert, würde es ohne Kompensationsmöglich-

keiten erhebliche Zug- oder Druckkräfte erzeugen. Durch die gezielte Rohrführung in Form von Biegeschenkeln oder Lyrabögen (U-Bogen) wird diese Längenänderung nicht direkt axial aufgenommen, sondern in eine elastische Verformung umgeleitet. Das Rohr „federt“ die Bewegung ab und reduziert so die Belastung.

Ein Biegeschenkel (Abbildung 10) ist ein Rohrabschnitt, der meist in einem Winkel von 90° verlegt wird. Bei Ausdehnung verschiebt sich der Schenkel, wodurch die Bewegung durch die Biegung aufgenommen wird und nicht durch axiale Spannung.


Abbildung 10:  
Biegeschenkel

Die erste Halterung nach der Biegung muss in einem Mindestabstand erfolgen, damit der elastische Bereich nicht überschritten wird und um eine Beschädigung des Rohres zu vermeiden. Der Mindestabstand zur ersten Halterung kann durch folgende Gleichung ermittelt werden:

$$B_{\min} = \sqrt{\frac{3 \cdot E}{2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_m}}} \cdot \sqrt{\Delta L \cdot d_{\text{Rohr}}}$$

mit:  $B_{\min}$  = Mindestbiegeschenkel

$E$  = E-Modul des Rohrmaterials

$f_y$  = Streckgrenze des Rohrmaterials

$\gamma_m$  = Sicherheitsbeiwert

$\Delta L$  = Rohrausdehnung

Der Abstand B muss größer als  $B_{\min}$  gewählt werden. Mit dem gewählten B kann dann die Kraft ermittelt werden, die auf den Festpunkt wirkt:

$$F_{\text{Rohr}} = E \cdot I_{\text{Rohr}} \cdot \frac{3 \cdot \Delta L}{B^3}$$

mit:  $I_{\text{Rohr}}$  = Trägheitsmoment des Rohres

$\Delta L$  = Rohrausdehnung

$B$  = gewählter Biegeschenkel

Durch den Abstand B, kann die Belastung auf den Festpunkt beeinflusst werden. Mit einem größeren B wird die Kraft  $F_{\text{Rohr}}$  geringer.

Ein Beispiel:

Rohr aus Kohlenstoffstahl ( $E = 210000 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_y = 187 \text{ N/mm}^2$ ), DN 100 ( $\phi 114,3 \times 3,6$ )

Sicherheitsbeiwert 1,5

Rohrausdehnung  $\Delta L$ : 20mm

$$B_{\min} = \sqrt{\frac{3 \cdot 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{2 \cdot \frac{187 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,5}}} \cdot \sqrt{20 \text{ mm} \cdot 114,3 \text{ mm}} = 2403 \text{ mm}$$

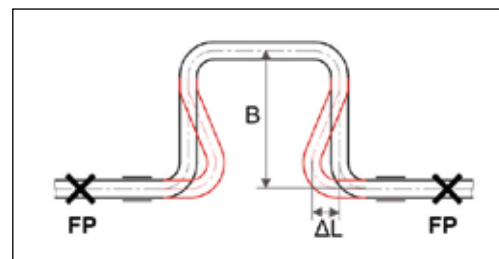
Da  $B_{\min} = 2403 \text{ mm}$  beträgt, wird B mit 2500 mm gewählt.

$$F_{\text{Rohr}} = 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 1919837 \text{ mm}^4 \cdot \frac{3 \cdot 20 \text{ mm}}{(2500 \text{ mm})^3} = 1548 \text{ N}$$

Ist die Positionierung der Biegeschenkel meist an den Grundriss gebunden, werden für längere Rohrabchnitte Lyrabögen (U-Bogen) verwendet. Ein Lyrabogen ist eine größere U-förmige Rohrführung, die bei sehr großen Ausdehnungen verwendet wird – beispielsweise bei Kunststoffrohren oder langen Strecken. Die erforderliche Länge eines Lyrabogens hängt vom Rohrmaterial, der Temperaturdifferenz, dem Rohrdurchmesser und der zulässigen Biegespannung ab. Für die Auslegung gibt es Herstellerangaben und Normtabellen, beispielsweise in der DIN EN 13480.

Die Bemessung der Kräfte an den Festpunkten erfolgt analog zu den Biegeschenkeln. Der Abstand B hier ist die parallele Achse des Rohres (Abbildung 11).

Vorteile dieser Lösungen sind die einfache Planung, die Wartungsfreiheit und die Kosteneffizienz, da keine zusätzlichen Bauteile wie Kompensatoren erforderlich sind. Nachteilig wirken sich der erhöhte Platzbedarf sowie zusätzliche Rohrmeter und Befestigungen aus, die berücksichtigt werden müssen.


Abbildung 11:  
Lyrabogen  
(U-Bogen)

## Kompensatoren:

### Aufnahme durch elastische Elemente

Kompensatoren sind flexible Bauelemente in Rohrleitungssystemen. Sie dienen dazu, thermische Längenänderungen, Vibrationen und Bewegungen durch Setzungen oder Montageungenauigkeiten auszugleichen. Sie schützen Rohrleitungen, Maschinen und Apparate vor


Abbildung 12:  
Steigleitungen  
mit Axial-  
kompensatoren





Schäden durch mechanische Belastungen, die aus Temperaturveränderungen, Druckschwankungen oder sonstigen Bewegungen resultieren.

Ihre Beweglichkeit wird in der Regel über einen elastischen Balg realisiert, der axiale, laterale oder angulare Bewegungen aufnehmen kann. Axialkompensatoren gleichen vor allem Längenänderungen in geraden Rohrabschnitten aus (Abbildung 12), während Winkel- oder Gelenkkompensatoren Bewegungen an Rohranschlüssen und in räumlich komplexen Anlagen aufnehmen. Für den Einsatz ist eine sorgfältige Planung von Festpunkten und Führungslagern erforderlich, um die entstehenden Kräfte kontrolliert aufzunehmen (Abbildung 13).

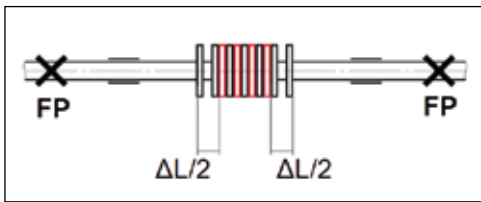


Abbildung 13:  
Axialkompensator

Die durch die Kompensatoren erzeugten Kräfte müssen von den Festpunkten aufgenommen werden. Die entstehende Belastung kann wie folgt berechnet werden:

$$F_{\text{Kompensator}} = F_{\text{Feder}} + F_{\text{Druck}}$$

$$F_{\text{Feder}} = \Delta L \cdot k$$

$$F_{\text{Druck}} = A_{\text{Komp}} \cdot p$$

mit:

- $F_{\text{Feder}}$  = Kraft aus Kompensatorstauchung
- $F_{\text{Druck}}$  = Kraft aus Anlagendruck
- $\Delta L$  = Rohrausdehnung
- $k$  = Kompensatorfederrate
- $A_{\text{Komp}}$  = Kompensatorfläche
- $p$  = Betriebsdruck

Ein Beispiel:

Kompensator DN 100,  $k = 92 \text{ N/mm}^2$ ,  $A = 11500 \text{ mm}^2$   
 Betriebsdruck 5 bar =  $500000 \text{ N/m}^2$   
 Rohrausdehnung ( $\Delta L$ ) 20 mm

$$F_{\text{Feder}} = 20 \text{ mm} \cdot 92 \frac{\text{N}}{\text{mm}} = 1840 \text{ N}$$

$$F_{\text{Druck}} = 0,0115 \text{ m}^2 \cdot 500000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 5750 \text{ N}$$

$$F_{\text{Kompensator}} = 1840 \text{ N} + 5750 \text{ N} = \mathbf{7590 \text{ N}}$$

### Pendel- und Gleitlager: Aufnahme durch kontrollierte Bewegung

Wie bereits beschrieben, können nicht alle Befestigungspunkte am Rohr als Festpunkte ausgeführt werden. Die übrigen Befestigungen müssen als Gleit- oder Pendellager ausgeführt werden. Sie ermöglichen die axiale Bewegung des Rohrs.

Axiale Führungen ermöglichen Längenänderungen in der Rohrachse und nehmen dabei Gewichtskräfte auf. Die Führung verhindert ein seitliches Ausweichen der Leitungen und somit ein unkontrol-

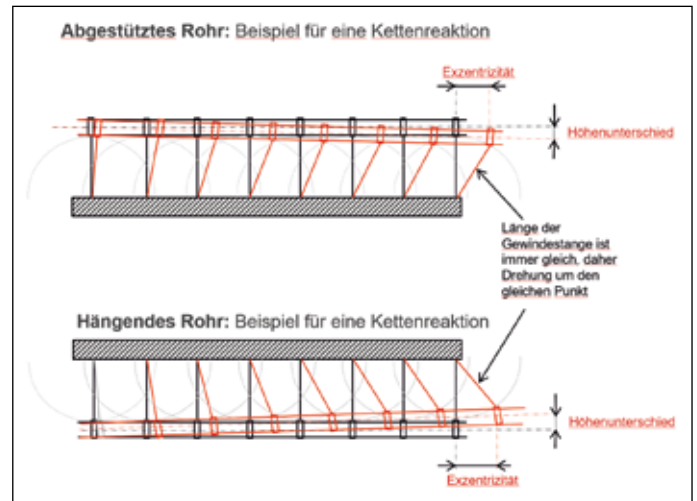


Abbildung 14: Unkontrollierte Ausdehnung der Rohrleitungen

liertes Verhalten der Rohrleitung. Abbildung 14 veranschaulicht, warum das von Bedeutung ist.

Wenn die Rohrschelle fest mit dem Rohr verbunden ist, wird sich die Halterung bei Längenänderungen des Rohres in Längsrichtung mitverschieben. Eine unkontrollierte Bewegung der Rohre kann zu Exzentrizität in den Rohrhalterungen bzw. -aufhängungen führen. Das kann einige von ihnen überlasten und das Gewicht der Rohre auf

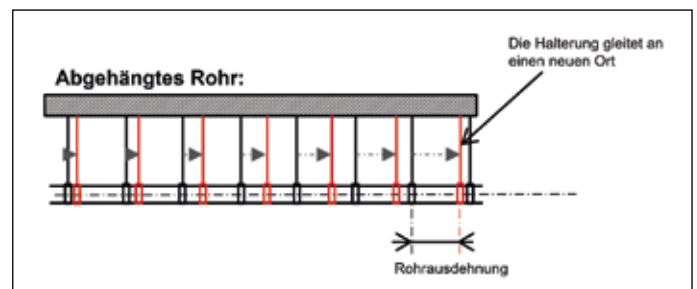


Abbildung 15: Gleiter nehmen die Ausdehnung des Rohres auf

| Gleiter             |  | Reibungskoeffizient $\mu$ |
|---------------------|--|---------------------------|
| Rohr-<br>schuhe     |  | 0,13 – 0,18               |
| Schiebe-<br>gleiter |  | 0,10 – 0,18               |
| Rollen-<br>gleiter  |  | 0,08 – 0,15               |

Abbildung 16: verschiedene Gleitertypen

einige nicht dafür vorgesehene Punkte umverteilen. Dadurch wird eine Kettenreaktion ausgelöst, die zum Zusammenbruch aller Rohrhalterungen führen kann. Daher müssen zwischen den Festpunkten Rohrhalterungen verwendet werden, die die Ausdehnung nicht behindern. Das geschieht in der Regel mit Gleitern.

Gleiter sind Befestigungselemente, die das Rohr seitlich führen, aber axiale Bewegungen zulassen. Sie bestehen meist aus Rohrschellen mit Gleitflächen oder Rollen.

Rohrschuhe verfügen über eine Kunststoffauflage auf der Auflagefläche, welche den Reibbeiwert verringert. Je nach Auflageoberfläche kann sich der Reibbeiwert unterscheiden. Die Auswahl zwischen Schiebegleitern und Rollengleitern richtet sich nach mehreren Kriterien, darunter Temperaturbeständigkeit, zulässiger Verschiebungsweg sowie Reibbeiwert. Auch hinsichtlich der Tragfähigkeit bestehen Unterschiede. Die unterschiedlichen Reibbeiwerte bei Rollengleitern hängen davon ab, ob diese galvanisch, feuerverzinkt oder aus Edelstahl gefertigt sind. Der Reibbeiwert der Schiebegleiter hängt von den eingesetzten Kunststoffeinsätzen ab.

Bevor die Gleiter sich verschieben, muss eine gewisse Reibkraft überwunden werden. Diese ist abhängig vom Eigengewicht, das auf die Halterung einwirkt und vom Reibbeiwert des Gleiters. Die Kraft  $F_{\text{Gleiter}}$  muss dann über den Festpunkt aufgenommen werden:

$$F_{\text{Gleiter}} = F_G \cdot \mu$$

mit:  $F_G$  = Eigengewicht auf betrachtete Halterung  
 $\mu$  = Reibungskoeffizient des Gleiters

In einigen Situationen ist neben der axialen auch eine laterale Bewegung der Leitungen erforderlich. So treten beispielsweise nach Rohrbögen oder T-Abgängen Lageänderungen quer zur Rohrachse auf. In solchen Fällen kommen Loslager zum Einsatz.

Pendelschiebegleiter (Abbildung 17) sind eine spezielle Art von Gleitelementen, die zusätzlich Schwenkbewegungen ermöglichen. Sie werden eingesetzt, wenn die Rohrleitung nicht nur axial, sondern auch in einem Winkel ausweichen muss – beispielsweise innerhalb der unmittelbaren Bereiche bei Biegeschenkeln oder Lyrabögen.

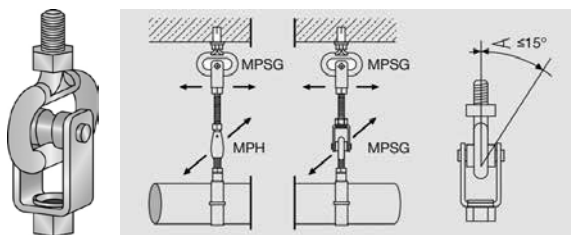


Abbildung 17: Pendelschiebegleiter

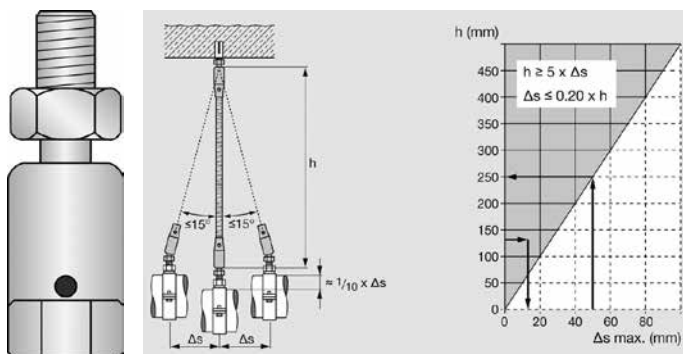


Abbildung 18: Pendelabhängiger

Eine weitere Möglichkeit, Rohre abzuhängen, sind Pendelabhängiger (Abbildung 18). Im Gegensatz zu den Pendelschiebegleitern nehmen sie Verschiebungen nur über eine Verdrehung auf. Eine Verschiebung parallel zur Längsachse des Rohres können sie nicht ausgleichen. Eine Längenänderung geht daher immer mit einem Abheben des Rohres einher.

Die maximale Auslenkung beider Systeme beträgt  $15^\circ$ . Beim Anheben der Rohrleitung entsteht eine Rückstellkraft, die auf die Festpunkte wirkt. Dabei summieren sich die auf den Festpunkt wirkenden Lasten.

Die Rückstellkraft (Abbildung 19) ist für jeden Halterungspunkt individuell zu berechnen:

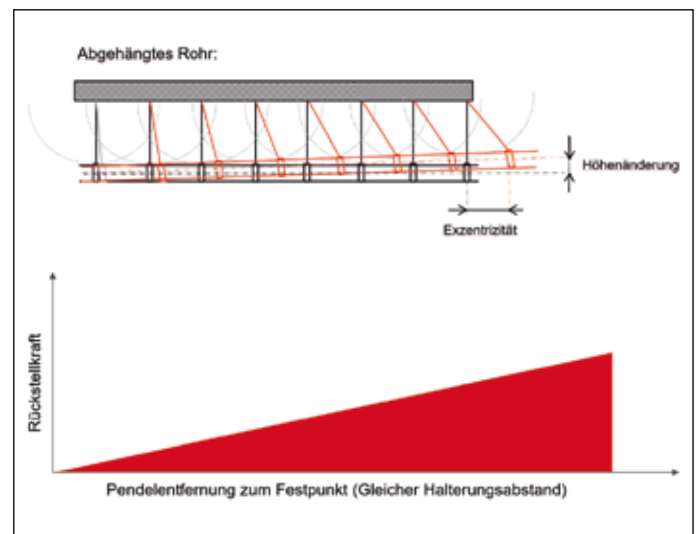


Abbildung 19: Rückstellkraft bei abgehängten Rohrleitungen bei Höhenänderung des Rohres

$$F_{\text{Rückstell}} = F_G \cdot \tan \alpha$$

Die Gesamte Kraft, die auf den Festpunkt wirkt, lässt sich wie folgt ermitteln:

$$F_{\text{Festpunkt}} = F_{\text{Rohr}} + F_{\text{Komp}} + \Sigma F_{\text{Rückstell}} + \Sigma F_{\text{Gleiter}}$$

mit:  $F_{\text{Rohr}}$  = Kraft aus Biegeschenkel  
 $F_{\text{Komp}}$  = Kraft aus Rohrkomparator  
 $F_{\text{Rückstell}}$  = Kraft aus Pendel  
 $F_{\text{Gleiter}}$  = Reibungskraft aus Gleiter

Ein Beispiel:

Rohr Kohlenstoffstahl DN 100 ( $\phi 114,3 \times 3,6$ ), wassergefüllt, Rohrlänge 42,5 m, Gewicht 184 N/m. Befestigt mit Schiebegleiter  $\mu=0,1$ , kein Pendel

$$F_{\text{Rohr}} = 1600 \text{ N, kein Komparator}$$

$$F_{\text{Festpunkt}} = 1600 \text{ N} + 0 \text{ N} + 0 \text{ N} + (42,5 \text{ m} \cdot 184 \text{ N/m} \cdot 0,1) = \mathbf{2382 \text{ N}}$$

### Festpunktbemessung mit Planungstools

Für die Bemessung der Festpunkte gibt es digitale Planungstools, beispielsweise FixPoint Calculator von Hilti. Durch die direkte Eingabe der Daten, beispielsweise Rohrmaterial, Durchmesser, Temperaturdifferenz und Umgebungsbedingungen, werden die Lasten an den Fix-

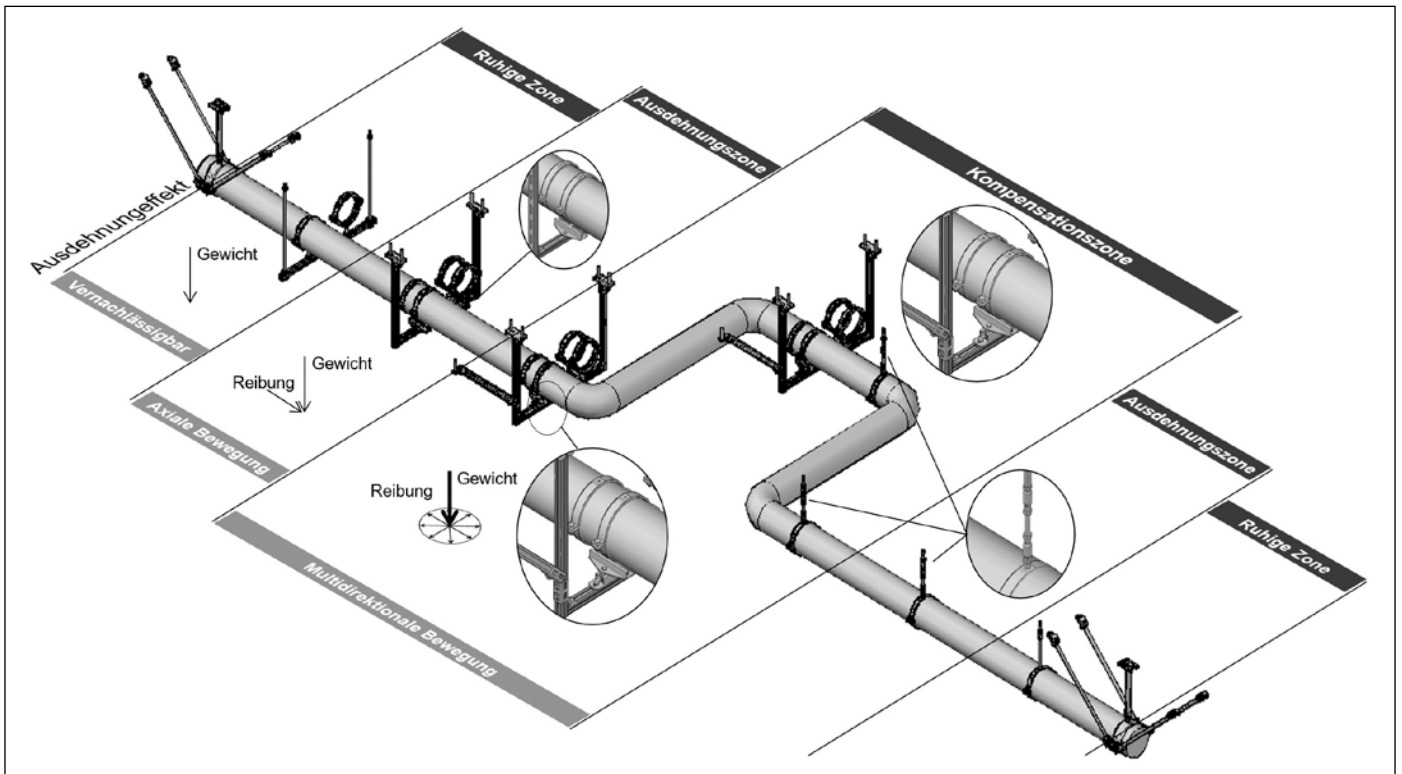


Abbildung 20: Beispiel für ein Festpunkt-Gleiterkonzept mit einem Lyrabogen

punkten ermittelt und die passenden Fixpunkte vorgeschlagen. Die Berechnungen basieren auf komplexen Analyseverfahren und sind konform mit relevanten Normen wie Eurocode 3 und EN 13480-3.

Auch eine direkte Eingabe der Lasten oder der Import von Lasten aus der Rohrstatiksoftware ROHR2 ist möglich.

#### Fazit

Die Aufnahme thermischer Längenänderungen ist ein entscheidender Faktor für die Betriebssicherheit von Rohrleitungssystemen. Werden Ausdehnungen nicht kontrolliert, drohen Überlastungen, Undichtigkeiten und im schlimmsten Fall Systemversagen. Mit einer durch-

gedachten Kombination aus Festpunkten, Gleitern, Biegeschenkeln, Lyrabögen oder Kompensatoren lassen sich diese Risiken zuverlässig beherrschen (Abbildung 20).

Digitale Werkzeuge erleichtern die statische Berechnung und die Auswahl geeigneter Befestigungselemente. Sie sorgen für normgerechte Nachweise nach EN 13480 und Eurocode 3, reduzieren den Planungsaufwand und erhöhen die Sicherheit – auch bei komplexen Lastfällen wie Wind oder Erdbeben.

Werden thermische Ausdehnungen frühzeitig berücksichtigt und wird auf bewährte Konzepte sowie moderne Software gesetzt, entstehen langlebige, wirtschaftliche und sichere Rohrleitungssysteme. ◀

**bau|||jobs**  
Der Stellenmarkt von **lab**

**Eine Plattform, sechs starke Marken,  
hunderte Jobs**

**bau|||jobs** ist der gemeinsame Stellenmarkt  
von tab, IKZ, SHK-Profi, KKA Kälte Klima Aktuell,  
BS Brandschutz und Computer Spezial

**Suchen Sie nicht länger in verschiedenen Jobbörsen**

Wir haben Angebote aus

- Sanitär-, Heizungs- und Lüftungstechnik
- Erneuerbare Energien
- Rohrleitungsbau
- Klima- und Kälteanlagen
- Gebäudeautomation- und Regelungstechnik
- Trinkwasser- und Raumlufthygiene



**Nur die besten Jobs  
unserer Branche**



Nutzen Sie die Reichweite von  
**bau|||jobs** für Ihr Stellenangebot!

www.bau-jobs.net  
stellenmarkt@bauverlag.de  
+49 (0) 5241 21 51-3000





Abbildung 1: Die Fertigstellung des neuen Bildungszentrums Soest ist für Sommer 2028 geplant.

# Wärme, Kälte, Wissen: Nachhaltiges Bauen trifft innovative Ausbildung

## Zukunftsweisende Energietechnik im Bildungszentrum Soest



Nicola Holweg M.A.,  
Referentin für  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit,  
aquatherm GmbH,  
Attendor

Das Bildungszentrum der Kreishandwerkerschaft Hellweg-Lippe in Soest wird zurzeit für 61,7 Millionen Euro umfassend modernisiert. Ziel ist es, eine zukunftsweisende Lernumgebung für die Fachkräfte von morgen zu schaffen. Ein besonderes Highlight des Projekts ist das innovative Energiekonzept, bei dem Rohrleitungssysteme eine entscheidende Rolle spielen.

Der Baubeginn erfolgte im September 2023, die Fertigstellung ist für Sommer 2028 geplant. Während der Bauphase werden drei bestehende Hallen nacheinander abgerissen und durch moderne Neubauten ersetzt. Der Schulungsbetrieb wird während dieser Zeit aufrechterhalten. Eine vierte Halle wird vollständig modernisiert. Neben einer optimierten Raumgestaltung mit viel Licht, Luft und guter Akustik setzt das Projekt auf ein

nachhaltiges Energiekonzept. Ein Eisspeicher wird in Kombination mit Photovoltaik-Anlagen und mehreren Wärmepumpen für eine effiziente Beheizung im Winter und eine passive Kühlung im Sommer sorgen. Durch dieses Konzept können jährlich rund 255 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden. Eine Besonderheit wird die direkte Einbindung der Anlagentechnik in die Ausbildung sein: Die Eisspeicheranlage soll aktiv für Schulungen im Rahmen der SHK-Meisterkurse genutzt werden.

### Nachhaltige Gebäudetechnik

Ein zentraler Bestandteil des Energiekonzepts, das vom Planungsbüro Weidemann in Bad Sassendorf geplant wurde, ist der Eisspeicher mit einem Fassungsvermögen von rund 900 m<sup>3</sup>. In Kombination mit drei leistungsstarken Sole-Wärmepumpen sorgt





er mit einer Gesamtleistung von 600 kW für die Beheizung und Kühlung des Gebäudes. Ergänzt wird das System durch einen Gasspitzenlastkessel mit einer Leistung von 560 kW, der bei besonders kalten Temperaturen zusätzliche Heizleistung bereitstellt. Das gesamte Anlagenvolumen umfasst 25.200 Liter eines Wasser-Glykol-Gemisches, das eine effiziente Wärmeübertragung gewährleistet und die Leistungsfähigkeit der Anlage optimiert.

Die gesamte zentrale Anlagentechnik zu den einzelnen Komponenten des Energiekonzepts besteht aus dem Rohrsystem „aquatherm blue“. Eingesetzt wurden rund 600 Meter des Systems in Rohrdurchmessern zwischen 32 und 250 mm. Gedämmt werden die Rohrleitungen je nach Anforderung mit Kautschuk oder Glaswolle. Die Installation erfolgte durch die Firma Metternich Haustechnik aus Windeck-Rosbach.

Das Rohrleitungssystem aus dem korrosionsbeständigen Kunststoff Polypropylen (PP) zeichnet sich durch seine hohe Eigendämmung aus – besonders gegenüber dünnwandigen Metall-Rohren. Damit neigt es weniger zur Bildung von Schwitzwasser bei einem niedrigen Temperaturniveau auf der Quellenseite, wie es bei dem System in Soest der Fall ist. „Zudem erfordert die komplexe Regelungstechnik das Setzen von vielen Temperaturfühler“, erklärte Frank Euteneuer, Geschäftsführer Vertrieb der Metternich Haustechnik. „Das ist über Einschweißsättel einfach zu realisieren – bei anderen Systemen muss jedes Mal ein T-Stück gesetzt werden. Zudem vereinfacht es die Verarbeitung enorm, dass wir es mit nur



Abbildung 3: Eingesetzt wurden rund 600 Meter Rohrsystem in Rohrdurchmessern zwischen 32 und 250 mm.

einem Material und einem System über alle Rohrdimensionen hinweg zu tun haben.“

#### Weitere Vorteile des Rohrsystems im Bildungszentrum Soest

Die Entscheidung für den Einsatz des Kunststoffrohrsystems im Bildungszentrum Soest basiert auf weiteren Vorteilen dieses Systems.

1. Hohe Energieeffizienz: Durch die geringe Wärmeleitfähigkeit der Rohrleitungen werden Energieverluste minimiert und der Wirkungsgrad der Anlage maximiert.

2. Korrosionsbeständigkeit: Der Kunststoff Polypropylen ist widerstandsfähig gegen Korrosion und Ablagerungen. Dadurch ist eine lange Lebensdauer gewährleistet.

3. Einfache und sichere Installation: Durch ihre außergewöhnlich guten Schweißeigenschaften verschmelzen die Kunststoff-Rohre und -Fittings zu einer homogenen, stoffschlüssigen Einheit. Dafür werden Rohr und Fitting mit Hilfe vorgesehener Werkzeuge kurz angewärmt und anschließend einfach zusammengefügt.

#### Fazit

Im Bildungszentrum Soest wird bei der Modernisierung auf ein innovatives und nachhaltiges Energiekonzept gesetzt, das zukunftsweisende Technologien mit praxisnaher Ausbildung verbindet. Die Kombination aus Eisspeicher, Wärmepumpen und Photovoltaik-Anlagen reduziert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß erheblich, während das Rohrleitungssystem durch seine besonderen Produkteigenschaften und einfache Verarbeitung überzeugt. So entsteht nicht nur eine moderne Lernumgebung, sondern auch ein Vorzeigeprojekt für nachhaltiges Bauen. ◀



Abbildung 2: Das Rohrleitungssystem der gesamten zentralen Anlagentechnik zu den einzelnen Komponenten des Energiekonzepts besteht aus dem korrosionsbeständigen Kunststoff Polypropylen.

# CO<sub>2</sub>-Fußabdruck-Betrachtung von Gebäuden nach EPBD 2024

Paradigmenwechsel für Planung, Bau und Gebäudetechnik



Foto: Kristian Barthen

Frank Ernst,  
Hauptgeschäftsführer des BTGA e.V.,  
Berlin

Die Europäische Union hat 2024 mit der Neufassung der EU-Gebäuderichtlinie (EPBD 2024 – Energy Performance of Buildings Directive) einen entscheidenden Schritt in Richtung klimaneutraler Gebäude vollzogen: Erstmals rückte nicht mehr allein der Energieverbrauch im Gebäudebetrieb in den Fokus, sondern der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck eines Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus. Diese ganzheitliche Betrachtung ist ein Paradigmenwechsel – mit weitreichenden Konsequenzen für die Planung, die Bauweise und insbesondere für die Technische Gebäudeausrüstung (TGA).

## Vom Energieverbrauch zur Klimawirkung

Bisherige Anforderungen an Gebäude konzentrierten sich überwiegend auf den End- oder Primärenergiebedarf während der Nutzungsphase. Die EPBD 2024 erweitert diesen Ansatz grundlegend: Zukünftig sollen die Lebenszyklus-Treibhausgasemissionen eines Gebäudes bewertet werden. Diese umfassen sämtliche Emissionen, die von der Herstellung der Baustoffe und technischen Anlagen über Errichtung, Betrieb, Instandhaltung bis hin zu Rückbau, Entsorgung und Recycling entstehen.

Die Klimawirkung eines Gebäudes soll als Kilogramm Kohlendioxid-Äquivalente pro Quadratmeter Nutzfläche und Jahr (kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/a) ausgewiesen werden. Diese Betrachtung ist ab 2028 für neue öffentliche Gebäude und ab 2030 für alle Neubauten verpflichtend, perspektivisch sollen zudem verbindliche Grenzwerte eingeführt werden.

## Graue Emissionen gewinnen an Bedeutung

Ein zentrales Element der neuen Systematik ist die stärkere Berücksichtigung der so genannten grauen Emissionen. Diese entstehen insbesondere in der Herstellungs- und Bauphase und machen – je nach Gebäudetyp – bereits heute einen erheblichen Anteil der Gesamtemissionen aus. Baustoffe, Bauprodukte und technische Anlagen werden damit stärker als bisher hinsichtlich ihrer Klimawirkung bewertet.

Für Planer und Bauherren bedeutet das: Entscheidungen über Materialien, Konstruktionen und technische Systeme müssen frühzeitig und ganzheitlich getroffen werden. Ein niedriger Energieverbrauch

im Betrieb allein reicht nicht mehr aus, wenn dieser durch hohe Emissionen in der Herstellung erkauft wird.

## Neue Rolle der Technischen Gebäudeausrüstung

Besonders relevant ist die CO<sub>2</sub>-Fußabdruck-Betrachtung für die Technische Gebäudeausrüstung. Lüftungs-, Klima-, Heiz- und Kühlsysteme verursachen zwar auch Emissionen in der Herstellung; sie haben aber gleichzeitig einen erheblichen Einfluss auf die Betriebsphase – und damit auf den größten Teil der Lebenszyklusemissionen.

Die EPBD 2024 macht deutlich: Effiziente, bedarfsgerechte und langlebige TGA-Systeme sind ein zentraler Hebel zur CO<sub>2</sub>-Reduktion. Mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung, intelligente Regelungstechnik, effiziente Kühlung zur Vermeidung von Überhitzung und die Integration Erneuerbarer Energien tragen entscheidend dazu bei, Emissionen über Jahrzehnte hinweg zu senken.

Die Technische Gebäudeausrüstung wird damit nicht länger nur als Komfort- oder Zusatztechnik betrachtet, sondern als integraler Bestandteil einer klimaneutralen Gebäudestrategie.

## Klimaschutz und Gesundheit gemeinsam denken

Ein weiterer wichtiger Aspekt der EPBD 2024 ist die klare Verbindung von Klimaschutz und dem Wohlbefinden der Nutzer. Die Richtlinie betont ausdrücklich, dass Energieeffizienzmaßnahmen nicht zulasten der Innenraumluftqualität, des thermischen Komforts oder der Gesundheit gehen dürfen.

Gerade in Zeiten zunehmender Hitzeperioden, höherer Anforderungen an Hygiene und steigender Nutzungsdichten in Gebäuden ist das wichtig. Eine ausreichende, mechanische und bedarfsgerechte Lüftung reduziert Gesundheitsrisiken, verbessert die Leistungsfähigkeit der Nutzer und leistet gleichzeitig einen Beitrag zur Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung.

## Konsequenzen für Planung und Verbandsarbeit

Die CO<sub>2</sub>-Fußabdruck-Betrachtung nach der EPBD 2024 erfordert ein Umdenken entlang der gesamten Wertschöpfungskette: Die Planung wird interdisziplinärer, Entscheidungen müssen früher getroffen und langfristiger bewertet werden. Gleichzeitig steigt die Bedeutung von Normen, technischen Regeln und praxisnahen Leitfäden, um Planungs- und Investitionssicherheit zu gewährleisten.

## Herausforderungen

Nicht für jedes Produkt und für jede zu erbringende Leistung sind aktuell alle benötigten Daten verfügbar. Darüber hinaus werden nicht alle Produkte und Komponenten direkt mit CO<sub>2</sub>-Ausstoßäquivalenten bewertet werden können. Als Beispiel können hier Druckverluste von Regelorganen oder von Luftleitungen dienen. Die benötigten Leistungen werden den Pumpen oder Ventilatoren zugerechnet.

Außerdem ist aktuell noch nicht klar, wie all die Daten von Komponenten und Leis-



Grafik: BTGA e.V.





tung für ein gesamtes Gebäude zusammengefasst werden können. Wird das eine Software übernehmen?

### Umsetzungsfristen und Stufenplan der EPBD 2024

Die Einführung der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck-Betrachtung erfolgt nicht abrupt, sondern über einen klar definierten Stufenplan. Damit erhalten Mitgliedstaaten, Bauherren, Planer und die Bau- und TGA-Branche die notwendige Zeit, sich auf die neuen Anforderungen einzustellen.

Zunächst müssen die Mitgliedstaaten die Vorgaben der EPBD 2024 innerhalb von 24 Monaten nach Inkrafttreten im nationalen Recht umsetzen – also eigentlich bis spätestens Ende Mai 2026. In diesem Zeitraum werden die methodischen Grundlagen, Berechnungssystematiken und nationalen Umsetzungsregeln festgelegt. Dazu gehören insbesondere die Definition der Lebenszyklusgrenzen, der anzuwendenden Datenquellen und der Berichtsformate für die Treibhausgasemissionen von Gebäuden.

Ein zentraler Meilenstein wird ab 2028 folgen: Für neue öffentliche Gebäude ist dann eine Berechnung und Offenlegung der Lebenszyklus-Treibhausgasemissionen verpflichtend vorgeschrieben. Öffentliche Bauvorhaben übernehmen damit eine Vorreiterrolle und dienen als Referenz für Methodik, Markttransparenz und praktische Umsetzung.

Ab 2030 wird die CO<sub>2</sub>-Fußabdruck-Betrachtung schließlich für alle Neubauten verpflichtend – unabhängig von der Bauherrschaft. Ab diesem Zeitpunkt müssen die gesamten Lebenszyklusemissionen eines Gebäudes berechnet und dokumentiert werden. Parallel dazu sollen auf europäischer Ebene stufenweise Grenzwerte für die maximal zulässigen Lebenszyklus-Emissionen entwickelt und eingeführt werden. Diese Grenzwerte werden je nach Gebäudetyp differenziert und in den Folgejahren weiter verschärft.

Für den Bestandssektor sieht die EPBD 2024 zunächst keine unmittelbare Pflicht zur vollständigen Lebenszyklusbilanz vor. Allerdings ist davon auszugehen, dass die CO<sub>2</sub>-Fußabdruck-Betrachtung mittelfristig auch bei größeren Sanierungen, Förderprogrammen und der Bewertung von Modernisierungsmaßnahmen an Bedeutung gewinnen wird. Insbesondere die Wahl technischer Systeme und die Verlängerung der Nutzungsdauer von Anlagen werden dabei eine wichtige Rolle spielen.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass immer dann, wenn bei der Sanierung ein Bauantrag zu stellen ist, die CO<sub>2</sub>-Fußabdruck-Betrachtung Anwendung finden wird.

### Bedeutung der Fristen für die TGA

Die gestaffelten Umsetzungsfristen geben der TGA-Branche ein Zeitfenster, um Kompe-

tenzen, Datenstrukturen und Planungsprozesse weiterzuentwickeln. Für die TGA bedeutet das, dass klimaeffiziente, langlebige und wartungsfreundliche Systeme zukünftig nicht nur unter energetischen, sondern auch unter lebenszyklusbezogenen Gesichtspunkten bewertet werden müssen.

Hersteller, Fachunternehmen und Verbände sind gefordert, frühzeitig Transparenz über Emissionsdaten zu schaffen, praxisgerechte Lösungen zu entwickeln und die Fachwelt bei der Umsetzung zu unterstützen. Gleichzeitig bieten die Fristen Planungssicherheit und ermöglichen es, die Marktfähigkeit von Innovationen zu erreichen und die Transformation der Branche aktiv mitzugestalten.

### Fazit

Die EPBD 2024 zeigt deutlich: Zukünftig spielt die ganzheitliche Betrachtung von Gebäuden über ihren gesamten Lebenszyklus eine entscheidende Rolle. Die CO<sub>2</sub>-Fußabdruck-Betrachtung schafft Transparenz über die tatsächliche Klimawirkung und stärkt die Bedeutung intelligenter, effizienter Gebäudetechnik. Für die Technische Gebäudeausrüstung ist das Herausforderung und Chance zugleich – und ein klarer Auftrag, Klimaschutz, Wirtschaftlichkeit und Nutzerkomfort gemeinsam zu gestalten. ◀



## Der sichere Weg zu relevanten Fachinformationen

- Fachartikel und Reportagen
- Produkt-News
- IKZ-Podcasts
- Webinare (Live und Archiv)
- Fachbücher (Empfehlungen und Shop)



„Teste jetzt die Suche auf IKZ-select!“

Der QR-Code führt direkt zur Suche nach Inhalten zum Thema „Wärmepumpe“ auf [www.ikz-select.de](http://www.ikz-select.de)

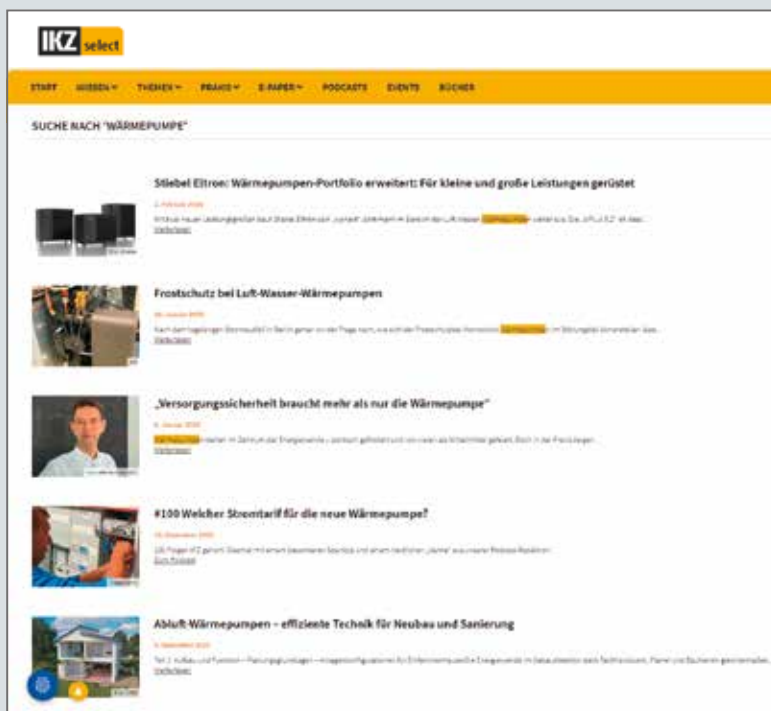


Abbildung 1: Der regulatorische Fokus liegt heute auf der Frage, ob und in welchen Anwendungen PFAS noch vertretbar sind.



Grafik: BTGA e.V.

# Das geplante PFAS-Verbot – Auswirkungen auf die Verwendung von Kältemitteln



Christoph Brauneis,  
Beauftragter für  
Politik und Medien,  
VDKF e.V., Bonn  
und Bundesfach-  
schule Kälte-Klima-  
Technik



Jörn Stiegelmeier,  
Chief Technology  
Officer, ENGIE  
Refrigeration GmbH,  
Lindau



Stefan Tuschy,  
technischer  
Referent,  
BTGA e.V.,  
Berlin

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) sind chemische Verbindungen, die durch ihre extrem stabile Kohlenstoff-Fluor-Bindung charakterisiert werden. Diese Bindung zählt zu den stärksten in der organischen Chemie und macht viele PFAS zu Substanzen mit einzigartigen technischen Eigenschaften: Sie sind zum Beispiel hitzebeständig, wasser- und fettabweisend sowie chemisch nahezu inert. Diese Eigenschaften haben ihnen über Jahrzehnte hinweg eine Schlüsselrolle in vielen industriellen Anwendungen verschafft – vom Korrosionsschutz über die Elektronik bis hin zur Kälte- und Klimatechnik (Abbildung 2). In der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) bilden sie das Rückgrat vieler moderner Systeme, insbesondere als synthetische Kältemittel.

Gleichzeitig sind viele PFAS aufgrund ihrer Persistenz problematisch. Sie werden in der Umwelt kaum abgebaut und lassen sich in Böden, Gewässern und Organismen nachweisen. Diese Langlebigkeit hat ihnen den Beinamen „Forever Chemicals“ eingebracht. Der regulatorische Fokus liegt heute auf der Frage, ob und in welchen Anwendungen PFAS noch vertretbar sind – und welche Alternativen technisch realisierbar bleiben. Besonders im Bereich der Kältetechnik ist diese Diskussion brisant, da nahezu alle fluorierten Kältemittel – also F-Gase – zu den PFAS gehören.

An dieser Stelle muss allerdings festgehalten werden, dass sowohl die Eigenschaften und Einsatzgebiete als auch das Gefährdungspotenzial der abertausenden, verschiedenen PFAS-Substanzen völlig unterschiedlich sind. Es gibt hochtoxische und extrem gesundheitsschädliche PFAS; aber auch solche, die als Beschichtungen von Pfannen (mit Lebensmittelkontakt) verwendet werden oder als Zusatzstoffe in Asthma-Sprays, die von Menschen gefahrlos inhaliert werden können.

## Synthetische Kältemittel und ihre stoffrechtliche Einordnung

Die Mehrzahl der in der TGA eingesetzten synthetischen Kältemittel basiert auf Fluorchemie. Zu unterscheiden sind dabei drei Hauptgruppen: die Hydrofluorkohlenwasserstoffe (HFKW), die Hydrofluorolefine (HFO) und deren Gemische. Diese Stoffe wurden ursprünglich als Ersatz für ozonschädigende FCKW und HFCKW eingeführt und gelten seither als tragende Säule der Kälte- und Wärmepumpentechnik. Chemisch betrachtet sind sie jedoch PFAS – mit Ausnahme weniger Verbindungen wie R32 (Difluormethan) oder R1132a, die nicht unter diese Definition fallen.

Bereits die F-Gase-Verordnung (EU-VO 2024/573) zielt auf eine schrittweise Reduktion der Treibhauswirkung fluorierter Kältemittel durch Quoten, Inverkehrbringungsverbote und Phase-out-Ziele bis 2050. Das ge-

plante PFAS-Verbot würde noch tiefer greifen: Es würde die stoffliche Grundlage der meisten modernen Kältemittel infrage stellen – einschließlich vieler HFO-Kältemittel, die eigentlich als nachhaltige Alternativen mit geringem GWP (Global Warming Potential – Erderwärmungspotenzial) eingeführt wurden.

In der TGA sind typische PFAS-basierte Kältemittel R134a, R410A, R404A, R407C und HFO wie R1234yf, R1234ze, R454B und R513A. Diese Stoffe zeichnen sich durch gute thermodynamische Eigenschaften, moderate Drücke und hohe Energieeffizienz aus. Allerdings entstehen bei ihrem atmosphärischen Abbau Verbindungen wie Trifluoressigsäure (TFA), die als persistent gelten und in der Umwelt nachweisbar sind. Obwohl eine UNEP-Studie aus dem Jahr 2023 zu dem Ergebnis kommt, dass die derzeitigen TFA-Konzentrationen keine Gefahr für Mensch und Umwelt darstellen, bleibt der politische Wille bestehen, die PFAS-Gruppe als Ganzes zu regulieren (Abbildung 3).

## Regulatorischer Hintergrund und aktuelle Entwicklungen

Die novellierte F-Gase-Verordnung trat am 11. März 2024 in Kraft und markiert einen tiefen Einschnitt für die Branche. Sie reduziert die zulässige Menge an F-Gasen in der EU – gemessen in Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent – drastisch. Bis 2025 stehen nur noch rund 42 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent zur Ver-



| Application                                           | Tonnage range | Emission range [%] emitted in manufacturing and use phase | Contribution to total emission |
|-------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Applications of fluorinated gases                     | 5             | 3                                                         | 4                              |
| Transport                                             | 5             | 3                                                         | 4                              |
| Construction products                                 | 5             | 3                                                         | 2                              |
| TULAC                                                 | 5             | 2                                                         | 3                              |
| Food contact materials and packaging                  | 5             | 2                                                         | 1                              |
| Manufacture                                           | 5             | 1                                                         | 1                              |
| Sealing applications                                  | 5             | 1                                                         | 1                              |
| Electronics and semiconductors                        | 5             | 1                                                         | 1                              |
| Other medical applications                            | 4             | 4                                                         | 2                              |
| Medical devices                                       | 4             | 3                                                         | 3                              |
| Lubricants                                            | 4             | 2                                                         | 2                              |
| Technical textiles                                    | 4             | 2                                                         | 1                              |
| Military applications                                 | 4             | 2                                                         | 1                              |
| Broader industrial uses                               | 4             | 2                                                         | 1                              |
| Energy sector                                         | 4             | 1                                                         | 1                              |
| Cosmetics                                             | 3             | 2                                                         | 1                              |
| Explosives                                            | 3             | 2                                                         | 1                              |
| Metal plating and manufacture of metal products       | 3             | 1                                                         | 1                              |
| Machinery applications                                | 3             | 1                                                         | 1                              |
| Printing applications                                 | 3             | 1                                                         | 1                              |
| Consumer mixtures and miscellaneous consumer articles | 2             | 3                                                         | 1                              |
| Ski wax                                               | 1             | 3                                                         | 1                              |
| Petroleum and mining                                  | 1             | 2                                                         | 1                              |

| Legend              |                |                    |         |
|---------------------|----------------|--------------------|---------|
| Tonnage range [t/a] |                | Emission range [%] |         |
| 1                   | 0 – 10         | 1                  | 0 – 5   |
| 2                   | 10 – 100       | 2                  | 5 – 25  |
| 3                   | 100 – 1 000    | 3                  | 25 – 75 |
| 4                   | 1 000 – 10 000 | 4                  | 75 – 95 |
| 5                   | > 10 000       | 5                  | > 95    |

Abbildung 2: Darstellung der Bandbreite der Tonnagen und Emissionen für die bewerteten Herstellungs- und Verwendungsgruppen auf der Grundlage von Daten für 2020

fügung, verglichen mit knapp 180 Millionen im Jahr 2015. Ab 2050 wird ein vollständiger Phase-out erwartet. Dieser Prozess zwingt Hersteller und Planer dazu, auf Kältemittel mit geringem Treibhauspotenzial und alternativen chemischen Strukturen umzusteigen.

Parallel dazu arbeitet die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) an einem umfassenden PFAS-Beschränkungsvorschlag, der sämtliche PFAS-Verbindungen erfassen soll. Der Entwurf sieht ein generelles Verbot mit wenigen, zeitlich befristeten Ausnahmen vor, beispielsweise für medizinische Anwendungen, Halbleiterfertigung oder Spezialindustrien. In der Kälte- und Klimatechnik würden nahezu alle synthetischen Kältemittel vom Markt verschwinden. Konkret geht es um Inverkehrbringungsverbote von Neuanlagen mit F-Gasen; Bestandsanlagen sollen nicht außer Betrieb genommen werden müssen. Der Einsatz von F-Gasen wäre voraussichtlich nur noch für die Wartung bestehender Anlagen erlaubt. Wann das Verbot tatsächlich in Kraft treten wird, hängt von den politischen Entscheidungsprozessen in Brüssel ab: Derzeit wird ein Inkrafttreten um das Jahr 2028 erwartet – nach einer Übergangszeit von 18 Monaten würden die ersten Verbote greifen (Abbildung 4).

#### Technische und wirtschaftliche Auswirkungen auf die Kältetechnik

Für die TGA-Branche bedeutet die Kombination aus F-Gase-Phase-down und PFAS-Beschränkung eine doppelte Herausforderung.



Newsletter kostenfrei

alle 2 Wochen



Jetzt  
anmelden!

 [www.tab.de/newsletter](http://www.tab.de/newsletter)

Newsletter



| Entry | Substance                                 | Code                     | Structure                                                          |
|-------|-------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1     | Fluoroform (trifluoromethane)             | HFC-23 (not in scope)    | CHF <sub>3</sub>                                                   |
| 2     | Difluoromethane                           | HFC-32 (not in scope)    | CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>                                     |
| 3     | 1,1,1,2,2,3,4,5,5,5-Decafluoropentane     | HFC-43-10mee             | CF <sub>3</sub> -CF <sub>2</sub> -CHF-CHF-CF <sub>3</sub>          |
| 4     | Pentafluoroethane                         | HFC-125                  | CF <sub>3</sub> -CHF <sub>2</sub>                                  |
| 5     | 1,1,1,2-Tetrafluoroethane                 | HFC-134a                 | CF <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> F                                 |
| 6     | 1,1,1-Trifluoroethane                     | HFC-143a                 | CF <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>                                   |
| 7     | 1,1-Difluoroethane                        | HFC-152a (not in scope)  | CHF <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>                                  |
| 8     | 1,1,1,2,3,3,3-Heptafluoropropane          | HFC-227ea                | CF <sub>3</sub> -CHF-CF <sub>3</sub>                               |
| 9     | 1,1,1,3,3,3-Hexafluoropropane             | HFC-236fa                | CF <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CF <sub>3</sub>                  |
| 10    | 1,1,1,3,3-Pentafluoropropane              | HFC-245fa                | CF <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CHF <sub>2</sub>                 |
| 11    | 1,1,1,3,3-Pentafluorobutane               | HFC-365mfc               | CF <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CF <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> |
| 12    | 1-Chloro-1,2,2,2-tetrafluoroethane        | HCFC-124                 | CHClF-CF <sub>3</sub>                                              |
| 13    | 1,1-Dichloro-1-fluoroethane               | HCFC-141b (not in scope) | CCl <sub>2</sub> F-CH <sub>3</sub>                                 |
| 14    | 3,3-Dichloro-1,1,1,2,2-pentafluoropropane | HCFC-225ca/cb            | CF <sub>3</sub> -CF <sub>2</sub> -CHCl <sub>2</sub>                |
| 15    | 1,1-Difluoroethylene                      | HFO-1132a (not in scope) | CH <sub>2</sub> =CF <sub>2</sub>                                   |
| 16    | 1-Chloro-2,3,3,3-tetrafluoropropene       | HFO-1224yd(Z) *          | CHCl=CF-CF <sub>3</sub>                                            |
| 17    | 1-Chloro-3,3,3-trifluoro-1-propene        | HFO-1233zd(E) **         | CHCl=CH-CF <sub>3</sub>                                            |
| 18    | 2,3,3,3-Tetrafluoropropene                | HFO-1234yf               | CH <sub>2</sub> =CF-CF <sub>3</sub>                                |
| 19    | Trans-1,3,3,3-tetrafluoroprop-1-ene       | HFO-1234ze(E) ***        | CHF=CH-CF <sub>3</sub>                                             |
| 20    | 1,3,3,3-Tetrafluoropropene                | HFO-1234ze(E) ***        | CHF=CH-CF <sub>3</sub>                                             |
| 21    | Trans-1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-ene     | HFO-1336mzz(E)           | CF <sub>3</sub> -CH=CH-CF <sub>3</sub>                             |
| 22    | Cis-1,1,1,4,4,4-Hexafluoro-2-butene       | HFO-1336mzz(Z)           | CF <sub>3</sub> -CH=CH-CF <sub>3</sub>                             |
| 23    | (Z)-1-Chloro-2,3,3,3-tetrafluoropropene   | HCFO-1224yd *            | CHCl=CF-CF <sub>3</sub>                                            |
| 24    | Trans-1-chloro-3,3,3-trifluoropropene     | HCFO-1233zd(E) **        | CHCl=CH-CF <sub>3</sub>                                            |
| 25    | 2-Bromo-3,3,3-trifluoroprop-1-ene         | BTP, 2-BTP, Halotron BrX | CH <sub>2</sub> =CBr-CF <sub>3</sub>                               |

Abbildung 3: Liste spezifischer fluorierter Gasstoffe, die in verschiedenen kommerziellen Anwendungen identifiziert wurden.

rung. Einerseits steigen die Kosten und die Unsicherheit beim Beschaffen synthetischer Kältemittel, andererseits erfordert der Umstieg auf natürliche Alternativen tiefgreifende Änderungen in der Sicherheitstechnik und Schulung.

Kältemittel wie R410A und R404A, die bislang in Split-Systemen und gewerblichen Kälteanlagen Standard waren, dürfen ab 2025 nur noch eingeschränkt in Verkehr gebracht werden. Für viele Wärmepumpenlösungen der mittleren Leistungsklasse wird derzeit auf HFO-Mischungen wie R454B oder R513A gesetzt – beide sind PFAS-basiert und somit potenziell von einem zu-

künftigen Verbot betroffen. Anlagenbauer, Planer und Betreiber müssen daher bereits heute Strategien entwickeln, die eine spätere Umrüstung ermöglichen oder den Austausch erleichtern.

Besonders problematisch sind Anwendungen mit hohen Anforderungen an Temperaturhub, Druckniveau oder Sicherheit. Propan (R290) gilt als hocheffizienter, aber brennbarer Ersatzstoff, dessen Einsatz durch die EN 378 in Bezug auf Füllmengen und Aufstellbedingungen begrenzt ist. Ammoniak (R717) ist toxisch und in vielen öffentlichen Gebäuden nicht zulässig. CO<sub>2</sub> (R744) bietet hervorragende Umweltwerte, erreicht

jedoch bei hohen Außentemperaturen oder im Teillastbetrieb Effizienzgrenzen. Für tiefe Verdampfungstemperaturen unter -40 °C, wie sie beispielsweise in der Medizin- oder Labor-Kältetechnik benötigt werden, existieren bislang kaum praxistaugliche Alternativen zu PFAS-basierten Kältemitteln wie R23 oder HFO-Mischungen. Aber nicht nur die Kältemittel sind betroffen: Die drohenden Verbote gelten auch für andere Komponenten. In der TGA gibt es kritische Anwendungsgebiete, in denen PFAS-basierte Materialien bisher kaum zu ersetzen sind. Dazu gehören:

- Dichtungen und Membranen in Heizungs-, Kälte- und Wärmepumpenanlagen, die extremen Temperaturen standhalten müssen,
- korrosionsbeständige Beschichtungen bei Rohrleitungen oder Wärmetauschern und
- Spezialfilter und Membranen in Wasseraufbereitungs- und Lüftungssystemen.

Für solche Anwendungen sieht die ECHA mögliche Ausnahmen („essential use“) vor. Doch die Definition, was als essenziell gilt, ist umstritten. Selbst wenn Ausnahmen für Fluorpolymere in der Medizintechnik oder Halbleiterfertigung wahrscheinlich sind, ist für fluoridierte Kältemittel in der Gebäudetechnik derzeit keine dauerhafte Ausnahmeregelung absehbar.

Mehr als zweifelhaft ist, dass für alle Bereiche in der Kürze der Zeit PFAS-freie Ersatzstoffe mit gleichen Produkteigenschaften gefunden, erprobt und zur Marktreife gebracht werden können. Das wird mittlerweile auch in der Politik so gesehen: Die EU-Kommission rückte bereits von der Forderung eines umfassenden PFAS-Verbots ab und stellte in Aussicht, dass Ausnahmen von Beschränkungen gewährt werden könnten – wenn keine Alternativen zur Verfügung stehen und die sozioökonomischen Kosten der Beschränkung im Vergleich zur Risikominimierung unverhältnismäßig wären.

## Chancen, Risiken und Entwicklungsperspektiven

Trotz der absehbaren Einschränkungen eröffnen die PFAS- und die F-Gase-Regulierung auch Chancen für technologische Innovation. Der wachsende Druck auf Hersteller, PFAS-freie und klimaverträgliche Alternativen zu entwickeln, fördert Investitionen in Forschung und neue Werkstoffkonzepte. Besonders vielversprechend sind Entwicklungen im Bereich nicht-fluorierter Kältemittel mit geringer Persistenz oder vollständig neuer Molekülstrukturen. Gleichzeitig wächst das Interesse an hybriden Systemen, die verschiedene Kältemittelkreisläufe kombinie-

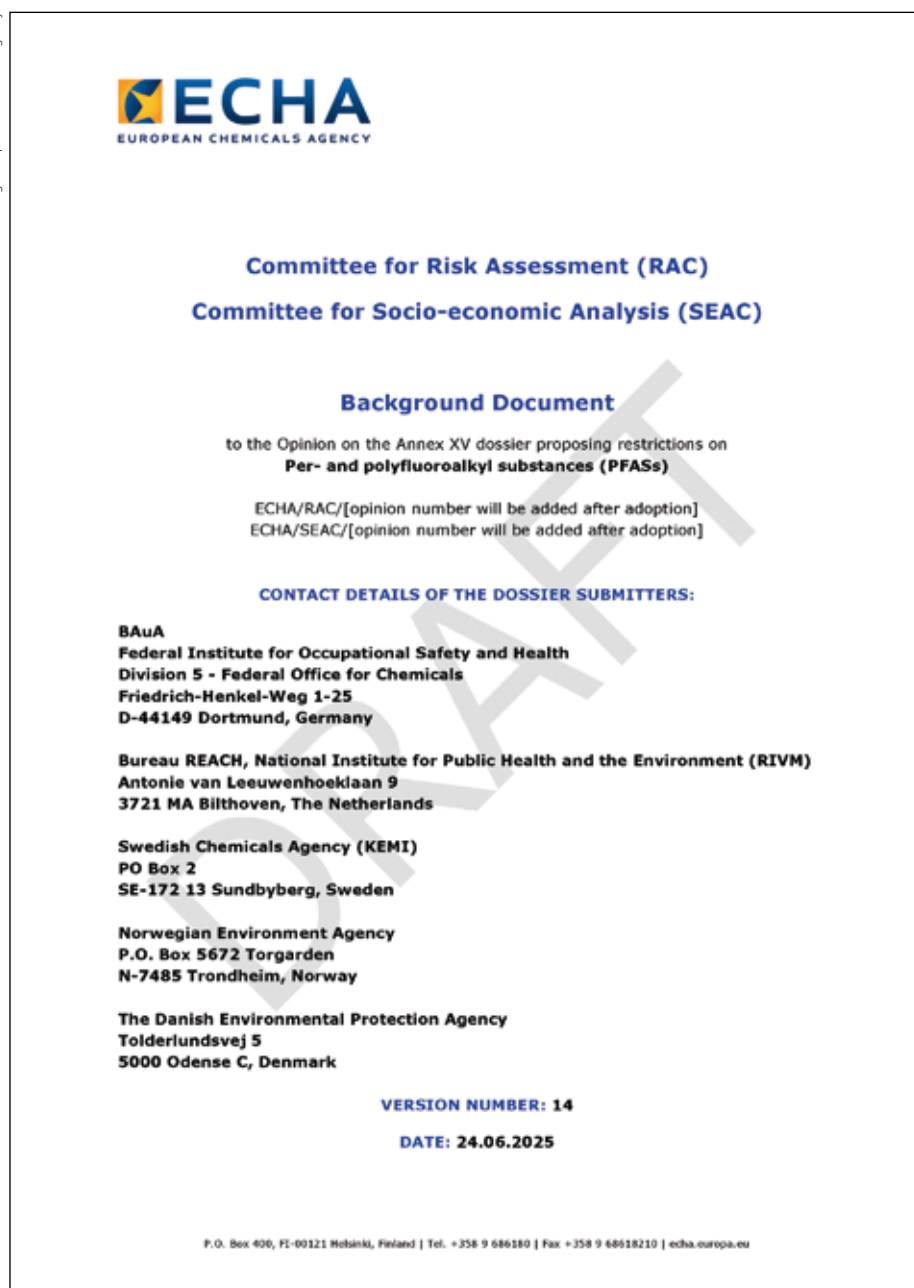


Abbildung 4: Hintergrunddokument zur Stellungnahme zum Anhang-XV-Dossier, in dem Beschränkungen für per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) vorgeschlagen werden

ren und damit sicherheitstechnische Risiken minimieren.

Für die Branche der Technischen Gebäudeausrüstung bedeutet das einen Paradigmenwechsel: Die Auswahl des Kältemittels wird zukünftig nicht mehr nur nach thermodynamischer Leistungsfähigkeit erfolgen, sondern auch nach regulatorischer Nachhaltigkeit. Unternehmen, die frühzeitig auf PFAS-freie Lösungen setzen und in Schulung, Sicherheitstechnik und Systemintegration investieren, können sich strategische Vorteile sichern. Die Entwicklung effizienter natürlicher Kältemittelanlagen mit CO<sub>2</sub> oder

Propan gilt dabei als zentraler Schlüssel, um die Versorgungssicherheit im Gebäudesektor langfristig zu gewährleisten.

Die Risiken eines PFAS-Verbotes sind:

- **Produktverfügbarkeit** – zahlreiche Komponenten (Dichtungen, Beschichtungen, Ventile) könnten vom Markt verschwinden,
- **Kostensteigerungen** – Ersatzstoffe sind teurer und technisch weniger erprobt,
- **rechtliche Unsicherheit** – Haftungsfragen bei PFAS-haltigen Materialien sind noch ungeklärt,
- **Engpässe bei Ersatzteilen und Service.**

Ein PFAS-Verbot kann aber auch Chancen bieten:

- **Innovationstreiber** – der Regulierungsdruck beschleunigt die Entwicklung neuer, nachhaltiger Materialien und Kältemittel,
- **Wettbewerbsvorteil** – Unternehmen, die frühzeitig auf PFAS-freie Lösungen setzen, sichern sich Marktpositionen,
- **Nachhaltigkeitsprofil** – die Abkehr von problematischen Stoffen stärkt die Ziele „Umwelt, Soziales und Unternehmensführung (Environmental, Social, Governance – ESG)“ und das öffentliche Vertrauen.

### Zukunft zwischen Regulierung und Innovation

In den kommenden zehn Jahren wird sich die Kältetechnik grundlegend verändern: Die F-Gase-Quote sinkt weiter, die stoffrechtlichen Rahmenbedingungen werden enger und die regulatorische Komplexität wird zunehmen. Zwischen 2028 und 2035 dürfte sich entscheiden, ob synthetische Kältemittel auf Fluorbasis eine – wenn auch reduzierte – Zukunft haben oder ob die Branche vollständig auf natürliche und neuartige Alternativen umstellt. Parallel werden Normen und Sicherheitsstandards angepasst werden müssen, um den Einsatz brennbarer Kältemittel im urbanen Umfeld zu ermöglichen.

Langfristig wird sich die TGA-Branche auf eine Diversifizierung der Kältemittel einstellen müssen. Während CO<sub>2</sub> und Propan im mittleren Leistungsbereich dominieren werden, bleiben PFAS-basierte Stoffe für Spezialanwendungen möglicherweise unverzichtbar, beispielsweise in der Prozess- oder Ultradieftkühlung. Eine gezielte Regulierung mit Ausnahmen für essenzielle Anwendungen könnte den dafür notwendigen Handlungsspielraum schaffen. Entscheidend wird sein, ob Politik und Industrie eine Balance zwischen Umweltverantwortung, technischer Machbarkeit und wirtschaftlicher Tragfähigkeit finden.

# Reales Bauvolumen steigt 2026 – Nichtwohnbau folgt 2027

Erstmals seit 2020 soll das reale Bauvolumen in Deutschland im Jahr 2026 wieder steigen – um 1,7 Prozent. Für das Jahr 2027 erwartet das DIW sogar ein Wachstum von 3,4 Prozent. Damit würde in beiden Jahren der reale Zuwachs des Bauvolumens deutlich über dem prognostizierten gesamtwirtschaftlichen Wachstum liegen. Getrieben wird diese Entwicklung durch den öffentlichen Bau, der in diesem und im nächsten Jahr um real 6,7 Prozent steigen soll. Die Baupreise stiegen im Jahr 2025 um 3,2 Prozent; für 2026 wird ein Anstieg um 2,7 Prozent erwartet. Rund 35 Prozent des gesamten Bauvolumens im Hochbaubestand können 2024 energetischen Sanierungen zugeschrieben werden.



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

Im Jahr 2025 stieg das nominale Bauvolumen (Hoch- und Tiefbau) um insgesamt 1,9 Prozent gegenüber dem Vorjahr auf rund 545 Milliarden Euro (Tabelle 1)<sup>1</sup>. Das geht aus Berechnungen des DIW Berlin – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V. hervor. Der Preisindex des Bauvolumens lag laut DIW im Jahr 2025 bei 3,2 Prozent.<sup>2</sup>

Preisbereinigt schrumpfte die Bauwirtschaft insgesamt im Jahr 2025 um 1,2 Prozent.<sup>3</sup> Dafür war vor allem der Wohnungsbau verantwortlich (-2,6 Prozent). Trotz schwacher Konjunktur legte der Wirtschaftsbau im Jahr 2025 mit 0,7 Prozent leicht zu – stützend dürfte laut DIW der steigende Bedarf an

Rechenzentren gewirkt haben.<sup>4</sup> Der öffentliche Bau verzeichnete ein Wachstum von 1,0 Prozent.<sup>5</sup>

Die sehr unterschiedliche Bedeutung der einzelnen Baubereiche zeigt eine Aufschlüsselung des gesamten Bauvolumens: Nominal lag 2024 der Wohnungsbau bei 57,3 Prozent. Er weist weiterhin den mit deutlichem Abstand größten Anteil am Bauvolumen auf. Der Anteil des Wirtschaftsbaus (Hoch- und Tiefbau) lag bei 25,1 Prozent und der Anteil des öffentlichen Baus bei 17,6 Prozent (Diagramm 1).<sup>6</sup>

## Ausblick auf die Jahre 2026 und 2027

Das DIW prognostiziert, dass sich die Lage der deutschen Bauwirtschaft in diesem Jahr erholen wird.<sup>7</sup> Für das Jahr 2026 wird ein Wachstum des nominalen Bauvolumens insgesamt um 4,4 Prozent auf ca. 569 Milliarden Euro (Tabelle 1) erwartet. Nach fünf Krisenjahren soll das Bauvolumen 2026 preisbereinigt zum ersten Mal wieder steigen – insgesamt um 1,7 Prozent. Nach Baubereichen aufgeschlüsselt rechnet das DIW mit 0,9 Prozent Wachstum im Wohnungsbau, mit -0,1 Prozent im Wirtschaftsbau und mit 6,7 Prozent im öffentlichen Bau.<sup>8</sup>

Für das Jahr 2027 erwartet das DIW, dass das nominale Bauvolumen insgesamt um 6,4 Prozent auf rund 605 Milliarden Euro steigt. Preisbereinigt wäre das ein Anstieg um 3,4 Prozent.<sup>9</sup> Damit würde 2026 und 2027 der reale Zuwachs des Bauvolumens deutlich über dem prognostizierten gesamtwirtschaftlichen Wachstum liegen.<sup>10</sup> Der Wohnungsbau und der Wirtschafts-

bau sollen 2027 real je um 2,7 Prozent wachsen, der öffentliche Bau wie schon 2026 um 6,7 Prozent.

Das DIW rechnet damit, dass die Baupreise 2026 voraussichtlich um 1,7 Prozent steigen und 2027 um 3,4 Prozent.<sup>11</sup>

## Entwicklung des Ausbaugewerbes und des Bauhauptgewerbes

Preisbereinigt schrumpfte 2025 das Bauvolumen des von der Bauinstallation bestimmten Ausbaugewerbes: Das DIW ermittelte ein Minus von 1,8 Prozent (2024: -4,1 Prozent). Für das Jahr 2026 wird ein Plus von 1,2 Prozent erwartet. Im Jahr 2027 soll das Ausbaugewerbe dann um 3,0 Prozent wachsen.<sup>12</sup>

Das Bauhauptgewerbe schrumpfte 2025 im Vergleich zum Vorjahr leicht um 0,5 Prozent (2024: -1,7 Prozent). Im Jahr 2026 soll es um 2,6 Prozent wachsen und für 2027 erwartet das DIW für das Bauhauptgewerbe sogar ein Plus von 4,1 Prozent.<sup>13</sup>

## Investitionen in energetische Sanierungen steigen

Das DIW hat für das Bauvolumen im Hochbau auch den Anteil der Maßnahmen für energetische Sanierungen am Bestandsvolumen untersucht (Tabelle 2).<sup>14</sup> Das Gesamtvolumen der Investitionen in energetische Sanierungen stieg 2024 auf fast 110 Milliarden Euro (2023: 97 Milliarden Euro).<sup>15</sup>

35 Prozent des gesamten Bauvolumens im Hochbaubestand können 2024 laut DIW dem Baubereich „energetische Sanierung“ zugeschrieben werden – 2019 waren es nur 26 Prozent.<sup>16</sup> Laut DIW ist dieser starke Anstieg „auf die Expansion der Investitionstätigkeit bei Photovoltaikanlagen zurückzuführen“. Die Investitionstätigkeit im Bereich der Dämmung von Dach, Wand und Fenstern stagniere dagegen seit Jahren bzw. sei preisbereinigt sogar zurückgegangen.

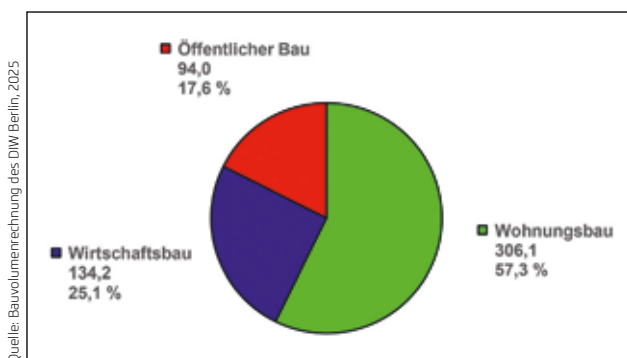


Diagramm 1: Struktur des nominalen Bauvolumens in Deutschland nach Baubereichen im Jahr 2024 (Hoch- und Tiefbau) – in jeweiligen Preisen in Milliarden Euro; Anteile in Prozent



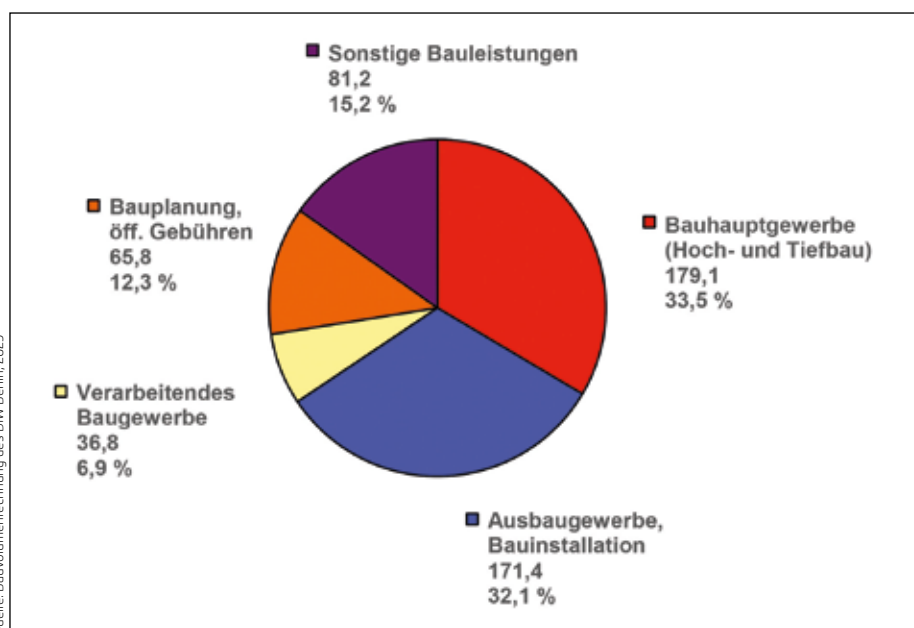


Tabelle 1: Entwicklung des Bauvolumens in Deutschland

|                                                       | 2022  | 2023  | 2024  | 2025* | 2026* | 2027* |
|-------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>in Milliarden Euro zu jeweiligen Preisen</b>       |       |       |       |       |       |       |
| nominales Bauvolumen insgesamt                        | 511,9 | 534,1 | 534,3 | 544,5 | 568,6 | 605,1 |
| <b>real, Kettenindex 2015=100</b>                     |       |       |       |       |       |       |
| reales Bauvolumen insgesamt                           | 91,3  | 88,5  | 85,9  | 84,8  | 86,2  | 89,2  |
| <b>Nach Baubereichen</b>                              |       |       |       |       |       |       |
| Wohnungsbau                                           | 91,6  | 88,0  | 83,7  | 81,5  | 82,3  | 84,5  |
| Wirtschaftsbau                                        | 89,3  | 86,5  | 84,9  | 85,5  | 85,4  | 87,7  |
| Öffentlicher Bau                                      | 93,6  | 93,3  | 95,2  | 96,2  | 102,6 | 109,5 |
| <b>Nach Produzentengruppen</b>                        |       |       |       |       |       |       |
| Bauhauptgewerbe                                       | 92,6  | 89,4  | 87,9  | 87,5  | 89,8  | 93,5  |
| Ausbaugewerbe                                         | 94,7  | 93,8  | 89,9  | 88,2  | 89,3  | 92,0  |
| Sonstige Bauleistungen                                | 88,2  | 83,8  | 81,0  | 80,0  | 81,0  | 83,6  |
| <b>Veränderungen gegenüber dem Vorjahr in Prozent</b> |       |       |       |       |       |       |
| nominales Bauvolumen insgesamt                        | 9,2   | 4,4   | 0,0   | 1,9   | 4,4   | 6,4   |
| Preisentwicklung                                      | 15,3  | 7,7   | 3,1   | 3,2   | 2,7   | 2,9   |
| <b>real, Kettenindex 2015=100</b>                     |       |       |       |       |       |       |
| reales Bauvolumen insgesamt                           | -5,3  | -3,1  | -3,0  | -1,2  | 1,7   | 3,4   |
| <b>Nach Baubereichen</b>                              |       |       |       |       |       |       |
| Wohnungsbau                                           | -5,5  | -3,9  | -4,8  | -2,6  | 0,9   | 2,7   |
| Wirtschaftsbau                                        | -4,7  | -3,1  | -1,9  | 0,7   | -0,1  | 2,7   |
| Öffentlicher Bau                                      | -5,6  | -0,3  | 2,1   | 1,0   | 6,7   | 6,7   |
| <b>Nach Produzentengruppen</b>                        |       |       |       |       |       |       |
| Bauhauptgewerbe                                       | -4,6  | -3,4  | -1,7  | -0,5  | 2,6   | 4,1   |
| Ausbaugewerbe                                         | -1,3  | -1,0  | -4,1  | -1,8  | 1,2   | 3,0   |
| Sonstige Bauleistungen                                | -8,7  | -5,0  | -3,4  | -1,2  | 1,3   | 3,2   |

\* Schätzungen

Quelle: Statistisches Bundesamt; DIW Bauvolumenrechnung, DIW Berlin, 2026



Quelle: Bauvolumenrechnung des DIW Berlin, 2025

Diagramm 2: Struktur des nominalen Bauvolumens in Deutschland nach Produzentengruppen im Jahr 2024 (Hoch- und Tiefbau) – in jeweiligen Preisen in Milliarden Euro; Anteile in Prozent

Im Wohnungsbau stiegen im Jahr 2024 die Aufwendungen für energetische Sanierungen im Vergleich zum Vorjahr um 15,7 Prozent auf 86 Milliarden Euro.<sup>18</sup>

Das Bauvolumen der energetischen Maßnahmen im Nichtwohnbau stieg 2024 auf rund 24 Milliarden Euro (+5,7 Prozent im Vergleich zu 2023).<sup>19</sup>

Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung weist darauf hin, dass 2025 Maßnahmen im Gebäudebestand (+1,5 Prozent im Vergleich zum Vorjahr) fast 80 Prozent des gesamten Wohnungsbaus ausgemacht und so den Rückgang im Neubau (-3,6 Prozent im Vergleich zu 2024) etwas abgefedert hätten.<sup>20</sup> Der Nichtwohnbau wurde 2025 vor allem durch Bauleistungen im Bestand getragen: Während der Neubau um 1,0 Prozent sank, wurden die Bestandsmaßnahmen um 4,6 Prozent ausgeweitet.<sup>21</sup>

Für Bauleistungen an bestehenden Gebäuden insgesamt erwartet das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung in diesem und im kommenden Jahr deutliche Zuwächse in der nominalen Rechnung: Für das Jahr 2026 wird ein Plus von 3,3 Prozent im Wohnungsbau erwartet und ein Plus von 1,6 Prozent im Nichtwohnbau.<sup>22</sup> Preisbereinigt ergeben sich für das laufende Jahr allerdings ein leichtes Plus von 0,5 Prozent im Wohnungsbau und ein Minus von 0,9 Prozent im Nichtwohnbau. Im Jahr 2027 rechnet das DIW sowohl im Wohnungsbau mit einer Steigerung von 4,6 Prozent (preisbereinigt: 1,7 Prozent) als auch im Nichtwohnbau.<sup>23</sup>

### Umsätze der TGA-Branche

Mit einem Umsatzvolumen von rund 90,0 Milliarden Euro und rund 45.000 Beschäftigten im Jahr 2024 ist die TGA-Branche ein wichtiger Bereich der deutschen Bauwirtschaft.<sup>24</sup> Die Haupttätigkeitsfelder für die Unternehmen der Technischen Gebäudeausrüstung sind der Nichtwohnbau und der großvolumige Wohnungsbau<sup>25</sup> – sowohl im Neubau als auch in der Sanierung und Instandhaltung. Laut B+L Marktdaten GmbH stammten im Zeitraum Januar bis September 2025 rund 87,5 Prozent (2024: 85,5 Prozent) der Aufträge für TGA-Fachbetriebe aus dem Bereich des Nichtwohnbaus und 12,5 Prozent (2024: 14,5 Prozent) aus dem großvolumigen Wohnungsbau (Diagramm 3).<sup>26</sup>

Der Anteil der Technischen Gebäudeausrüstung an den Bauinvestitionen bleibt weiterhin hoch: Bei vielen Neubauprojekten im Nichtwohnbau entfallen rund 50 Prozent der Bauinvestitionen auf die Technische Gebäudeausrüstung und deren Installation. Im klassischen Wohnungsbau liegt dieser Anteil bei maximal 15 Prozent.<sup>27</sup>



Tabelle 2: Energetische Sanierung bestehender Gebäude im Nichtwohnbau und Wohnungsbau

|                                                                                    | 2019                                                   | 2020                                                   |                            | 2021                                                   |                            | 2022                                                   |                            | 2023                                                   |                            | 2024                                                   |                            |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------|
|                                                                                    | in Mrd. €*<br>in Mrd. €*<br>Veränderung zum<br>Vorjahr | in Mrd. €*<br>in Mrd. €*<br>Veränderung zum<br>Vorjahr | Veränderung zum<br>Vorjahr | in Mrd. €*<br>in Mrd. €*<br>Veränderung zum<br>Vorjahr | Veränderung zum<br>Vorjahr | in Mrd. €*<br>in Mrd. €*<br>Veränderung zum<br>Vorjahr | Veränderung zum<br>Vorjahr | in Mrd. €*<br>in Mrd. €*<br>Veränderung zum<br>Vorjahr | Veränderung zum<br>Vorjahr | in Mrd. €*<br>in Mrd. €*<br>Veränderung zum<br>Vorjahr | Veränderung zum<br>Vorjahr |
| Nichtwohnbau                                                                       |                                                        |                                                        |                            |                                                        |                            |                                                        |                            |                                                        |                            |                                                        |                            |
| Bestandsvolumen Nichtwohnbau<br>(Öffentlicher + Wirtschaftsbau)                    | 60,6                                                   | 64,0                                                   | 5,7 %                      | 64,7                                                   | 1,0 %                      | 70,1                                                   | 8,4 %                      | 74,9                                                   | 6,8 %                      | 78,2                                                   | 4,4 %                      |
| Bauvolumen energetische<br>Sanierung im Nichtwohnbau                               | 16,9                                                   | 17,0                                                   | 0,7 %                      | 18,1                                                   | 6,7 %                      | 21,2                                                   | 16,9 %                     | 22,9                                                   | 8,2 %                      | 24,2                                                   | 5,7 %                      |
| Anteil d. Bauvolumens energetische<br>Sanierung am Bestandsvolumen<br>Nichtwohnbau | 27,8                                                   | 26,5 %                                                 |                            | 28,0 %                                                 |                            | 30,2 %                                                 |                            | 30,6 %                                                 |                            | 31,0 %                                                 |                            |
| Wohnungsbau                                                                        |                                                        |                                                        |                            |                                                        |                            |                                                        |                            |                                                        |                            |                                                        |                            |
| Bestandsvolumen Wohnungsbau                                                        | 167,2                                                  | 180,5                                                  | 8,0 %                      | 189,4                                                  | 4,9 %                      | 213,1                                                  | 12,5 %                     | 227,8                                                  | 6,9 %                      | 236,1                                                  | 3,6 %                      |
| Bauvolumen energetische<br>Sanierung im Wohnungsbau                                | 42,5                                                   | 47,9                                                   | 12,5 %                     | 51,9                                                   | 8,4 %                      | 60,8                                                   | 17,2 %                     | 73,9                                                   | 21,5 %                     | 85,5                                                   | 15,7 %                     |
| Anteil d. Bauvolumens energetische<br>Sanierung am Bestandsvolumen<br>Wohnungsbau  | 25,4 %                                                 | 26,5 %                                                 |                            | 27,4 %                                                 |                            | 28,5 %                                                 |                            | 32,4 %                                                 |                            | 36,2 %                                                 |                            |

\*Zu jeweiligen Preisen

Quellen: Heinze-Modernisierungsvolumen; DIW-Bauvolumenrechnung 2025

33,1 Prozent der Bauinvestitionen in Neubau und Bestand im gesamten Hochbau in Deutschland fielen laut B+L Marktdaten GmbH im Jahr 2025 auf den Nichtwohnbau und 4,9 Prozent auf den großvolumigen Wohnungsbau.<sup>28</sup> Damit hat sich der Anteil der beiden Gebäudetypen an den Gesamtinvestitionen im Vergleich zu 2024 leicht erhöht. Aufgrund des schwachen Neubaus gewannen der Gebäudebestand sowie Wartungs- und Instandhaltungsaufträge an Bedeutung: Im Nichtwohnbau und im großvolumigen Wohnungsbau waren die Investitionen im Bereich „Sanierung/Instandhaltung“ doppelt so hoch wie im Neubau.<sup>29</sup> Die Anzahl energie-

tischer Sanierungen im Nichtwohnbau und im großvolumigen Wohnungsbau wird laut Prognosen der B+L Marktdaten GmbH in den kommenden Jahren deutlich steigen.<sup>30</sup> Im Bereich der energetischen Sanierung wird das serielle Sanieren zunehmend an Bedeutung gewinnen: Die Anzahl entsprechender Projekte wird bis 2030 erheblich steigen – von rund 600 Wohneinheiten im Jahr 2025 auf ein Vielfaches des aktuellen Niveaus. Auch im Nichtwohnbau wurden bereits erste serielle Sanierungsprojekte erfolgreich umgesetzt. Besonders bei Großprojekten und Quartierssanierungen ergeben sich für die TGA-Fachbetriebe relevante Potenziale.<sup>31</sup> ◀

- 1 DIW Wochenbericht 5 (2026), S. 65.
- 2 Ebenda.
- 3 Ebenda.
- 4 Ebenda, S. 61.
- 5 Wie Anm. 1.
- 6 DIW Econ GmbH (Hrsg.): Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe. Endbericht zu den Berechnungen für das Jahr 2024, Berlin 2025, S. 11.
- 7 Wie Anm. 1, S. 56.
- 8 Wie Anm. 1.
- 9 Ebenda.
- 10 Wie Anm. 1, S. 64.
- 11 Wie Anm. 1.
- 12 Ebenda.
- 13 Ebenda.
- 14 Wie Anm. 6, S. 26.
- 15 Ebenda.
- 16 Ebenda, S. 27.
- 17 Ebenda.
- 18 Ebenda, S. 26.
- 19 Ebenda.
- 20 Wie Anm. 1, S. 60ff.
- 21 Ebenda, S. 62f.
- 22 Ebenda, S. 62.
- 23 Ebenda.
- 24 Vgl. B+L Marktdaten GmbH u. BTGA (Hrsgg.): Herbstgutachten 2025. Marktausblick Nichtwohnbau Deutschland: Analyse zur Marktentwicklung und konjunkturellen Lage der Unternehmen der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA), Oktober 2025, S. 16.
- 25 Großvolumiger Wohnungsbau: Gebäude mit sechs oder mehr Vollgeschossen und niedrigere, zusammenhängende Gebäudekomplexe mit mehr als 30 Wohneinheiten.
- 26 Wie Anm. 24.
- 27 Ebenda, S. 15.
- 28 Ebenda, S. 10.
- 29 Ebenda.
- 30 Ebenda, S. 16.
- 31 Ebenda, S. 26.

Quelle: B+L Marktausblick Nichtwohnbau – Herbst 2025

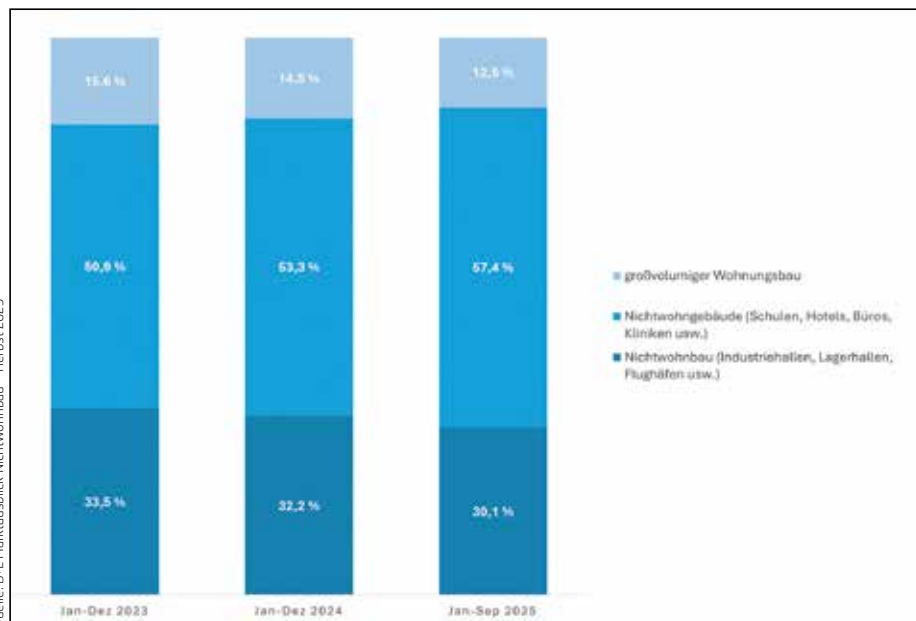


Diagramm 3: Auftragsstruktur der TGA-Fachbetriebe in Deutschland

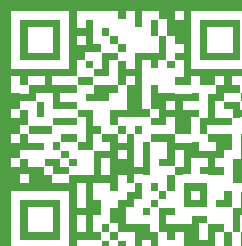
# JETZT DIGITAL. IMMER INFORMIERT.



Mit tab+ lesen Sie täglich News,  
Fachartikel, Interviews und vieles mehr  
– online zuerst, multimedial, relevant.

## KOSTENLOSEN ZUGANG FÜR 14 TAGE FREISCHALTEN\*

- Zugriff auf exklusive **tab<sup>+</sup>**-Artikel
- 6 E-Paper für mobiles Lesen
- Online-Archivzugang



\*danach 2,49 €/Woche, 129,48 € bei jährlicher Abrechnung inkl. MwSt



# DIGITALES BAUEN: DER SCHLÜSSEL ZU CO<sub>2</sub>-REDUKTION UND EFFIZIENTEM GEBÄUDEBETRIEB.



GEMEINSAM  
DIE FAKTEN  
ÄNDERN



Der Weg zu weniger Emissionen führt über digitale Bauprozesse – das belegen Gebäude wie unser Seminarcenter Viega World, ein Leuchtturmprojekt für Nachhaltigkeit und die Zukunft des Bauens. Als Taktgeber der Branche begleiten wir auch Sie mit Expertise und umfassenden Services bei der Transformation.

**viega**