



# BTGA

Bundesindustrieverband  
Technische Gebäudeausrüstung e.V.



## BIOCAT

KALKSCHUTZ-  
ABER NATÜRLICH

**WATERCryst**<sup>®</sup>  
Wassertechnik

# BTGA - ALMANACH

# 2024

ROM e<sup>4</sup> – einfach engerieeffizient.

# building: future.

Ökologisch = ökonomisch.

Fit für die Zukunft mit e<sup>4</sup>: ROM Technik steigert die Energieeffizienz Ihres Gebäudebetriebs. So leisten Sie einen wertvollen Beitrag zum Klimaschutz, erfüllen anspruchsvollste Vorgaben und sparen gleichzeitig noch Kosten ein.

Jetzt Potenziale nutzen!



rom-e4.de

Complexity made  
simple.



Als führender Partner für den Bau und Betrieb von gebäudetechnischen Anlagen verwenden wir modernste Systeme und Methoden, um das komplexe Zusammenspiel von Gebäuden, Anlagen, Technologien, Umwelteinflüssen und dem Nutzerverhalten der Mitarbeitenden optimal aufeinander abzustimmen.

ROM e<sup>4</sup> ist ein Baukasten unterschiedlichster Produkte, Methoden und Dienstleistungen, die wir gemäß Ihrem Bedarf individuell aus dem Portfolio unserer vier Effizienzphasen zusammenstellen.

#### 1 | Aufnehmen

Bestandsaufnahme der Verbesserungspotenziale Ihrer TGA und Anlagentechnik.

#### 2 | Analysieren

Auswertung der Messdaten und Identifizierung der Optimierungsmaßnahmen.

#### 3 | Optimieren

Unterstützung und Verbesserung des Betriebs Ihrer TGA und Anlagentechnik.

#### 4 | Modernisieren

Sanierung oder Erneuerung Ihrer TGA und Anlagentechnik.



## Zum Geleit



Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Dürheimer,  
Präsident des BTGA



Frank Ernst,  
Hauptgeschäftsführer des BTGA

Die Branche der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA-Branche) schaut mit Sorge auf die Prognosen zur wirtschaftlichen Entwicklung in den Jahren 2024 und 2025: Der Einbruch in der Bauindustrie im vergangenen Jahr und die Verunsicherung, die durch politische Entscheidungen verursacht wurde, haben zu schlechten Aussichten auf die Auftragszahlen der kommenden Jahre geführt.

Die Förderstopps Anfang und Ende 2023, der holprige Start der neuen Bundesförderung für effiziente Gebäude, ideologisch getriebene Vorgaben, endlose politische Streitereien sowie die Debatten und die rechtliche Auseinandersetzung um die Novelle des Gebäudeenergiegesetzes haben dem Vertrauen in den Gestaltungswillen und die Verlässlichkeit politisch gesetzter Rahmenbedingungen der Bundespolitik nachhaltig geschadet. Die damit verbundene, in weiten Teilen unsachliche, falsche und polemische Berichterstattung hat diesen Trend zusätzlich verstärkt.

Es ist für die gesamte Wirtschaft unseres Landes von entscheidender Bedeutung, den Weg zurück zu einer klaren, verständlichen, erklärenden und vor allem ehrlichen Kommunikation zu finden. Politik muss die Ziele und die als erforderlich erkannten Maßnahmen und Instrumente klar benennen und erklären. Diese müssen darüber hinaus längerfristig argumentativ und fördernd unterstützt werden – sowohl ideell als auch finanziell. Nur so sind vernünftige Entscheidungen möglich. Unternehmerinnen und Unternehmer dürfen nicht länger Spielball aufgeschobener oder revidierter Entscheidungen der Politik sein, sie brauchen vor allem verlässliche Rahmenbedingungen. Nur so können sie ihrer Verantwortung für die Gestaltung der Energie- und Gebäudewende, für sichere

Arbeitsplätze und für das Funktionieren der Wirtschaft gerecht werden.

Die vorliegende Ausgabe des BTGA-Almanachs ist wieder ein faszinierendes Kompendium von Fachkenntnissen, Best Practices und wegweisenden Projekten. Sie spiegelt die Vielfalt der Disziplinen wider, die in der Gebäudetechnik zusammenkommen – von der Heizungs-, Lüftungs-, Klima-, Sanitär- und Elektrotechnik bis zur Regelungstechnik und Gebäudeautomation. Die Beiträge illustrieren eindrucksvoll, wie diese verschiedenen Elemente ineinandergreifen, um Gebäude effizienter, intelligenter und klimafreundlicher zu gestalten.

Ein besonderer Schwerpunkt dieses Almanachs liegt auf der Hygiene unseres wichtigsten Lebensmittels: Trinkwasser. Verschiedene Fachleute beleuchten in ihren Beiträgen die geltenden Vorgaben für einen hygienischen Betrieb von Trinkwasser-Installationen und präsentieren Lösungsansätze für das Spannungsfeld zwischen „Gesundheitsschutz“ und „Energieeffizienz“.

Die Digitalisierung und die damit einhergehenden Chancen und Herausforderungen bilden einen weiteren Schwerpunkt des BTGA-Almanachs. Die zunehmende Vernetzung von Gebäuden, die Integration von Künstlicher Intelligenz und die Nutzung von Big Data eröffnen neue Horizonte für die Gebäudetechnik. Gleichzeitig erfordern sie jedoch ein vertieftes Verständnis, verantwortungsvolle Anwendungen und eine ständige Weiterentwicklung der Sicherheitsstandards.

Ein Fokus des Almanachs liegt auf den Menschen, die hinter der Technik stehen: Die Fachleute der Gebäudetechnik sind nicht nur Techniker, Ingenieure oder Planer, sondern

Gestalter einer lebenswerten Umwelt. Ihre Expertise, ihre Leidenschaft und ihr Innovationsgeist prägen die TGA-Branche und tragen dazu bei, dass Gebäude nicht nur funktionale Räume sind, sondern Orte des Wohlbefindens, der Effizienz und der Sicherheit.

Wir wünschen eine lohnende und erkenntnisreiche Lektüre!





# Inhaltsverzeichnis

## Zum Geleit

Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Dürheimer, Präsident des BTGA  
Frank Ernst, Hauptgeschäftsführer des BTGA

**3**

## BTGA aktuell

Die Organisationsstruktur des BTGA

**6**

Der BTGA und seine Landesverbände

**8**

Direkt- und Fördermitglieder des BTGA

**9**

## Technische Trends und Normung

Gasbrennwertgeräte für den Betrieb mit Wasserstoff

Dr.-Ing. Manfred Dzubiella, Head of Technical Innovation Management,  
Viessmann Climate Solutions SE, Allendorf  
Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Rogatty, Lead Trade Media,  
Viessmann Climate Solutions SE, Allendorf

**10**

Versorgung auf Abruf durch Frischwasserstationen

Adam Zuchowski, Produktmanager Energie & Wasserspeicher,  
Reflex Winkelmann GmbH, Ahlen

**14**

Zu hohe Temperaturen in Deutschlands Schulen

Dr.-Ing. Claudia Kandzia, Technische Referentin, FGK e.V.  
Thomas Waldhecker, Technischer Oberlehrer a. D., BLV e.V.

**16**

Gebäudeautomation – Anforderungen an Investoren,  
Bauherren und Betreiber von Gebäuden

Dipl.-Ing. Maik Benjamin Maibaum, Lead Solution Manager,  
Digital Water, Grundfos GmbH, Erkrath  
Dipl.-Ing. (FH) Franz Rebmann, technischer Referent, BTGA e.V.

**20**

Gebäudeautomation –  
Gesetzliche Anforderungen fristgerecht umsetzen

Dr.-Ing. Klaus Menge, Geschäftsführer,  
Horst Zacharias, Geschäftsführer, NEXZA GmbH, Hameln

**22**

Zellulärer Ansatz: Effiziente Lösung für die Zukunft der TGA

Dipl.-Ing. Lukas Richter,  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter der AG „Intelligente hybride Heiztechnologien“,  
Bereich „Thermo-chemische Konversion“, DBFZ, Leipzig  
Dr.-Ing. Volker Lenz, Bereichsleiter „Thermo-chemische Konversion“,  
Forschungsschwerpunktleiter „Intelligente Biomasseheiztechnologien“,  
DBFZ, Leipzig  
M. Sc. Martin Dotzauer,  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter der AG „Biomasse im Energiesystem“,  
Bereich „Bioenergiesysteme“, DBFZ, Leipzig  
Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Seifert,  
Professur für Gebäudeenergie-technik und Wärmeversorgung, TU Dresden

**24**

Zukunfts-Projekt: Energetische Sanierung im Gesundheitswesen

Michael Jentsch, Gebietsverkaufsleiter-Ost,  
Priva Building Intelligence GmbH, Tönisvorst

**30**

Einfluss der Betriebsführung auf die Trinkwasserqualität

Timo Kirchoff M.Eng.,  
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

**34**

Das Resort Luisenhöhe – nicht alltägliche Herausforderungen

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

**40**

Trinkwasserhygiene und Energiesparen im Einklang

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

**44**

Arbeitsplätze für die Zukunft

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

**48**

Qualifizierte Planung ist Grundlage  
für klimaresiliente Trinkwasserinstallation

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

**52**

Nachhaltigkeit im Wohnungsbau

Gerald Obernosterer, Leiter Key Account für Wärmenetze, Thermflex  
Isolierprodukte GmbH, Herford  
Franz Rebl, Geschäftsführer Rebl & Penzkofer Immobilien GmbH &  
Geschäftsführer Franz Rebl Malereibetrieb GmbH, Landau an der Isar  
Alexander Penzkofer, Geschäftsführer Rebl & Penzkofer Immobilien GmbH &  
Geschäftsführer Penzkofer Bau GmbH, Regen

**56**

Standardisierte oder spezialisierte Befestigungslösungen?

Wolfgang Schwugier, Software & Service Manager Fastening and Protection,  
Hilti Deutschland AG, Kaufering

**58**

Wirtschaftliche und umweltfreundliche Sicherheitsstromversorgung

Dipl.-Ing. (FH) Stephan Kleiner, Key Account Manager für das Gesundheitswesen  
bei Bosch Thermotechnik GmbH, Buderus Deutschland, Wetzlar  
Dipl.-Ing. (FH) Vitalij Klassen, Produktmanager für KWK-Systeme und  
Stromspeicher bei Bosch Thermotechnik GmbH, Buderus Deutschland, Wetzlar

**62**

Innovatives Ermitteln der Innenraumqualität  
mittels Simulationsmethoden und Virtual Reality

Lukas Schmitt M.Sc., Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Hermann-Rietschel-Institut,  
Technische Universität Berlin

**64**

## Wirtschaft, Recht und Berufsbildung

Mit praxisnahen Schulungen „Fit für Trinkwasser“

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

**68**

Künstliche Intelligenz im Gerichtssaal – Möglichkeiten und Grenzen  
Rechtsanwältin Britta Brass, Justiziarin des BTGA e.V.

**72**

Die neue Trinkwasserverordnung 2023

Rechtsanwalt Henning Wündisch, Partner, Rödl & Partner, Nürnberg  
Dipl.-Ing. (FH) Anke Klein, Geschäftsführende Gesellschafterin, SK+ TGM GmbH,  
Nürnberg

**76**

Nominales Bauvolumen sinkt 2024 – Wohnungsbau bricht ein

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

**80**



## Hinweise zur Titelseite

### BIOCAT Kalkschutz als Erfolgsfaktor für Ihre zeitgemäße Trinkwasserplanung: Regelkonform, rechtssicher und schnell zu integrieren

Sie planen, wir liefern die DVGW zertifizierte Kalkschutztechnik, die Ihren Auftraggeber überzeugt: Technisch, ökologisch und betriebswirtschaftlich. BIOCAT gewährleistet einen zuverlässigen Schutz der gesamten Hauswassertechnik und reduziert zugleich Ihren Aufwand für den Planungsprozess auf ein Minimum. Bei WATERCryst können Sie sich auf individuelle Beratung, höchste Trinkwasserkompetenz und die passende Kalkschutzlösung für Ihr Projekt verlassen. Schnell und unkompliziert unterstützen wir Sie bei Ihrer TGA Planung.

Die Vorteile für Ihren Planungsprozess im Überblick:

**RECHTSSICHER & REGELKONFORM:** Planungssicherheit nach allen Regelwerken für TGA Planer und Auftraggeber.

**SEHR EINFACHE INTEGRATION:** Passend für alle Wasserhärten und Werkstoffe bei Sanierung und Neubau.

**EFFEKTIVE ARBEITSENTLASTUNG:** Mühelose Planung dank Bereitstellung aller wichtigen Planungsbausteine, minimaler Zeitaufwand für Ihre Auslegung und Kalkulation, 3D-, BIM- und CAD-Daten jederzeit online verfügbar.

**WATERCryst Wassertechnik GmbH**  
Niederlassung Köln  
Tel.: 02203 / 902 9954  
Office.koeln@watercryst.com  
www.watercryst.com/produkt-daten

**BIOCAT**  
KALKSCHUTZ-  
ABER NATÜRLICH

**WATERCryst®**  
Wassertechnik

### Hydraulischer Abgleich? Mit Oventrop schnell und zuverlässig geregelt.

#### Energieeffizient Heizen – Mit dem hydraulischen Abgleich bis zu 15% Energie einsparen

Die Heizung gluckert und einige Heizkörper werden nicht richtig warm, während andere völlig überhitzt sind? Dann ist vermutlich die Heizungsanlage hydraulisch nicht optimiert und verschwendet teure Heizenergie.

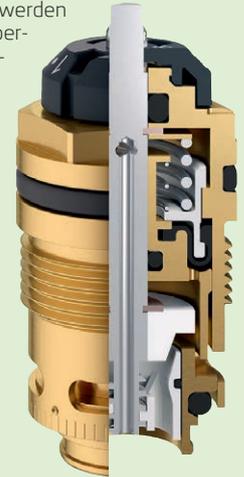
Der hydraulische Abgleich sorgt dafür, dass sich die Heizenergie optimal verteilen kann. Bestehende Heizungsanlagen arbeiten damit um bis zu 15% effizienter. Dank geringer Investitionskosten und einer möglichen staatlichen Förderung bis zu 20% rechnet sich der hydraulische Abgleich besonders schnell.

Unsere Armaturen mit Q-Tech Technologie eignen sich ideal zum Nachrüsten und Sanieren. Denn die Q-Tech Ventileinsätze finden in vielen Anschlussarmaturen der Produktfamilie ihren Platz. Dadurch kannst du diese Technik z. B. auch in einer Flächenheizung nutzen.

Mehr dazu auf [qtech.ventrop.com](http://qtech.ventrop.com)

#### Oventrop GmbH & Co. KG

Paul-Oventrop-Straße 1 · 59939 Olsberg  
Service-Hotline +49 2962 82100  
mail@oventrop.com · www.oventrop.com



### DEINZER + WEYLAND – Fachgroßhandel für Gebäudetechnik Der Spezialist

- Heizung, Pumpen, Armaturen und alle wesentlich medienführenden Teile
- Auf unsere Kunden zugeschnittenes ausgewogenes Sortiment
- Verfügbarkeit und Vollständigkeit in allen fokussierten Sortimentsbereichen
- Qualität und Preis-Leistung

#### Unsere Mitarbeiter

- Technisches Know-How, kompetente kaufmännische Beratung
- Flexibles Lösen von systemübergreifenden Aufgaben
- Herausragende Leistungsbereitschaft
- Zukunftsorientiertes Denken und Handeln
- Verantwortungsbewusstsein & Kompetente Beratung

#### Die Dienstleistung

- Planungsdienstleistungen rund um die Energiezentrale
- Individuelle Vorfertigung
- Bereitstellen von geeigneten digitalen Schnittstellen
- Digitalisierte Verfahren und alle relevanten Produktdaten
- Schlanke Organisationsstrukturen
- Maßgeschneiderte Logistikkösungen

#### Erfahren Sie mehr über uns und unseren Service.

#### DEINZER + WEYLAND GmbH

Niedesheimer Straße 25 | 67547 Worms  
E-Mail: [info@dewetech.de](mailto:info@dewetech.de)  
Internet: [www.deinzer-weyland.de/](http://www.deinzer-weyland.de/)

**DEWEtech**  
Fachgroßhandel für  
Gebäudetechnik

**Herausgeber:** Bundesindustrieverband  
Technische Gebäudeausrüstung e.V.  
Hinter Hoben 149, 53129 Bonn  
Tel. 0228 94917-0 · Fax 0228 94917-17  
[www.btga.de](http://www.btga.de) · E-Mail: [info@btga.de](mailto:info@btga.de)

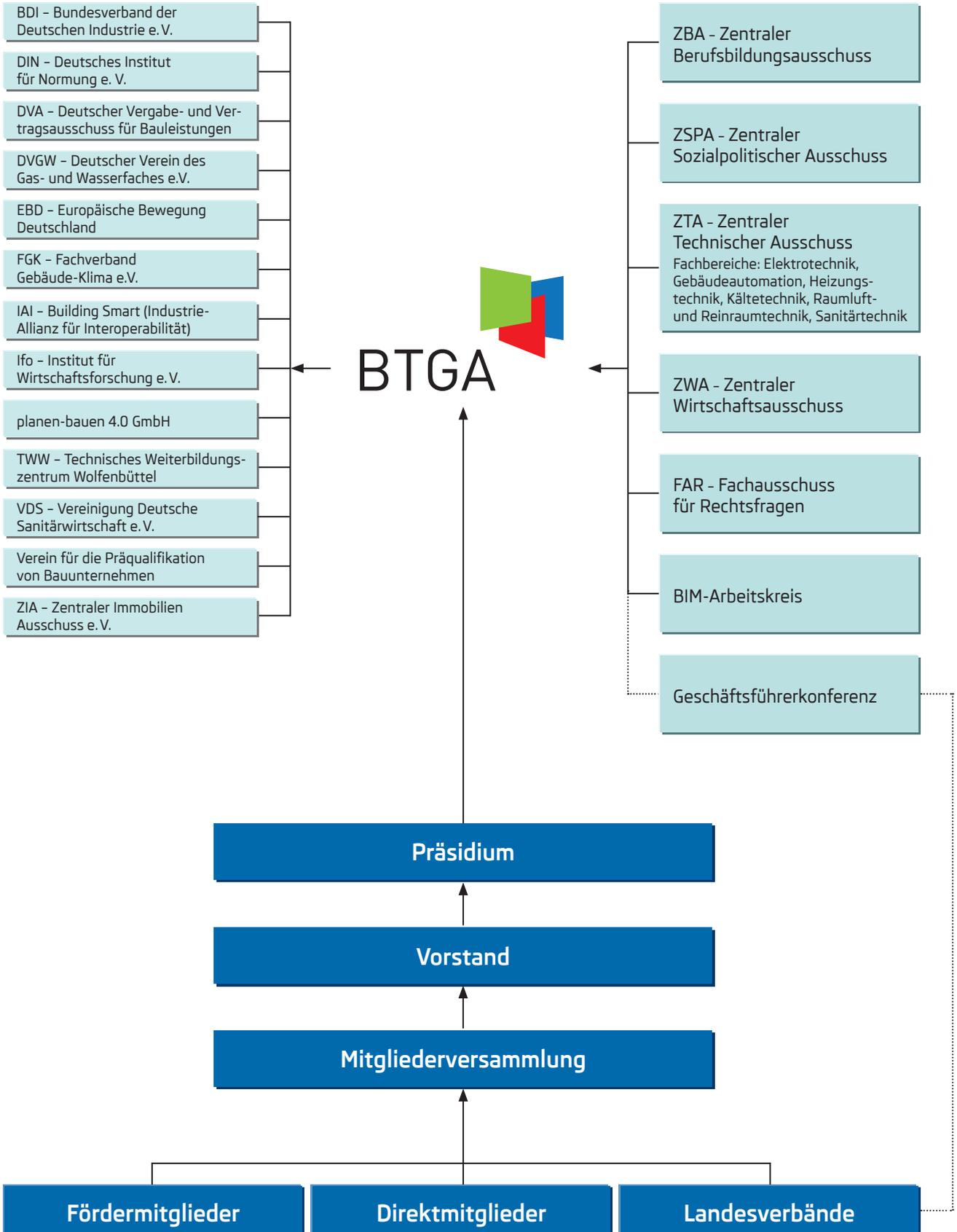
**Redaktion:** Jörn Adler,  
Referent für Wirtschaft und  
Öffentlichkeitsarbeit, BTGA e.V.

**Gesamtherstellung:** STROBEL MEDIA GROUP,  
Arnsberg

**Erscheinungstermin:** Februar 2024



# Die Organisationsstruktur des BTGA



## IHR SPEZIALIST FÜR DEN ANLAGENBAU

Nutzen Sie unser tiefes und breites Sortiment

- ✓ Pumpen
- ✓ Armaturen
- ✓ Anlagentechnik
- ✓ Alle Komponenten der Energiezentrale

**Herausfordernde Zeiten? Unbegrenzte Möglichkeiten!** Erfahren Sie mehr über unsere Vorfertigungs- & Logistikdienstleistungen für eine schnelle und unkomplizierte Montage vor Ort

- ✓ Vorgefertigte Anlagenkomponenten
- ✓ Mobiles Lager & Baulogistik
- ✓ Speziallösungen in der Automatisierung von Armaturen
- ✓ Technische Dienstleistung



info@dewetech.de

## IHR SPEZIALIST FÜR ENERGIESYSTEME

- ✓ **Kompaktstationen**  
Klein- und Großstationen, Pufferladestationen, Dampfstationen und Sonderstationen
- ✓ **Regeltechnik**  
Stationsregler, MSR, Visualisierung, Fernwartung und Schaltschrankbau
- ✓ **Verteilerbau**  
Fertigverteiler, Planung und Auslegung ab Werk
- ✓ **Trinkwasser**  
Speicherladesysteme, Durchflußsysteme und Anti-Legio-Systeme
- ✓ **Wohnungsstationen**  
Frischwassermodul und Auf- und Unterputzstation
- ✓ **Containerbau**  
Werksseitiger Container-Komplettbau

  
STOLZ DEWE Stolz Energiesysteme



anfrage@dewe-stolz.de



# Der BTGA und seine Landesverbände

# BTGA



## Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V.

Hinter Höben 149, 53129 Bonn  
Tel.: 0228 94917-0; Fax: 0228 94917-17  
Internet: [www.btga.de](http://www.btga.de)  
E-Mail: [info@btga.de](mailto:info@btga.de)  
Präsident: Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Dürheimer  
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: Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Sautter  
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 Thomas Wiese



## 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: Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jan Opländer  
Geschäftsführer: RA Tobias Dittmar, LL.M.



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

*(nach Eintrag im Vereinsregister)*

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

### Elevion GmbH

Göschwitzer Str. 56, 07745 Jena  
Tel.: 03641 2934-100, Fax: -199 · www.eleviongroup.de

### ENGIE Deutschland GmbH

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

### GA-tec Gebäude- und Anlagentechnik GmbH

Waldhofer Str. 98, 69123 Heidelberg  
Tel.: 06221 7364-0, Fax: -100 · www.ga-tec.de

### Konzmann GmbH

Spatenstr. 14, 88046 Friedrichshafen  
Tel.: 07541 93626-0, Fax: -99 · www.konzmann.de

### Salvia Group GmbH

Seewiesenstr. 12, 73054 Eislingen  
Tel.: 07161 6520-200, Fax: -222 · www.salvia-gebäudetechnik.de

## Fördermitglieder

### ACO Passavant GmbH

Im Gewerbepark 11c, 36466 Dermbach  
Tel.: 036965 819-0, Fax: -361  
www.aco-haustechnik.de

### BerlinerLuft. Technik GmbH

Herzbergstr. 87-99, 10365 Berlin  
Tel.: 030 5526-2040, Fax: -2211  
www.berlinerluft.de

### BLH GmbH

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

### Danfoss GmbH

Nordring 144, 63067 Offenbach  
Tel.: 069 8902-0; Fax: 069 47868-599  
www.danfoss.de

### Felderer GmbH

Kreuzstr. 15, 85622 Feldkirchen  
Tel.: 089 2555537-0, Fax: 089 7428400-0  
www.felderer.de

### Georg Fischer GmbH

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

### Geberit Vertriebs GmbH

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

### Grundfos GmbH

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

### HILTI Deutschland AG

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

### Huber & Ranner GmbH

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

### Franz Kaldewei GmbH & Co. KG

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

### Gebr. Kemper GmbH + Co. KG

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

### Oventrop GmbH & Co. KG

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

### Reflex Winkelmann GmbH

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

### REHAU INDUSTRIES SE & Co. KG

Ytterbium 4, 91058 Erlangen  
Tel.: 09131 925-0, Fax: -15299  
www.rehau.de

### Deutsche Rockwool GmbH & Co. KG

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

### Schell GmbH & Co. KG

Raiffeisenstr. 31, 57462 Olpe  
Tel.: 02761 892-0, Fax: -199  
www.schell.eu

### Sikla GmbH

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

### Trox GmbH

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

### Uponor GmbH

Industriestr. 56, 97437 Haßfurt  
Tel.: 09521 690-0  
www.uponor.com

### Viega GmbH & Co. KG

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

### Viessmann Deutschland GmbH

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

### Wilbeoer Bauteile GmbH

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

### WILO SE

Wilopark 1, 44263 Dortmund  
Tel.: 0231 4102-0, Fax: -7363  
www.wilo.de



# Gasbrennwertgeräte für den Betrieb mit Wasserstoff

Aktueller Stand der Entwicklung von Gasheizungen, die mit 100 Prozent Wasserstoff betrieben werden können

*Im Jahr 2024 könnte es zu einem Nachfrage-Boom bei Gasbrennwertgeräten kommen, die für den Betrieb mit reinem Wasserstoff vorbereitet sind. Grund dafür sind das im September 2023 verabschiedete Gebäudeenergiegesetz und das darin festgeschriebene so genannte H<sub>2</sub>-ready-Privileg. Doch ab wann ist die entsprechende Technik überhaupt verfügbar? Der folgende Beitrag gibt einen Überblick über den derzeitigen Entwicklungsstand.*



Dr.-Ing.  
Manfred Dzubiella,  
Head of Technical  
Innovation  
Management,  
Viessmann Climate  
Solutions SE,  
Allendorf



Dipl.-Ing. (FH)  
Wolfgang Rogatty,  
Lead Trade Media,  
Viessmann Climate  
Solutions SE,  
Allendorf

Die am 1. Januar 2024 in Kraft getretene Novelle des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) soll einen entscheidenden Beitrag zum Erreichen der nationalen Klimaschutzziele im Gebäudesektor leisten. In Neubaugebieten sind jetzt nur noch Heizsysteme erlaubt, die mindestens 65 Prozent Erneuerbare Energien nutzen. Das können grundsätzlich auch entsprechend geeignete Gasbrennwertgeräte sein, in der Regel sind je-



Abbildung 1: Prüfstand im Jahr 2020 mit Prototypen für 100-Prozent-H<sub>2</sub>-ready-Gasbrennwertgeräte

Alle Abbildungen: Viessmann Climate Solutions SE



### Wasserstoff vs. Erdgas Eigenschaften und Auswirkungen

	Brennwert Hs	Wobbwert Ws	Spez. Luftbedarf	Zündgrenzen	Flammen-temperatur	Flammen-geschw.	Zünd-verzugszeit
Einheit	[kWh/m³]	[kWh/m³]	[m³/kWh]	[%]	[°C]	[cm/s]	[s]
Erdgas (CH <sub>4</sub> )	11,09	14,98	0,96	5 - 14	1970	43	0,3
Wasserstoff	<b>3,54</b>	<b>13,42</b>	<b>0,80</b>	<b>4 - 77</b>	<b>2130</b>	<b>346</b>	<b>0,0001</b>

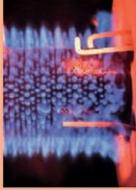
 <p><b>Auswirkungen auf</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Leistung</li> <li><input type="checkbox"/> Luftzahl</li> <li><input type="checkbox"/> Emissionen</li> <li><input type="checkbox"/> Effizienz</li> </ul>	<p><b>Auswirkungen auf</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Sicherheit</b></li> <li><input type="checkbox"/> Robustheit / Verfügbarkeit</li> <li><input type="checkbox"/> Emissionen</li> <li><input type="checkbox"/> ... für 100 % H<sub>2</sub>-Brenner</li> <li><input type="checkbox"/> Brennerauslegung</li> <li><input type="checkbox"/> Flammenüberwachung</li> </ul> 
--	---

Abbildung 2: Vergleich der Eigenschaften von Wasserstoff und Erdgas sowie deren Auswirkungen

brennungsregelung Lambda Pro Plus ließen sich die Geräte bereits problemlos und ohne jegliche Umrüstung oder Umstellung mit Gemischen aus Erdgas und begrenzten Wasserstoffanteilen von 20 bis 30 Volumenprozent und auch mit beliebigen Anteilen von Bio-Erdgas betreiben. Es bestand also eine ausgezeichnete Basis für die Weiterentwicklung hin zu Gasbrennwertgeräten, die für den Betrieb mit reinem Wasserstoff vorbereitet sind.

Reiner Wasserstoff als Brennstoff unterscheidet sich allerdings von Erdgas in einer Reihe von Eigenschaften (Abbildung 2). Diese Eigenschaften des Wasserstoffs haben praktische Auswirkungen auf nahezu alle verbrennungstechnischen Parameter eines Gasheizgerätes, beispielsweise auf Leistung, Luftzahl, Emissionen und Effizienz – aber auch auf die Gerätesicherheit. Das macht wesentliche technische Anpassungen erforderlich.

doch Wärmepumpen meist die bessere Lösung.

Anders sieht es dagegen im Gebäudebestand aus: Hier ist die kommunale Wärmeplanung maßgebend, die in Städten mit mehr als 100.000 Einwohnern spätestens bis zum 30. Juni 2026 und in kleineren Kommunen bis spätestens 30. Juni 2028 darüber aufklären soll, welche Möglichkeiten der Wärmeversorgung in der Gemeinde und vor Ort zur Verfügung stehen. Wird vorher der Einbau einer neuen Heizung erforderlich, so dürfen Gasbrennwertgeräte eingesetzt werden, wenn diese schrittweise mit einem zunehmenden Anteil grüner Gase betrieben werden können, beispielsweise mit Biogas oder grünem Wasserstoff:

- ab 2029 mit mindestens 15 Prozent,
- ab 2035 mit mindestens 30 Prozent und
- ab 2040 mit mindestens 60 Prozent.

Paragraf 71k, Absatz 1, des GEG<sup>1</sup> macht jedoch eine Ausnahme für Gasheizgeräte, die für den Betrieb mit reinem Wasserstoff umgerüstet werden können – wenn die örtliche Wärmeplanung ein Wasserstoffnetz vorsieht und der Netzbetreiber einen verbindlichen Plan für die Umstellung auf den neuen Energieträger bis Ende 2044 vorgelegt hat. In diesem Fall können die Geräte eingebaut werden, ohne die Vorgaben zur Nutzung Erneuerbarer Energie erfüllen zu müssen.

Damit ist ein H<sub>2</sub>-ready-Privileg entstanden, das für die Betreiber der über 14 Millionen Gasheizungen im Gebäudebestand<sup>2</sup> erhebliche Vorteile mit sich bringt, wenn sich deren Anlagen in zukünftigen Wasserstoffnetz-Ausbaugebieten befinden: Wer ab 2024 seine alte Gasheizung gegen ein neues Gasbrennwertgerät austauscht (Abbildung 1), das sich für den reinen Wasserstoffbetrieb

umrüsten lässt, darf weitere Jahre mit fossilem Erdgas heizen – und das bis auf Weiteres zu voraussichtlich geringeren Kosten. Zum einen wird sich die Investition in ein 100-Prozent-H<sub>2</sub>-ready-Gerät etwa auf dem Niveau eines herkömmlichen Gasbrennwertgeräts bewegen; zum anderen dürfte der Preis für Erdgas noch für geraume Zeit geringer sein als für grünen Wasserstoff. Solange der neue Energieträger „grüner Wasserstoff“ lediglich in geringen Mengen verfügbar ist, haben die Erzeuger keinen Anlass, diesen günstiger als Erdgas anzubieten.

#### Unterschiedliche Verbrennungseigenschaften

Die Entwicklung von Gasbrennwertgeräten für die Verbrennung von reinem Wasserstoff hat bereits vor einigen Jahren begonnen. Aufgrund der in den Wand- und Kompaktgeräten der verschiedenen Vitodens Baureihen serienmäßig vorhandenen gasadaptiven Ver-

#### Erster Schritt: Prüfen der Eignung

In einem ersten Schritt wurden Wandgeräte aus einer laufenden Serie auf ihre Eignung für den Betrieb mit Erdgas-/Wasserstoff-Gemischen untersucht (Abbildung 3). In dem Testprogramm wurden geprüft:

- die Gerätesicherheit – abgeleitet aus EN 15502 (Sicherheits-Abschaltwege, Flammenrückschlag, Late Ignition),
- die Geräte-Robustheit und Kernfunktionen (Zündverhalten, Ionisationsstrom, Flammenüberwachung Grenzgassimulation) und
- die Geräteeigenschaften (Luftzahl und Leistung, CO- und NO<sub>x</sub>-Emissionen, Effizienz/Wirkungsgrad).

Alle Testkriterien wurden vollständig erfüllt, auch bei hohen Wasserstoffanteilen von bis zu 30 Prozent. Die Gerätesicherheit

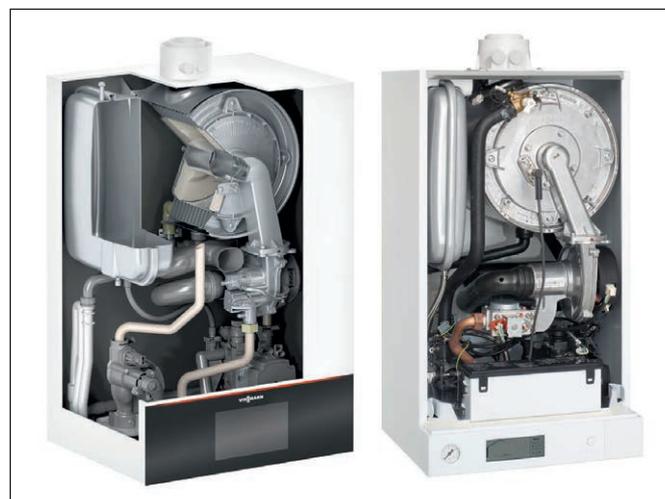


Abbildung 3: Seriengeräte aus dem Baujahr 2019 wurden auf ihre Eignung für den Betrieb mit Erdgas-/Wasserstoff-Gemischen untersucht.

blieb auch bei dieser hohen Wasserstoff-Konzentration im vollen Umfang gewährleistet. Ebenso wurden die Kernfunktionen vollständig erfüllt und die Robustheit wurde nicht beeinträchtigt; das Zündverhalten verbesserte sich. Bei den Geräteeigenschaften war festzustellen, dass erwartungsgemäß die Luftzahl anstieg und die Leistung sank. Die Emissionen haben sich auf dem Prüfstand mit dem Gas-Gemisch erheblich verbessert, insbesondere die NO<sub>x</sub>- und die CO-Werte sanken deutlich. Nahezu unverändert blieb die Effizienz bzw. der Wirkungsgrad. Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse an einem Beispiel.

### Zweiter Schritt: Geräte für reinen Wasserstoffbetrieb

Die Untersuchungen zeigten aber auch, dass die aktuellen Wärmeerzeuger für den Betrieb mit reinem Wasserstoff nicht geeignet sind und dafür eine entsprechende Anpassungsentwicklung erforderlich ist. Kritische Punkte bei der Verbrennung von reinem Wasserstoff sind vor allem:

- Die hohe Flammgeschwindigkeit, die bei Wasserstoff mit 346 Zentimetern pro Sekunde rund achtmal schneller ist als bei Erdgas, die Folge sind Flammenrückschlag und kritische Temperaturen.
- Die höhere Flammentemperatur von 2.130 Grad Celsius, die hohe Stickoxid-Emissionen begünstigt.
- Die sehr geringe Zündverzugszeit (0,0001 s gegenüber 0,3 s bei Erdgas), die mit dem Risiko einer Selbstzündung verbunden ist.
- Das fehlende Ionisationssignal aus der Flamme, auf dessen Grundlage die sicherheitsgerichtete Flammenüberwachung funktioniert und die Verbrennungsregelung den Verbrennungsprozess regelt.

Das daraufhin erstellte Konzept für die Entwicklung von Geräten für den Betrieb mit reinem Wasserstoff sah vor, möglichst viele Serienkomponenten beizubehalten. Unumgänglich waren jedoch die Anpassung des Flammkörpers und eine Neuentwicklung des Flammüberwachungs- und Verbrennungsregelungs-Systems aufgrund des fehlenden Ionisationssignals (Abbildung 5).

Nach dem heutigen Stand der Geräteentwicklung erhalten Flammüberwachung und Verbrennungsregelung ihre Signale beim Betrieb mit Wasserstoff von einem optischen Sensor und einem O<sub>2</sub>-Sensor. Das speziell für die Wasserstoffverbrennung entwickelte Perforationsmuster des Flammkörpers wurde mittels CFD-Simulationen (Computational Fluid Dynamics-Simulationen) berechnet und in zahlreichen Iterationsschritten auf dem

### Eignung aktueller Gasbrennwertgeräte für H2 bis 30 % Ergebnisse: Effizienz und Emissionen (Bsp: Vitodens 100, B1HC)

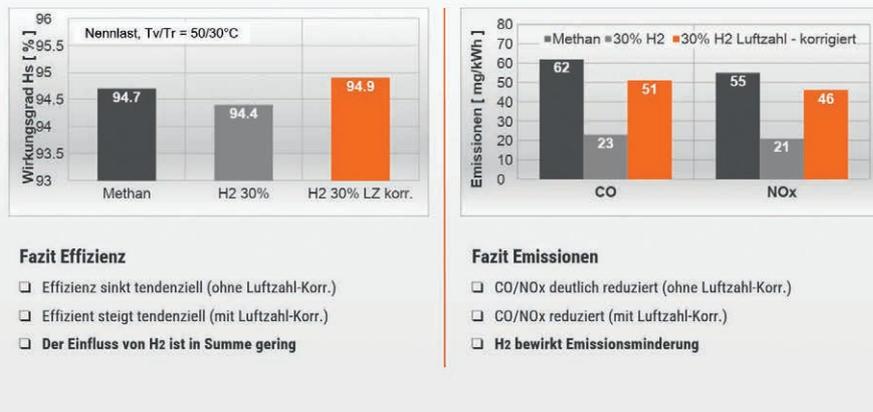


Abbildung 4: Auswirkungen des Betriebs mit bis zu 30 Prozent Wasserstoff auf ein Seriengerät

### Vergleich Brenner: Erdgas vs. Wasserstoff

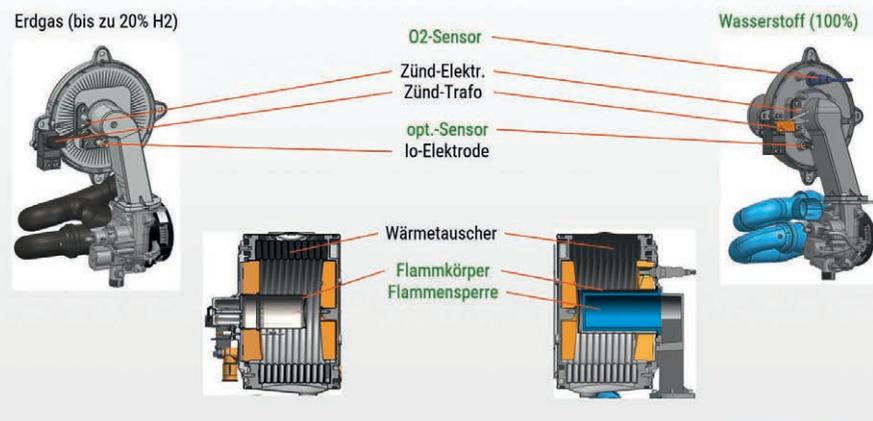


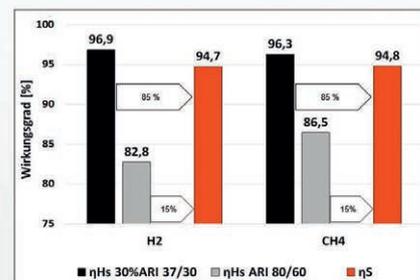
Abbildung 5: Für den Betrieb mit 100 Prozent Wasserstoff angepasste bzw. neu entwickelte Komponenten

### Effizienz von Brennwertheizgeräten im 100%-H2-Betrieb

Energetische Kenngrößen		H2	CH4
Hi (15 °C)	MJ/m <sup>3</sup>	10,23	33,93
Hs (15 °C)	MJ/m <sup>3</sup>	12,08	37,64
Hs/Hi Verhältnis	-	1,18	1,11
Taupunkt (λ=1,34)	°C	66,9	54,4
max. Kondensation	g/kWh	273	167
max. Kondensationsgewinn	%	18	11
<b>η<sub>s</sub></b>	<b>%</b>	<b>94,7</b>	<b>94,8</b>

#### Gesamtwirkungsgrad bleibt gleich

Zugewinn bei 37/30 °C kompensiert Verluste bei 80/60°C



Ökodesign Wirkungsgrad  $\eta_{ts} \rightarrow \eta_{80/60} + 15\% + \eta_{37/30} + 85\%$   
Vereinfachtes Messverfahren ohne el. Verbr., Lambda 1,34, Vitodens S2 35kW

Abbildung 6: Nach der Umrüstung von Erdgas- auf Wasserstoff-Betrieb bleibt die Effizienz praktisch gleich.

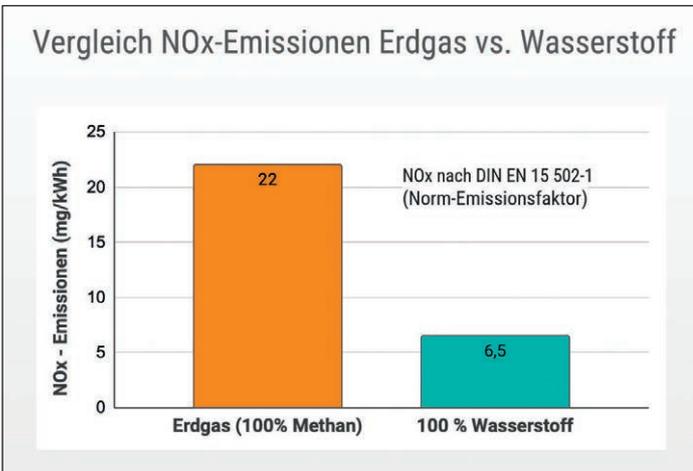


Abbildung 7: Vergleich der NO<sub>x</sub>-Emissionen am Beispiel des Gasbrennwert-Wandgeräts Vitodens 200-W bei Betrieb mit Erdgas bzw. mit 100 Prozent Wasserstoff

Prüfstand immer wieder optimiert, sodass unter allen Lastzuständen eine sichere Verbrennung bei unveränderter Effizienz gegenüber der Erdgasverbrennung und zugleich deutlich geringere Stickoxid-Emissionen gewährleistet sind (Abbildungen 6 und 7).

#### SmartQuart: Erster Praxistest

Die Entwicklungsarbeiten für die Wasserstoffbrennwertgeräte werden im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Projekts „SmartQuart“ durchgeführt. Im Quartier Kaisersesch entsteht derzeit eine komplette Infrastruktur von der Wasserstoffherzeugung über Transport und Speicherung bis zur Endanwendung in den Sektoren „Wärme“, „Mobilität“ und „Industrie“ (Abbildung 8). Sobald dort alle Vorbereitungen getroffen sind, werden fünf Gasbrennwertgeräte, die für den Betrieb mit reinem Wasserstoff vorbereitet sind, und fünf auf den Betrieb mit reinem Wasserstoff ausgelegte Brennstoffzellen-Heizgeräte in die Praxiserprobung gehen.

Lange bevor diese Tests abgeschlossen sind, sind allerdings Gasbrennwertgeräte in Großserien verfügbar, die für den Betrieb mit reinem Wasserstoff vorbereitet sind. Seit Januar dieses Jahres hergestellte Gas-Brennwertgeräte der Baureihen Vitodens 300 und Vitodens 200 werden sich gemäß den Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes zukünftig auf den Betrieb mit reinem Wasserstoff umstellen lassen. Für die Umstellung der Geräte auf den Betrieb mit reinem Wasserstoff werden nach aktueller Planung ab Anfang 2026 Umrüstkits zur Verfügung stehen. Diese werden im Wesentlichen aus einer neuen Brenner-Einheit mit der erforderlichen Sensorik bestehen. Damit kann zukünftig die Umrüstung einfach im Rahmen des so genannten

Gasnetzgebietstransformationsplans erfolgen. Die Zertifizierung der Geräte in Kombination mit den Umrüstsätzen erfolgt dabei nach den gültigen Vorgaben der ZP 3100.100 und EN 15502.

#### Fazit

Laut GEG-Novelle sind Gasbrennwertgeräte, die sich auf den Betrieb mit reinem Was-

serstoff umrüsten lassen und in einem zukünftigen Wasserstoffnetz-Ausbaubereich betrieben werden, von der Pflicht befreit, Erneuerbare Energien zu nutzen. Das eröffnet Anlagenbetreibern die Möglichkeit, auch weiterhin mit Erdgas zu heizen.

Bereits vor einigen Jahren wurde mit der Entwicklung von 100-Prozent-H<sub>2</sub>-ready-Geräten begonnen. Seit Anfang des Jahres sind diese Wärmeerzeuger als Großseriengeräte im Markt und werden anstelle der herkömmlichen Gasbrennwertgeräte angeboten. Sie lassen sich zunächst mit Erdgas und Erdgas-/Wasserstoff-Gemischen betreiben. Sobald dann in einem Gasverteilnetz reiner Wasserstoff verfügbar ist, erfolgt die Umstellung auf den Betrieb mit reinem Wasserstoff mit standardisierten Umrüstkits. ◀

1 Gesetz zur Änderung des Gebäudeenergiegesetzes, zur Änderung des Bürgerlichen Gesetzbuches, zur Änderung der Verordnung über Heizkostenabrechnung, zur Änderung der Betriebskostenverordnung und zur Änderung der Kehr- und Überprüfungsordnung vom 16. Oktober 2023.

2 Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie (BDH): Gesamtbestand zentrale Wärmeerzeuger 2022.

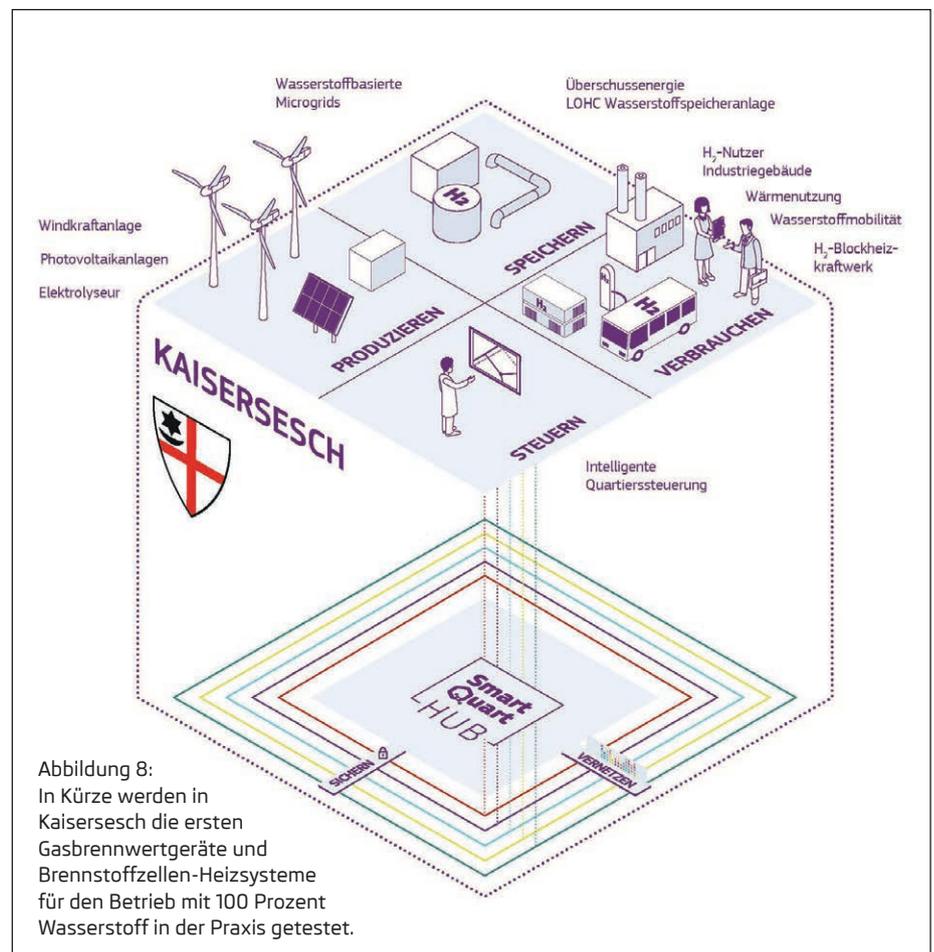


Abbildung 8: In Kürze werden in Kaisersesch die ersten Gasbrennwertgeräte und Brennstoffzellen-Heizsysteme für den Betrieb mit 100 Prozent Wasserstoff in der Praxis getestet.

# Versorgung auf Abruf durch Frischwasserstationen

Moderne Trinkwasserlösungen punkten mit Hygiene, Komfort und Effizienz

Wasser wird hierzulande wie selbstverständlich verwendet. Im täglichen Leben muss insbesondere warmes Trinkwasser auf Anrieb zur Verfügung stehen. Es wird gebraucht zum schnellen Händewaschen, zum Baden und Duschen und in der Küche zum Abspülen. Für die Bereitstellung des Wassers können entsprechende Trinkwasserspeicher zum Einsatz kommen. Diese gelten allerdings als sehr platzintensiv. Eine alternative Lösung sind Frischwasserstationen.



Abbildung 1: Ohne aufwendige Installation als Komplettsystem – Frischwasserstation „Reflex Hydroflow“ mit Verteiler und Speicher



Adam Zuchowski,  
Produktmanager  
Energie & Wasser-  
speicher,  
Reflex Winkelmann  
GmbH,  
Ahlen

## Bedeutung der Hygiene

Auch wenn die technologischen Entwicklungen im Bereich „Trinkwasser“ sehr weit fortgeschritten sind, bildet stehendes Wasser immer ein Risiko. Hier kann es dazu kommen, dass sich gesundheitsschädliche Bakterien vermehren. An diesem Punkt setzen Frischwasserstationen an. Sie bieten eine bestmögliche Aufbaustruktur und optimale Voraussetzungen, um schnell hygienisches Trinkwasser bereitzustellen – ohne, dass es bevorratet werden muss. Nicht unerheblich sind in diesem Zusammenhang auch die Vorgaben der neuen Trinkwasserverordnung: verpflichtende Regelungen zur Gefährdungsanalyse, zur Risikobewertung und zur Entnahmearmatur bei den Verbrauchern.

## Aufbau und Funktion

Fünf Basisbausteine gehören zu einer Frischwasserstation: ein Wärmetauscher, eine Pumpe, ein Temperaturfühler, ein Regler und ein entsprechender Pufferspeicher. Auf Abruf kann eine Trinkwasserstation warmes Trinkwasser bereitstellen. Im Wärmetauscher wird Trinkwasser durch das im Gegenstromprinzip fließende Heizungswasser aus dem Pufferspeicher auf die vorgeinstellte Temperatur erwärmt. Von Vor-



teil ist dabei auch die Minimierung des Trinkwasservolumens. Dadurch wird ein hoher hygienischer Standard sichergestellt, der die Ausbreitung von Bakterien verhindert, beispielsweise von Legionellen. Je nach Größe können Frischwasserstationen in Wohngebäuden, aber auch in größeren öffentlichen Bauwerken zum Einsatz kommen, in denen ein hohes Maß an Hygiene gefordert ist.

### Bei Bedarf als Komplettsystem

Frischwasserstationen können auf Wunsch direkt im Komplettsystem angeboten werden. Dafür wird eine Frischwasserstation mit einem Pufferspeicher, einem Heizkreisverteiler und Anschlusszubehör ergänzt, so dass Konfiguration und Aufwand bei der Installation signifikant reduziert werden können. Die Komponenten sind dann auch ideal aufeinander abgestimmt. Installateure und Planer können so Zeit und Kosten sparen. Sowohl Frischwasserstationen als auch Pufferspeicher und Verteiler gibt es in unterschiedlichen Größen, um passgenau auf die individuellen Bedürfnisse eingehen zu können. Neben einem Komplettsystem ist es auch möglich, einzelne Module oder Kombinationen zu erhalten.

### Krankenhäuser und Schulen

Für kleinere bis mittelgroße Anlagen bieten sich Frischwasserstationen wie beispielsweise „Reflex Hydroflow“ an. Sie sind vor allem für Gebäude geeignet, in denen beson-

dere hygienische Anforderungen gelten – Krankenhäuser, Altenheime, Sporthallen oder Schulen. Auch die Trinkwasserverordnung gibt hier strenge Auflagen vor: Kommt es beispielsweise in öffentlichen oder gewerblich genutzten Einrichtungen beim Duschen zur Verneblung von Trinkwasser, besteht die Pflicht, das Trinkwasser zu untersuchen und Vorkehrungen zu treffen, um Legionellen-Bildung zu vermeiden. Doch auch im privaten Sektor können Endverbraucher in Ein- und Mehrfamilienhäusern von der komfortablen und sicheren Trinkwasserversorgung durch Frischwasserstationen profitieren.

### Wasser auf Abruf

Im Gegensatz zu einem Trinkwasserspeicher bevorrätet eine Frischwasserstation kein Warmwasser. Sie arbeitet gewissermaßen „auf Abruf“. Damit wird das Risiko, dass sich in einer gesundheitsschädigenden Konzentration Bakterien bilden, im Vergleich zu Bevorrattungssystemen deutlich reduziert. Das Wasser wird in der Station erwärmt und steht dann den gewünschten Nutzereinheiten im Haus zur Verfügung – von Bad bis Küche. Im Vergleich zu einem Trinkwasserspeicher ist auch das Risiko des Verkalkens deutlich geringer. Da am Wärmetauscher die Kaltleitung oben und die Warmleitung unten angeschlossen sind, wird das Kalkrisiko verringert, wenn bei Betriebspausen das Wasser schnell abkühlt.

### Regler zur Überwachung

Es gibt drei Betriebsmodi, mit denen das Warmwasser zur Verfügung gestellt werden kann: Bei der thermischen Bereitstellung wird das Wasser im so genannten Zirkulationsset warmgehalten. Dank eines Reglers ist dabei ein konstantes Temperatur-Niveau möglich. Die zweite Option basiert auf Anforderung: Erst wenn es einen Zapfpuls in Richtung Frischwasserstation gibt, springt eine Zirkulationspumpe an. Besonders bei dieser Funktion ist eine deutliche Energieeinsparung möglich. Die Zirkulationspumpe ist bei der dritten Option „Dauerbetrieb“ konstant eingeschaltet, kann aber über einen Timer am Regler auf bestimmte Laufzeiten am Tag limitiert werden. Der Regler überwacht alle Sensoren, Temperaturfühler und Pumpen in der Station sowie deren Zubehör.

Der Regler stellt auch sicher, dass alle physikalischen Parameter optimal eingestellt sind, beispielsweise der Volumenstrom oder die Temperaturen. Bei Bedarf justiert er nach und sorgt so für einen hohen Komfort auf der Nutzerseite. Auch auf Hygiene wird ge-



Abbildung 3: Blick ins Innenleben einer Frischwasserstation

achtet: Über integrierte Programme kann bei Bedarf die Temperatur in den Rohrleitungen auf 70 Grad Celsius für eine thermische Desinfektion hochgefahren werden. Zudem wird über die Technik des Reglers aus dem Pufferspeicher stets nur so viel Wärme entnommen, wie zu dem angefragten Zeitpunkt tatsächlich auch benötigt wird.

### Vorteil: Kompakte Maße

Frischwasserstationen beanspruchen mit ihren kompakten Maßen deutlich weniger Fläche und Raum als ein konventioneller Trinkwasserspeicher. Sie sind ideal für enge Platzverhältnisse, beispielsweise im Einfamilienhaus. Durch optionale Verrohrungssets und Plug and Play ist der Zeitaufwand für Installation und Inbetriebnahme merklich verringert. Auch entfällt der Wartungsaufwand nahezu vollständig, da beispielsweise keine Anoden gewechselt werden müssen. Die Montagezeit verkürzt sich weiter, wenn zusätzlich ein umfangreiches Zubehör an elektrischen Heizstäben und passend konfektionierte Rohrsets angeboten werden.

Eine Frischwasserstation ist auf Langlebigkeit ausgerichtet, Ersatzteile lassen sich schnell tauschen. Die Stationen sind mit einer hochwertigen EPP-Dämmung ummantelt. Ist eine Station in Betrieb, wird das kaum bemerkt, so leise arbeitet sie.

### Fazit

Moderne Frischwasserstationen erfüllen höchste hygienische Anforderungen. Sie sind effizient und stellen nur so viel Wasser zur Verfügung, wie tatsächlich benötigt wird. Zudem sind sie flexibel integrierbar und zu einem Gesamtsystem erweiterbar. ◀



Abbildung 2: Frischwasserstationen geben Bakterien keine Chance.

# Zu hohe Temperaturen in Deutschlands Schulen

## Negative Auswirkungen auf Gesundheit und Lernleistung



Dr.-Ing.  
Claudia Kandzia,  
Technische  
Referentin,  
FGK e.V.



Thomas Waldhecker,  
Technischer Ober-  
lehrer a. D.,  
BLV e.V.

Die Ergebnisse der aktuellen Pisa-Studie lenken die Aufmerksamkeit wieder deutlich in Richtung Bildungspolitik. Deutsche Schülerinnen und Schüler haben bei dieser Studie so schlecht abgeschnitten wie noch nie. Die Leistungseinbußen sind in Deutschland überdurchschnittlich hoch.

Daraus leitet sich fast zwangsläufig die Frage ab, welche Faktoren verantwortlich für den Lernerfolg sind. Welchen Einfluss hat zum Beispiel das Gebäude bzw. das Klassenzimmer?

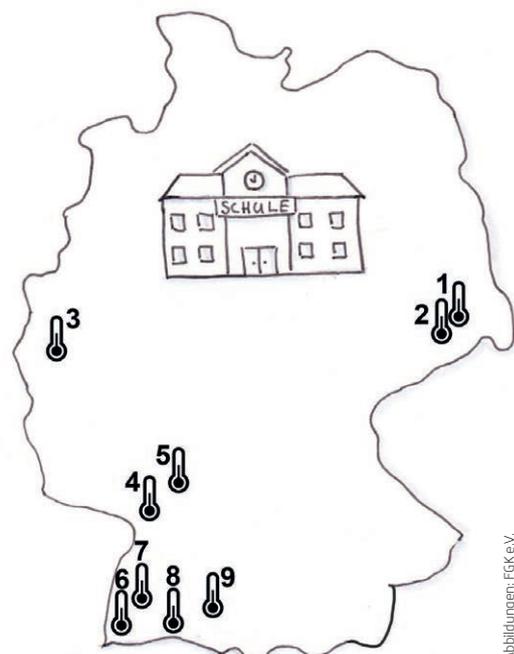
Oft erschweren bauliche Defizite das Lehren und das Lernen: In vielen Schulen

schwitzen die Menschen im Sommer in den Unterrichtsräumen und im Winter frieren sie. Nicht mehr zeitgemäß sind auch lange, schmale, für Frontalunterricht konzipierte Klassenzimmer. Beim Neubau von Schulgebäuden sollten stattdessen deutlich breitere Unterrichtsräume geplant werden, die sich auch für unterschiedliche Unterrichtsformen eignen. Akustikdecken erhöhen die Sprachverständlichkeit und erleichtern damit nicht nur den Unterricht in Fremdsprachen. Sie verringern auch den Schallpegel im Raum, beispielsweise bei der Gruppenarbeit. Ein Farbkonzept beeinflusst ebenfalls

die Lernleistung der Kinder und Jugendlichen: Durch die Wahl geeigneter Farben lässt sich eine positive Wirkung auf das Verhalten der Kinder erreichen. Von Vorteil ist, wenn sich die Beleuchtung flexibel anpassen lässt. Bei Klassenarbeiten sollte sie die Konzentration fördern – bei hitzigen Diskussionen ist hingegen ein warmes Licht deutlich zielführender, das hilft, die Emotionen einzufangen.

Die genannten Maßnahmen tragen erheblich zu einer angenehmen Umgebung bei, in der die Kinder und Jugendlichen leichter zu motivieren sind. So entstehen deutlich bessere Randbedingungen für die Lehrkräfte. Obwohl die Nachrüstung auch in bestehenden Gebäuden möglich ist, sind diese Verbesserungen in viel zu wenigen Unterrichtsräumen zu finden.

Das gilt auch für Lüftungsanlagen, die automatisch – ohne Öffnen der Fenster, ohne Straßenlärm und ohne dass die Menschen im Raum frieren – eine Lüftungsrate sicherstellen, durch die die Lernerfolge deutlich steigen. Zudem wirken sie im Sommer durch Nachtauskühlung und bedarfsgeregeltes Lüften zu hohen Temperaturen in Klassenräu-



Abbildungen: FGK e.V.

Abbildung 1: Aufnahme des Messgerätes in einem der Klassenräume (links) und die Standorte der Schulen, die sich an der Messkampagne beteiligt haben (rechts)



men entgegen. Im Sommer 2023 wurde dazu in verschiedenen Städten Deutschlands eine Messkampagne durchgeführt.

### Messkampagne in Klassenräumen

In Schulgebäuden klettern die Temperaturen im Sommer teilweise in unerträgliche Höhen. Die Folgen sind sowohl für Lehrkräfte als auch für die Schülerinnen und Schüler fatal. Sie können sich schlechter konzentrieren, werden müde und sind erschöpft. Hitze verursacht Stress für den gesamten Körper. Ein produktiver Unterricht ist nahezu unmöglich.

Im Idealfall soll die Temperatur in Klassenräumen zwischen mindestens 20 °C und höchstens 26 °C liegen. Wie heiß es tatsächlich im Klassenzimmer wird, hängt von verschiedenen Randbedingungen ab – beispielsweise von der Ausrichtung der Fenster im Gebäude, vom Dämmstandard und davon, ob Jalousien vorhanden sind.

Im Sommer 2023 lagen die Außentemperaturen in Deutschland erheblich über dem vieljährigen Mittel. Uwe Kirsche, Pressespre-

cher des Deutschen Wetterdienstes (DWD), kommentierte die Sommerbilanz des nationalen Wetterdienstes: „Seit nun 27 Jahren werden in Deutschland zu warme Sommer gemessen. Wieder können wir den Klimawandel live erleben.“ Der höchste Messwert in Deutschland wurde am 15. Juli 2023 mit 38,8 °C in Bayern gemessen. Die Badische Zeitung berichtete am 5. Juli 2023 über Schulen in Freiburg, in denen die Temperaturen auf bis zu 35 °C anstiegen. Eine Schulleiterin schilderte, dass die Konzentration nachlasse, viele Schülerinnen und Schüler schlapp wären und einige über Kopfschmerzen klagen würden.

Um konkrete Daten darüber zu erhalten, wie warm es in Deutschlands Schulen tatsächlich wird, wurden in je einer Woche im Juni und im September 2023 Temperaturmessungen an neun Schulen durchgeführt. Dabei kamen baugleiche Messgeräte der Firma Wöhler zum Einsatz. Die Lehrerinnen und Lehrer dokumentierten zu vereinbarten Zeiten die jeweilige Temperatur

im Klassenraum, indem sie das Messgerät fotografierten. Die erste Messwoche dauerte vom 26. bis zum 30. Juni, die zweite vom 11. bis zum 15. September 2023. Abbildung 1 zeigt exemplarisch die Aufnahme aus einem Klassenraum in Dresden, die am 26. Juni um 14:00 Uhr entstand. Die Temperatur in dem Raum betrug zu diesem Zeitpunkt 31,7 °C. Die rechte Seite der Abbildung 1 zeigt die Standorte der Schulen.

### Auswertung der Messergebnisse

In Abbildung 2 sind die an den zehn Messtagen erfassten Temperaturen aufgetragen. Die Nummerierung der neun beteiligten Schulen entspricht der Zuordnung in der Deutschlandkarte (Abbildung 1). Da am 26. Juni in NRW bereits die Ferien begonnen hatten, liegen für die Messwoche im Juni keine Daten der Schule in Bonn vor. Die in Abbildung 2 zusätzlich eingetragenen Linien entsprechen Werten konstanter Temperatur. Das Kreisdiagramm gibt die prozentuale Verteilung der Messwerte wieder. Dabei ist die farbliche Zuordnung wie folgt: grün = Werte unterhalb von 26 °C, gelb = Werte zwischen 26 °C und 28 °C, orange = Werte zwischen 28 °C und 30 °C und rot = Werte oberhalb von 30 °C.

Eine detaillierte Übersicht über die gemessenen Temperaturwerte an allen Messtagen enthält Abbildung 3. Wie bereits erwähnt, sollten die Temperaturen im Klassenraum zwischen 20 und 26 °C liegen, um ein behagliches Innenraumklima sicherzustellen und konzentriertes Lernen zu ermöglichen. Nur 11,8 Prozent der hier dargestellten Messwerte liegen in diesem Bereich. Alle anderen Temperaturen liegen oberhalb von 26 °C, davon 38,8 Prozent sogar über 30 °C.

### Interpretation und Empfehlungen

Abbildung 4 zeigt eine Übersicht über den Einfluss der Raumtemperatur auf das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit. Dieser Übersicht ist zu entnehmen, dass die in der Messkampagne erfassten Werte zu großen Anteilen in Bereiche fallen, in denen es zu Unbehagen, Reizbarkeit, Konzentrationsmangel und einem Leistungsabfall für geistige Arbeit kommt. Außerdem ist mit psychischen sowie psycho-physiologischen Störungen zu rechnen.

Aus diesen Ergebnissen leiten sich die folgenden Fragestellungen ab:

- Ist unter diesen Bedingungen Unterricht überhaupt noch möglich?
- Wie reagieren Gewerkschaften bzw. Verbände, Elternvertreter und Unfallversicherungen auf die seit Jahren steigenden Temperaturen in den Unterrichtsräumen?

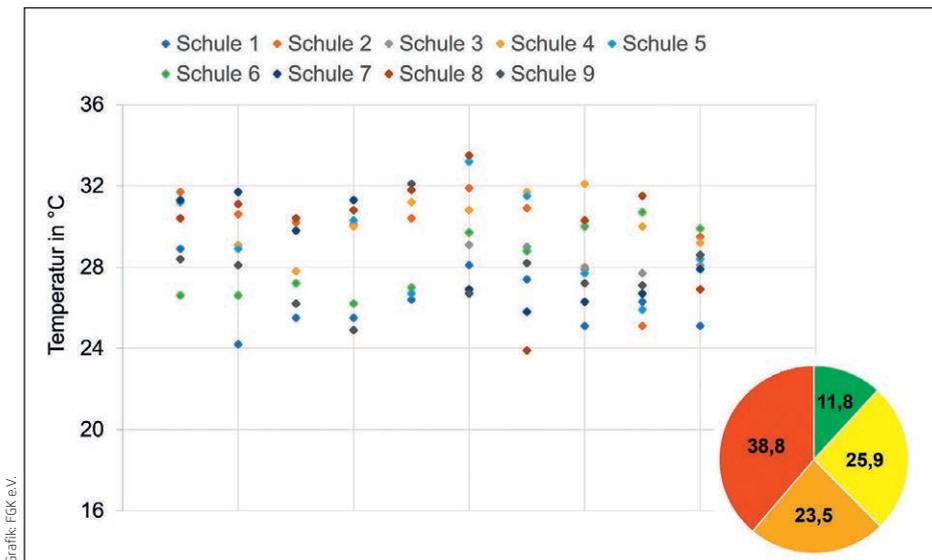


Abbildung 2: Darstellung der gemessenen Temperaturen an den neun Schulen für alle Messtage

	Schule 1	Schule 2	Schule 3	Schule 4	Schule 5	Schule 6	Schule 7	Schule 8	Schule 9
26. Jun	28,9	31,7	Ferien	26,6	31,2	28,4	28,4	31,3	30,4
27. Jun	24,2	30,6		26,6	28,9	29,1	28,1	31,7	31,1
28. Jun	25,5	30,2		27,2	30,4	27,8	26,2	29,8	30,4
29. Jun	25,5	30,1		26,2	30,3	30,0	24,9	31,3	30,8
30. Jun	26,4	30,4		27,0	26,7	31,2	32,1	31,8	31,8
11. Sep	28,1	31,9	29,1	29,7	33,2	30,8	26,7	26,9	33,5
12. Sep	27,4	30,9	29,0	28,8	31,5	31,7	28,2	25,8	23,9
13. Sep	25,1	27,9	28,0	30,0	27,7	32,1	27,2	26,3	30,3
14. Sep	26,3	25,1	27,7	30,7	25,9	30,0	27,1	26,7	31,5
15. Sep	25,1	29,5	28,1	29,9	28,4	29,2	28,6	27,9	26,9

Abbildung 3: Übersicht der gemessenen Temperaturen an den neun Schulen für alle Messtage

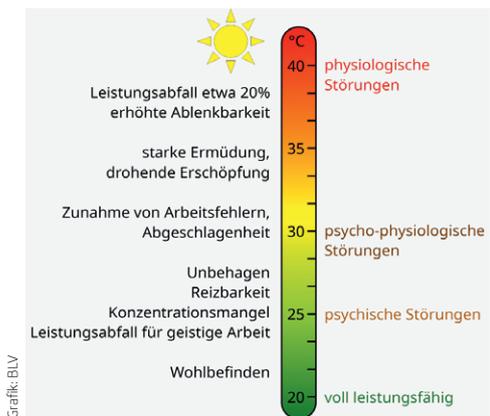


Abbildung 4: Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur

- Gibt es Lösungsvorschläge der Politik und der Schulträger, damit alle am Unterricht Beteiligten nicht im Sommer schwitzen und im Winter frieren müssen?

Gewerkschaften und Elternvertreter setzen sich für eine bundeseinheitliche Lösung für Hitzefrei an Schulen und insgesamt mehr Hitzeschutz ein. Anja Bensinger-Stolze (Vorstandsmitglied GEW) sagte, dass den steigenden Temperaturen, die mit dem Klimawandel auf uns zurollen, präventiv begegnet werden müsse. Der Verband der Amtsärzte fordert angesichts der hohen Temperaturen eine Siesta in der Mittagszeit. Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) hat in ihrem „pluspunkt. Sicherheit & Gesundheit in der Schule“ vom April 2023 das Thema „Hitze und Sonnenschutz“ unter dem Motto „Gut auf sich und andere achten“ behandelt. In dem Beitrag wird erwähnt, dass in ungünstigen Fällen die Temperaturen in den Klassenräumen auf über 35 °C ansteigen können. Lehrkräften wird empfohlen, bei den Schülerinnen und Schülern auf Anzeichen einer Überhitzung zu achten, da sonst gravierende gesundheitliche Risiken bestehen. Es folgen weitere Tipps, beispielsweise die Klassenzimmer nachts durch gekippte Fenster abzukühlen.

Wie sind all diese Tipps aus Sicht des Arbeitsschutzes zu bewerten? Es handelt sich ausschließlich um Empfehlungen, die nach dem **STOP**-Prinzip **O**rganisatorische Maßnahmen sind. Die einzelnen Maßnahmen des STOP-Prinzips sind in Abbildung 5 dargestellt.

Viel trinken, kühlende Kleidung tragen, Verhaltensregeln und Unterweisungen sind **P**ersönliche Maßnahmen. Ihre Wirksamkeit ist nach der Maßnahmenhierarchie des Arbeitsschutzes relativ gering. Für die Lehrkräfte ist es außerdem aufgrund einer Viel-

Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass die Leistungsfähigkeit bei Raumtemperaturen über 26 °C in erheblichem Umfang abnimmt. So kommt beispielsweise eine Untersuchung aus Dänemark (Wargocki, Wyon 2006) zum Ergebnis, dass Schülerinnen und Schüler bei höheren Temperaturen signifikant schlechtere Ergebnisse erzielen und die Leistungsfähigkeit pro 1 °C Temperaturzunahme um zwei Prozent abnimmt.

Quelle: km-bw.de/Lde/startseite/service/PM+Hitzefrei

zahl anderer Aufgaben nahezu unmöglich, zu überprüfen, ob diese Verhaltensregeln eingehalten werden.

Keine der empfohlenen Maßnahmen kann dazu beitragen, die Bildungsqualität zu erhöhen und gleichzeitig die Gesundheit der am Schulleben Beteiligten zu schützen!

Aus pädagogischer Sicht bedeuten die empfohlenen Maßnahmen weitere zusätzliche Aufgaben für die Lehrkräfte und noch mehr Stress und Störungen des Unterrichts. Neben Lehrermangel, Unterrichtsausfall, fehlenden Bildungsreformen, Ausstattungsdefiziten und baulichen Mängeln wird das häufige Überschreiten bzw. im Winter Unterschreiten der empfohlenen Raumtemperaturen die Bildungsqualität weiter verschlechtern. Hitzefrei verbietet sich aus pädago-

gischer Sicht. Deutschland kann sich zu den fünf Prozent Unterrichtsausfall – 11,8 Prozent in Regionen mit niedrigem Haushaltseinkommen<sup>1</sup> – keinen weiteren Unterrichtsausfall leisten. Eine so unzulängliche Lösung wäre gleichzeitig eine Kapitulation vor den geschilderten Defiziten im Bildungsbereich.

Zum Lehrkräftemangel erklärte Professorin Dr. Felicitas Thiel, Co-Vorsitzende der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK): „Die aktuelle Situation ist besorgniserregend.“<sup>2</sup>

### Lösungsmöglichkeiten

Substitution als wirksamste Schutzmaßnahme scheidet leider aus, da Hitze nicht durch einen weniger gefährlichen Gefahrstoff oder ein anderes Verfahren ersetzt werden kann. Als einzig sinnvolle Schutzmaßnahme bleiben **Technische Lösungen** übrig.

Um die Temperaturen im Klassenzimmer nach den Vorgaben der Arbeitsstättenverordnung zu gewährleisten<sup>3</sup>, wird empfohlen, die Räume durch Nachtlüftung abzukühlen oder in den sehr frühen Morgenstunden ausreichend zu lüften. Werden regelmäßige Lüftungsintervalle eingehalten, beispielsweise alle 20 Minuten für etwa fünf Minuten die Fenster öffnen, kann eine angemessene Raumluftqualität eingehalten werden. Dafür braucht es jedoch eine Anzahl zu öffnender Fenster, die möglichst an unterschiedlichen Wänden angeordnet sind. Nur so ist eine gute Querlüftung möglich. Sehr hohe Außentemperaturen verursachen aber im Tagesverlauf

Maßnahmen zur Gefährdungsreduzierung				Fachverband Gebäude-Klima e.V.
	Gefahrenquelle	Mensch	Maßnahme	Wirksamkeit
<b>S</b>			Substitution Beseitigung der Gefahrenquelle	★★★★★
<b>T</b>			Trennung Räumliche Abtrennung der Gefahrenquelle	★★★★☆
<b>O</b>			Organisatorische Maßnahmen (Arbeitsabläufe Arbeitsorganisation)	★★★☆☆
<b>P</b>			Persönliche Schutzausrüstung	★★☆☆☆
Verhaltensbezogene Maßnahmen			Verhaltensbezogene Maßnahmen (Unterweisung)	★☆☆☆☆

Abbildung 5: Darstellung der Gefahrenquelle und der verschiedenen Maßnahmen nach dem STOP-Prinzip

auch sehr hohe Temperaturen im Klassenraum. Außerdem zeigt die Erfahrung, dass das ausreichende Fensterlüften am Tag nicht funktioniert: Es stört den Unterricht, weil es draußen zu laut ist, Pollen und Feinstaub in die Klassenräume gelangen oder einfach vergessen wird, die Fenster zu öffnen.

Für Unterrichtsräume ist deshalb generell eine ventilatorgestützte Lüftung zu empfehlen. Angeboten werden zentrale und dezentrale Lösungen. Zentrale Raumluftechnische Anlagen mit einer Luftverteilung durch Deckenkanäle werden vor allem in Neubauten und bei Umbauarbeiten installiert.

Dezentrale Lüftungsanlagen werden raumweise integriert und die Leitungen für Zu- und Abluft durch die Fassade geführt. Diese Lösung eignet sich besonders für die Nachrüstung von Bestandsgebäuden. Da sie nicht in allen Räumen gleichzeitig nachgerüstet werden müssen, lassen sich individuelle Randbedingungen leicht berücksichtigen.

Beide Lüftungssysteme arbeiten witterungsunabhängig. Sie ermöglichen es, alle Betriebsarten und Klimafaktoren zu berücksichtigen. Mit einer Wärmerückgewinnung kann zudem Wärme aus der Abluft auf die Zuluft übertragen und dadurch Heizenergie eingespart werden. ◀

<sup>1</sup> „So viele Schulstunden fallen bundesweit aus“, [www.zeit.de](http://www.zeit.de), 26. April 2018.

<sup>2</sup> „Einsatz optimieren, Bedarf senken: SWK empfiehlt zeitlich befristete Notmaßnahmen zum Umgang mit dem akuten Lehrkräftemangel“, gemeinsame Pressemitteilung von SWK und KMK vom 27. Januar 2023.

<sup>3</sup> Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.): Technische Regeln für Arbeitsstätten, ASR A3.5 „Raumtemperatur“, 2022, Seite 198.

# Einfach fortschrittlich.

zukunftssicher | konnektiv | nachhaltig



Die Wilo-Stratos MAXO

# wilo

Einfach heute schon an morgen denken – mit einer der effizienten und smartesten Lösungen auf dem Markt: der Wilo-Stratos MAXO.

Erfahren Sie mehr über die einfach bessere Pumpe:  
[www.wilo.de/einfach-besser](http://www.wilo.de/einfach-besser)



# Gebäudeautomation - Anforderungen an Investoren, Bauherren und Betreiber von Gebäuden



Dipl.-Ing.  
Maik Benjamin  
Maibaum,  
Lead Solution  
Manager, Digital  
Water,  
Grundfos GmbH,  
Erkrath

Die Gebäudeautomation (GA) integriert die Mess-, Steuer-, Regelungs-, Überwachungs- und Optimierungseinrichtungen von Gebäuden in ein System zur Datenerfassung, Weiterverarbeitung, Automatisierung, Optimierung und Datenspeicherung. Die Gebäudeautomation hat sich zu einem unverzichtbaren Bestandteil und zunehmend zu einer Leitdisziplin beim energieeffizienten Bauen und für die nachhaltige Bewirtschaftung von Gebäuden über den gesamten Lebenszyklus entwickelt. Zukünftig wird sie dank dem Aufkommen von IoT-Technologien, künstlicher Intelligenz (KI) und Big Data in ihrem Funktionsumfang ständig erweitert werden. Aus der aktuellen Gesetzgebung resultieren Anforderungen für die Gebäudeautomation an Investoren, Bauherren und Betreiber von Gebäuden, die nachfolgend näher betrachtet werden.

## Die EU-Gebäuderichtlinie

Die EU-Gebäuderichtlinie (Energy Performance of Buildings Directive – EPBD) ist eine gesetzliche Vorschrift der Europäischen Union, deren Ziel es ist, die Energieeffizienz von Gebäuden zu steigern. Die Richtlinie muss von den einzelnen EU-Mitgliedstaaten in nationale Gesetze umgesetzt werden. Sie haben allerdings einen gewissen Spielraum bei der Umsetzung und können so nationale Besonderheiten und Bedingungen berücksichtigen. Die Umsetzung der EPBD-Richtlinie in Deutschland wird sich deshalb von der in anderen EU-Staaten unterscheiden. Im Jahr 2023 wurde die EU-Gebäuderichtlinie novelliert.

Die EU-Gebäuderichtlinie wurde in Deutschland zunächst durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) umgesetzt und



Dipl.-Ing. (FH)  
Franz Rebmann,  
technischer  
Referent,  
BTGA e.V.

später durch das Gebäudeenergiegesetz (GEG).

Die Richtlinie umfasst nicht direkt die Gebäudeautomation, jedoch kann diese ein wichtiger Bestandteil eines Sanierungskonzeptes sein, um durch geeignete Steuerung und Regelung den Gesamtenergiebedarf eines Gebäudes zu senken.

## Das Gebäudeenergiegesetz

Das Gebäudeenergiegesetz ist am 1. November 2020 in Kraft getreten, wurde 2023 novelliert und ist in der geänderten Fassung am 1. Januar 2024 in Kraft getreten.

Die Anforderungen an Nichtwohngebäude mit Temperierungsanlagen von mehr als 290 Kilowatt sind aktuell in § 71a „Gebäudeautomation“ des GEG definiert; die Umsetzung muss bis zum 31. Dezember 2024 erfolgen. Die Anforderungen umfassen das kontinuierliche Messen aller Mengen der Hauptenergieträger in digitaler Form mit dem Ziel, diese Daten zu speichern und weiterzuverarbeiten. Erst dadurch wird es möglich, zusammen mit weiteren Daten Kennzahlen zu bilden und mögliche Verbesserungen zu erkennen – und auch auf Verschlechterungen schnell zu reagieren. Außerdem muss eine verantwortliche Person oder ein verantwortliches Unternehmen benannt werden.

Bei einem zu errichtenden Nichtwohngebäude ist darüber hinaus eine Gebäudeautomation entsprechend dem Automatisierungsgrad B nach der Vornorm DIN V 18599-11: 2018-09 „Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser und Beleuchtung – Teil 11: Gebäudeautomation“ vorgeschrieben. Es wird klar gefordert, dass alle im Ge-

bäude vorhandenen Sub-Systeme miteinander kommunizieren und ein „System aus Systemen“ oder auch „System of Systems“ (SoS) gebildet werden muss. Bestandsgebäude mit entsprechendem Automatisierungsgrad B müssen bis zum Ablauf der Frist zum 31. Dezember 2024 ebenfalls auf den gleichen Ausbaustand des Systems aus Systemen gebracht werden.

Aber auch bei Gebäuden mit deutlich kleinerer Leistung bringt eine Gebäudeautomation Vorteile, da nach § 74 Ansatz 3 und 4 die Pflicht der Energetischen Inspektionen von Anlagen mit einem Kältebedarf von mehr als 12 Kilowatt entfällt.

Der Errichter des Gebäudeautomationsystems ist verpflichtet, dem Eigentümer nach Abschluss der Arbeiten unverzüglich das Einhalten der Vorgaben nach § 71a zu bestätigen (Unternehmererklärung).

Die Zeitschiene und die Frist bis zum 31. Dezember 2024 dürfen nicht unterschätzt werden: Wenn sie nicht eingehalten werden, handelt es sich um eine Ordnungswidrigkeit und es können Bußgelder erhoben werden.

## Das Energieeffizienzgesetz

Das Energieeffizienzgesetz (EnEfG) wurde 2023 von Bundestag und Bundesrat verabschiedet und ist am 18. November 2023 in Kraft getreten. Ziel des Gesetzes ist es, die Energieeffizienz zu steigern und dadurch den Primär- und Endenergieverbrauch zu reduzieren und dazu beizutragen, den weltweiten Klimawandel einzudämmen. Zielgruppe des Gesetzes sind öffentliche Stellen, Rechenzentren mit einer Nennanschlussleistung ab 300 kW (öffentliche Träger) bzw. 1 MW, Unternehmen mit einem jährlichen Gesamtenergieverbrauch von mehr als 2,5 Gigawattstunden und Unternehmen mit einem jährlichen Gesamtenergieverbrauch von mehr als 7,5 Gigawattstunden.

In den Paragraphen 8 „Einrichtung von Energie- oder Umweltmanagementsystemen“ und 12 „Energie- und Umweltmanagementsysteme in Rechenzentren“ des EnEfG sind Aussagen zur Gebäudeautomation zu finden. In Paragraph 8 Absatz 3 Punkt 1. werden die Anforderungen an ein Energie- und Umweltmanagementsystem beschrieben: „1. Erfassung von Zufuhr und Abgabe von Energie, Prozesstemperaturen, abwärme-



führenden Medien mit ihren Temperaturen und Wärmemengen und möglichen Inhaltsstoffen sowie von technisch vermeidbarer und technisch nicht vermeidbarer Abwärme bei der Erfassung der Abwärmequellen und die Bewertung der Möglichkeit zur Umsetzung von Maßnahmen zur Abwärmerückgewinnung und -nutzung.“

In Paragraf 12 geht es um die Energie- und Umweltmanagementsysteme in Rechenzentren. Hier werden kontinuierliche Messungen zur elektrischen Leistung und zum Energiebedarf der wesentlichen Komponenten gefordert. Das kann mit einem als Energiemanagementsystem zertifizierten GA-System umgesetzt werden.

### Das Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende

Dieses Gesetz regelt den Einsatz von Smart Metern mit der Möglichkeit, dass Netzbetreiber intelligente Messstellen aus der Ferne auslesen und Großverbraucher steuern können. Ein direkter Einfluss auf die Gebäudeautomation besteht zwar nicht, doch bietet die eingesetzte Technologie neue Möglichkeiten in zweierlei Hinsicht: Anschlussnutzer und Service-Techniker können über die Home Area Network-Schnittstelle (HAN-Schnittstelle) Daten aus dem Smart Meter Gateway (SMGW) auslesen. Diese Schnittstelle kann als Messdatenquelle dienen. Jedoch bestimmt der Gateway-Administrator die Qualität und den Inhalt der Schnittstelle und dieser sitzt bei den Netzbetreibern. Die Informationen der Energieverbräuche können für ein Monitoring interessant sein. Für Regelungsaufgaben sind aber die aktuellen Leistungsdaten in einer entsprechenden Qualität bzw. Auflösung nötig. Daher kann es sinnvoller sein, sich nicht in eine Abhängigkeit zu begeben und für solche Zwecke eine zusätzliche Messeinrichtung zu betreiben und in die Gebäudeautomation zu integrieren.

Das aus Sicht der Gebäudeautomation viel spannendere Potenzial liegt in der kontinuierlichen Fernabfrage der Verbrauchswerte und in der Möglichkeit, einen Energiepreis zeitabhängig zu variieren. Mit Kenntnis der zukünftigen Preise werden zeitlich verschiebbare und energielastige Prozesse den Energiepreisen automatisiert angepasst bzw. Sollwerte bewusst verändert. Mit einfachen Mitteln ist es beispielsweise möglich, Speichersolltemperaturen oder Raumsolltemperaturen zu Zeiten mit hohen Preisen zu verringern und bei besonders günstigen Preisen über den Normalsollwert zu erhöhen. Ebenso wird es ein Umdenken im Lademanagement von Elektrofahrzeugen ge-

ben. Die Erfahrung wird zeigen, was alles sinnvoll und ohne zu viele Komforteinbußen bei Nutzern möglich ist. Es ist sicher, dass sich das persönliche Nutzerverhalten anpassen wird und dass sich auch Gewohnheiten ändern werden.

### Energiesparen durch Gebäudeautomation

Paragraf 71a des Gebäudeenergiegesetzes fordert für neu zu errichtende Nichtwohngebäude ein System für die Gebäudeautomation entsprechend dem Automatisierungsgrad B nach der Vornorm DIN V 18599-11: 2018-09. Außerdem muss das Gebäude mit den Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung ein technisches Inbetriebnahme-Management (IBM) einschließlich der Einregulierung der gebäudetechnischen Anlagen durchlaufen.

Um die aktuellen gesetzlichen Anforderungen und Förderrichtlinien zu erfüllen, sollten bei der Planung und Realisierung der Technischen Gebäudeausrüstung und der Gebäudeautomation die beiden Normen DIN V 18599-11: 2018-09 und DIN EN ISO 52120-1 „Energieeffizienz von Gebäuden – Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement“ berücksichtigt werden.

Weitere zurzeit noch anwendbare Normen zur Energieeffizienz der Gebäudeautomation sind die DIN EN 15232-1:2017-12 „Energieeffizienz von Gebäuden – Teil 1: Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement – Module M10-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10; Deutsche Fassung EN 15232-1:2017“ und die VDI-Richtlinie 3813-2 „Gebäudeautomation (GA) – Raumautomationsfunktionen (RA-Funktionen)“.

Die Energieeffizienzklassen werden wie folgt definiert:

- Energieeffizienzklasse A: hoch energieeffizientes Gebäudeautomationssystem,
- Energieeffizienzklasse B: weiterentwickeltes Gebäudeautomationssystem,
- Energieeffizienzklasse C: Standard-Gebäudeautomationssystem,
- Energieeffizienzklasse D: einfache Regelmitteltechnik.

Die Gebäudeautomation ist in der Energieeffizienzklasse B oder höher auszuführen, um die Energiesparziele zu gewährleisten. Dafür sind folgende Leistungsmerkmale erforderlich bzw. sinnvoll:

- technisches Gebäudemonitoring,
- Energie-Monitoring,
- Raumautomation,
- automatische Bedarfserfassung,
- regelmäßige Wartung,
- Energieoptimierung.

Die Regelung der Raumbeleuchtung soll hier als Beispiel dienen:

- Energieeffizienzklasse D: Manueller Schalter Ein / Aus,
- Energieeffizienzklasse C: Manuell Ein / Aus mit automatischer Ausschaltung,
- Energieeffizienzklasse B: Präsenzerkennung, Belegungsauswertung,
- Energieeffizienzklasse A: Tageslichtabhängige Beleuchtungsregelung.

### Fazit

Die Anforderungen an das Energiesparen und die Energieeffizienz können nur mit einer hochwertigen Gebäudeautomation in einer hohen Effizienzklasse realisiert werden.

Der Carbon Footprint einer Immobilie hängt wesentlich vom energieeffizienten Betrieb über die gesamte Lebensdauer der Immobilie ab – vom Bau bis zum Rückbau bzw. bis zur Generalsanierung. Darum ist ein permanentes Monitoring der Energieverbräuche und Teil-Energieflüsse in Abhängigkeit der Gebäudenutzung erforderlich. Dadurch können unnötige Energieverbräuche schnell erfasst und vermieden werden. Durch ein permanentes Monitoring in Verbindung mit künstlicher Intelligenz können komplexe Einflüsse zielgerichtet analysiert und zur Optimierung genutzt werden: Energieverbraucher wie Heizung, Klimaanlage, Kälteanlagen, Beleuchtung, Produktionsanlagen werden im Zusammenhang mit vielen weiteren Daten analysiert und optimiert. Die Anforderungen und die Komplexität der Gebäudeautomation werden zukünftig weiter steigen. Systeme werden kleinteiliger und müssen zielgerichteter auf den tatsächlichen aktuellen Nutzen und Bedarf reagieren. Eine Gebäudenutzungsplanung und äußere Einflüsse – beispielsweise das Wetter – werden standardmäßig die Automatisierung vorausschauend beeinflussen. Die Gebäude werden dadurch am effektivsten genutzt und Energie wird eingespart. ◀



# Gebäudeautomation - Gesetzliche Anforderungen fristgerecht umsetzen

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) wurde 2023 novelliert; die Novelle ist am 1. Januar 2024 in Kraft getreten. Darin sind auch Vorgaben für die Gebäudeautomation zu finden. Diese müssen teilweise bis zum 31. Dezember 2024 umgesetzt werden, da andernfalls Bußgelder drohen. Wie kann eine fristgerechte Umsetzung gelingen?



Horst Zacharias, Geschäftsführer, NEXZA GmbH, Hameln

2023 wurden das Gebäudeenergiegesetz (GEG) novelliert und das Gesetz zur Steigerung der Energieeffizienz in Deutschland (Energieeffizienzgesetz - EnEg) verabschiedet. In beiden Gesetzen wurden Anforderungen an Anlagen der Gebäudeautomation formuliert, die teilweise über die üblichen Möglichkeiten solcher Anlagen hinausgehen.

Verbunden wurden sie mit einer sehr kurzen Umsetzungsfrist bis zum 31. Dezember 2024. Die Gebäudebetreiber und die Ersteller von Gebäudeautomations-Anlagen setzt das unter enormen Zeitdruck.

Paragraf 71a „Gebäudeautomation“, Absatz 2 des GEG 2024 lautet:

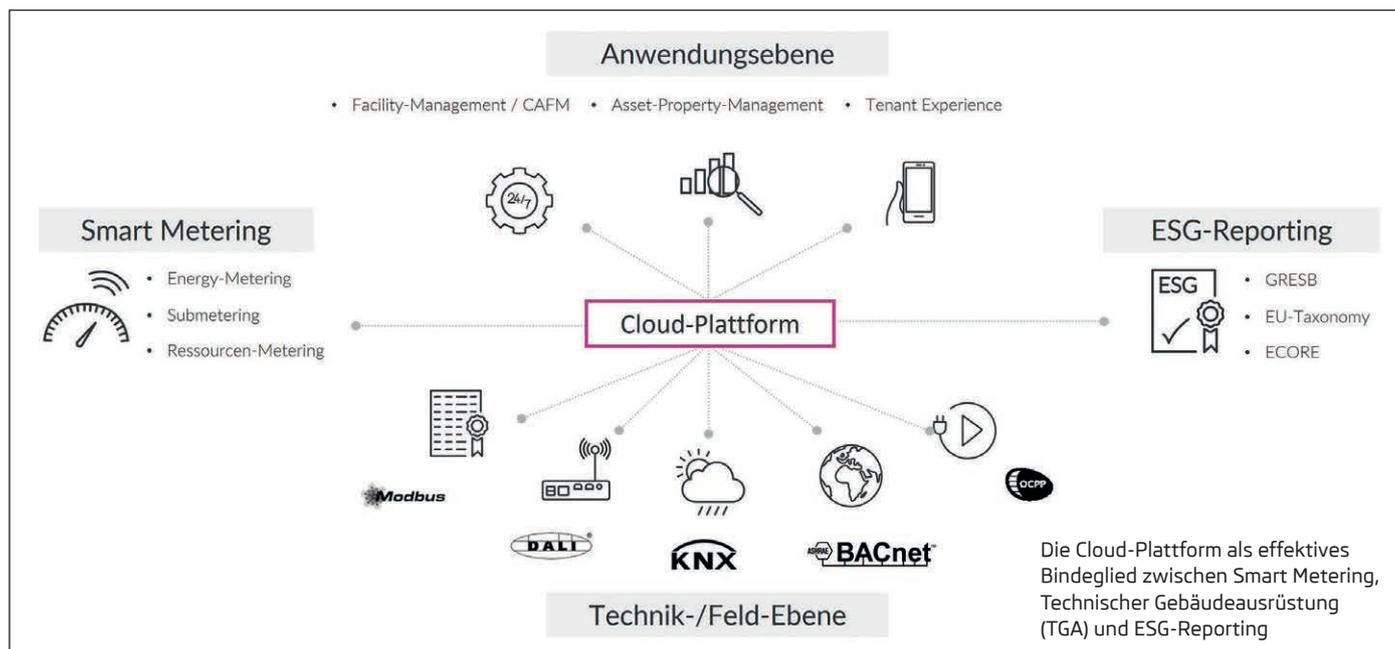
„(2) Zur Erfüllung der Anforderung nach Absatz 1 muss ein Nichtwohngebäude mit digitaler Energieüberwachungstechnik ausgestattet werden, mittels derer

1. eine kontinuierliche Überwachung, Protokollierung und Analyse der Verbräuche aller Hauptenergieträger sowie aller gebäudetechnischen Systeme durchgeführt werden kann,
2. die erhobenen Daten über eine gängige und frei konfigurierbare Schnittstelle zugänglich gemacht werden, sodass Auswertungen firmen- und herstellerunabhängig erfolgen können,

3. Anforderungswerte in Bezug auf die Energieeffizienz des Gebäudes aufgestellt werden können,
4. Effizienzverluste von gebäudetechnischen Systemen erkannt werden können und
5. die für die Einrichtung oder das gebäudetechnische Management zuständige Person über mögliche Verbesserungen der Energieeffizienz informiert werden kann.

Zusätzlich ist eine für das Gebäude-Energiemanagement zuständige Person oder ein Unternehmen zu benennen oder zu beauftragen, um in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess die Potenziale für einen energetisch optimierten Gebäudebetrieb zu analysieren und zu heben.“

Das Gebäudeenergiegesetz lässt zu, dass diese Anforderungen auch durch beauftragte Dienstleister erfüllt werden können. Angesichts der kurzen Frist erscheint dieser Weg



Grafik: Aedffion, Köln



sinnvoll – vor allem dann, wenn ein cloud-basiertes Energiemanagement-System eingesetzt wird, das zusätzlich auch den Gebäude-CO<sub>2</sub>-Ausstoß kontinuierlich auf vorgegebene Grenzwerte regeln kann.

Eine Cloud-Plattform – gegebenenfalls von einem externen Dienstleister betrieben – bietet zahlreiche Funktionen, die Gebäudeeigentümern und -betreibern helfen können, kurzfristig die Anforderungen des novellierten GEG zu erfüllen. Eine aufwendige Nachrüstung der vorhandenen Gebäudeautomation bzw. der Management- und Bedieneinrichtung müssen nicht vorgenommen werden. Die Cloud-Plattform ermöglicht die Überwachung und Analyse des Energieverbrauchs in Echtzeit, die Identifikation von Einsparpotenzialen und die Optimierung des Gebäudebetriebs.

### I. Echtzeit-Überwachung, Protokollierung und Analyse

Die kontinuierliche Überwachung, Protokollierung und Analyse der Verbräuche aller Hauptenergieträger und aller gebäudetechnischen Systeme sind durch eine Cloud-Plattform möglich. Das erlaubt die genaue und zeitnahe Erfassung des Energieverbrauchs und der Leistung der Gebäudetechnik. Gebäudeeigentümer und -betreiber können detaillierte Auswertungen über den Energieverbrauch erstellen und so ein besseres Verständnis für die Energieeffizienz ihrer Gebäude entwickeln.

### II. Einsparpotenziale identifizieren

Eine Cloud-Plattform kann dabei helfen, Einsparpotenziale zu identifizieren: Durch die Analyse der Betriebsdaten können ineffiziente Prozesse oder Anlagen identifiziert und entsprechende Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz eingeleitet werden. Durch die Nutzung von Machine-Learning-Algorithmen kann die Plattform Vorhersagen über den zukünftigen Energieverbrauch treffen, Empfehlungen für die Optimierung der Gebäudebetriebsführung geben und direkt in die Steuerung des Gebäudes eingreifen. Sie kann auch dazu eingesetzt werden den CO<sub>2</sub>-Ausstoß von Gebäuden kontinuierlich auf einen bestimmten Maximalwert zu regeln. Die Plattform kann die Emissionen in Echtzeit überwachen und an vorgegebene Grenzwerte anpassen.

### III. Zugänglichkeit der Daten

Die erhobenen Daten werden über eine gängige und frei konfigurierbare Schnittstelle zugänglich gemacht. Firmen- und hersteller-

unabhängige Auswertungen sind so möglich und eine hohe Flexibilität bei der Datenanalyse und -nutzung ist gegeben.

### IV. Aufstellung von Anforderungswerten

Mit der Cloud-Plattform können Anforderungswerte in Bezug auf die Energieeffizienz des Gebäudes aufgestellt werden. Diese Werte können als Benchmark für die Leistung des Gebäudes dienen und helfen, Ziele für die Energieeffizienz zu setzen.

### V. Information über Verbesserungen

Die für die Einrichtung oder das gebäudetechnische Management zuständige Person kann über mögliche Verbesserungen der Energieeffizienz informiert werden. Eine proaktive Verwaltung und eine Optimierung der Gebäudeenergieeffizienz werden dadurch möglich.

### VI. Abgrenzung zu lokalen Management- und Bediensystemen

Gegenüber einer lokalen Management- und Bedieneinrichtung (Gebäudeleittechnik) bietet eine Cloud-Plattform mehrere Vorteile.

#### 1. Skalierbarkeit und Flexibilität

Eine Cloud-Plattform ist hoch skalierbar und kann problemlos an die Größe und Komplexität eines Gebäudes oder eines Gebäudeportfolios angepasst werden. Im Gegensatz zu lokalen Systemen, die oft hardwareintensiv und schwierig zu erweitern sind, ermöglicht die Cloud-Plattform eine einfache Skalierung und Anpassung an veränderte Anforderungen.

#### 2. Zugänglichkeit und Mobilität

Die berechtigten Stakeholder können mit der Cloud-Plattform auf ihre Gebäudedaten von überall und jederzeit zugreifen, solange sie eine Internetverbindung haben. Das ist ein großer Vorteil gegenüber lokalen Systemen, die oft nur vor Ort zugänglich sind.

#### 3. Automatisierte Updates und Wartung

Im Gegensatz zu lokalen Systemen, die regelmäßige manuelle Updates und Wartungsarbeiten erfordern, werden Updates und Wartungsarbeiten in der Cloud-Plattform automatisch durchgeführt. Das reduziert den Wartungsaufwand und stellt den Zugang zu den neuesten Funktionen und Sicherheitsupdates sicher.

### 4. Integration und Kompatibilität

Eine Cloud-Plattform ist so konzipiert, dass sie problemlos in eine Vielzahl von Gebäudesystemen und -technologien integriert werden kann. Das garantiert eine nahtlose Integration und Interoperabilität, die mit lokalen Systemen oft nur schwer zu erreichen ist.

### VII. Vernetzung von Gewerken und Systemen

Die Grafik zeigt, wie eine Cloud-Plattform als effektives Bindeglied zwischen Smart Metering, Technischer Gebäudeausrüstung (TGA) und ESG-Reporting (ESG – Environmental Social Governance) fungiert. Durch die Integration von Smart Metering-Daten ermöglicht die Plattform eine genaue und zeitnahe Überwachung des Energieverbrauchs. Diese Daten können dann mit Informationen aus der TGA kombiniert werden, um ein umfassendes Bild der Gebäudeperformance zu erhalten. Darüber hinaus unterstützt die Plattform das ESG-Reporting, indem sie detaillierte Berichte über den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen liefert.

### VIII. Ganzheitliche Betrachtung von Immobilienportfolios

Die Abbildung eines gesamten Gebäudeportfolios über eine Cloud-Plattform bietet mehrere Vorteile gegenüber dem Verwenden vieler lokaler Leittechniksysteme: Erstens ermöglicht die zentrale Verwaltung in der Cloud eine konsistente Überwachung und Analyse über alle Gebäude hinweg – das führt zu einer effizienteren Betriebsführung. Zweitens erlaubt die Skalierbarkeit der Cloud die einfache Integration neuer Gebäude in das Portfolio. Drittens gewährleistet die Cloud-Plattform den Zugriff auf die Daten von überall und zu jeder Zeit – flexible und zeitnahe Reaktionen auf Probleme werden möglich. Schließlich können durch die Nutzung einer einzigen Cloud-Plattform statt vieler lokaler Systeme Kosten und Ressourcen eingespart werden, da weniger Hardware benötigt wird und Wartung und Updates zentralisiert werden können. Diese Vorteile tragen dazu bei, die Effizienz und Nachhaltigkeit des Gebäudebetriebs zu verbessern. ◀

# Zellularer Ansatz: Effiziente Lösung für die Zukunft der TGA

Ein Algorithmus zur Bewältigung der Komplexität in der Energieerzeugung und -nutzung

Die Branche der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) steht vor erheblichen Herausforderungen, um aktiv zur Verwirklichung einer fossilfreien Zukunft beizutragen. Die Verlagerung hin zu Erneuerbaren Energien, begleitet von der verstärkten Digitalisierung der TGA, führt zu einer signifikanten Dezentralisierung und Fluktuation in der zunehmend erneuerbaren Energieerzeugung und der wachsenden Notwendigkeit einer flexiblen Energienutzung. Wie kann diese immer weiter zunehmende Komplexität der Energielandschaft bewältigt werden?



Dipl.-Ing. Lukas Richter, Wissenschaftlicher Mitarbeiter der AG „Intelligente hybride Heiztechnologien“, Bereich „Thermo-chemische Konversion“, DBFZ, Leipzig



Dr.-Ing. Volker Lenz, Bereichsleiter „Thermo-chemische Konversion“, Forschungsschwerpunkteleiter „Intelligente Biomasseheiztechnologien“, DBFZ, Leipzig



M. Sc. Martin Dotzauer, Wissenschaftlicher Mitarbeiter der AG „Biomasse im Energiesystem“, Bereich „Bioenergiesysteme“, DBFZ, Leipzig



Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Seifert, Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung, TU Dresden

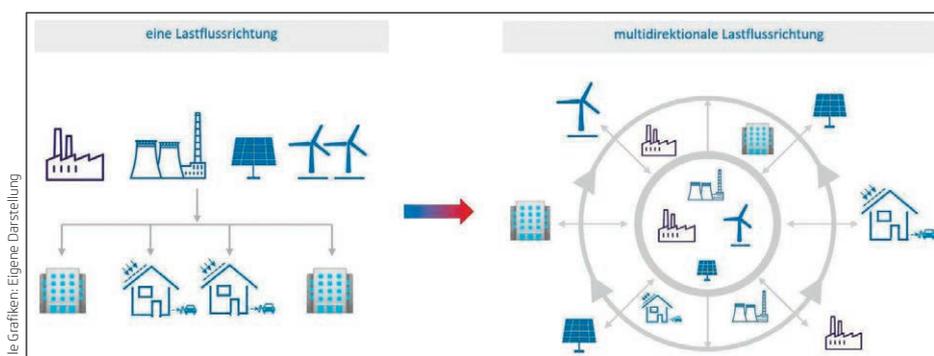
Die Herausforderungen der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) in der Zukunft erstrecken sich auf verschiedene Bereiche, unter anderem Smarthome-Systeme, raumlufttechnische und kältetechnische Anlagen und die Umstellung auf fossilfreie Heizungsanlagen. Diese Beispiele wurden gezielt ausgewählt, da sie eine gemeinsame Eigenschaft teilen: In einer digitalisierten Welt verschmelzen die Energiesysteme der Gebäude nahtlos mit dem übergeordneten System. Das erfordert für jedes Beispiel fortschrittliche Informations- und Kommunikationstechnik sowie eine zuverlässige Stromversorgung auf Abruf.

Die Elektrifizierung und Digitalisierung – verbunden mit der Integration dezentraler, fluktuierender, erneuerbarer Energiequellen – führen zu einer erheblichen Zunahme der Komplexität im Energiesystem. Das wird in Abbildung 1 ersichtlich. Um diesen gestiegenen Anforderungen an Informations- und Kommunikationstechnik gerecht zu werden und die Versorgungssicherheit jederzeit zu gewährleisten, ist ein Umdenken in neue Strukturen unumgänglich.

Der nachfolgende Beitrag stützt sich auf die Ergebnisse des Forschungsvorhabens von Richter et al. [2].

## Zellulare Energiesysteme

Wie in Abbildung 2 dargestellt, kann das Energiesystem je nach örtlichen geografischen oder physikalischen Netzbedingungen in verschiedene Energiezellen aufgeteilt werden [3]. Diese Zellen sind hierarchisch strukturiert und folgen dem Prinzip der Subsidiarität. Subsidiarität bedeutet, dass lokale Probleme in erster Linie an der Ursache angegangen und erst sekundär mithilfe benachbarter Zellen oder Netzgebiete gelöst werden [4]. Dieser Ansatz ermöglicht



Alle Grafiken: Eigene Darstellung

Abbildung 1: Klassische uni- (links) und zukünftig multidirektionale (rechts) Lastflussrichtung im Energiesystem [1]

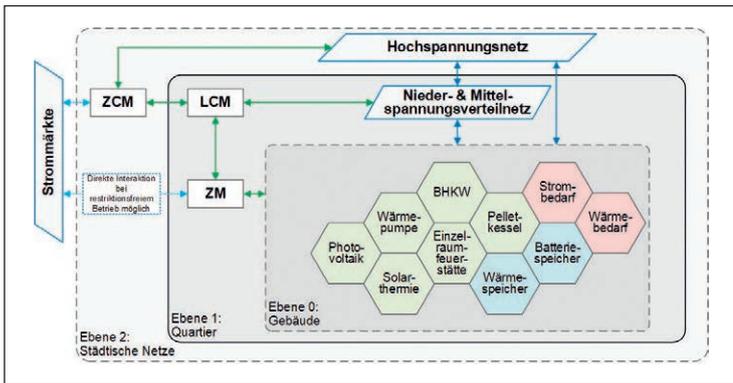


Abbildung 2: Zellulares Energiesystem

es, das Gesamtproblem der zeitdiskreten Bedarfsdeckung in kleinere Teilprobleme aufzuteilen, indem das Energiesystem von unten nach oben geregelt wird. Die hohe Autonomie und Autarkie jeder Energiezelle reduzieren den zentralen Steuerungs- und Kommunikationsaufwand erheblich.

Nach dieser anfänglichen Optimierung kann der Zell-Manager (ZM) unter der Voraussetzung eines restriktionsfreien Betriebs direkt mit dem Strommarkt interagieren. Dabei hat er die Flexibilität, Energie zu kaufen, wenn die Nachfrage hoch ist und die Preise niedrig sind. Oder er verkauft überschüssige Energie, wenn die Nachfrage gering ist und die Preise attraktiv sind. Dieser direkte Zugang zum Strommarkt ermöglicht es der Zelle, dynamisch auf Marktschwankungen zu reagieren und wirtschaftlich sinnvolle Entscheidungen zu treffen, um die Energieversorgung zu optimieren und gleichzeitig die Kosten zu minimieren. Somit spielt der ZM eine entscheidende Rolle bei der effizienten Nutzung der dezentralen Energieanlagen und trägt dazu bei, eine nachhaltige und kostengünstige Energieversorgung zu gewährleisten.

Die Festlegung von Restriktionen obliegt dem lokalen Clustermanager (LCM), der mehrere Level-0-Zellen in regionaler Nähe koordiniert. Dabei erhält der LCM lediglich notwendige und aggregierte Informationen von den untergeordneten Zellmanagern – und zwar basierend auf dem Subsidiaritätsprinzip und unter Berücksichtigung des Datenschutzes. Nach dieser Informationsaggregation überwacht der LCM nicht nur das Nieder- und Mittelspannungsnetz, sondern gleichermaßen auch Fernwärme- und Gasnetze auf mögliche zukünftige Grenzwertverletzungen sowie Unter- und Überversorgungen. Gegebenenfalls werden Beschränkungen für die untergeordneten Zellen festgelegt.

Die höchste Instanz in diesem Energiesystem ist der zentrale Clustermanager (ZCM). Er koordiniert die Level-1-Zellen, die Strom-

märkte und das Hochspannungsnetz auf Grundlage der zellularen Charakteristiken.

Um zu überprüfen, ob die Implementierung des zellularen Ansatzes zu einem koordinierten, aber auch versorgungssicheren Energiesystem führt, wird im Rahmen des Forschungsvorhabens ein Beispielquartier untersucht. Der Schwerpunkt liegt dabei auf ländlichen Gebieten, in denen die Wärmenachfragedichte oft nicht ausreicht, um Nahwärmenetze zu etablieren. Als Alternative stehen dezentrale Energieanlagen zur Verfügung, die bei einer direkten Kopplung mit dem Stromsektor die Komplexität weiter erhöhen können, beispielsweise bei Wärmepumpen oder Blockheizkraftwerken. Bei der zukünftigen Ausgestaltung des Anlagenparks für ländliche Energiezellen wird ein besonderes Augenmerk auf festbiomassebasierte Hybridsysteme (FBHS) gelegt.

### Festbiomassebasierte Hybridsysteme

FBHS sind eine Kombination aus mehreren erneuerbaren Energieerzeugern mit einem biogenen Energieerzeuger, wie exemplarisch

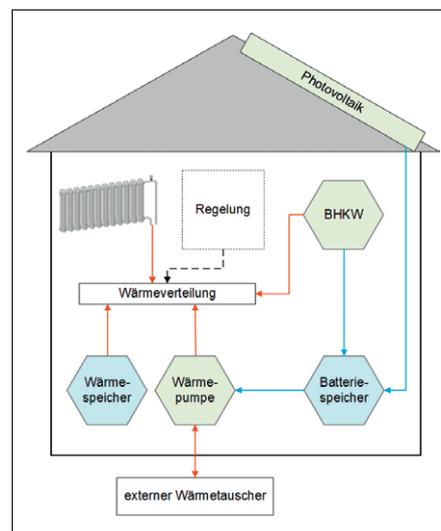


Abbildung 3: Biomassebasiertes Hybridsystem

in Abbildung 3 dargestellt ist. Dabei wird die dezentrale Nutzung von Biomasse in diesen Systemen von verschiedenen Faktoren wie Netzstabilität und wirtschaftlichen Indikatoren beeinflusst. Biomassekessel, Blockheizkraftwerke (BHKW) oder Kamine werden deshalb nur dann eingesetzt, wenn die Leistung der Hauptwärmequelle, beispielsweise eine Wärmepumpe, nicht ausreicht oder die Nutzung mit erheblichen wirtschaftlichen Nachteilen verbunden ist. Diese Nachteile können exemplarisch auftreten, wenn hohe Strompreise den Einsatz einer Wärmepumpe unwirtschaftlich machen. Die Biomasseanlage wird nach dem Prinzip betrieben, dass nur so viel Wärme erzeugt wird, wie tatsächlich benötigt wird oder gespeichert werden kann. Dieser Steuerungsmechanismus ermöglicht eine bedarfsorientierte Strom- und Wärmeerzeugung und kann Schwankungen in der Strom- und Wärmeerzeugung durch Wind- und Sonnenenergie zum Teil ausgleichen. Das trägt dazu bei, den Autarkiegrad der Zellen zu erhöhen und lokale Spitzenbedarfe zu glätten [5].

Es ist wichtig zu betonen, dass Biomasse nur dann eingesetzt wird, wenn es keine andere ökologische und wirtschaftliche Alternative gibt, beispielsweise für Prozesswärme oder die Wärmeversorgung in ländlichen Gebieten. Das gewährleistet eine effiziente Nutzung des begrenzten Potenzials der Biomasse [5–8].

### Der kostenoptimale Anlagenpark ländlicher Quartiere

Um den zellularen Ansatz mit einer kosteneffizienten Gestaltung eines Anlagenparks in einem ländlichen Quartier zu vereinen, wird auf die Methode der Energiesystemmodellierung zurückgegriffen. Im ersten Schritt wird der optimale Anlagenpark des ländlichen Quartiers berechnet. Dabei wird das Gebiet durch eine Zellenstruktur abgedeckt, bestehend aus mehreren Level-0-Zellen innerhalb einer Level-1-Zelle, um den zellularen Ansatz zu berücksichtigen. Interaktionen über diese Grenzen hinweg werden als Stromimport oder -export mit einem Verteilungsnetz zu dynamischen Preisen betrachtet. Die Optimierung erfolgt nach dem Prinzip des Bluefield-Ansatzes, der die Struktur des Ortes (Straßen, Häuser und Energiebedarfe) im Gegensatz zu vorhandenen Energieanlagen berücksichtigt.

Zur Ermittlung der kosteneffizienten Anlagenkonfiguration wird dem Optimierer eine Auswahl an Energieanlagen mit den entsprechenden wirtschaftlichen und technischen Parametern vorgegeben. Auf Grundlage dieser Vorgaben entscheidet der Optimierer,

welche Technologien die optimale Lösung für die gegebene Struktur über den Betrachtungszeitraum von einem Jahr darstellen.

Diese Technologien können im Hinblick auf das Optimierungsziel monovalent oder gemeinsam in Hybridsystemen eingesetzt werden. Für die Modellierung dieser Technologien ist ein detailliertes Verständnis der internen Prozesse und Einflussfaktoren unerlässlich. Die Modellierung basiert auf den Energieflüssen innerhalb der Technologien und zwischen ihnen, wobei Aspekte wie Hydraulik oder Spannungsstabilität vernachlässigt werden. Die relevanten Technologien für das ländliche Beispielquartier sind in Abbildung 4 dargestellt.

Um die Einflüsse des Einsatzes von FBHS in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit zu berücksichtigen, müssen die Kosten bei der Umsetzung minimiert werden. Diese Minimierung basiert auf der Annuitätenmethode aus der VDI-Richtlinie 2067 [9]. Diese Richtlinie bezieht sich auf die Wirtschaftlichkeitsberechnung von gebäudetechnischen Anlagen und ermöglicht es im Gegensatz zu den anderen Methoden, Investitionsvarianten mit unterschiedlichen Laufzeiten zu berücksichtigen. In dieser Investitionsrechnung wird eine Annuität berechnet, die sowohl einmalige Investitionen als auch laufende Zahlungen über einen definierten Zeitraum mit Hilfe eines Annuitätsfaktors zusammenfasst.

Die Umsetzung dieser Kostenminimierung erfolgt innerhalb des Forschungsvorhabens mit dem Tool oemof [10] in Python. Hierbei wird die Optimierung als lineare oder gemischt-ganzzahlige Optimierung auf Basis einer modularen Energiesystemmodellierung durchgeführt.

### Subsidiarität, Autonomie und Aggregation

Nach der Investitionsoptimierung für das gesamte Quartier verfügt jedes Gebäude über die erforderlichen Anlagenleistungen, um

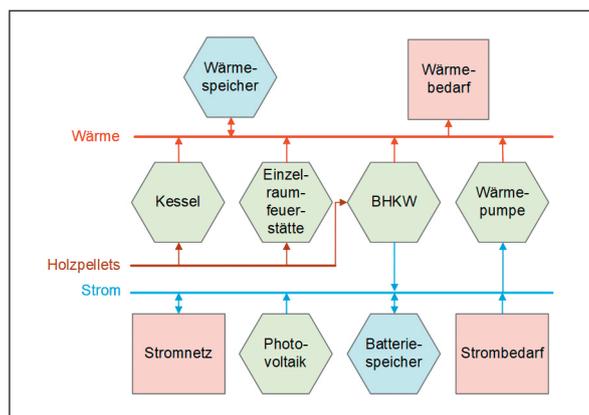


Abbildung 4:  
Auswahl an Technologien

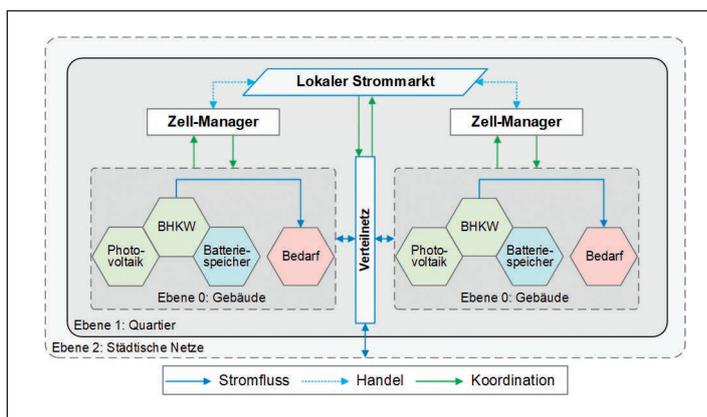


Abbildung 5:  
Lokaler Strommarkt

den Bedarf des Quartiers kosteneffizient zu decken. Es ist jedoch zu beachten, dass bei der Minimierung einer einzigen systemischen Optimierungsfunktion die wirtschaftlichen Interessen der vorhandenen Akteure teilweise unberücksichtigt bleiben, wie von Fischer und Toffolo [11] festgestellt wurde. Das bedeutet, dass der berechnete Anlagenpark zu einem kostenminimalen Quartier führen kann – jedoch nicht zwangsläufig zu den optimalen Lösungen für einzelne Gebäude. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn ein zentral gesteuerter Betrieb anstelle eines autonomen Betriebs bevorzugt wird. Um diesem Widerspruch zu den Charakteristiken des zellularen Ansatzes entgegenzuwirken, ist es notwendig, die lokalen Betriebsoptima jeder einzelnen Zelle zu berechnen. Laut Fischer und Toffolo führt die Berücksichtigung dieser lokalen Optima nicht zwangsläufig zu einem kostenminimalen Quartier, jedoch zu kostenminimalen Ausstattungen für die einzelnen Gebäude.

Um diese Betrachtung der lokalen Optima durchführen zu können, müssen Zellen miteinander interagieren können – insbesondere dann, wenn die Versorgungssicherheit auf Zellebene 0 oder 1 nicht erreicht werden kann. Dafür müssen auf Grundlage des zellularen Ansatzes verschiedene

Faktoren berücksichtigt werden: Im Sinne von Autonomie und Subsidiarität sollte jede Zelle nach der Konfiguration des Anlagenparks das primäre Ziel verfolgen, ihren eigenen Energiebedarf kostenminimal zu decken. Erst wenn das mit den eigenen Erzeugungskapazitäten nicht mehr

möglich ist, interagiert sie mit anderen Zellen der gleichen Ebene auf Basis des sekundären Ziels. Auf diese Weise können die Zellen Energie austauschen, um die Versorgungssicherheit auf gleicher und nächsthöherer Zellebene zu gewährleisten und gleichzeitig ihre eigenen Gewinne zu maximieren. Diese Implementierung basiert auf den Prinzipien der Autonomie und Subsidiarität sowie einem hohen Maß an Autarkie.

Um diese Interaktion zwischen den verschiedenen Zellen zu modellieren, wird ein lokaler Strommarkt eingeführt. Die angepassten Prozesse des zellularen Ansatzes aus Abbildung 1 sind in Abbildung 5 detailliert dargestellt, um den Energiehandel zwischen den Zellen zu erfassen. Die Annahme in dieser Struktur ist, dass die Zellen ohne Einschränkungen miteinander interagieren können, sodass der lokale Clustermanager (LCM) und der zentrale Clustermanager (ZCM) nicht explizit betrachtet werden müssen. Das Hauptziel der Optimierung besteht darin, für jede Ebene-0-Zelle ein lokales Optimum des Anlagenbetriebs zu erzeugen.

Für die Umsetzung dieser Betriebsoptimierung wird das Open-Source-Tool AMIRIS [12] verwendet. AMIRIS ist ein Strommarktmodell, das auf einem Multiagentensystem basiert. In Multiagentensystemen spiegeln sich die Eigenschaften zellulärer Energiesysteme wider, da sie Probleme in Teilprobleme aufteilen und Agenten miteinander interagieren, um lokale und systemische Optima zu erreichen. Die begrenzte Kommunikation und der Austausch notwendiger Informationen zwischen den Agenten können die Systemkomplexität reduzieren und die Flexibilität erhöhen [13].

Unter Berücksichtigung der primären und sekundären Ziele jeder Zelle sowie der Eigenschaften von AMIRIS plant jede Zelle zunächst ihre eigene Stromerzeugung. Wenn dabei eine Diskrepanz zwischen Angebot und Nachfrage entsteht, haben die Zellen die Möglichkeit, fehlenden Strom zu kaufen

oder überschüssigen Strom anzubieten, um ihren Gewinn zu maximieren. Nach jedem Zellen-Dispatch werden aggregierte Informationen wie Stromüberschuss oder -defizit an den lokalen Strommarkt übermittelt, der daraufhin Nachfrage und Angebot zu einem Gleichgewichtspreis abgleicht. Stromanbieter erhalten den Erlös zu diesem Preis von den Stromverbrauchern, die den Zuschlag erhalten haben. Dieser Prozess wiederholt sich in jedem Zeitschritt des Marktes.

Mit Hilfe dieser lokalen Betriebsoptimierungen ist es möglich, den zentralen Kommunikations- und Informationsaustausch im Sinne von Aggregation, Subsidiarität und Autonomie zu reduzieren.

### Wärme als Flexibilitätspotenzial

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde der Wärmesektor separat abgebildet, da AMIRIS als strombasiertes Marktmodell konzipiert ist. Bei einer Kopplung mit dem Stromsektor bietet der Wärmesektor ein beträchtliches Flexibilitätspotenzial. Beispielsweise kann überschüssiger Strom mithilfe von Wärmepumpen in Wärme umgewandelt werden, die dann entweder genutzt oder gespeichert werden kann. Das ermöglicht nicht nur eine effiziente Lastverschiebung, sondern gestattet auch die hoch effiziente Erzeugung von Wärme. Da Strom jedoch zunehmend fluktuierend erzeugt wird und Wärmepumpen im Winter einen geringen Wirkungsgrad aufweisen, was den Strombedarf drastisch erhöht, kann der zusätzliche Einsatz eines biogenen Wärmeerzeugers sinnvoll sein. Um dieses Flexibilitätspotenzial zu erfassen, wurde AMIRIS um den Wärmesektor erweitert. Dabei erfolgt auf Grundlage vorhandener Ausgangsdaten eine getrennte Optimierung der Wärmeerzeuger und -speicher, was letztendlich zu einer kosteneffizienten Bereitstellung von Wärme führt.

### Der Optimierungsalgorithmus

Die in diesem Prozess dargestellten Schritte der Investitionsoptimierung und der Betriebsoptimierung, kombiniert mit der Nutzung von Wärme als Flexibilitätspotenzial, sollen nun zu einem umfassenden und skalierbaren Algorithmus integriert werden. Das Ziel besteht darin, basierend auf der spezifischen Struktur des Ortes und den zu berücksichtigenden Energieanlagen, die kosten- und betriebsoptimale Anlagenkonfiguration für jedes Gebäude zu ermitteln. Zudem soll gezeigt werden, ob der zelluläre Ansatz in Verbindung mit festbiomassebasierten Hybridsystemen ein versorgungssicheres und gleichzeitig komplexitätsreduziertes ländliches Quartier gewährleisten kann.

Die Umsetzung dieses Algorithmus ist in Abbildung 6 veranschaulicht. Dabei werden die beiden Optimierungsschritte in aufeinanderfolgenden Iterationen ausgeführt, bis eine zufriedene



# Building Performance

Wie wir arbeiten und wie wir leben ist maßgeblich geprägt von der Umgebung, die wir selbst erschaffen.

Deshalb machen wir uns bei Caverion täglich stark, diese Umgebung sicher zu gestalten, die Bedingungen für Wohlbefinden und Produktivität immer weiter zu verbessern und dabei im Einklang mit der Umwelt und bewusst im Umgang mit natürlichen Ressourcen zu agieren.

Kunden bauen auf unsere technische Kompetenz über den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden – von der Planung, über die Errichtung bis zu Wartung und Service.



Folgen Sie uns  
schon auf LinkedIn?

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

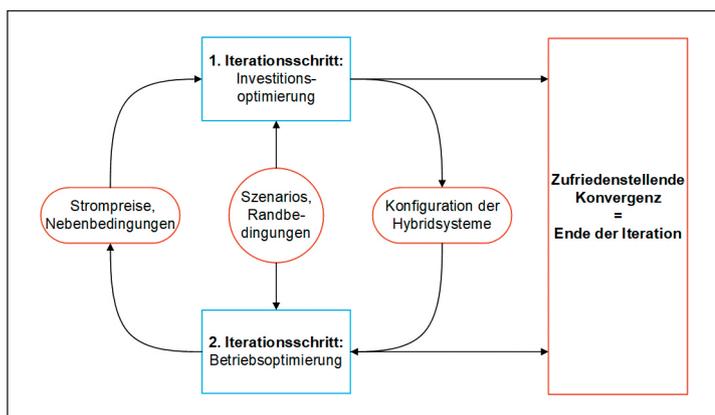


Abbildung 6:  
Iterativer  
Optimierungs-  
algorithmus

denstellende Konvergenz erreicht ist. Diese Konvergenz bezieht sich auf die Veränderungen des Anlagenparks zwischen zwei aufeinanderfolgenden Iterationsschritten nach der Investitionsoptimierung. Die Iteration wird als abgeschlossen betrachtet, wenn sich der Anlagenpark innerhalb des Quartiers nur noch minimal oder gar nicht mehr ändert. Diese iterative Vorgehensweise, bestehend aus Investitions- und Betriebsoptimierung, gewährleistet eine optimale Anpassung des Anlagenparks an den Betrieb innerhalb eines zellularen Energiesystems.

Um diesen Anpassungsprozess sicherzustellen, findet ein Datentransfer zwischen den beiden Optimierungsstufen statt. Nach der Investitionsoptimierung wird der konfigurierte Anlagenpark an die Betriebsoptimierung übergeben. Dieser Optimierungsschritt ermöglicht es, zu ermitteln, welche Anlagengrößen aufgrund der veränderten Betriebsbedingungen angepasst werden müssen und wie hoch die Stromgestehungskosten innerhalb des Quartiers sind.

### Zusammenfassung und Ausblick

Die Technische Gebäudeausrüstung steht vor erheblichen Herausforderungen im Hinblick auf die aktive Förderung einer fossilfreien Zukunft. Die Umstellung auf Erneuerbare Energien und die zunehmende Digitalisierung in der TGA führen zu einer spürbaren Dezentralisierung und zu Schwankungen in der Energieerzeugung und -nutzung.

Das vorgestellte zellulare Energiesystem bietet einen vielversprechenden Ansatz, um den steigenden Anforderungen der TGA zu begegnen. Durch seine hierarchische Struktur und das Prinzip der Subsidiarität ermöglicht dieses System eine hohe Autonomie bzw. Selbstständigkeit jeder Energiezelle. Das führt zu einer erheblichen Reduzierung des zentralen Steuerungs- und Kommunikationsaufwands. Die Integration eines lokalen Strommarkts in Verbindung mit festbiomas-

sebasierten Hybridsystemen sowie die Einbeziehung des Wärmesektors als Flexibilitätspotenzial haben gezeigt, dass ein zuverlässiges Energieversorgungssystem in ländlichen Gebieten geschaffen werden kann, das gleichzeitig die Komplexität gegenüber zentral organisierten Ansätzen reduziert. Die Kombination aus Investitionsoptimierung, Betriebsoptimierung und der Nutzung von Wärme als Flexibilitätspotenzial kann zu einer kosteneffizienten Anlagenkonfiguration führen und dabei die individuellen Bedürfnisse jedes Gebäudes berücksichtigen.

Der entwickelte Algorithmus, der diese verschiedenen Aspekte integriert, zeigt vielversprechende Perspektiven für die Zukunft der Technischen Gebäudeausrüstung auf. Dies ermöglicht nicht nur eine nachhaltige und kostengünstige Energieversorgung, sondern trägt auch dazu bei, die Herausforderungen im Zusammenhang mit der Dezentralisierung und den Schwankungen in der Energieerzeugung und -nutzung zu bewältigen.

Obwohl die hier vorgestellten Erkenntnisse bereits vielversprechend sind, wird der Algorithmus noch weiter optimiert. Zukünftige Arbeiten werden sich auf die Identifizierung geeigneter Indikatoren zur quantitativen Erfassung der Wechselwirkungen zwischen Investitions- und Betriebsoptimierung konzentrieren. Außerdem wird die aktuell noch sehr lange Berechnungszeit, die hauptsächlich von der Investitionsoptimierung beeinflusst wird, durch den Einsatz eines Hochleistungscomputers perspektivisch auf einige Stunden reduziert werden. Abschließend wird der bisher theoretische Algorithmus anhand eines Use Cases erprobt und validiert. Dabei liegt der Fokus auf der Untersuchung und Bewertung des Einflusses des Einsatzes von festbiomassebasierten Hybridsystemen auf die Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit in einem zellular strukturierten ländlichen Energiesystem, wie im definierten Anwendungsfall spezifiziert. ◀

### Literatur:

- [1] J. Seifert und P. Schegner: Zellulare Energiesysteme: Grundlagen, Teilsysteme, Märkte, Rahmenbedingungen, Praxisbeispiele. Berlin, Offenbach: VDE Verlag GmbH, 2023.
- [2] L. Richter, V. Lenz, M. Dotzauer and J. Seifert: „A 2-stage optimisation approach to ensure security of supply in rural cellular energy structures with solid biomass-based (hybrid) systems“ ETG Congress 2023, Kassel, Germany, 2023, pp. 1-7.
- [3] L. Kriechbaum, G. Scheiber and T. Kienberger: „Grid-based multi-energy systems—modelling, assessment, open source modelling frameworks and challenges“, Energ Sustain Soc, Jg. 8, Nr. 35, 2018, doi: 10.1186/s13705-018-0176-x.
- [4] J. Beyer et al.: „Zellulares Energiesystem: Ein Beitrag zur Konkretisierung des zellularen Ansatzes mit Handlungsempfehlungen“, Verband der Elektrotechnik, Frankfurt am Main, Mai 2019.
- [5] V. Lenz, H. Haufe, K. Oehmichen, N. Szarka, D. Thrän und M. Jordan: „Systemlösungen im Wärmesektor: 52 Modellkonzepte für eine klimaneutrale Wärme“, Focus On, Nr. 1, 2020.
- [6] Umweltbundesamt (Hrsg.): „BioRest: Verfügbarkeit und Nutzungsoptionen biogener Abfall- und Reststoffe im Energiesystem (Strom-, Wärme- und Verkehrssektor): Abschlussbericht“, Dessau-Roßlau, 2018.
- [7] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.): „Dialog Klimaneutrale Wärme: Zielbild, Bausteine und Weichenstellungen 2030/2050“, Feb. 2021.
- [8] Triebel, Marc-André, Steingrube, Annette, G. Stryi-Hipp und P. Reggatin: „Modellierung Sektorintegrierter Energieversorgung im Quartier: Untersuchung der Vorteile der Optimierung von Energiesystemen auf Quartiersebene gegenüber der Optimierung auf Gebäudeebene“, Berlin, Apr. 2022.
- [9] Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen Grundlagen und Kostenberechnung, VDI 2067, Verein Deutscher Ingenieure e. V., Berlin, Sep. 2012.
- [10] oemof.solph. Zenodo, 2023.
- [11] R. Fischer und A. Toffolo: „Is total system cost minimization fair to all the actors of an energy system? Not according to game theory“, Energy, Jg. 239, 2022, doi: 10.1016/j.energy.2021.122253.
- [12] Agent-based Market model for the Investigation of Renewable and Integrated energy Systems AMIRIS, 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://gitlab.com/dlr-ve/esy/amiris/amiris>.
- [13] Z. Ma, M. J. Schultz, K. Christensen, M. Værbak, Y. Demazeau und B. N. Jørgensen: „The Application of Ontologies in Multi-Agent Systems in the Energy Sector: A Scoping Review“, Energies, Jg. 12, Nr. 16, 2019, doi: 10.3390/en12163200.



# WIR SIND DIE MACHER DER ENERGIEWENDE

Technikkompetenz für eine klimaneutrale Zukunft –  
von der ersten Idee bis zum fertigen Gebäude.

Und wenn Sie wollen, inklusive Energieversorgung  
und Finanzierung.

**engie-deutschland.de**

 [engie-deutschland.de](https://www.engie-deutschland.de)

 [ENGIE Deutschland](https://www.linkedin.com/company/engie-deutschland)

 [engiedeutschland](https://www.instagram.com/engiedeutschland)

 [ENGIE Deutschland GmbH](https://www.facebook.com/ENGIE-Deutschland-GmbH)





# Zukunfts-Projekt: Energetische Sanierung im Gesundheitswesen



Michael Jentsch,  
Gebietsverkaufs-  
leiter-Ost,  
Priva Building  
Intelligence GmbH,  
Tönisvorst

Das renommierte Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie hat im Dezember 2022 die Studie „Zielbild: Klimaneutrales Krankenhaus – Wuppertal Report Nr. 24“ vorgelegt.<sup>1</sup> Aus Sicht des Instituts hat der Klimawandel zunehmend Auswirkungen auf das deutsche Gesundheitswesen: Angesichts wachsender Temperatur-Niveaus in Städten seien insbesondere Krankenhäuser im Sommer mehr und mehr gefordert, gesundheitliche Beschwerden der Bevölkerung zu versorgen. Gleichzeitig produziert gerade die für die Behandlung zuständigen Krankenhäuser durch ihren 24-Stunden-Betrieb und hohen Energieverbrauch große Mengen an Treibhausgasen. Dem gesamten Gesundheitswesen werden zwischen 5,2 bis

6,7 Prozent Anteil an den deutschen Klimagas-Emissionen zugeschrieben. Zum Vergleich: In der Industrie erreicht die Stahlindustrie ebenfalls einen Emissionsanteil um die 6 Prozent.

## Klimaschutzpotenziale deutscher Krankenhäuser

Bereits im Jahr 2020 hatte die Konferenz der bundesdeutschen Gesundheitsminister die Herausforderungen des Klimawandels für das Gesundheitswesen diskutiert. Als Ergebnis wurden verschiedene Beschlüsse gefasst, die unter anderem Investitionen in die zukünftig notwendige energetische Sanierung des Krankenhauswesens betreffen.

Die Konferenz bat die Deutsche Krankenhausgesellschaft (DKG), die klima- und energierelevanten Daten der bundesdeutschen Krankenhäuser zu ermitteln, um zunächst eine verlässliche Datenbasis für zukünftige energierelevante Maßnahmen zu erhalten. Mit der Datenerhebung und -auswertung wurde das Deutsche Krankenhausinstitut (DKI) beauftragt, das eine entsprechende Studie erarbeitete. Das Institut kommt in seinem Mitte 2022 veröffentlichten und Anfang 2023 aktualisierten Untersuchungsbericht<sup>2</sup> zu folgendem Urteil über die Klimaschutzpotenziale deutscher Krankenhäuser:

Notwendig sei eine kontinuierliche energetische Sanierung der Häuser, wobei unter anderem an der Optimierung technischer Anlagen, der Kälteversorgung der Krankenhäuser, der Verbesserung der Energienutzung und -versorgung anzusetzen sei. Für die notwendige energetische Sanierung seien umfassende Investitionen notwendig. Um entsprechende Maßnahmen schnell und effizient umzusetzen, empfiehlt das DKI, die Möglichkeiten des Energieeffizienz-Contractings zu nutzen.

## Fallbeispiel Krankenhaus St. Elisabeth und St. Barbara

Wie ein größeres Projekt der energetischen Sanierung in der Krankenhaus-Praxis gemagt werden kann, soll ein Fallbeispiel zeigen. Das Krankenhaus St. Elisabeth und St. Barbara in Halle an der Saale ist ein großes Krankenhaus mit rund 1.200 Beschäftigten und 600 Betten, in dem pro Jahr ca. 60.000 Fälle behandelt werden. Das Krankenhaus gehört zum katholischen Elisabeth Vinzenz Verbund, der Träger von 13 Kliniken mit einer Vielfalt an Fachgebieten ist.

Vor der Entwicklung konkreter Sanierungsmaßnahmen nahm das Krankenhaus Kontakt mit einem spezialisierten Energiekonzept-Dienstleister auf. So sollte sichergestellt werden, dass das umzusetzende Sanierungsprojekt förderfähig ist. Vom Krankenhaus beauftragt, entwickelte der Dienstleister ein Energieeffizienz-Konzept, das bestmögliche öffentliche Förderung verspricht.

Gemeinsam mit den TGA-Experten des Projektdienstleisters wurden im nächsten Schritt die Anlagen des Krankenhauses im Detail untersucht. Es galt zu ermitteln, wo durch Erneuerung bzw. Optimierung größte Erfolgsaussichten bestanden – in Bezug auf Verbesserung der Umweltbilanz, höhere Effizienz und erhöhte Ausfallsicherheit. Im Ergebnis wurden vier Pflichtmaßnahmen-Felder definiert und Mindesteinsparungen festgelegt.

## Vier Pflichtmaßnahmen und eine PV-Anlage

Der Auftrag, die Maßnahmen umzusetzen, ging an einen großen und erfahrenen Contractor, der Krankenhäusern ein umfassendes Paket in den Bereichen „Energie-Management“ und „Energie-Effizienz“ anbietet. Im Jahr 2019 begann er mit der Umsetzung



Foto: Krankenhaus St. Elisabeth und St. Barbara

Das Krankenhaus St. Elisabeth und St. Barbara in Halle an der Saale ist ein bedeutender Schwerpunktversorger in Sachsen-Anhalt und im nördlichen Sachsen sowie Lehrkrankenhaus der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.



des Sanierungsprojekts des Krankenhauses St. Elisabeth und St. Barbara. Eine Auflage war, während der Umsetzungs-Phase rund um die Uhr einen ungestörten Klinik-Betrieb sicherzustellen. Außerdem sollten die Optimierungs-Ziele und Einsparungen unbedingt erreicht – wenn möglich sogar übertroffen werden. Tatsächlich gelang es, die vier Pflichtmaßnahmen plangerecht umzusetzen:

1. Die Raumlufttechnik wurde optimiert, bestehende Anlagen wurden mit Frequenzumrichtern umgebaut und teilweise modernisiert.
2. Die Kältetechnik wurde erneuert. Dazu wurde die bestehende Kälteerzeugung auf eine Gesamtleistung von 1.000 kW erhöht, indem neben einer Quantum-Turbo-Kältemaschine mit 480 kW eine Absorptions-Kältemaschine mit 300 kW installiert wurde. Diese Kältemaschine wurde zur besseren Nutzung der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung mit den drei am Standort St. Elisabeth laufenden wärmegeführten Blockheizkraftwerken (BHKW) verbun-



Foto: Priva Building Intelligence GmbH

Die Automationslösung ermöglicht eine flexible Ansteuerung von Anlagen mit beliebigen digitalen Endgeräten.

den. Damit ist es beispielsweise möglich, in den Sommermonaten überschüssige Wärmeleistung zu nutzen, um die Auslastung der BHKW zu verbessern und Spitzenlastzeiten mit erhöhtem Kältebedarf abzudecken.

3. Die Dampferzeugung wurde angepasst. Es wurden ein neuer Schnelldampferzeuger eingebaut und ein Brenner an einem bestehenden Dampfkessel ausgetauscht.
4. Besonders wichtig war es, die Gebäudeleittechnik zukunftsgerecht zu erneu-

## DAS BESTE HOTEL DER STADT. ABER LEIDER DER ZWEITBESTE BRANDSCHUTZ.

Alles vom Feinsten, dafür beim baulichen Brandschutz in der Haustechnik gespart? Eine Rechnung, die im Ernstfall nie aufgeht, weil solche Entscheidungen richtig teuer werden können. Entscheiden Sie sich lieber für den erstklassigen Conlit Brandschutz mit nichtbrennbaren Steinwolle-Dämmstoffen von ROCKWOOL: Schmelzpunkt > 1000°C, Feuerwiderstand bis zu 120 Minuten.

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



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

**> 1000°C**



ern, da sie die Basis für zukünftige Optimierungen der Gebäudeausrüstung ist. Aufgrund ihres Alters konnten die bisher genutzten drei Automations-Systeme nicht mehr aktualisiert werden. Um die Bedienung zukünftig zu erleichtern und übersichtlicher zu gestalten, wurde ein übergeordnetes integriertes Automatisierungssystem installiert. Eine solche Lösung bietet den Vorteil, bereits genutzte Feldgeräte verschiedenster Hersteller und bestehende Verkabelungen zu nutzen. Darüber hinaus ermöglicht eine Automationslösung den Fernzugriff über das Internet – nicht nur durch ein virtuelles privates Netzwerk (VPN). Werden beispielsweise ein Priva Edge Gateway als Router-Lösung und ein Priva Building Operator als Cloud-gestützte Anwendung eingesetzt, stehen dem Gebäudemanagement des Krankenhauses wichtige erweiterte Funktionen zur Verfügung: laufende Echtzeiteinblicke in den Status der Gebäudetechnik, vereinfachte Optimierungen des Energieverbrauchs, flexible Ansteuerung von Anlagen mit beliebigen digitalen Endgeräten (Smartphones, Tablets usw.). Außerdem kann ein digitales Notification Center realisiert werden, das es dem Wartungspersonal ermöglicht, rund um die Uhr auf eventuell auftretende Störungen aus der Ferne zu reagieren.

Über diese vier Pflichtmaßnahmenfelder hinaus wurde auf dem Dach des Standorts St. Elisabeth eine Photovoltaik-Anlage als ergän-



Foto: Krankenhaus St. Elisabeth und St. Barbara

Als ergänzende Energie-Effizienzmaßnahme wurde auf dem Dach des Standorts St. Elisabeth eine Photovoltaik-Anlage installiert.

zende Energie-Effizienzmaßnahme installiert. Für die Finanzierung wurde erfolgreich ein separater Förderantrag bei der Investitionsbank Sachsen-Anhalt gestellt.

### Bilanz der Sanierungsmaßnahmen

Inzwischen kann eine erste Bilanz der Sanierungs-Aktivitäten gezogen werden: Der vor Beginn der Maßnahmen gestellte Förderantrag erreichte mit Blick auf die zuwendungsfähigen Investitionen des Projekts in Höhe von über 1,1 Millionen Euro eine Förderquo-

te von 35 Prozent (Förderprogramm der Investitionsbank Sachsen-Anhalt „Sachsen-Anhalt-Energie“).

Bereits im Jahr 2019 zeigte sich, dass es durch die skizzierte Erneuerung der Anlagen möglich ist, die Energiekosten deutlich zu senken. Es wurde eine Amortisation der Investitionen innerhalb von 10,8 Jahren errechnet.

Mitte des Jahres 2023 konnte festgestellt werden, dass aufgrund der Sanierung der Anlagen im Gesamtverbrauchsjahr 2022 463,6 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart wurden.

### Die Effizienz-Mission geht weiter

Doch die Mission „Optimierung der Energieeffizienz“ ist für das Krankenhaus St. Elisabeth und St. Barbara längst nicht abgeschlossen. Bereits heute zeichnen sich weitere Sanierungs-Projekte ab: Die Gebäudehüllen der Häuser sind mit Blick auf die Erfordernisse des Klimaschutzes zu optimieren. Auf der Basis der erneuerten Kälteerzeugung sind das zentrale KälteNetzwerk zu erweitern und gleichzeitig alle dezentralen Kälteanlagen – beispielsweise Klimaanlage – zu substituieren und in die Gebäudeautomation einzubinden. ◀

1 Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (Hrsg.): „Zielbild: Klimaneutrales Krankenhaus“ – Wuppertal Report Nr. 24 (2022).

2 Deutsches Krankenhausinstitut (Hrsg.): „Klimaschutz in deutschen Krankenhäusern: Status quo, Maßnahmen und Investitionskosten. Auswertung klima- und energierelevanter Daten deutscher Krankenhäuser“, Düsseldorf 2022 und 2023.



Foto: post@marcowarmuth.de / Krankenhaus St. Elisabeth und St. Barbara

Im Rahmen der Sanierung wurde die Gebäudeleittechnik erneuert; ein übergeordnetes integriertes Automatisierungssystem wurde installiert.

■ GEBERIT

**150**  
YEARS  
OF TOMORROW

GEBERIT FLOWFIT

# FLIEßEND LEICHT ZU INSTALLIEREN



**KNOW  
HOW  
INSTALLED**

Mit FlowFit hat Geberit ein neuartiges Versorgungssystem geschaffen, das störende Faktoren systemisch aus dem Installationsablauf entfernt. Weniger Fehlerquellen, weniger Unterbrechungen, weniger körperliche Belastungen. Mehr Sicherheit, höhere Wirtschaftlichkeit, optimierte Trinkwasserhygiene. So wird der Installationsprozess endlich so fließend und einfach wie er sein sollte.

[www.geberit.de/flowfit](http://www.geberit.de/flowfit)

# Einfluss der Betriebsführung auf die Trinkwasserqualität

## Ein Praxisbeispiel



Timo Kirchhoff  
M.Eng.,  
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

In Trinkwasserinstallationen werden häufiger als erwartet Kontaminationen des kalten Trinkwassers mit Legionellen nachgewiesen.<sup>1</sup> Diese Kontaminationen lassen sich fast immer auf zu hohe Temperaturen des Kaltwassers in Stagnationsphasen zurückführen.

Insbesondere in Gebäuden mit besonderer Nutzung (Krankenhäuser, Pflegeheime sowie andere medizinische Einrichtungen usw.) besteht dadurch eine erhöhte Infektionsgefährdung aufgrund möglicher immun-supprimierender Grunderkrankungen oder medikamentöser Therapien bei Patienten und Heimbewohnern. Probleme bereiten in erster Linie große Leitungssysteme mit ungenügendem Durchfluss.<sup>2</sup>

Unter Berücksichtigung der maßgeblichen Einflussfaktoren „Temperaturhaltung“, „Qualität der Durchströmung“ und „Intensität des Wasseraustauschs“ werden im Folgenden verschiedene Konstruktionsprinzipien und Betriebsweisen für Trinkwasserinstallationen miteinander verglichen. Die Ergebnisse werden unter Verwendung eines Faktors für die Erstellungskosten bewertet.

Die daraus resultierenden Erkenntnisse können auf Trinkwasserinstallationen mit einer zu erwartenden unregelmäßigen Nutzung übertragen werden.

### Einflussfaktoren auf die hygienische Qualität

Gemäß DIN 1988-200 müssen Trinkwasserinstallationen so geplant werden, dass an allen Entnahmestellen die Trinkwasserqualität den Anforderungen der Trinkwasserverordnung genügt.<sup>3</sup>

Neben Wasseraustausch, Temperaturhaltung und Art der Durchströmung hat der Eintrag von Nährstoffen nachhaltigen Einfluss auf die hygienische Qualität des Trinkwassers. Insbesondere zur Temperaturhaltung gibt es im Technischen Regelwerk für Planung, Bau und Betrieb von Trinkwasserinstallationen eine Vielzahl von zum Teil erheblich voneinander abweichenden Anforderungen.

### Anforderungen an die Temperatur

Als technisch moderateste Temperatur-Anforderung an der Entnahmestelle gilt die so genannte 30-Sekunden-Regel aus DIN 1988-

200. Danach darf die Temperatur des kalten Trinkwassers bei bestimmungsgemäßem Betrieb maximal 30 s nach dem vollen Öffnen einer Entnahmestelle 25 °C nicht mehr übersteigen.<sup>4</sup>

DIN 1988-200 verweist in Hygienefragen auf die VDI-Richtlinie 6023. In dieser Richtlinie wird abweichend von DIN 1988-200 gefordert, dass die Temperatur des kalten Trinkwassers maximal nur 25 °C betragen darf. Dazu und hinsichtlich Ausnahmen wird auf DIN 1988-200 und auf das DVGW-Arbeitsblatt W 551 A verwiesen. Es muss dabei beachtet werden, dass die Grundanforderung aus DIN 1988-200 zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit einer Trinkwasserinstallation, die so genannte 30-Sekunden-Regel, durch die Anforderungen aus VDI 6023 zur „Ausnahme“ erklärt wird. Als „Prüfparameter für eine systemische Prüfung zum Nachweis der einwandfreien Beschaffenheit zur Übergabe/Abnahme“ wird hier eine 3-Liter-Regel neu eingeführt – alternativ zu der Regelung in DIN 1988-200. Danach muss die Kaltwassertemperatur verschärfend bereits nach dem Ablauf von drei Litern 25 °C unterschreiten, und nicht erst



nach 30 Sekunden.<sup>5</sup> Weltweit wird allerdings überwiegend das Einhalten einer Temperaturgrenze von 20 °C im kalten Trinkwasser gefordert.<sup>6</sup>

Im Planungsprozess für Trinkwasserinstallationen in Gebäuden mit „besonderer Nutzung“ muss daher berücksichtigt werden, dass das Risiko einer Kontamination mit Legionellen im kalten Trinkwasser erst dann auf ein Minimum reduziert ist, wenn die Temperatur dauerhaft unter 20 °C gehalten werden kann - unabhängig von inneren und äußeren Wärmelasten.

Verantwortlich für das Erhalten der gesundheitlichen Unbedenklichkeit des abgegebenen Trinkwassers ist nach Trinkwasserverordnung der Eigentümer der Installation bzw. der Betreiber.

Auf Grund der vorstehenden Zusammenhänge ist es erforderlich, dass der Planer einer Trinkwasserinstallation seinen Auftraggeber über den Zusammenhang zwischen der Kaltwassertemperatur und dem Betriebsrisiko informiert. Insbesondere muss er darüber aufklären, dass sich mit höher zugelassenen Kaltwassertemperaturen (> 20 °C) sukzessive auch das Betriebsrisiko und damit gegebenenfalls auch der betriebliche Aufwand erhöhen.

Es gilt die Regel: Je höher der Wasseraustausch und je geringer die Kaltwassertemperaturen sind, desto besser sind die mikrobiologische Qualität und Stabilität des Trinkwassers. Und umso geringer ist auch das Betriebsrisiko.

### Modellrechnungen

Die folgenden Modellrechnungen sollen zeigen, wie in einer geplanten Trinkwasserinstallation unter Berücksichtigung hygienerelevanter Rohrnetz- und Betriebsparameter das jeweils verbleibende Betriebsrisiko bewertet werden kann. Das Berechnungsbeispiel ist eine Trinkwasserinstallation mit horizontal verlaufenden Verteilungsleitungen



Grafik: Kemper

Abbildung 2: Doppelnasszelle mit einer Reihenleitungs-Installation

in fünf Geschossen und umfasst insgesamt 100 Doppelnasszellen (Abbildung 2). Alle Modellrechnungen basieren auf realen Volumenstrom- und Temperaturmesswerten (Messzeitraum 14 Tage) aus einer Trinkwasserinstallation mit unregelmäßiger Nutzung (Abbildung 1).

### Aufbau der Rohrnetze

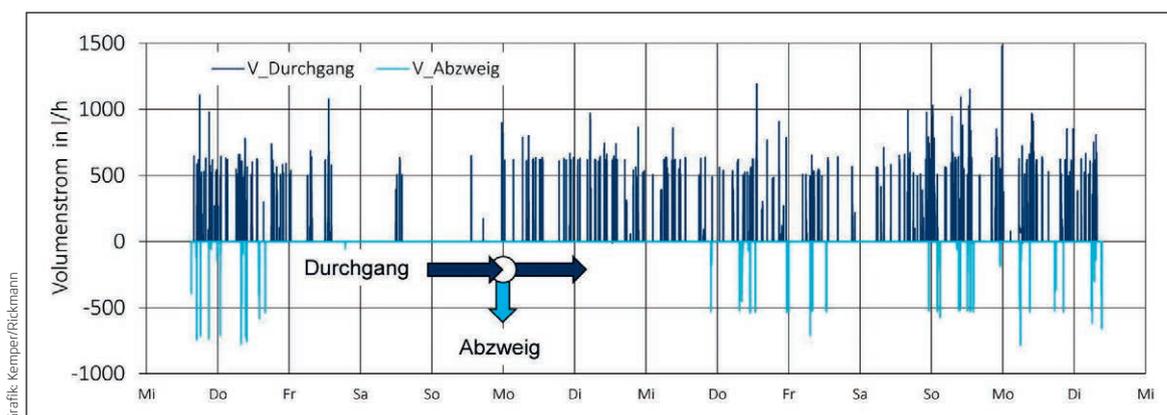
Wie schnell sich das nach einem Entnahmevergange stagnierende Kaltwasser wieder erwärmt, ist von der Umgebungslufttemperatur, dem Wasserinhalt der Rohrleitung und von den Eigenschaften der Leitungsdämmung abhängig. Sind die Umgebungslufttemperatur hoch (> 25 °C) und der Inhalt der Kaltwasserleitung gering, erfolgt die Erwärmung über 25 °C sehr schnell - meistens in weniger als einer Stunde.

Stockwerks- und Einzelzuleitungen mit geringem Innendurchmesser (DN 12/ DN 15) sind daher besonders temperaturkritisch.

Die Erfahrung zeigt, dass eine unzulässige Temperaturerhöhung in Stockwerks- und Einzelzuleitungen nur durch einen intensiven Wasseraustausch vermindert bzw. vermieden werden kann.

### Reihenleitungen

Ein erster Schritt, um den Wasseraustausch in temperaturkritischen Leitungen zu verbessern, ergibt sich bereits, wenn die Stockwerksinstallationen statt mit den in der Vergangenheit üblichen Stichleitungen mit so genannten Reihenleitungen ausgestattet werden. Wird die am Ende angeordnete Entnahmematur genutzt, werden alle Teilstrecken der Stockwerksinstallation bis hin



Grafik: Kemper/Rückmann

Abbildung 1: Messwerte für den Volumenstrom in der Stockwerks-Verteilungsleitung (Durchgang) und im Abzweig zur betrachteten Stockwerksinstallation

zum jeweiligen Armaturenanschluss durchströmt. Ein Optimum für die Durchströmung ergibt sich, wenn die am häufigsten genutzte Entnahmestelle am Ende der Reihenleitung angeschlossen wird. Im Normalfall handelt es sich dabei um das WC (Abbildung 2).<sup>7</sup>

Das Temperaturverhalten einer Reihenleitungs-konstruktion in Abhängigkeit von der Wasserentnahme zeigen die Ergebnisse einer Modellrechnung (Abbildung 3). Bei unzureichender thermischer Entkopplung, spätestens aber in den Sommermonaten, liegen die Lufttemperaturen in der Installationsvorwand bei 27 bis 28 °C. In längeren Stagnationsphasen folgt die Temperatur des kalten Trinkwassers der Umgebungslufttemperatur. Dadurch befindet sich die Kaltwassertemperatur im Mittel mehr als 18 Stunden am Tag über 25 °C (77 Prozent). Im Betrachtungszeitraum liegt die mittlere Temperatur in der ersten Teilstrecke der Stockwerksinstallation bereits bei 25,8 °C. Diese Betriebsverhältnisse müssen trinkwasserhygienisch als risikoreich bewertet werden.

Wie die Ergebnisse aus Rohrnetzberechnungen und Feldmessungen in ausgeführten Trinkwasserinstallationen zeigen, muss davon ausgegangen werden, dass die Temperaturanforderungen für das kalte Trinkwasser aus einschlägigen DIN/VDI/DVGW-Regelwerken in Reihenleitungs-Installationen ohne manuelle Eingriffe durch den Betreiber oder durch automatisierte Prozesse zur Temperaturhaltung allgemeingültig nicht eingehalten werden können.<sup>8</sup>

Die systemische Prüfung zum „Nachweis der einwandfreien Beschaffenheit zur Übergabe/Abnahme (Verantwortungsübergang)“ gemäß DIN 1988-200 bzw. VDI-Richtlinie 6023 wird in der Regel an Waschtischarmaturen vorgenommen.

Eine einfache Überlegung verdeutlicht das Problem: Nach einer unterstellten Stagnationsphase von fünf Stunden ist nicht nur das kalte Trinkwasser in den Stockwerksleitungen kritisch überwärmt, sondern auch in den in Zwischendecken verlegten Stockwerks-Verteilungsleitungen mit geringem Innendurchmesser. Mit diesem Ergebnis ist die Trinkwasserinstallation sowohl auf Grundlage der DIN- als auch der VDI-Anforderungen formal gesehen nicht „einwandfrei beschaffen“.

Im Hygieneplan muss daher festgelegt werden, dass der Betreiber bei fehlenden automatisierten Prozessen zur Temperaturhaltung durch geeignete manuell ausgelöste Spülmaßnahmen dafür sorgen muss, dass es im laufenden Betrieb nicht zu längeren Stagnationsphasen und damit auch nicht zu hygienekritischen Kaltwassertemperaturen kommt.

Fehlt dieser Hinweis im Hygieneplan, ist im Fall eines Streits die Position des Planers geschwächt.

### Ringleitungen mit Strömungsteilern

Zur weiteren Intensivierung des Wasseraustauschs in temperaturkritischen Kaltwasserleitungen wurde in den vergangenen 15 Jahren bereits eine Vielzahl von Stockwerksinstallationen in Krankenhäusern, Hotels, Seniorenheimen usw. erfolgreich mit Ringleitungen ausgestattet, die mit so genannten Strömungsteilern an Steig- bzw. Verteilungsleitungen angeschlossen wurden.

Bedingt durch den Strömungsteiler fließt in der Ringleitung auch dann noch ein Volumenstrom, wenn in Fließrichtung hinter der betrachteten Stockwerksinstallation eine Entnahmearmatur betätigt wird. Der auf diese Weise in der Ringleitung erzeugte Volumenstrom wird als Induktionsvolumenstrom<sup>9</sup> be-

zeichnet (Abbildung 4, dunkelblau dargestellte Messwerte). Im Betrachtungszeitraum des Beispiels erzeugen die in der Ringleitung „fremdinduzierten“ Volumenströme im Mittel einen zusätzlichen 24-fachen Wasseraustausch pro Tag. Der Wasseraustausch durch Induktion liegt damit um mehr als das Doppelte höher als der Austausch, der sich durch Wasserentnahmen über die Entnahmearmaturen einstellt. Im gegebenen Fall verkürzen die Induktionsvolumenströme auch die maximale Stagnationszeit von ursprünglich sechs Tagen (Abbildung 3) auf weniger als einen Tag (Abbildung 4).

Die durch Wasserentnahme und Induktion erzeugte, intensivere und gleichmäßiger über den Tag verteilte Durchströmung der Stockwerks-Ringleitung reduziert die mittlere Temperatur des kalten Trinkwassers auf 22,9 °C. Im Vergleich zu einer Reihenleitungs-Installation führt das zu einer Absen-

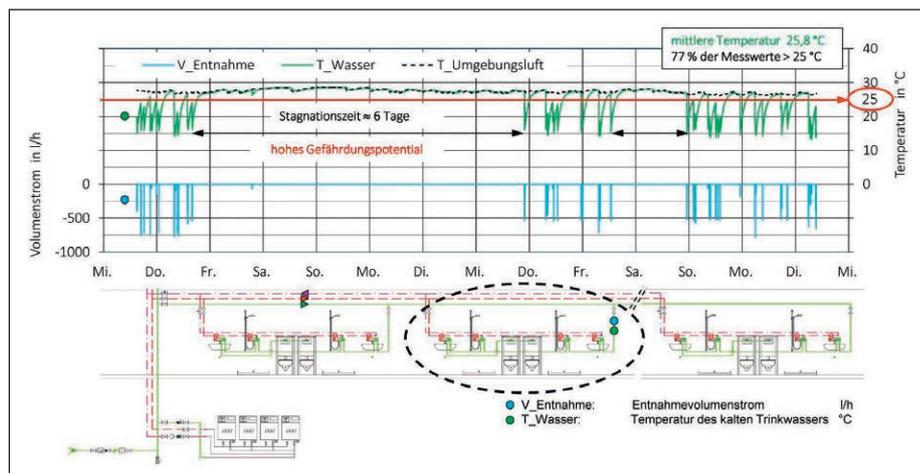


Abbildung 3: Temperaturverlauf des kalten Trinkwassers in einer Reihenleitungs-Installation in Abhängigkeit von der Wasserentnahme

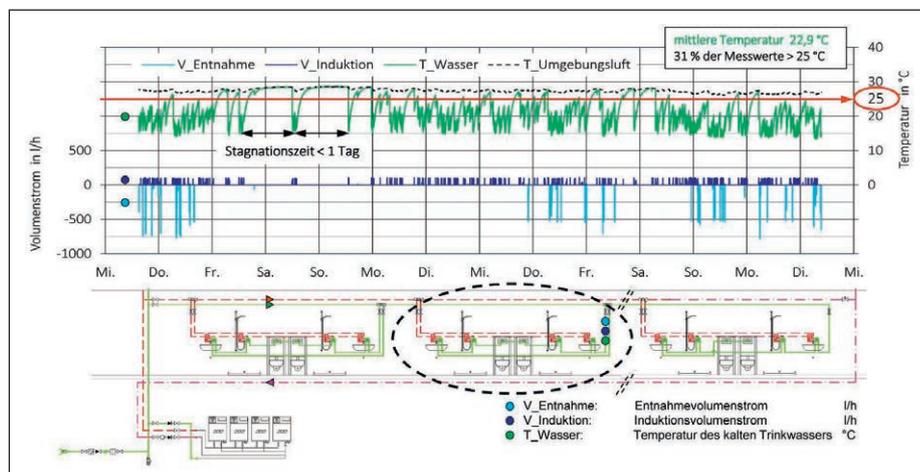


Abbildung 4: Temperaturverlauf des kalten Trinkwassers in einer Strömungsteiler-Installation in Abhängigkeit von der Wasserentnahme und den Induktionsvolumenströmen



kung der mittleren Kaltwassertemperatur in den Stockwerksleitungen um ca. 3 K (Abbildungen 4 und 6).<sup>10</sup> Ein Überschreiten der kritischen Temperaturgrenze von 25 °C ergibt sich im Betrachtungszeitraum nur noch für ca. sieben Stunden/Tag (31 Prozent) – überwiegend in den Nachtstunden.

Bereits mit dem laufenden Betrieb kann nur durch den geänderten konstruktiven Aufbau des Rohrnetzes eine erhebliche Intensivierung des Wasseraustauschs und damit eine Verbesserung der trinkwasserhygienischen Verhältnisse erreicht werden, ohne dass Wasserverluste durch Spülmaßnahmen entstehen.

Bleibt die Trinkwasserinstallation allerdings vollständig oder in Teilabschnitten über einen längeren Zeitraum ungenutzt, stagniert das kalte Trinkwasser in unzulässiger Weise, unabhängig vom konstruktiven Aufbau des Rohrnetzes.

Fehlen automatisierte Prozesse zur Temperaturhaltung, müssen Spülprozesse von Hand ausgelöst werden. Während dafür in der Reihenleitungs-Installation des Beispiels in 100 Doppelnasszellen die WC-Spülungen, jeweils am Ende der Reihenleitungen, manuell ausgelöst werden müssen, reicht in Strömungsteiler-Installationen dafür die Betätigung von nur fünf beliebigen Entnahmearmaturen, jeweils in der letzten Doppelnasszelle der horizontal verlaufenden Stockwerks-Verteilungsleitungen (z. B. Abbildung 5). Der Wasseraustausch in allen anderen Nasszellen erfolgt durch Induktionsvolumenströme, die mit dem Spül-

	Bild Nr.	Faktor Erstellungskosten	Temperaturhaltung	Durchströmung	Wasseraustausch	mittlere PWC-Temperatur (Modellrechnung)	Überschreitung von 25 °C Stunden / Tag
<b>Reihenleitungen</b>	Bild 3	0,86				25,8	18
Reihenleitungen dezentrale Intervall-Spülung	Bild 7	1,00				25,3	17
Reihenleitungen dezentrale temperaturgeführte Spülung (< 25 °C)	-	0,98				22,0	0
<b>Ringleitungen mit Strömungsteilern</b>	Bild 5	0,96				22,9	7
Ringleitungen mit Strömungsteilern temperaturgeführte Spülung (< 20 °C)	Bild 6	0,98				22,0	0
Ringleitungen mit Strömungsteilern Kreislaufkühlung (< 20 °C)	-	1,01				18,0	0

**1 Temperaturhaltung**

- keine Temperaturhaltung notwendig
- zirkulierend
- Speicher
- Spültechnik mit Temperaturhaltung
- keine Temperaturhaltung möglich

**2 Durchströmung**

- zirkulierend turbulent
- turbulent min. Einzelentnahme
- turbulent max. Einzelentnahme
- turbulent Wasserwechseleinrichtung
- turbulent bei VS

**3 Wasseraustausch**

- > 20 Verbraucher
- 10-20 Verbraucher
- 5-10 Verbraucher
- 2-4 Verbraucher
- 1 Verbraucher

Grafik: Rickmann/Dendrit

Abbildung 6: Trinkwasserhygienische Bewertung der Ergebnisse von Modellrechnungen (Temperaturhaltung, Durchströmung, Wasseraustausch) in Abhängigkeit vom Konstruktionsprinzip und der Betriebsweise; mit zugehörigem Kostenfaktor

volumenstrom über die Strömungsteiler in den Ringleitungen erzeugt werden. Neben dem erhöhten Personalaufwand ist auch der Wasserverlust durch manuell durchgeführte Spülmaßnahmen in einer Reihenleitungs-Installation erheblich höher als bei einer Strömungsteiler-Installation.

Die jeweils erforderlichen Spülmaßnahmen müssen vom Planer im Hygieneplan in Abhängigkeit von der Rohrnetzstruktur beschrieben werden.

### Automatisierte Spülmaßnahmen

Der gemäß DIN 1988-200 geforderte Wasseraustausch zur Temperaturhaltung kann durch das so genannte temperaturgeführte Spülen automatisiert werden. Werden dafür dezentrale oder zentrale Spüleinrichtungen vorgesehen, muss zur Minimierung des Wasserverbrauchs bedarfsabhängig gespült werden. Das heißt, dass mit möglichst geringem Spülvolumenstrom nur dann gespült wird, wenn die Temperaturhaltung es erfordert.

# Arbeiten im digitalen Flow!

Kommen Sie in den digitalen Flow mit unseren Software-Tools. Wir zeigen Ihnen gerne, wie Sie Ihren Arbeitsalltag optimieren können.

[se.com/de/schaltanlagenbau](https://se.com/de/schaltanlagenbau)



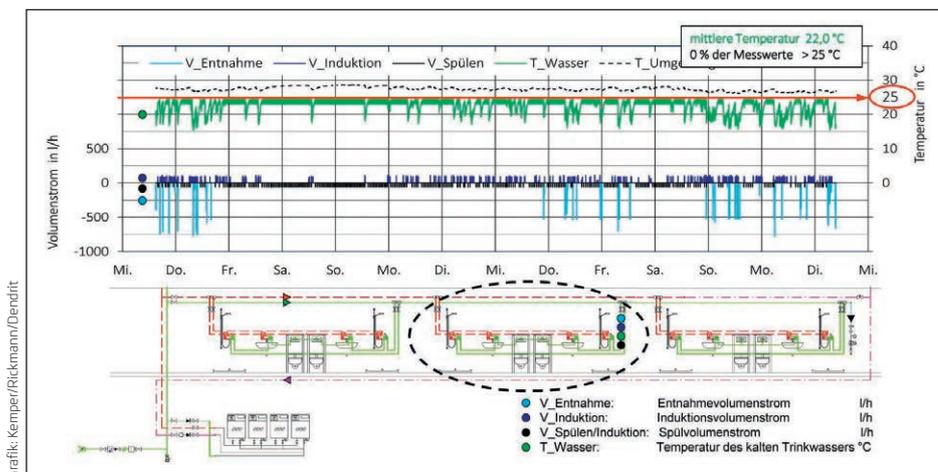


Abbildung 5: Temperaturverlauf des kalten Trinkwassers in einer Strömungsteiler-Installation in Abhängigkeit von der Wasserentnahme, den Induktions- und den Spülvolumenströmen

Mit solchen Systemen kann eine geforderte Temperatur  $\leq 25^\circ\text{C}$  dauerhaft sichergestellt werden. Die mittlere Temperatur des kalten Trinkwassers in der im Beispielfall untersuchten Stockwerksinstallation liegt bei  $22^\circ\text{C}$  (Abbildungen 5 und 6).

Das zur Temperaturhaltung erforderliche Spülvolumen ist in Strömungsteiler-Installationen mit zentralen Spüleinrichtungen wesentlich geringer, da hier das mittlere Temperaturniveau mit dem laufenden Betrieb bereits um ca. 3 K niedriger liegt als in Reihenleitungs-Installationen mit dezentral angeordneten Spüleinrichtungen.

Dezentrale Spülmaßnahmen erfolgen häufig über zeitgesteuert auslösende WC-Spülungen am Ende der jeweiligen Reihenleitung. Trotz dieser Intervallspülungen, beispielsweise einmal am Tag, liegt die Temperatur des kalten Trinkwassers noch mehr als 17 Stunden am Tag über  $25^\circ\text{C}$  (72 Prozent). Die mittlere Temperatur in der ersten Teilstrecke der Stockwerksinstallation liegt bei  $25,3^\circ\text{C}$  und befindet sich damit auf dem Temperaturniveau einer Reihenleitung ohne Spülmaßnahmen. Zeitgesteuerte Spülmaßnahmen, die ganzjährig immer nur zu einem vorgegebenen Zeitpunkt (zum Beispiel einmal täglich) mit einem relativ hohen Spülvolumenstrom spülen, haben keinen nennenswerten Einfluss auf die Temperaturhaltung, führen zu hohen Wasserverlusten und dienen „nur“ dem Wasseraustausch.

Die Nachhaltigkeit solcher Maßnahmen ist fragwürdig. Die Grundanforderung aus DIN EN 806-2 ist zu beachten: „Der Planer hat den Wasser- und Energiebedarf der Trinkwasser-Installation zu berücksichtigen und ist gehalten, diese zu minimieren.“<sup>11</sup>

### Kreislaufkühlung

Spätestens im Sommer, bei hohen Eintrittstemperaturen des Trinkwassers in das Gebäude ( $> 15^\circ\text{C}$ ), werden temperaturgeführte Spülmaßnahmen unwirtschaftlich. Eine bedarfsabhängige Temperaturhaltung durch eine modulierende Kreislaufkühlung ist wesentlich wirtschaftlicher. Mit der definierten Durchströmung aller Leitungsteile kann im Kühlkreislauf zu jeder Zeit eine vorgegebene Temperatur des kalten Trinkwassers (z. B.  $< 20^\circ\text{C}$ ) vor jedem Armaturenanschluss sichergestellt werden, ohne dass Wasserverluste durch Spülmaßnahmen entstehen. In der Praxis hat sich gezeigt, dass bei Trinkwassertemperaturen unter  $20^\circ\text{C}$  nur sehr selten Legionellen nachgewiesen werden.

In Trinkwasserinstallationen, in denen eine vorgegebene Kaltwassertemperatur  $< 20^\circ\text{C}$  gehalten werden kann und ein permanenter Wasseraustausch in allen Teilstrecken unabhängig vom Nutzerverhalten erfolgt, gibt es kein Stagnationswasser mehr und keine unbemerkte Temperaturerhöhung. Das verbleibende Betriebsrisiko ist dadurch minimiert.

### Fazit

Die Erfahrung zeigt, dass ohne automatisierte Prozesse zur Temperaturhaltung reaktive Maßnahmen zum Regelbetrieb einer Trinkwasserinstallation gehören können, beispielsweise die personalintensive Durchführung von manuellen Spülmaßnahmen, der dauerhafte Einsatz von endständigen Filtern an den Entnahmearmaturen und/oder die Durchführung von chemischen Desinfektionsmaßnahmen.

Die Forderung nach einem höchstmöglichen Wasseraustausch im laufenden Betrieb, bei definierter Temperaturhaltung un-

ter  $20^\circ\text{C}$ , kann idealerweise mit Kaltwasser-Zirkulationssystemen erfüllt werden, die jeweils bis an die Entnahmestellen herangeführt werden. Mit solchen Systemen ergibt sich bei turbulenten Fließvorgängen ein ununterbrochener Wasseraustausch in allen Teilstrecken der Trinkwasserinstallation und das auch in entnahmeschwächeren Zeiten. Wasseraustausch und Temperaturhaltung in allen Teilstrecken sind dabei völlig unabhängig vom Nutzerverhalten. Dadurch ist das Betriebsrisiko minimiert.

Im Vergleich zu einer Reihenleitungs-Installation mit dezentralen Spüleinrichtungen und einem immer noch erheblichen betrieblichen Risiko (Kostenfaktor 1,0) ist eine Strömungsteiler-Installation mit Kreislaufkühlung (Kostenfaktor 1,1), das heißt Mehrkosten von weniger als zehn Prozent, nahezu kostenneutral. Die betrieblichen Risiken sind hier aber minimiert und die laufenden betrieblichen Aufwendungen wesentlich geringer (Abbildung 6).

Strömungsteiler-Installationen erhöhen signifikant und präventiv die hygienische Sicherheit der Trinkwasserinstallation (kalt), die in der heute praktizierten Risikobewertung hinsichtlich ihres Beitrags zum Infektionsgeschehen durch wasserbürtige Mikroorganismen deutlich unterschätzt wird. Dieser präventive Ansatz, der auch bei der zukünftigen Entwicklung der Trinkwasserverordnung einen immer größeren Stellenwert einnehmen wird, lässt sich gut in die Erstellung eines Water Safety Plans integrieren, mit dem hygienische Sicherheit durch vorbeugende Betriebskonzepte erreicht werden soll. ◀

- 1 Flemming, C. et al.: Erkenntnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Biofilme in der Trinkwasserinstallation“. Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2010.
- 2 Robert-Koch-Institut (Hrsg.): Legionellose – Primärprävention von Legionellose, 2019.
- 3 DIN 1988-200, 3.2 Grundlagen.
- 4 DIN 1988-200, 3.6 Betriebstemperatur.
- 5 VDI 6023 Blatt 1:2022-09, Hygiene in Trinkwasser-Installationen, Tabelle 1, Temperatur des kalten Trinkwassers: maximal  $25^\circ\text{C}$  nach Ablauf von 3 Litern, gemessen in 250 ml in einem Messbecher.
- 6 Mathys, W.: Legionella, Pseudomonas und Co., 2. Auflage, Mai 2019, Tabelle 17.
- 7 Ergebnisse einer Expertenanhörung am 31.03.2004 im Universitätsklinikum in Bonn, veröffentlicht im Bundesgesundheitsblatt 49 (2006), S. 681–686.
- 8 VDI 6023-1:2022-09, Begriffsdefinition: „bestimmungsgemäßer Betrieb“.
- 9 Die Mitnahme von Wasser aus Stockwerksinstallationen durch den Hauptstrom in der Steig-/Verteilungsleitung.
- 10 Rickmann, L.: Einfluss neuer Konzepte bei Planung und Konstruktion von Trinkwasserinstallationen in Großgebäuden auf die hygienische Qualität des Trinkwassers, UMIT, September 2014.
- 11 DIN EN 806-2, 3.2.2 Wasser- und Energieeinsparung.



**Sonderheft**



Bild: sebra

---

**Risikobewertung • Gefährdungsbeurteilung • Energieeffizienz  
Planung • Dimensionierung • Instandhaltung • Hygienemängel**

---

Das Sonderheft zum Thema Trinkwasserhygiene sollte in keinem Haustechnik- und Fachplanungsbetrieb fehlen. 84 Seiten stark! Sichern Sie sich jetzt Ihr persönliches Exemplar!

Einzelpreis: € 13,- inkl. MwSt. inkl. Versand

Heftbestellungen bitte schriftlich an: [leserservice@strobelmediagroup.de](mailto:leserservice@strobelmediagroup.de)



STROBEL MEDIA GROUP

Zur Feldmühle 11  
59821 Arnsberg  
Tel. 02931 8900 0  
Fax 02931 8900 38  
[www.strobelmediagroup.de](http://www.strobelmediagroup.de)



Das E-Paper sowie  
weitere Artikel zum  
Thema **Trinkwasser**  
finden Sie auf  
[www.ikz-select.de](http://www.ikz-select.de)





Die Luisenhöhe bietet ihren Gästen auf einem Hochplateau am Westhang des Schauinsland-Massivs ein außergewöhnliches Gesundheits- und Naturerlebnis.

Foto: Luisenhöhe

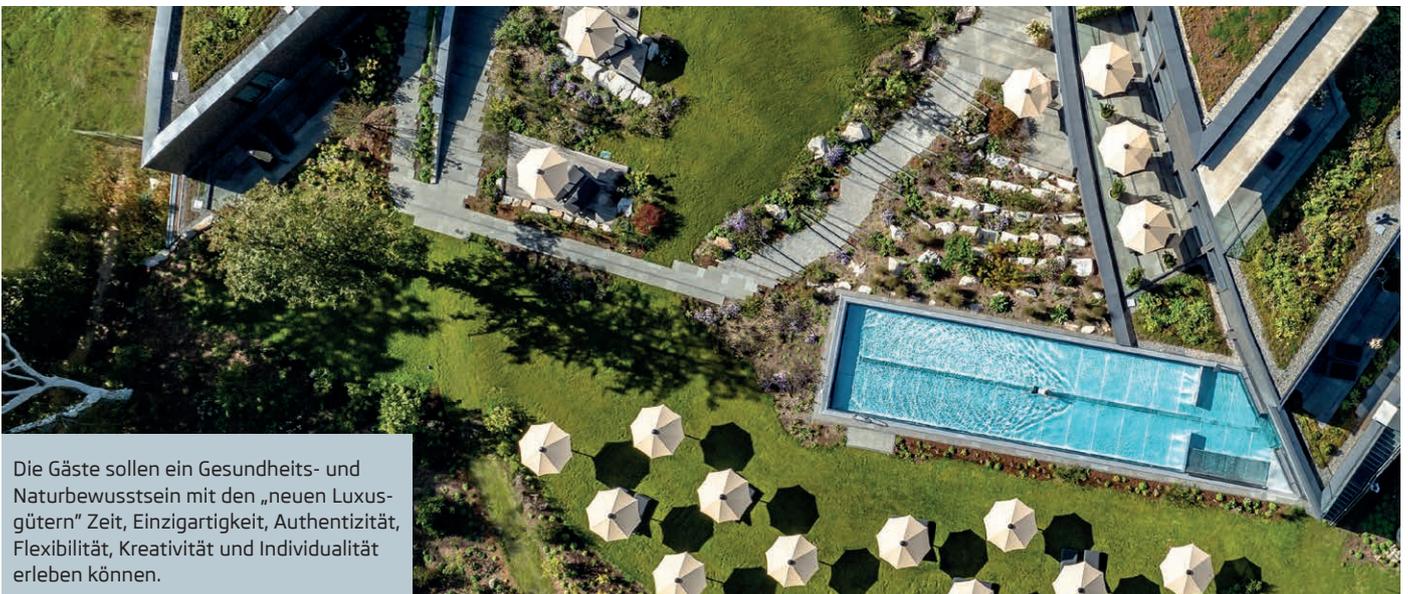
## Das Resort Luisenhöhe – nicht alltägliche Herausforderungen



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

Inmitten der Naturlandschaft des UNESCO-Biosphärengebiets Schwarzwald ist die „Luisenhöhe – Gesundheitsresort Schwarzwald“ entstanden. Das moderne Resort in Horben bei Freiburg im Breisgau verfügt über 61 Zimmer und 22 Suiten. Den Gästen wird auf einem Hochplateau am Westhang des Schauinsland-Massivs in 600 m Höhe ein außergewöhnliches Gesundheits- und Naturerlebnis geboten –unter nachhaltigen Aspekten.

Unter dem Motto „Modern Health & Nature Luxury“ sollen die Gäste ein Gesundheits- und Naturbewusstsein mit den „neuen Luxusgütern“ Zeit, Einzigartigkeit, Authentizität, Flexibilität, Kreativität und Individualität erleben können. Die Hotelanlage umfasst 18.500 Quadratmeter; Highlights sind ein Spa mit In- und Outdoorbereichen, Panoramablick-Saunen, ein Panorama-Regenerations-Pavillon im Bergwald, ein 25 m langer Outdoorpool, eine Innen-



Die Gäste sollen ein Gesundheits- und Naturbewusstsein mit den „neuen Luxusgütern“ Zeit, Einzigartigkeit, Authentizität, Flexibilität, Kreativität und Individualität erleben können.

Foto: Luisenhöhe

und Außenerlebnisgastronomie, eine Panoramaterrasse und ein Innenhof mit Blick in den Naturgarten. Die Bankett- und Konferenzmöglichkeiten bieten Platz für kleinere Veranstaltungen und exklusive „Gipfeltreffen“.

Rund 60 Millionen Euro kostete der Neubau, mit dem das Kapitel „Luisenhöhe“ in Horben neu geschrieben wurde. Bereits 1896 wurde die Luisenhöhe als Kurhotel im Chalet-Stil erbaut. Nach einer wechselvollen Geschichte – die vollständige Zerstörung durch einen Brand 1908 oder die Nutzung als Altersheim – erwarb 2015 die Gesundheitsresort Schwarzwald Luisenhöhe GmbH & Co. KG Gebäude und Gelände, um dort ein Gesundheits- und Naturresort zu planen. Nachdem 2018 die Abrissarbeiten der alten Luisenhöhe begonnen hatten, erfolgte im Oktober 2019 der Spatenstich des Neubau-Projekts.

### I. Ressourcenschonende Techniken

Das gesamte Konzept des Neubaus basiert auf ressourcenschonenden Materialien, Techniken, Energien und Arbeitsweisen: Besondere Akzente setzen die erneuerbare Energieversorgung mit einem großen Erdsondenfeld unter der Tiefgarage, die Wärmerückgewinnung und die großzügigen naturnahen Retentionsflächen, beispielsweise die Begrünung aller Dachflächen mit zusätzlicher Wasserrückhaltungs- und Versickerungsfunktion. Außerdem war das Bauprojekt mit zahlreichen Maßnahmen zum Natur- und Artenschutz verbunden.

Die technische Gebäudeausrüstung projektierte das Planungsbüro HTG Petra Haberland aus Euskirchen. Geothermie ist der Hauptenergieträger, mit dem die Hotelanlage erwärmt und gekühlt wird. Sie wird mit vier Sole-Wasserwärmepumpen für Nieder- und Hochtemperaturwärme versorgt. Hinzu kommen ein Luftwärmetauscher zur Regeneration des Erdreichs und Rückkühler im Außenbereich. Unter der Tiefgarage befindet sich ein Feld aus 55 Erdwärmesonden, die bis in eine Tiefe von rund 145 m reichen. Sie decken den gesamten Energiebedarf für das Kühlen und Heizen des Hotels und des Außenpools ab. Die Stromversorgung erfolgt über einen eigenen 1.000 kVA-Transformator.

### II. Heizen und Kühlen über Decken und Wände

Die öffentlichen Räume im Erdgeschoss und zum Teil im ersten Obergeschoss werden auf 1.620 Quadratmeter über eine Heiz- und Kühldecke temperiert. Die Konferenzbereiche und die Spa- und Fitnessflächen im Erdgeschoss werden zusätzlich über ak-

# Gemeinsam durchatmen.

Herstellerverband  
Raumluftechnische  
Geräte e. V.



Wir stehen  
für effiziente und  
nachhaltige Raumluftechnik.



Bewusst  
Nachhaltig  
Energieeffizient



Neugierig geworden?  
Einfach QR-Code scannen.

Herstellerverband Raumluftechnische Geräte e. V.  
Hoferstraße 5 | 71636 Ludwigsburg  
info@rlt-geraete.de | www.rlt-geraete.de

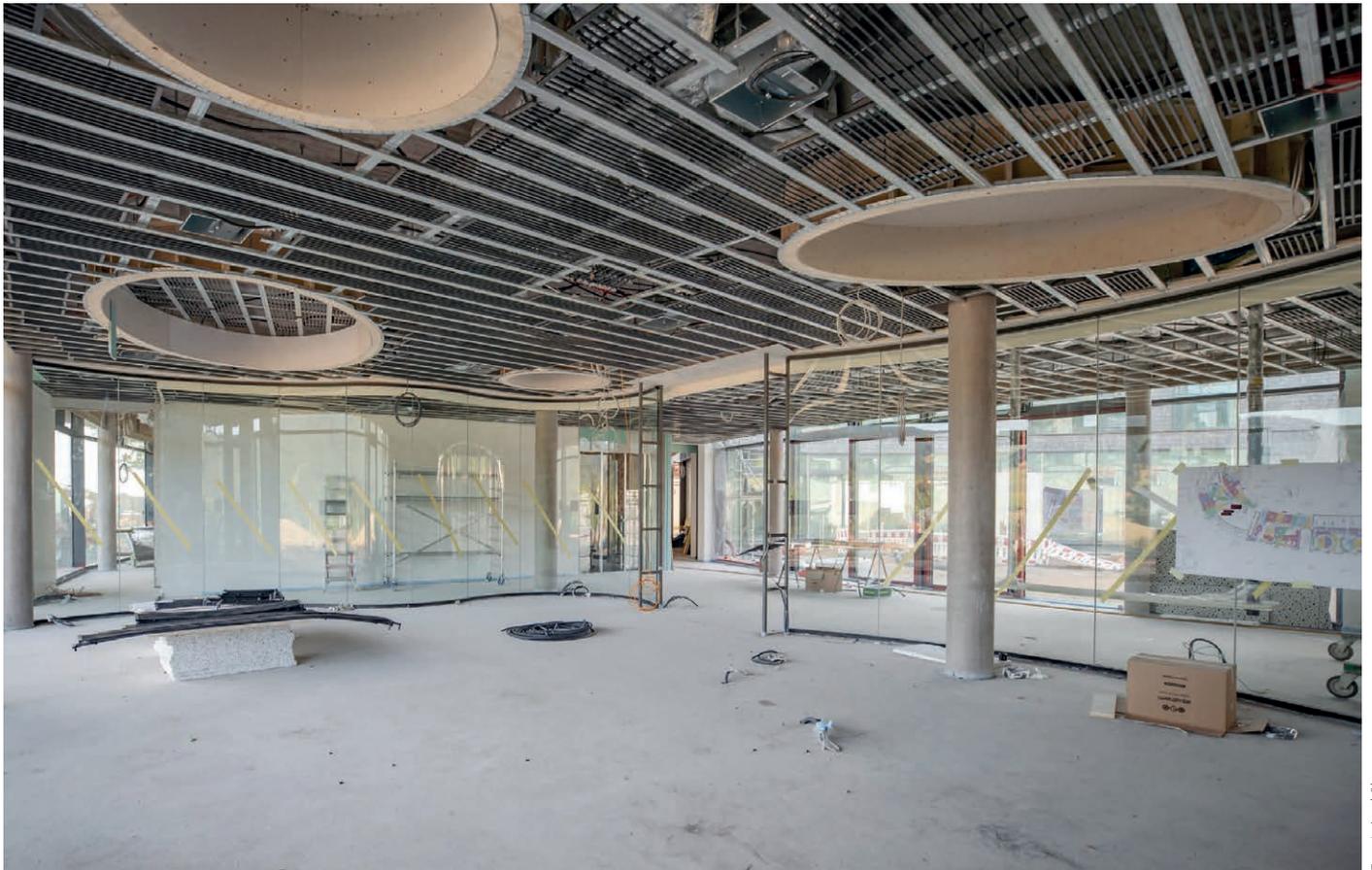


Foto: Luisenhöhe

Die Klimatisierung erfolgt über die Decke mittels Heiz- und Kühlregistern aus dem Hause aquatherm.



Foto: Luisenhöhe

Die Architektur des Neubaus mit vielen Rundungen war eine Herausforderung für die Planung.



tierte Wandflächen gekühlt. In allen Fällen zum Heizen und Kühlen wurden schwarze Register aus dem korrosionsbeständigen Kunststoff Polypropylen eingesetzt. Sie sorgen durch einen gleichmäßigen Strahlungsaustausch mit den Raumbefassungsflächen für eine optimale Raumtemperatur im Kühl- und Heizbetrieb. Zugluft oder Staubaufwirbelungen sind durch diesen Prozess ausgeschlossen.

Durch den geringen Verlegeabstand der Registerrohre und der dadurch erzielten quadratmeterbezogenen hohen Flächendichte kann das System mit niedrigeren Vorlauftemperaturen als konventionelle Heiz- bzw. mit höheren Vorlauftemperaturen als andere Kühlsysteme betrieben werden. Es ermöglicht in Verbindung mit seiner schnellen Reaktionsfähigkeit einen besonders effizienten und energiesparenden Betrieb unter wech-

selnden Bedingungen. Rund 600 Quadratmeter des Systems wurden in der Luisenhöhe installiert. Diese im Verhältnis zur Gesamtfläche des Resorts relativ kleine Quadratmeterzahl genügt, um alle erforderlichen Bereiche des Hotels zu heizen oder zu kühlen.

### III. „Wenig rechte Winkel, vieles ist geschwungen“

Eine Herausforderung für die Planung war die Architektur des Neubaus, die sich an den Höhenrücken des Schwarzwalds orientiert: „Das Gebäude und seine einzelnen Räume besitzen wenig rechte Winkel. Vieles ist geschwungen, rund oder gedreht“, erklärte Thomas Bille, Leiter der Planungsabteilung „Consulting & Service“ bei aquatherm. „Mit unserem System mussten wir uns daher den Gegebenheiten vor Ort anpassen, was durch eine entsprechende Planung problemlos ge-

lang.“ Konkret wurden die einzelnen Elemente des Systems am Hauptsitz des Unternehmens passgenau in verschiedensten Maßen angefertigt, so dass sie im Objekt in die Decken und Wände eingesetzt werden konnten.

### IV. Nachhaltiger dank Polypropylen

Das Heiz- und Kühlsystem besteht aus Polypropylen, einem der beiden wichtigsten Standardkunststoffe. Durch Lebenszyklusanalysen gemäß ISO 14040 werden die Auswirkungen der Rohstoffherstellung auf die Umwelt untersucht. Studien belegen deutlich geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen von Polypropylen-Rohren im Vergleich zu anderen Rohmaterialien, speziell Stahl. Polypropylen zeichnet sich durch lange Lebensdauer, sehr gute Umweltverträglichkeit und Wiederverwertbarkeit aus. ◀

**WATERCryst<sup>®</sup>**  
Wassertechnik

# KALKSCHUTZ

## ABER NATÜRLICH

**INSTALLATIONEN SCHÜTZEN**

**HYGIENEPROPHYLAXE**

**GERINGER PLANUNGSAUFWAND**

**MEHR INFOS**

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



# Trinkwasserhygiene und Energiesparen im Einklang

## Planung und Betrieb von Trinkwasser-Installationen: Kosten reduzieren durch ökologische Maßnahmen

*Ob in Büros, Sportstätten oder Gesundheitseinrichtungen – die Auflagen für die Trinkwasserhygiene in öffentlichen und halböffentlichen Gebäuden sind in Deutschland besonders hoch. Mit dem Inkrafttreten der neuen Trinkwasserverordnung 2023 wurden die Standards und Untersuchungspflichten für Betreiber aus gutem Grund zusätzlich verschärft: Infektionserreger im Trinkwasser können bei besonders anfälligen Personen schwerwiegende Gesundheitsprobleme verursachen. Trotz des konstanten Drucks, die Bau- und Sanierungskosten zu minimieren, muss die Maxime „Gesundheitsschutz geht vor Energieeinsparung“ unumstößlich im Zentrum stehen. Wie kann es also gelingen, Trinkwasser-Installationen in (halb-)öffentlichen Einrichtungen so zu planen und umzusetzen, dass Investitions-, Energie-, Wasser- und Abwasserkosten im Betrieb gesenkt werden, ohne dabei die Trinkwassergüte zu gefährden? Welche Maßnahmen bieten sich in Neubauten an und welche im Bestand?*



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

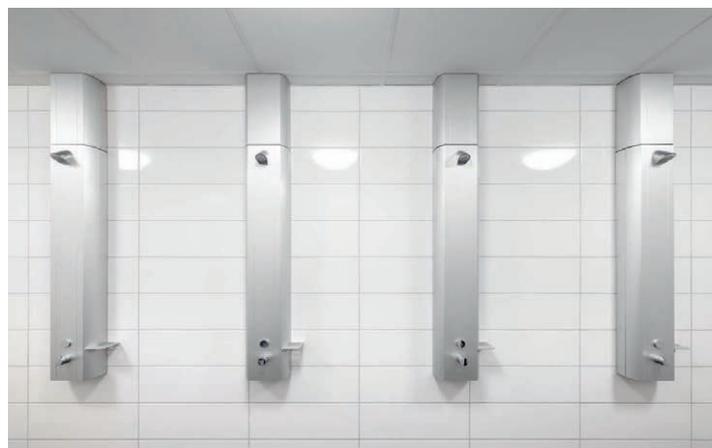
### I. Neubauten

#### 1. Empfehlungen für die Planung

Im Neubau können durch wassersparende Entnahmestellen erhebliche Investitions- und Betriebskosten eingespart und auch ökologische Verbesserungen erreicht werden. Die Trinkwasser-Installation kann hier von vorneherein auf einen sparsamen und gleichzeitig hygienischen Betrieb ausgelegt werden. Dazu bedarf es einer innovativen und weitsichtigen Planung, werden doch beim Neubau die Betriebskosten der Gebäude für die nächsten 50 Jahre festlegt.

Für die Dimensionierung einer Trinkwasser-Installation nutzt der Fachplaner jedoch

fast immer die Berechnungsdurchflüsse gemäß DIN 1988-300 Tabelle 2, die pauschalisiert in jeder Planungssoftware hinterlegt sind. Mit diesen Werten lässt sich das Einsparpotenzial wassersparender Entnahmestellen allerdings nicht ausschöpfen. Es ist deshalb notwendig, von diesen normativen Berechnungsdurchflüssen abzuweichen. In den „Wichtigen Hinweisen“ unter Tabelle 2 in der DIN 1988-300 ist das auch ausdrücklich erwähnt: „Ist die Trinkwasser-Installation aus hygienischen und wirtschaftlichen Gründen für die geringeren Werte zu bemessen, muss dieses Vorgehen mit dem Bauherrn vereinbart und die Auslegungsvoraussetzungen für die Entnahmestellen (Mindest-



Fotos: Schell GmbH & Co. KG

Die Duschpaneele im hochmodernem Gebäude des Sportvereins FV Brühl e.V. wurden mit einem Wassermanagement-System vernetzt. Seitdem unterstützen automatisierte Wasserwechsel den Betreiber beim Erhalt der Trinkwassergüte.



Foto: Schell GmbH &amp; Co. KG

Über ein Wassermanagement-System lassen sich elektronische Armaturen vernetzen und steuern. Stagnationsspülungen laufen an mehreren Armaturen automatisiert – bei Bedarf auch zeitgleich.

fließdruck, Berechnungsdurchfluss) in die Bemessung aufgenommen werden.“

Soll die Trinkwasser-Installation also monetär und ökologisch optimiert werden, sollten Auftraggeber und Fachplaner sich frühzeitig über mögliche Maßnahmen austauschen. Im gemeinsamen Einverständnis sollte die Dimensionierung der Trinkwasser-Installation mit verringerten Berechnungsdurchflüssen erfolgen. Das bedeutet, es muss von Beginn an mit einer Sechsliter- statt einer Neun-Liter-Dusche gerechnet werden, bei Waschbecken mit 3 Liter pro Minute statt 4,2 Liter pro Minute usw. Auf diese Weise lassen sich bis zu 40 Prozent bei Wasserinhalt und Verbrauch einsparen – und damit auch beim Energieeinsatz der Warmwasserbereitung. Sehr wahrscheinlich ist das die einzige ökologische Maßnahme, durch die zugleich die Investitions- und nicht nur die Betriebskosten sinken: Geringere „Literleistungen“ der Entnahmestellen benötigen bei angepasster Berechnung deutlich verringerte und damit kostengünstigere Dimensionen bei Rohren, Verbindern, Dämmungen und Rohrschellen. Der Materialeinsatz bei Rohren und Fittings lässt sich um bis zu 40 Prozent Gewicht reduzieren.

Ein weiterer Vorteil ist, dass durch eine verschlankte Trinkwasser-Installation mehr Nutzfläche gewonnen wird, da die Schächte kleiner werden können. Weitere Einsparmöglichkeiten lassen sich durch T-Stück-Installationen umsetzen. Anders als übergroße, hydraulisch oftmals nicht beherrschbare Ring-

in-Ring-Installationen weisen sie einfache, klare Fließwege auf, führen weniger Wasser und besitzen weniger Oberflächen, die Wärme aufnehmen können. Dadurch lassen sich Wasserinhalt und Investitionskosten durchschnittlich noch einmal um rund 20 Prozent senken. Gleichzeitig wird ein Beitrag zum passiven Schutz des Trinkwassers kalt gegen Erwärmung und damit zum Schutz der Trinkwasserhygiene geleistet. Ein um 20 Prozent und mehr verringerter Wasserinhalt erhöht auch den Wasserwechsel im Betrieb um diesen Wert und damit die hygienische Sicherheit, denn die Anzahl an Nutzern ist in beiden Fällen identisch.

## 2. Automatisierte Wasserwechsel beugen Legionellenbefall vor

Ein regelmäßiger Wasserwechsel ist die effektivste Methode, um die Trinkwasserhygiene zu unterstützen und einer zu hohen Legionellenkonzentration vorzubeugen. In Deutschland muss der Wasserwechsel nach spätestens drei Tagen erfolgen und gemäß VDI-Richtlinie 6023 Blatt 1 über alle Entnahmestellen stattfinden – Bakterien können über ungenutzte Entnahmestellen auch gegen die Fließrichtung, also retrograd, in die Trinkwasser-Installation gelangen. Die Zeitdauer von maximal drei Tagen ohne Wasserwechsel ist jedoch nur unter bestimmten Bedingungen hygienisch akzeptabel: Das Kaltwasser (PWC) darf nicht wärmer als 25 °C werden und das Warmwasser (PWH) muss mindestens 55 °C warm sein. Der Grund da-

für ist, dass sich alle Krankheitserreger bevorzugt in einen Temperaturbereich um die 37 °C vermehren – also im Bereich der Körpertemperatur von Menschen. Temperaturen um die 37 °C sind daher „weiträumig“ zu vermeiden.

In großen (halb-)öffentlichen Gebäuden werden Teilbereiche der Trinkwasser-Installation aus verschiedenen Gründen gar nicht genutzt oder nicht so genutzt, wie mit dem bestimmungsgemäßen Betrieb in der Planung ursprünglich hinterlegt. Hier kann ein Wassermanagement-System die Betreiber beim Erhalt der Trinkwassergüte unterstützen. Es ist empfehlenswert, ein solches System bei Neubauten von vorneherein einzuplanen. Doch auch für die Bestandsnachrüstung gibt es geeignete Lösungen. Mit einem Wassermanagement-System lassen sich Trinkwasser-Installationen wesentlich effizienter und nachhaltiger betreiben als über manuelles Spülen, da automatisiert umgesetzte Spülvorgänge viel genauer und ohne zusätzlichen Aufwand gleichzeitig möglich sind. Diese Gleichzeitigkeit des Spülens ist notwendig, um einen qualifizierten, hygienisch wirksamen Wasserwechsel zu erreichen. Im Vergleich zu einer händischen Umsetzung durch den Facility Manager wird der Personal-, Zeit- und Kostenaufwand so enorm reduziert.

## 3. Trocken geprüfte Bauteile einsetzen

Der bestimmungsgemäße Betrieb der Trinkwasser-Installation beginnt schon mit ihrem Befüllen. Dabei sollten trocken geprüfte und in dieser Weise auch gegen mikrobiologische Verunreinigungen geschützte Bauteile zum Einsatz kommen. Für die Praxis ist dieses Vorgehen so bedeutend, dass es dazu aktuell neue Regelwerke gibt (DVGW W 551-4 und DVGW W 551-7). Wenn die Installation mit Trinkwasser befüllt wurde, ist der Fachhandwerker bis zur Übergabe für den Wasserwechsel verantwortlich. Das bedeutet in Deutschland, dass er spätestens nach drei Tagen für einen Wasserwechsel zu sorgen hat. In einem Krankenhaus mit 800 Betten wären dafür mindestens drei Mitarbeiter an fünf Tagen je Woche nur für Spülmaßnahmen von Hand im Einsatz. Auch hier ist der Einsatz eines Wassermanagement-Systems sinnvoll: Bereits vor der Inbetriebnahme können die Wasserwechsel damit automatisiert umgesetzt werden. Für Gebäude mit erhöhten hygienischen Anforderungen, beispielsweise Krankenhäuser oder Pflegeheime, ist es darüber hinaus ratsam, das Befüllen der Installation schrittweise durchzuführen – stets in Verbindung mit einer mikrobiologischen Probenahme und Freigabe (DVGW W 551-4).



## II. Bestandssanierung

### 1. Wassertemperatur auf maximal 55 °C senken

Auch in Bestandsbauten bieten sich Möglichkeiten, die Energiekosten zu senken, ohne einen kritischen Legionellenbefall zu riskieren. Beispielsweise kann unter bestimmten Voraussetzungen an der Stellschraube „Wassertemperatur“ gedreht werden: Viele Warmwasserbereiter laufen ohne Kenntnis der Nutzer mit einer automatisierten wöchentlichen oder gar täglichen thermischen Desinfektion, der so genannten Legionellen-schaltung. Wird die Anlage ansonsten fachgerecht betrieben, kann diese Funktion ohne hygienische Risiken abgeschaltet werden. Bei Großanlagen sollte außerdem geprüft werden, ob die Temperatur am Austritt des Trinkwassererwärmers deutlich über 60 °C liegt. Auch hier besteht oftmals ein großes Einsparpotenzial, indem der Energieeinsatz gesenkt wird.

Beträgt die Temperaturspreizung zwischen Speicheraustritt und Rücklauf der Zirkulation deutlich mehr als 5 K, sollte der hydraulische Abgleich der Zirkulationsstränge optimiert werden und/oder die Wärmedämmung. Bei mangelhaftem hydraulischen Abgleich sind elektronische Zirkulationsregulierventile die erste Wahl im Bestand, da sie ohne detaillierte Berechnung eingebaut werden können. Weiteres Optimierungspotenzial besteht in Anlagen, bei denen die Temperaturspreizung zwar nur rund 5 K beträgt, aber die Wassertemperatur an den Entnahmestellen und beim Wiedereintritt der Zirkulation in den Trinkwassererwärmer deutlich über 55 °C liegt. In diesem Fall kann die Anlage allein schon durch das Verringern der Austrittstemperatur am Speicher energetisch optimiert werden.

### 2. Durchflussmengen reduzieren

Die deutlichsten Einsparpotenziale liegen im Reduzieren von Wasserleistungen. Doch auch hier gilt „nur in Maßen“, denn der Hygienegrundsatz „Wasser muss fließen“ ist weiterhin oberstes Gebot. Auch nach solchen Maßnahmen darf die Verweilzeit des Wassers in der Trinkwasser-Installation nicht

Art der Entnahmestelle	Literleistung [l/min]	Häufige Literleistung in der Praxis [l/min]	Einsparpotenzial [%]
Waschtisch	4,2 (Norm)	8–10	47–58
Dusche	9 (Norm) 6 (möglich)	12–18	25–50
WC (Pro Spülung klein / groß)	3 / 6 (Sparversion)	6 / 9	33–50

Abbildung: Schell GmbH & Co. KG

Häufig weisen Armaturen im Bestand größere Durchflussmengen auf als nötig. Daher ist es sinnvoll, die Durchflussmengen im Bestand zu prüfen, und da, wo möglich, zu reduzieren.

über 72 Stunden liegen – egal, ob Kalt- oder Warmwasser. Für Gesundheitseinrichtungen empfiehlt die VDI-Richtlinie 6023 sogar eine noch kürzere Verweilzeit von maximal 24 Stunden. Das gilt für jede Entnahmestelle und Teilstrecke einer Trinkwasser-Installation, denn ein „Stau“ des Trinkwassers in der Installation könnte zu gesundheitlichen Risiken führen. Entnahmestellen mit extrem geringer oder gar keiner Nutzung müssen daher unbedingt regelmäßig gespült werden, entweder manuell oder automatisiert. Bei extrem selten genutzten Entnahmestellen ist ein Rückbau zu empfehlen, andernfalls wird hier dauerhaft Trinkwasser aufgrund von Stagnationsspülungen verschwendet.

An Entnahmestellen mit hohem Verbrauch und häufiger Nutzung lassen sich große Einspareffekte mittels Wasserspararmaturen oder Durchflussbegrenzern und Strahlreglern erzielen. Demnach ist es sinnvoll, die Durchflussmengen an Entnahmestellen zu prüfen und die Mengen einzustellen, die der Planer bei der Dimensionierung der Trinkwasser-Installation zugrunde gelegt hat: Das geschieht durch den Vergleich der Berechnungsdurchflüsse aller Entnahmestellen aus der Planung, also mit Werten aus der DIN 1988-300 Tabelle 2, mit den realisierten „Literleistungen“ in der Praxis. Hier ergeben sich oft erhebliche Einsparpotenziale von 40 bis 50 Prozent.

Außerdem können Waschtischarmaturen mit einem hohen Verbrauch zumeist durch den einfachen Tausch des Strahlreglers auf eine normative Literleistung von 4,2 l/min optimiert werden, wenn das Gebäude auf Basis der DIN 1988-300 Tabelle 2 dimensi-

oniert wurde. Auch die Wassermengen von WC und Duschen bieten Einsparpotenziale: Bei WC-Spülkästen reicht im Allgemeinen eine Sechs-Liter-Spülung statt einer Neun-Liter-Spülung.

Doch auch hier gibt es Grenzen: In modernen Altenheimen sollten beispielsweise die Waschtischarmaturen mit einem überhöhten Durchfluss von acht bis zehn Liter pro Minute nicht auf die normativ geringeren Berechnungsdurchflüsse reduziert werden, da sie erfahrungsgemäß selten genutzt werden. In diesem Fall ist es sinnvoll, wenn dann die doppelte Wassermenge pro Nutzung oder Spülung ausgetauscht wird. Grundsätzlich sollte also jeder Fall einzeln betrachtet und bewertet werden.

### III. Fazit

Das größte ökonomische und ökologische Potenzial bietet sich beim Planen und Umsetzen von Neubauten durch die gezielte Kombination zweier Einsparmöglichkeiten: reduzierte Durchflussmengen an den Entnahmestellen und das bevorzugte Verwenden von T-Stück-Installationen.

Bei bestehenden Gebäuden kann geprüft werden, ob die Literleistung an bestimmten hoch frequentierten Entnahmestellen reduziert werden kann – denn oftmals wurden Armaturen mit höheren Durchflussmengen installiert, als bei der normgerechten Planung berücksichtigt wurden. In solchen Fällen kann die Literleistung verringert werden, ohne die Güte des Trinkwassers zu beeinträchtigen. ◀



BLEIBT DER BESTIMMUNGSGEMÄÑSE  
BETRIEB AUS, SETZT DAS RISIKO  
FÜR DIE TRINKWASSERHYGIENE EIN.

**Fakt ist: Erneuerbare Energien schützen die Umwelt, erreichen aber nicht die notwendigen Temperaturen, um die Trinkwasserhygiene zu sichern.**

Innovative Lösungen, wie Sie die Trinkwassergüte erhalten,  
finden Sie auf [viega.de/Trinkwasser](https://www.viega.de/Trinkwasser)

**viega**



Abbildung 1: Rund 30.000 Quadratmeter Bürofläche und Platz für 1.500 Mitarbeitende bietet der neue Standort eines großen IT-Dienstleisters in Süddeutschland.

Alle Abbildungen: FRENGER SYSTEMEN BV Heiz- und Kühlttechnik GmbH

## Arbeitsplätze für die Zukunft

Deckensegel heizen und kühlen markanten Neubau und optimieren gleichzeitig die Akustik

*Im Süden Deutschlands hat ein IT-Dienstleister einen beeindruckenden neuen Standort errichtet: Mit einer Bauzeit von sechs Jahren und Baukosten von rund 113 Millionen Euro blieb der Bauherr im Zeit- und Kostenplan. Insgesamt fünf neue Gebäude mit rund 30.000 Quadratmeter Fläche und Platz für 1.500 Mitarbeitende sind entstanden. Die modernen Büroräume werden mit innovativer Technik effizient beheizt und gekühlt. Zusätzlich wird die Akustik erheblich verbessert.*



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

Die Außenanlage des neuen Standorts eines der größten IT-Dienstleisters Deutschlands erinnert an einen Campus. Bei Bedarf kann sie für Veranstaltungen oder zum Public Viewing genutzt werden. Der Eingangsbereich des Vorplatzes wird von einem Urwelt-Mammutbaum beherrscht, der beim Pflanzen schon stattliche 16 Meter Höhe aufwies. Das erforderte eine nicht alltägliche Pflanzaktion und den Einsatz eines 600 Tonnen Krans. Gelohnt hat es sich allemal, denn der Baum steht als zentraler Blickfang am Ende

der Zugangstreppe. Die markanten Gebäude offenbaren auch im Inneren ihre Qualitäten. Alle fünf Gebäude und auch die Bestandsgebäude sind an eine rund 135 Meter lange so genannte Innovation-Lounge im Zentrum angeschlossen. Wie eine große Piazza wirkt dieser Bereich, der sich für unterschiedlichste Veranstaltungen anbietet.

### I. Markante Gebäude

Verteilt auf fünf Stockwerke, bieten die Neubauten sehr unterschiedliche Räume für klei-



Abbildung 2: Der Neubau bietet unterschiedliche Räume und Zimmergrößen, verteilt auf fünf Stockwerke.

nere und mittlere Meetings und sollen die Kreativität fördern. Einer der Räume erinnert mit ausgedientem Kasten, Bock und einer Sprossenwand an eine alte Turnhalle. Ein anderer bietet Urlaubsfeeling mit Strandkorb, großem Küstenbild und sandfarbenem Teppich. In jedem Stockwerk gibt es eine zentrale Cafeteria und großzügig geschnittene Arbeitsplätze. Dafür durften die Beschäftigten ihre Wünsche einbringen, denn eine attraktive Arbeitsumgebung soll nicht nur die Mitarbeitenden motivieren, sondern auch helfen, neue Arbeitskräfte für die Firma zu begeistern.

So sind denn auch die modernen Büros und Besprechungsräume hell, freundlich und mit vielen Pflanzen eingerichtet. Das schafft eine angenehme Atmosphäre im IT-Unternehmen.

### II. Heizen und Kühlen von der Decke

Effiziente Technik sorgt dabei für ein angenehmes Raumklima. Über 1.600 aktive Deckensegel des Typs „Smartline“ wurden installiert. Sie heizen und kühlen in den kleinen und großen Räumen und optimieren gleichzeitig die Akustik – und das völlig ohne Zugluft und Geräusche. Die Baulängen der montierten Segel variieren von 1,45 Meter bis 2,55 Meter. Die Baubreite beträgt jeweils 1,0 Meter. Lackiert sind die Smartline-Segel in Weiß, ähnlich RAL 9010, und hochwertig beschichtet im so genannten Coilcoating-Verfahren. Sie sind mit einer akustisch wirksamen Perforation versehen. Ihre Lebensdauer liegt bei mindestens 30 Jahren – und das ohne jede erforderliche Wartungsmaßnahme.

Die Rohrregister sind die Basis der Heiz- und Kühlregel. Sie bestehen aus Qualitätsstahl und wurden mit einem Außendurchmesser von 21,3 Millimeter und einer Wandstärke von 1,5 Millimeter gefertigt. Der Abstand zwischen den einzelnen Rohren beträgt 100 Millimeter. Je nach Jahreszeit zirkuliert durch diese Register warmes oder kaltes Wasser. Übertragen wird die Temperatur an die Strahlflächen der Deckensegel durch hochwertige Aluminium-Strangpressprofile, die mittels patentierter Magnettechnik befestigt sind. Auf der Oberseite sind die Segel mit einer 40 Millimeter dicken Mineralfaser gedämmt, die in schwarze Folie aus Low Density Polyethylen (LDPE) eingeschweißt ist. Auf der Sichtseite sind die Segel mit Strahlblechen aus Stahl verkleidet.

### III. Akustik einfach verbessert

Herzstück sind die innovativen Akustik-Volumenabsorber (AVA), die auf den Smartline-Segeln montiert sind. Dabei handelt es sich um eine Eigenentwicklung aus dem Hause Frenger Systemen. Die AVA schlucken Schall und Geräusche und verbessern damit erheblich die Akustik und Nachhallzeit. Herausfordernd für Architekten und Raumplaner sind besonders die tiefen und mittleren Frequenzen der menschlichen Sprache. Gerade in diesem Frequenzbereich sind die AVA besonders wirksam: Hier bietet das Akustik-Element eine um bis zu 220 Prozent bessere Schallabsorption und vermeidet dadurch teure und aufwendige Ersatzmaßnahmen.

An den Heiz- und Kühlsegeln sind Pendelleuchten befestigt, pro Segel ist eine Leuchte angebracht. Deren Anbringung direkt an den Deckensegeln war aufgrund des soliden Aufbaus mit Rohrregistern aus Stahl problemlos möglich. Rauch- und Präsenzmelder wurden ebenfalls direkt in die Segel integriert, die

## Auf ganzer Strecke leichter planen



[www.graphisoft.de/dds-cad](http://www.graphisoft.de/dds-cad)

## Flexible TGA-Planung mit **DDScad**

- Einfach mit OPEN BIM starten
- Alle Wege offen für die Zusammenarbeit in BIM-Projekten
- Automatisch schneller unterwegs
- Jederzeit gut begleitet durch ein Team aus praxiserfahrenen Branchenfachleuten
- Mit offenem Datenaustausch sicher in die Zukunft steuern



GRAPHISOFT  
**DDScad**<sup>™</sup>

DDScad jetzt kostenlos  
kennenlernen!



Ausschnitte dafür wurden werksseitig vorgenommen. Die Bewegungsmelder steuern automatisch das Licht und eine eventuell erforderliche Beschattung der Fensterflächen durch Jalousien, die automatisch je nach Erfordernis nach oben oder unten fahren. Für den Heizfall sind die Smartline-Segel mit einer Vorlauftemperatur von 34° C und einer Rücklauftemperatur von 30° C bei einer Raumtemperatur von 22° C ausgelegt. Die Werte für die Kühlung liegen bei 16° C im Vorlauf, 18° C im Rücklauf und einer Raumtemperatur von 26° C. Aufgrund der niedrigen Vorlauftemperaturen sind die Deckenheizungen ideal für den Betrieb mit Wärmepumpen, wie sie bei dem Softwareunternehmen eingesetzt sind.

Arbeitsplatz und Besprechungsraum können über ein internes Buchungstool gebucht werden. Ob Homeoffice oder Präsenz im Büro – darüber entscheidet jede Mitarbeiterin und jeder Mitarbeiter selbst. Die Tiefgarage bietet Ladestationen für E-Autos und E-Bikes. Im Gebäude stehen den Fahrradpendlern Duschen zur Verfügung.

Dank der neuen Zentrale können nun andere, angemietete Flächen im Stadtgebiet aufgegeben und die Belegschaft zentral am neuen Standort angesiedelt werden. Das Software-Unternehmen verspricht sich davon deutlich kürzere Wege und eine bessere Vernetzung der Mitarbeitenden.

## VI. Effiziente und nachhaltige Heizung

Die Wärmeerzeugung erfolgt per Geothermie-Vollversorgung über zwei Wärmepumpen mit jeweils 400 kW Heizleistung und 510 kW Kühlleistung, die an insgesamt 220 Sonden mit 70 Meter Tiefe angeschlossen sind. Für die Niedertemperaturkälte steht eine weitere Kältemaschine mit 800 kW Leistung zur Verfügung. Die Stromversorgung wird durch Photovoltaikanlagen auf jedem der fünf Dächer mit einer Gesamtleistung von knapp 300 kWp unterstützt. Damit werden bis zu 75 Prozent der benötigten Energie selbst produziert. Auch hier punkten die eingesetzten Heiz- und Kühlsegel in der Kombination.



Abbildung 3: Die Deckensegel „Smartline“ von Frenger Systemen sind perforiert ausgeführt, zusätzliche Akustik-Volumenabsorber sorgen für eine erstklassige Raumakustik.



Abbildung 4: Pendelleuchten, Rauch- und Bewegungsmelder sind in die Deckensegel eingebaut.

# IKZ *gehört*

**Der Podcast für  
SHK-Installateure und  
TGA-Fachplaner!**



QR-Link zu den Podcasts  
auf IKZ-select



**Ausgewählte IKZ-Themen als Podcast.  
Ideal für unterwegs und zur Information im  
Büro oder auf der Baustelle!**



# Qualifizierte Planung ist Grundlage für klimaresiliente Trinkwasserinstallation

Der Klimawandel stellt neue Herausforderungen an die Planung der Technischen Gebäudeausrüstung



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

„Der Wasserkreislauf gerät infolge des Klimawandels und menschlicher Aktivitäten aus dem Gleichgewicht.“ Mit dieser Kernaussage belegt der Bericht der Weltorganisation für Meteorologie den Zustand der Wasserressourcen 2022. Die Auswirkungen sind selbst in Deutschland schon deutlich spürbar. Durch Klimaveränderungen und Umweltbelastungen gerät die Ressource „Trinkwasser“ zunehmend unter Druck. Daher ist heute die Planung klimaresilienter Trinkwasserinstallationen entscheidend für die Versorgungssicherheit von morgen. Zwei Aspekte kennzeichnen eine solche Resilienz: die Schonung der Ressourcen ohne Einschränkungen beim Gesundheitsschutz.

Wenngleich das Thema „Resilienz“ einen neuen, hohen Stellenwert in der Planung von Trinkwasserinstallationen einnimmt, bleibt über allem der Erhalt der Trinkwassergüte zum Schutz der Bevölkerung vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen bestehen: Sowohl die Trinkwasserverordnung (TrinkwV) als auch das Infektionsschutzgesetz weisen der Gewährleistung genussstauglichen Trinkwassers die höchste Priorität zu. Dem müssen auch die Planungsansätze der Resilienz Rechnung tragen. Doch richtig geplant, kann eine resiliente Trinkwasserinstallation sogar zum Gesundheitsschutz beitragen. Folgende Planungsziele sind dabei kennzeichnend:



Alle Abbildungen: Viega

Abbildung 1: Der Klimawandel verändert zunehmend die Planungsgrundlagen der TGA – zum Beispiel die Verfügbarkeit genussstauglichen Trinkwassers, besonders in urbanen Räumen.



Abbildung 2: Am Hausanschluss kommt Trinkwasser mit immer höheren Temperaturen an. Eine klimaresiliente Planung der Trinkwasserinstallation nimmt die negativen Folgen dieser Entwicklung vorweg und begrenzt beispielsweise auf dem Weg zu den Entnahmestellen zusätzliche Wärmelasten für Trinkwasser kalt.

- Ressourcenschutz - Trinkwasser wird nicht unnötig verschwendet und
- Energieeffizienz - Trinkwasser warm wird bedarfsgerecht sowie nachhaltig erzeugt, ohne das Temperaturregime von 60/55 °C zu verlassen. Gleichzeitig sind die Energie- und Temperaturverluste gering zu halten.

**Gesundheitsrisiken im Kontext des Klimawandels**

Mehr Hitzetage im Jahr, sinkende Pegel in Flüssen und Trinkwassertalsperren, urbane Wärmeinseln - das sind nur einige der bereits auch hierzulande spürbaren Auswirkungen des Klimawandels. Diese haben gravierende Konsequenzen für die Planung von Trinkwasserinstallationen. So steigt zum Beispiel die Eingangstemperatur am Hausanschluss gerade im Sommer weit über die zumeist angenommenen 10 °C an. Denn nicht selten kommt das Trinkwasser vom Versorger - auch klimabedingt - bereits im Jahresdurchschnitt mit 14,2 °C und mehr ins Haus. Hygienisch notwendig ist aber zugleich, dass die Temperatur von Trinkwasser kalt (PWC) auf dem Weg bis zur entferntesten Entnahmestelle nicht über 20 °C ansteigt, damit es zu keinem Bakterienwachstum kommt. Normativ darf die Zielmarke von 25 °C nicht dauerhaft überschritten werden. Gerade in Geschossbauten und öffentlichen Objekten mit langen Leitungsstrecken und hohen Wärmelasten ist es bei hohen Hauseingangstemperaturen eine große Herausforderung, die Temperaturgrenze für Trinkwasser kalt einzuhalten.

TGA-Planer müssen sich jedoch darauf einstellen, dass die Eingangstemperatur für Trinkwasser kalt nicht nur im Sommer weiter steigt. Selbst bei Grundwasser ist ein Temperaturanstieg zu verzeichnen: Langzeitmessungen des Deutschen Wetterdienstes stellten in unterschiedlichen Bodentiefen in den vergangenen 30 Jahren einen klimabedingten Anstieg um bis zu 3 K fest.<sup>1</sup>

In der Folge werden Legionellen immer häufiger auch in PWC nachgewiesen. Deshalb weist das Umweltbundesamt in einer Empfehlung zur systematischen Untersuchung von Trinkwasserinstallationen darauf hin, bei erhöhter Legionellenkonzentration im Trinkwasser warm (PWH) auch Kaltwasser auf Legionellen zu untersuchen.<sup>2</sup> Das gilt insbesondere, wenn an den Entnahmestellen die Kaltwassertemperatur mehr als 30 Sekunden nach dem Öffnen noch über 25 °C liegt.

Wird eine dauerhafte Temperaturüberschreitung von PWC festgestellt, ist es eine gängige Gegenmaßnahme, Leitungsstrecken mit hohen Wärmelasten häufig zu spülen. So lassen sich die Verweildauer und damit die Wärmeaufnahme des Trinkwassers reduzieren. Im Bestand ist das oft sinnvoll, bei Neuaninstallationen steht diese Maßnahme allerdings im Widerspruch zum ressourcenschonenden Umgang mit diesem kostbaren Gut. Eine alternative Möglichkeit ist, Trinkwasser aktiv zu kühlen. Das geht jedoch zulasten der geforderten Energieeffizienz von Gebäuden. Eine resilient geplante Trinkwasserinstallation macht ein Spülen und Kühlen von Trinkwasser in der Regel wesentlich seltener erforderlich.

**Gesundheit versus Energieeffizienz**

Gesundheitsschutz und Energieeffizienz scheinen zumindest vordergründig ohnehin in einem gewissen Zielkonflikt zu stehen: Ohne wissenschaftlich abgesicherte

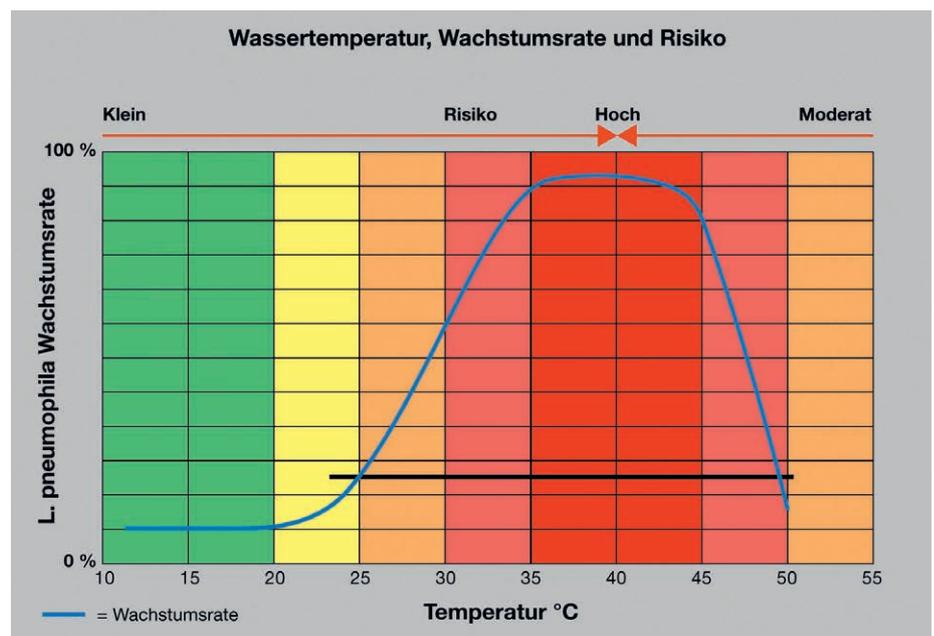


Abbildung 3: Die Wachstumskurve vom Legionella pneumophila nach Exner 2009 beweist: Die alleinige Absenkung des Temperaturregimes zum Energieeinsparen ist keine geeignete - und unter Hygieneaspekten vertretbare - Maßnahme, um die Energieeffizienz zu steigern.

Kompensationsmaßnahmen ist bekanntlich ein Unterschreiten der Temperaturspreizung von 60/55 °C für Trinkwasser warm nicht tolerabel. Dieses hohe Temperaturniveau ist allerdings beispielsweise mit einer regenerativen, also ressourcenschonenden Wärmeerzeugung kaum effizient erreichbar. Denn Luft-/Wasser-Wärmepumpen arbeiten besonders wirtschaftlich bei einer Vorlauftemperatur von 35 °C. Nicht anders ist es bei kalten Nahwärmenetzen, die in der politischen Diskussion kommunaler Wärmeplanungen einen immer größeren Stellenwert erhalten. Um die Energieeffizienz der Trinkwassererwärmung zu erhöhen, sind daher

- Heizsysteme zu planen, die einen möglichst geringen Einsatz von Primärenergie erfordern,
- Wärmeverluste der Trinkwasserinstallation zu reduzieren und
- das Anlagenvolumen von Trinkwasser warm dem tatsächlichen Bedarf anzupassen.

Die Planungsaufgabe, Energieeffizienz und Ressourcenschonung zu einer resilienten Trinkwasserinstallation unter dem obersten Gebot des Gesundheitsschutzes zusammenzuführen, wird also lösbar.

### Resilienz durch Energieeffizienz

Eine Grundvoraussetzung, um den Einsatz von Primärenergie bei der Trinkwassererwärmung deutlich zu reduzieren, besteht zum Beispiel in dem Paradigmenwechsel, nicht wie bisher Trinkwasser warm zu puf-

fern, sondern die Energie als solche. Statt also einen Trinkwasserspeicher vorzusehen, der auf den maximalen gleichzeitigen Bedarf von PWH ausgelegt ist, werden in einem Pufferspeicher die Energiegewinne aus unterschiedlichen Quellen zusammengeführt. Die Warmwasserbereitung selbst erfolgt dann über einen Wärmetauscher bedarfsgerecht im Durchlaufprinzip. So entfällt die energieintensive Temperaturhaltung eines Trinkwasserspeichers von 60 °C, selbst wenn kein Trinkwasser entnommen wird. Außerdem lässt sich die gepufferte Energie sowohl für die Trinkwasserbereitung als auch die Raumwärme nutzen. Abhängig vom Gesamtenergiebedarf des Gebäudes können ausschließlich regenerative Energiequellen aufgeschaltet werden – Wärmepumpen, Solarthermie, Pelletkessel und Nahwärme. Aber auch anteilig Fernwärme oder Gasbrennwertgeräte sind möglich. Das elektrische Nachheizen über PV-Strom ist ebenfalls machbar.

Einer Trinkwasserzirkulation mit zentraler Erwärmung nach dem Durchflussprinzip über einen Pufferspeicher ist aus Sicht einer resilienten und hygienischen Trinkwasserinstallation in diesem Zusammenhang der Vorzug zu geben vor einer dezentralen Erwärmung mit Durchlauferhitzern. In puncto Trinkwasserhygiene zeigt die Praxis nämlich: Elektrische Durchlauferhitzer werden von den Benutzern häufig auf Wunschtemperaturen eingestellt, die weit unter den erforderlichen 55 °C liegen, manchmal bis zu 38 °C. Das könnte ein Grund sein, warum im Durchflusstrinkwassererwärmer und in

den Rohrleitungen dahinter erhöhte Legionellenkonzentrationen festgestellt werden, wie das Umweltbundesamt in einer Mitteilung vom 18. Dezember 2018 schreibt.<sup>3</sup> Der Gesundheitsschutz ist also nicht mehr gegeben. In Bezug auf die Energieeffizienz gilt gleichzeitig, dass Durchlauferhitzer Strom 1:1 für die Trinkwassererwärmung einsetzen – bei einer Temperaturdifferenz von 50 K etwa 17 kWh.<sup>4</sup> Bei einer Wärmepumpe, deren Energiegewinne einem Pufferspeicher zugeführt werden, ist das Verhältnis von Antriebsstrom zu Wärme in kWh hingegen 1:3 bis 1:4. Aus einem Anteil Strom wird also hocheffizient das Drei- oder sogar Vierfache an Energie erzielt – ohne Leitungsverluste vor Ort.

### Wärmeverluste und Wärmelasten reduzieren

Ein weiterer Aspekt der Energieeffizienz mit gleichzeitiger Stützung des Gesundheitsschutzes ist der thermisch-hydraulische Abgleich der Trinkwasserzirkulation. Diese Forderung findet sich mittlerweile sogar im Gebäudeenergiegesetz (§ 29 GEG), um Energie zu sparen.

Idealerweise werden für den thermisch-hydraulischen Abgleich elektronische Zirkulationsreguliertile verwendet. Mittels Temperaturfühler und intelligentem Regelalgorithmus stellen sie dynamisch die vorgegebene Soll-Temperatur her und sind damit deutlich präziser als voreingestellte statische oder thermostatische Ventile. Während das Einpegeln unnötig hoher Temperaturen in den Zirkulationsleitungen die Energieeffizienz verbessert, schützt die Temperaturbegrenzung auf > 55 °C vor einer Verkeimung durch Legionellen.

Zudem lassen sich Einspareffekte bei der Trinkwassererwärmung erzielen, wenn Inliner-Zirkulationsleitungen geplant werden. Bei diesem Rohrleitungssystem wird für den Zirkulationsrücklauf eine Kunststoffrohrleitung in der Steigrohrleitung geführt. Das reduziert die Rohrleitungsfläche und damit die Verluste durch Wärmeabstrahlung.

Wie eingangs erwähnt, ist aber nicht nur die effiziente Temperaturhaltung für Trinkwasser warm entscheidend für eine klimaresiliente Trinkwasserinstallation. Eine unzulässige Erwärmung von Trinkwasser kalt ist ebenfalls zu verhindern – möglichst ohne Spülen und Kühlen. Bei steigenden Eingangstemperaturen am Hausanschluss sind Wärmelasten für PWC gezielt zu reduzieren. Optimal ist es daher, für kalt- und warmgehende Rohrleitungen getrennte Steigeschächte vorzusehen. Die thermisch vorbildliche Rohrlei-



Abbildung 4: Blick in den Haustechnikraum eines modernen Mehrfamilienhauses: In den Pufferspeichern werden die Energiegewinne einer Wärmepumpe und weiterer Wärmequellen bevorratet, die dann sowohl für die Trinkwassererwärmung nach dem Durchflussprinzip als auch für Raumwärme genutzt werden können.



tungsführung auf der Etage – PWC in Bodennähe und PWH in Deckennähe – ist dabei eigentlich eine Selbstverständlichkeit, sollte aber vom Planer explizit vorgegeben werden.

### Anlagevolumen begrenzen

Insgesamt profitiert eine Trinkwasserinstallation, wenn das Volumen möglichst klein gehalten wird. So wird das Trinkwasser im bestimmungsgemäßen Betrieb schneller ausgetauscht. Kaltwasser bleibt weniger Zeit, sich zu erwärmen. Und Warmwasser verliert nicht in weitverzweigten Zirkulationskreisen an Energie, die permanent nachgeführt werden muss.

Um das Anlagenvolumen zu reduzieren, sind Rohrleitungen mit einem niedrigen Widerstandsbeiwert zu bevorzugen. Sind die Druckverluste des Rohrleitungssystems gering und die Leitungstrecken möglichst kurz, können oftmals kleinere Dimensionen geplant werden. Hinzu sollte anstelle eines großvolumigen Speichers, mit entsprechenden Verlusten bei Vorhalt des Warmwassers, aus energetischer und hygienischer Sicht die Warmwasserbereitung über einen Durchflusstrinkwassererwärmer (DTE) erfolgen. Die notwendige Energie dafür stellt ein Pufferspeicher bereit, um PWH bedarfsgerecht nur in den Mengen zur Verfügung zu stellen, die auch tatsächlich benötigt werden.

### Fazit

Eine konsequent auf Klimaresilienz geplante Trinkwasserinstallation trägt zur Trinkwasserhygiene bei, schont die Ressourcen und reduziert den Einsatz von Primärenergie und damit den CO<sub>2</sub>-Ausstoß – den vorrangigen



Abbildung 6: Die Installation einer Spülstation kann im Bestand erforderlich sein, um Stagnation zu vermeiden oder Trinkwasser mit Dauertemperaturen >25°C und <55°C abzuleiten. Bei einer Neuinstallation wird die Spülstation hingegen eingesetzt, um eventuellen Stagnationsrisiken zu begegnen.

Treiber des Klimawandels. Dafür gelten neue Planungsgrundsätze:

- Kaltwasser vor Erwärmung schützen, Spülen oder Kühlen nur zum Schutz vor Stagnationsrisiken,
- Energie speichern, nicht Warmwasser,
- Energieeffizienz erhöhen, statt Systemtemperaturen zu gefährden und
- Trinkwasserinstallationen mit möglichst kleinem Anlagenvolumen planen, anstelle weitverzweigter Zirkulationssysteme und dadurch wenig beherrschbaren, komplexen Netzen im Gebäude.

Die Auswirkungen des Klimawandels werden weiter Einfluss auf die Planungsrealitäten, aber auch auf Gesetze, Verordnungen und Richtlinien nehmen. Eine heute resiliente geplante Trinkwasserinstallation entspricht auch morgen noch den hohen Anforderungen der Trinkwassergüte und des Ressourcenschutzes.

Mehr Informationen finden Sie unter [www.viega.de/Trinkwasser](http://www.viega.de/Trinkwasser). Dort stehen auch verschiedene Whitepaper zum kostenlosen Download bereit, die sich sowohl mit dem Erhalt der Trinkwassergüte im Allgemeinen als auch mit der qualifizierten Auslegung klimaresilienter Trinkwasserinstallationen befassen. ◀

<sup>1</sup> Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge, Henning/Limberg; 01.2012.

<sup>2</sup> UBA-Empfehlung: Systemische Untersuchungen von Trinkwasser-Installationen auf Legionellen nach Trinkwasserverordnung, 12/2018.

<sup>3</sup> Mitteilung des Umweltbundesamtes (UBA): Vorkommen von Legionellen in dezentralen Trinkwassererwärmern, 12/2018.

<sup>4</sup> [energie-lexikon.info/warmwasser.html](http://energie-lexikon.info/warmwasser.html).



Abbildung 5: Bei einer Inliner-Zirkulation verläuft der Rücklauf im Steigrohr. Das verringert die Verluste durch Wärmeabstrahlung und ist ein weiterer Mosaikstein für eine energieeffizientere Warmwasserbereitung.



Abbildung: Penzkofer Bau GmbH

Die vier Mehrfamilienhäuser des Neubauprojekts in Landau an der Isar werden durch begrünte Gärten und Innenhöfe miteinander verbunden sein.

## Nachhaltigkeit im Wohnungsbau

Zukunftsweisender Neubau in Landau an der Isar mit QNG-Standard und neuen Wegen bei der Nahwärme

*Viele kleine Teile bilden ein perfektes, großes Ganzes: Das gilt bei einem Puzzle genauso wie auf der Baustelle. In Landau an der Isar entsteht im Herzen Niederbayerns ein zukunftsweisendes Wohnungsbauprojekt mit 34 Eigentumswohnungen, errichtet als klimafreundlicher Neubau im KFN-QNG-Standard. Alle Partner setzen hier auf Nachhaltigkeit – bei der Planung und beim Bau. Ein weltweit einzigartiges System für vorisolierte Rohre bei der Nahwärmeversorgung gehört ebenso dazu wie ein umfangreiches Energiepaket bei der Haustechnik und einiges mehr.*



Gerald Obernosterer,  
Leiter Key Account  
für Wärmenetze,  
Thermaflex  
Isolierprodukte  
GmbH,  
Herford



Franz Rebl,  
Geschäftsführer  
Rebl & Penzkofer  
Immobilien GmbH &  
Geschäftsführer  
Franz Rebl  
Malereibetrieb  
GmbH,  
Landau an der Isar



Alexander  
Penzkofer,  
Geschäftsführer  
Rebl & Penzkofer  
Immobilien GmbH  
& Geschäftsführer  
Penzkofer Bau  
GmbH,  
Regen an der Isar



Eines der größten Wohnungsbauprojekte, das aktuell in der 14.500 Einwohner zählenden, niederbayerischen Kleinstadt Landau an der Isar verwirklicht wird, ist der Neubau in der Platanenstraße. Hier entstehen 34 Eigentumswohnungen mit zwei und drei Zimmern, verteilt auf vier Mehrfamilienhäuser. Diese werden durch begrünte Gärten und Innenhöfe miteinander verbunden sein. Im November 2023 starteten die Bauarbeiten, Ende 2025 sollen die ersten Eigentümer und Mieter einziehen können. Es soll hier aber nicht nur dringend benötigter Wohnraum im Grünen geschaffen werden – mit kurzen Wegen für Pendler zur Autobahn und zur B20 als Hauptverkehrsverbindungen in die Ballungsräume: Es soll gezeigt werden, dass auch bezahlbare Wohnungen besonders nachhaltig sein können.

Die Rebl & Penzkofer Immobilien GmbH aus Landau an der Isar ist der Bauträger der Wohnanlage. Die Penzkofer Bau GmbH aus Regenhat als Generalunternehmer den schlüsselfertigen Bau übernommen.

### Nachhaltige Haus- und Gebäudetechnik

Die Haus- und Gebäudetechnik bildet einen Schwerpunkt beim Thema „Nachhaltigkeit“:



Die Multifunktionsrohre werden samt Mediumrohr und Schutzschlauch in der Erde verlegt.

Foto: Penzkofer Bau GmbH

Bei der Nahwärmeversorgung des Neubausprojekts werden Rohre mit einem Cradle to Cradle-Zertifikat verwendet. Sie wurden von der Thermaflex Isolierprodukte GmbH entwickelt und werden in einem weltweit einzigartigen Verfahren gefertigt. Für die Herstellung werden auch die Abfallstoffe und Reststücke von Rohren geschreddert und wieder für die Produktion genutzt. Nachhaltigkeit auf dem Bau fängt nicht erst auf der Baustelle an, sondern schon bei der Fertigung der Baustoffe.

Die Multifunktionsrohre, die samt Mediumrohr und Schutzschlauch in der Erde verlegt werden, werden in der Produktion vorisoliert und homogen elektroverschweißt. Das sorgt später für nachhaltiges Heizen in den Wohnungen, eine lange Lebensdauer der Rohre ohne Korrosion und für zuverlässige Leistungsnetze. Außerdem wird das Verlegen erleichtert, gerade bei begrenztem Platz oder engen Terminplänen. Kurze Installationszeiten, hohe Flexibilität, besondere Nachhaltigkeit und Vorteile wie Schlagfestigkeit, Druck-, Feuchtigkeits- und Temperaturbeständigkeit werden so miteinander verbunden.

### Klimafreundlicher Neubau im QNG-Standard

Auch viele andere Details tragen zur Nachhaltigkeit des Neubausprojekts bei: Gebaut wird in Ziegelmassivbauweise, klimafreundlich im KFN-QNG-Standard. Die Ziegel entstehen in der Region, aus nachhaltig verfügbaren Rohstoffen. Sie sorgen unter anderem für hohen Wärme- und Schallschutz, werden energieeffizient und klimaschonend produziert und sind mit Umweltsiegeln zertifiziert. Photovoltaikanlagen liefern den Strom für die Wohnungen. Durch den Anschluss an die Nahwärmeversorgung gibt es eine zentrale Wärmequelle für alle 34 Wohnungen. Drei Luftwärmepumpen mit natürlichem Kältemittel sorgen für warme Räume. Auch eine dezentrale Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung für den natürlichen Luftaustausch und Details wie extra-wassersparende Duscharmaturen, Waschbeckenarmaturen und Toiletenspülungen oder stufenlose, barrierefreie Zugänge gehören zum umfangreichen Nachhaltigkeitskonzept. ◀



# Standardisierte oder spezialisierte Befestigungslösungen?

## Welche Optionen kann ein Hersteller bieten?

Häufig ist ausführenden Firmen die Vielzahl an Unterstützungsmöglichkeiten durch Befestigungshersteller nicht bekannt. Dabei können dadurch sehr wohl positive Effekte für die Sicherheit der Anwendung und zur Steigerung von Effizienz erreicht werden. Im Folgenden soll dargestellt werden, welche Optionen ein Hersteller für standardisierte Befestigungslösungen bieten kann.



Wolfgang Schwugier,  
Software & Service  
Manager Fastening  
and Protection,  
Hilti Deutschland AG,  
Kaufering

Auf modernen Baustellen sieht der zugrundeliegende Arbeitsablauf seit Jahrzehnten relativ gleich aus: angefangen von einer groben Materialkalkulation über die Auslieferung von bekannten Standardmaterialien (Abbildung 1) in den vom Lieferanten zur Verfügung gestellten Längen bis hin zu individueller, exakter Konstruktionsplanung, Ausführung vor Ort und schließ-

lich Nachlieferung. Eine genaue Betrachtung der statischen Tragfähigkeit bleibt oft genug außen vor. Auch wird die Dokumentation oft nur mit griffbereiten Unterlagen geführt – hin und wieder lückenhaft. Nachträgliche Anforderungen können nur sehr mühsam beantwortet werden, beispielsweise Nachbelegungen oder Fragen zur Nachhaltigkeit.

Vor allem bei schweren Anwendungen birgt die Auswahl von Standardbefestigungsmitteln die Gefahr, dass eine statische Unterdimensionierung stattfindet. Das fällt meist erst durch übermäßiges Durchbiegen auf, wenn die Anlage in den Betriebszustand übergeht. Nachträgliches Instandsetzen bzw. Nachrüsten treibt die Kosten in die Höhe und verzögert den Bauablauf.

Bei der Sanierung von Altbauten mag diese Vorgehensweise noch legitim sein, spätestens bei Neubauten stellt sich allerdings die Frage, wie der Arbeitsablauf produktiver

und somit schneller gestaltet werden kann. Davon können auch Sanierungsmaßnahmen in Bestandsbauten profitieren.

Hersteller von Befestigungstechnik können verschiedene Optionen anbieten, um die Produktivität beim Finden von Lösungen zu steigern. Nähere Betrachtung verdienen:

- Beratung und Unterstützung,
- vorgefertigte Befestigungssysteme,
- Speziallösungen und
- Qualitäts- und Sicherheitsstandards.

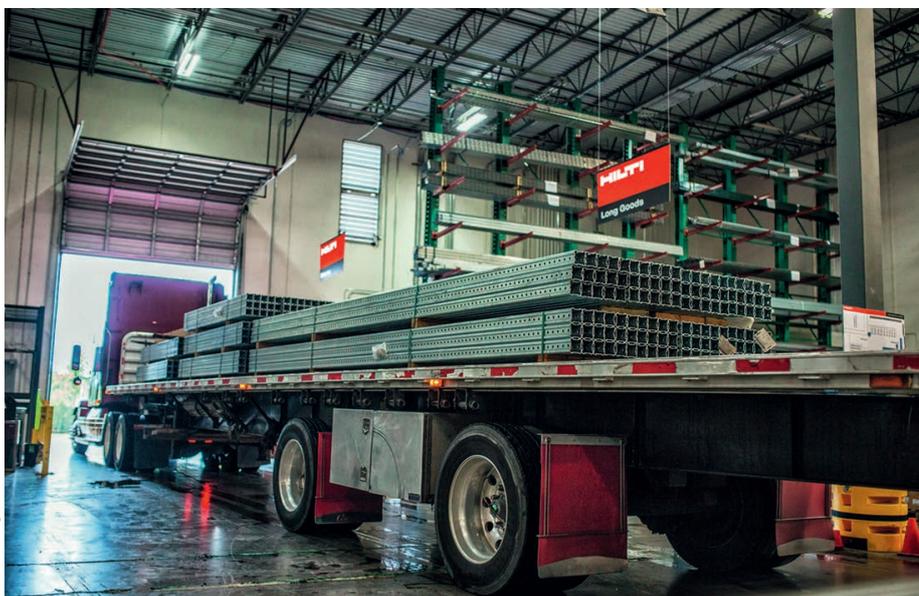
Idealerweise werden diese Optionen kombiniert eingesetzt, um effizientere Lösungen zu finden.

### I. Beratung und Unterstützung

Hersteller von flexiblen Schienensystemen können ihren Auftraggebern neben dem klassischen Produktwissen und der Unterstützung zur Auswahl der richtigen Produkte auch technische Dienstleistungen anbieten, um anwendungsspezifische Lösungen zu finden. Dabei wird meist auf die herstellereigene Software zurückgegriffen.

Mit dem Bereitstellen der herstellereigenen Software wird der Errichter befähigt, seine Planung selbst voranzutreiben – ein so genanntes Customer Enablement findet statt. Der Fokus des Herstellers verlagert sich von der Hardware- zur Softwareberatung. Damit verbunden sind auch Schulungen zum Umgang mit dem Programm und Hilfestellungen, um eigene Lösungen zu finden.

Statt beispielsweise in zeitintensive Diskussionen mit internen oder externen Statikern zu gehen, wird beim Bereitstellen von Statik-Software der Konstrukteur der ausführenden Firma befähigt, Konstruktionen bis zu einem gewissen Komplexitätsgrad eigenständig, statisch bemessen zu können. Durch automatisierte Produktvorschläge der Software werden die Kombinationsmöglichkeiten vorgegeben, die in der Realität umsetzbar sind. Dadurch wird sozusagen auto-



Alle Abbildungen: Hilti

Abbildung 1: Klassischer Versand von ungeschnittenen Montageschienen

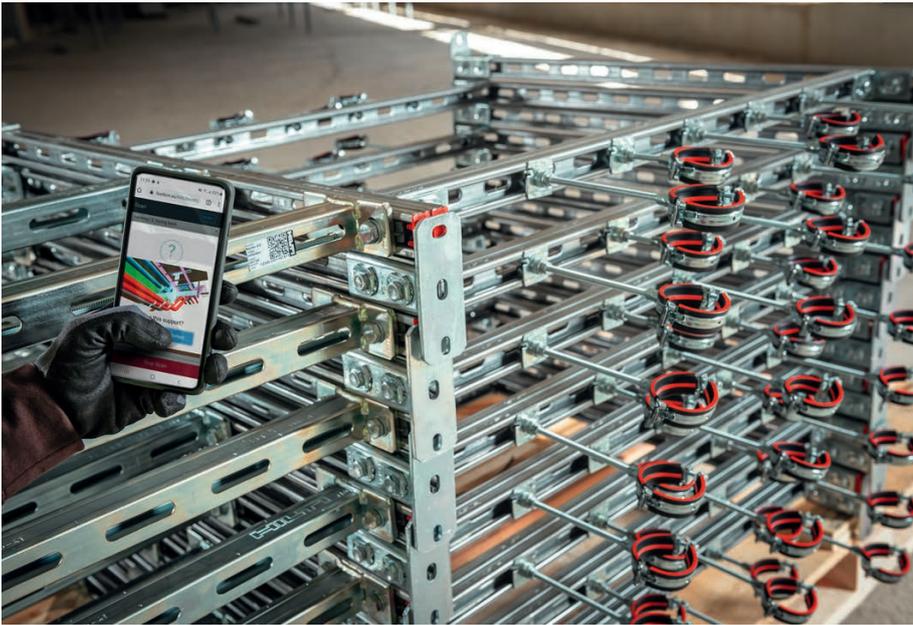


Abbildung 2: Vorgefertigte Befestigungsstrukturen

matisiert Sicherheit in der Anwendung geschaffen. Außerdem sind beispielsweise Widerstandswerte für die einzelnen Montageelemente hinterlegt, sodass ein manueller Vergleich mit softwarefremden Tabellen entfällt. Zusätzlich wird die Darstellung zur richtigen Montage angegeben.

Ähnlich verhält es sich beim Einsatz von CAD-Plug-Ins. Dabei werden Online- oder Offline-Bibliotheken zur Verfügung gestellt. Im Idealfall wird mittels Schnittstelle in der CAD-Software die Bibliothek angesteuert. Im Plug-In können die Maße und Komponenten der benötigten Konstruktion bestimmt werden. Meist ist in der Statik-Software bereits eine Funktion zum Export in ein CAD-Modell inkludiert, sodass kein doppeltes Design der Konstruktion notwendig ist.

Auch können Hersteller durch zielgerichtete theoretische Überlegungen und darauf ausgelegte praktische Versuche und resultierende Freigaben Komponenten aus ihrem Portfolio zusammenfügen, die in der Standard-Produktanwendung nicht kombinierbar sind. Zusätzlich lassen sich einzelne Teile, so genannte Specials, vollständig auf die Anwendung hin entwickeln, in Kleinserie produzieren und einsetzen. Diese Vorgehensweise betrifft vor allem Lösungen rund um den Brandschutz, wobei sie auch bei Produkten der Befestigungstechnik immer weitere Anwendung findet. Über Dokumentations-Software können diese Abweichungen zum einen für die Zukunft akkurat dokumentiert werden und zum anderen an den Positionen markiert werden, an denen sie zum Einsatz kommen.

Idealerweise wird hier mit einer Software für das Baustellenmanagement zusammengefasst, sodass die Dokumentation direkt nach dem Errichten erfolgt.

## II. Vorgefertigte Befestigungssysteme

Existiert eine fundierte Vorplanung der Trassenführung, bei der sich auch Gedanken zur Halterung der Medien gemacht wurden, stellt sich die folgende Frage: Warum sollen die einzelnen Befestigungslösungen auf der Baustelle zusammengefügt werden? Der Hersteller von Befestigungssystemen kann anbieten, eine Vormontage der einzelnen Konstruktionen zu übernehmen und bereits fertig aufgebaute Halterungen auf die Baustelle zu liefern (Abbildung 2). Das bauseitige Montagepersonal stellt nur noch die Verankerungspunkte im tragenden Bauwerk her und montiert die fertigen Konstruktionen an der richtigen Position.

Bereits vormontierte Konstruktionen beschleunigen nicht nur den Bauablauf, sie steigern auch die Qualität beim Zusammenfügen der Bauteile: Der Befestigungshersteller verbaut seine Bauteile selbst und beherrscht alle dazu nötigen Details.

Diese Option kann vor allem bei Einsatz von niedrig qualifiziertem Personal oder bei hohem Zeitdruck entscheidende Vorteile bringen. Wird bei der Auswahl der Verankerungsmittel noch zusätzlich Wert auf möglichst einfache Produkte gelegt, die ein nur geringes Potenzial für Fehlmontage haben, können weitere Beschleunigung und Qualitätssteigerung erzielt werden. Ein solches

Verankerungsmittel können beispielsweise Betonschrauben sein.

Halterungs-Konstruktionen können auch nur teilmontiert auf die Baustelle geliefert werden. Das ist vor allem dann interessant, wenn sich die Dimensionen der Medien über die Baulänge verändern, beispielsweise Rohrdurchmesser verjüngen sich oder das Rohr benötigt ein Gefälle. In solchen Fällen sollte die Feinjustierung auf der Baustelle verbleiben.

Einen positiven Beitrag zur Nachhaltigkeit liefert die Vorfertigung ebenfalls: Über Vorfertigungsansätze können Hersteller den Verschnitt von Montageschienen reduzieren und den realen Materialbedarf optimal bestimmen, unabhängig von Verpackungseinheiten. Leichtere Anwendungen senken auch den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck beim Ressourceneinsatz sowie beim Transport und tragen zum nachhaltigen Bauen bei.

## III. Speziallösungen

Was sind klassische Speziallösungen? Es handelt sich dabei meist um Produkte und Konstruktionen, die nicht im Standardportfolio eines Herstellers enthalten sind. Sie entstehen mit ingenieurtechnischer Herangehensweise. Diese Speziallösungen sind oft auf nur ein Bauvorhaben beschränkt und werden eher selten in Standardprodukten überführt.

Daneben gibt es Speziallösungen, die entweder eine hohe Komplexität besitzen, in Bezug auf kritische Einwirkungen Leib und Leben in Gefahr bringen können oder sehr kostenintensiv sind.

Bei dynamischen Lasten oder häufigen Lastwechseln, wie sie beispielsweise bei Befestigungen von Robotern oder Erdbeben auftreten, sind die Anforderungen oft an die gesamte Befestigung deutlich höher. Auch für solche Spezialfälle können Befestigungshersteller geprüfte oder eigens erschaffene Lösungen anbieten. Für die Bemessung gibt es Normen. Eine herstellerseitige Bemessungssoftware kann helfen, wenn sie ein Modul für freie Konstruktionen und Werte in der Datenbank enthält, die angelehnt an gültige Normen und eigene Versuche sind. Durch die Menüführung gibt der Benutzer die Randparameter ein und die Software berücksichtigt die entsprechenden Passagen der Norm.

Treten neue gesetzliche Anforderungen in Kraft, mangelt es meist noch an Normen oder anderen technischen Regelwerken, um diese zu erfüllen. Als Beispiel sollen hier die erhöhten Anforderungen an den Trinkwasserschutz von Anlagen dienen, die Trinkwasser gefährdende Stoffe lagern, verarbeiten oder

umschlagen, zum Beispiel in der chemischen Industrie (Wasserhaushaltsgesetz, Einzelgebinde > 200l). Der Eintritt dieser Stoffe ins Grundwasser muss verhindert werden. Dübel, die zur Befestigung der Anlage im Boden nötig sind, zerstören die schützende Bodenbeschichtung punktuell. Um diese Gefahrenstellen nachträglich sicher zu verschließen, testen Hersteller bereits vor dem Inkrafttreten des Wasserhaushaltsgesetzes das Widerstandsverhalten der eigenen Produkte gegenüber unterschiedlichen Flüssigkeiten. Durch anerkannte Prüfinstitute und sich daraus entwickelnde Verfahren helfen Hersteller gegenüber Bauherren und Behörden mit, eine sichere Lösung zu finden (Abbildung 3).

#### IV. Mitwirkung an Qualitäts- und Sicherheitsstandards

Hersteller überprüfen ihre Produkte regelmäßig auf Qualität und Sicherheit und stellen sicher, dass sie den geltenden Normen und Vorschriften entsprechen. Das kann durch interne Qualitätskontrollen und/oder externe Zertifizierungen erreicht werden.

Außerdem sollten Hersteller eng mit Kunden und anderen Interessengruppen zusammenarbeiten, um deren Anforderungen und Bedenken zu verstehen. Durch den Austausch von Informationen und Feedback können Hersteller ihre Produkte kontinuierlich verbessern und den Marktanforderungen gerecht werden.

Darüber hinaus können Hersteller von standardisierten Befestigungslösungen auch an der Entwicklung und Aktualisierung von branchenspezifischen Normen und Standards mitwirken. Indem sie ihr Fachwis-

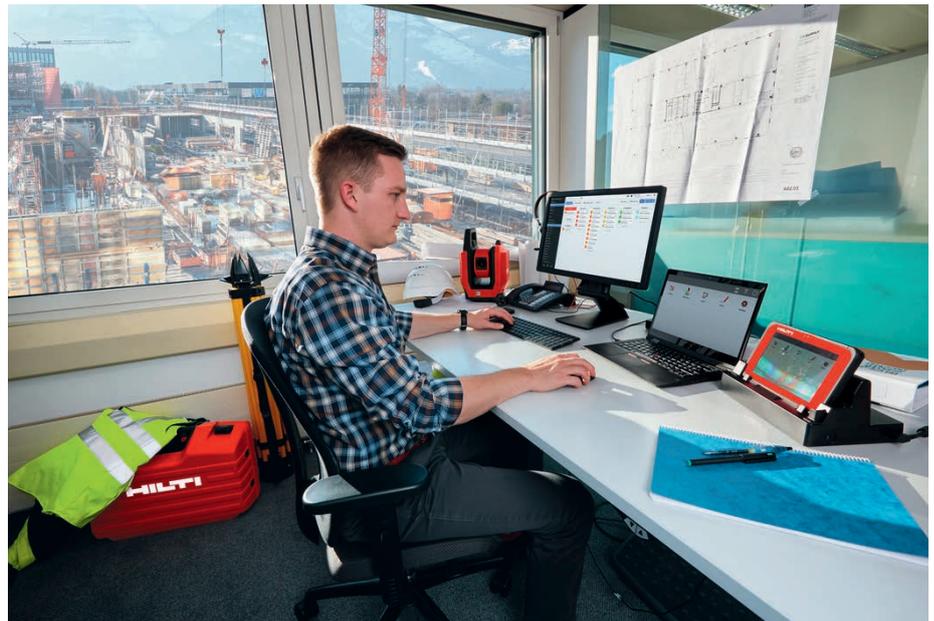


Abbildung 4: Nutzung von Baustellenmanagement-Software

sen und ihre Erfahrungen einbringen, können sie dazu beitragen, dass die Standards den aktuellen Anforderungen gerecht werden und die Sicherheit der Produkte gewährleistet ist.

Um entsprechende Zertifikate, Tests und andere Unterlagen mit einem spezifischen Bauvorhaben zu verknüpfen, kann über eine Baustellenmanagement-Software die Brücke zur Dokumentation geschlagen werden (Abbildung 4). Benötigte Dokumente können so für das ganze Projekt eingebracht werden oder einzelne Sonderlösungen werden digital am Ort des Einbaus dargestellt.

#### V. Fazit

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, das Finden von Lösungen für Befestigungen zu unterstützen. In der Praxis ist ausführenden Firmen oft nicht bewusst, welche Möglichkeiten durch die Hersteller von Befestigungen angeboten werden, um den Ablauf sicherer und effizienter zu gestalten. Je nach Art der gewählten Option kann von der Vorplanung über die Herstellung von Konstruktionen bis hin zur Dokumentation eine breite Unterstützung durch den Hersteller erfolgen.

Es zeigt sich, dass das frühe Einbinden der Hersteller in die Planung des Bauvorhabens und in die Prozesse der ausführenden Firmen eindeutig mit gesteigerter Effizienz und Qualität belohnt wird. Der Einsatz von Softwareangeboten des Herstellers garantiert Vernetzung und maximale Ausnutzung der Produktgrenzen, wie sie vom Hersteller gedacht wurden. Kurz zusammengefasst: Arbeiten die Spezialisten des Herstellers zusammen mit Planern und Vertretern der ausführenden Firmen rechtzeitig an ganzheitlichen Lösungen, dann zeigen sich stets die größten Effizienzgewinne für alle Projektbeteiligten. ◀



Abbildung 3: Verankerungen in WHG-Dichtfläche als Speziallösung



# Sonderheft



**Das GEG auf den Punkt gebracht • Aktuelle Energieträger und Alternativen Wärmepumpen mit Marktübersicht • Hybridheizungen • Energieeffizienz**

Das Sonderheft zum Thema Gebäudeenergiegesetz sollte in keinem Haustechnik- und Fachplanungsbetrieb fehlen. 100 Seiten stark! Sichern Sie sich jetzt Ihr persönliches Exemplar!

Einzelpreis: € 15,- inkl. MwSt. inkl. Versand

Heftbestellungen bitte schriftlich an: [leserservice@strobeldmediagroup.de](mailto:leserservice@strobeldmediagroup.de)



STROBEL MEDIA GROUP

Zur Feldmühle 11  
59821 Arnsberg  
Tel. 02931 8900 0  
Fax 02931 8900 38  
[www.strobeldmediagroup.de](http://www.strobeldmediagroup.de)



Das E-Paper sowie  
weitere Artikel zum Thema  
**Gebäudeenergiegesetz**  
finden Sie auf  
[www.ikz-select.de](http://www.ikz-select.de)





# Wirtschaftliche und umweltfreundliche Sicherheitsstromversorgung

## Lösungsansatz „Sichere Energieversorgung kritischer Infrastrukturen“ für Krankenhäuser und Pflegeeinrichtungen

*Viele bestehende Energiekonzepte müssen neu gedacht werden, wenn wir bis 2045 Klimaneutralität erreichen wollen. Nicht zuletzt gehört dazu die Sicherheitsstromversorgung von Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen. Bisher eingesetzte Lösungen mit Dieselaggregaten tragen nicht dazu bei, die gesetzten Klimaziele zu erreichen. Außerdem stellen sie gebundenes Kapital dar. Ein möglicher Lösungsansatz kann das innovative Konzept „Sichere Energieversorgung kritischer Infrastrukturen“ (SEKI) sein.*



Dipl.-Ing. (FH) Stephan Kleiner, Key Account Manager für das Gesundheitswesen bei Bosch Thermo-technik GmbH, Buderus Deutschland, Wetzlar



Dipl.-Ing. (FH) Vitalij Klassen, Produktmanager für KWK-Systeme und Stromspeicher bei Bosch Thermo-technik GmbH, Buderus Deutschland, Wetzlar

Das Konzept „Sichere Energieversorgung kritischer Infrastrukturen“ (SEKI) bündelt verschiedene Vorteile: Beispielsweise kann es dank der hohen Effizienz der zum Einsatz kommenden Systemkomponenten den Primärenergiebedarf senken und laufende Kosten für die Energiebeschaffung optimieren. Gleichzeitig sind die Elemente der Sicherheitsstromversorgung bereits mit Installation der Anlage vorhanden. Darüber hinaus können mit dem System der CO<sub>2</sub>-Ausstoß re-



Foto: Buderus

Abbildung 1: Für Krankenhäuser und Pflegeeinrichtungen ist die Sicherheitsstromversorgung von höchster Bedeutung.



duziert und zukunftsweisend CO<sub>2</sub>-Neutralität erreicht werden.

### Was passiert bei einem Blackout?

Was passiert im Falle eines Blackouts bei bisher eingesetzten Systemen? Vordefinierte Verbraucher werden für mindestens 24 Stunden mit Strom versorgt. Nach bisherigem Stand der Technik erfolgt das meist mit Diesel- oder Heizölaggregate. Diese sind weniger effizient und tragen auch nicht zur allgemeinen Energieversorgung bei. Ferner besteht das Risiko eines Ausfalls aufgrund länger gelagerten Brennstoffs.

Diese Nachteile hat das Konzept SEKI nicht. Zur sicheren Überbrückung bei einem Stromausfall werden in den ersten Minuten vorrangig Stromspeicher verwendet. Dank dieser Speicher ist das System in der Lage, Verbraucher unterbrechungsfrei mit Strom zu beliefern. Die Speicher übernehmen die Versorgung, bis die geforderte Leistung durch hocheffiziente Blockheizkraftwerke (BHKW) sichergestellt ist. Auf diese Weise kann das System sicherheitsrelevante Bereiche über 72 Stunden hinaus autark mit Strom versorgen. Zusätzlich wird die Grundversorgung mit Wärme übernommen. Die Wahrscheinlichkeit, dass sowohl das öffentliche Strom- als auch das Gasnetz zur gleichen Zeit ausfallen, ist äußerst gering.

### Was passiert im Normalbetrieb?

Im Normalbetrieb sorgt der Stromspeicher durch Eigenverbrauchsoptimierung und Lastspitzenkappung für wirtschaftliche Vorteile. Bei der Eigenverbrauchsoptimierung geht es darum, den tagsüber erzeugten und nicht direkt verbrauchten Strom aus Photovoltaikanlagen (PV) für die Abend- und Nachtstunden zu speichern. Der Strom aus der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) lässt sich für die Zeiten erhöhten Bedarfs ebenfalls speichern. Entstehende Lastspitzen können dank des Speichers gekappt werden. Das macht sich durch geringere Ausgaben beim Netznutzungsentgelt positiv bemerkbar.

### Fazit

Im Vergleich zu bisherigen Systemen der Sicherheitsstromversorgung sind die wirtschaftlichen Vorteile der BHKW mit den Stromspeichern auf Anhieb erkennbar: Ein herkömmliches Notstromaggregat kommt nach seiner Inbetriebnahme nur bei monatlichen Testläufen (eine Stunde pro Monat) und bei einem Stromausfall zum Einsatz. Amortisation und Cashflow sind daher hier Fremdwörter. Das Konzept SEKI sorgt hingegen dank des laufenden Betriebs dauerhaft für die Senkung der Energiekosten und amor-



Foto: Buderus

Abbildung 2: Ein Blockheizkraftwerk ist zentraler Bestandteil des Konzepts „Sichere Energieversorgung kritischer Infrastrukturen“ (SEKI).

tisiert auf diese Weise eingesetztes Kapital. Tritt darüber hinaus eine Unregelmäßigkeit auf, wird diese umgehend durch die laufende Überwachung der Anlage im Normalbetrieb erkannt und zeitnah beseitigt. Bei der Brennstoffversorgung ist das Konzept durch die kontinuierliche Gasbereitstellung im Vorteil.

Mittelfristig ist abzusehen, dass CO<sub>2</sub>-neutrale Energiesysteme immer mehr in den Fokus rücken. Die KWK-Technik ist bereits heute für die Verwendung von grünem Erdgas geeignet. Dafür benötigter „Grüner Wasserstoff“ kann aus überschüssigem regenerativem Strom dezentral aus PV und/oder Windkraft in Verbindung mit aufbereitetem Wasser erzeugt werden. Im nächsten Schritt wird der Wasserstoff karbonisiert und auf diese Weise veredelt. Das Ergebnis ist CO<sub>2</sub>-

neutrales, umweltfreundliches grünes Erdgas. Es ist weniger flüchtig, hat eine höhere Energiedichte als Wasserstoff und lässt sich in die vorhandene Erdgas-Infrastruktur einspeisen.

Das Konzept SEKI bietet die Möglichkeit, benötigte Energie für kritische Infrastruktureinrichtungen effizient und kostenoptimiert bereitzustellen und dabei dennoch sicher zu sein. ◀

# Innovatives Ermitteln der Innenraumqualität mittels Simulationsmethoden und Virtual Reality

## Bewertung der Gebäude-Energie-Effizienz im IEQ Lab

34 Prozent der jährlich verbrauchten Gesamtendenergiemenge wurden in Deutschland im Jahr 2019 zum Betreiben von Gebäuden benötigt [1]. Das Gelingen der Energiewende erzeugt somit weiterhin Handlungsdruck im Gebäudesektor. Neue Regularien im Bauwesen führen bereits zu Energieeinsparlösungen – bei der Bewertung der Energieeffizienz wird jedoch immer noch regelmäßig der ursprüngliche Sinn eines Gebäudes vernachlässigt: Gebäude sollen die Nutzenden vor unbehaglichen Außenbedingungen schützen und ihnen ein angenehmes und gesundes Umfeld bieten. Eine sinnvolle Klassifikation von Energiesparlösungen muss deshalb auf Basis eines Nutzen-Aufwand-Verhältnisses stattfinden. Der Nutzen eines Gebäudes ist dabei unwiderruflich die Innenraumqualität (IEQ – Indoor Environmental Quality) und der Aufwand ist die vom Gebäude benötigte Energie zum Realisieren der IEQ. Aufgrund eines fehlenden Bewertungsmaßstabs für die IEQ existiert immer noch keine Bewertungsgröße, die die tatsächliche Energieeffizienz von Gebäuden wiedergibt. Eine solche, vollumfängliche IEQ-Bewertungskennzahl wird aktuell im Forschungsprojekt „EnOB: GEnEff – Neuartige Bewertung der Gebäude-Energie-Effizienz und innovative Demonstration mittels Simulationsmethoden und Virtual Reality“ (BMWK-Förderkennzeichen: 03EN1017A) entwickelt.



Lukas Schmitt M.Sc.,  
Wissenschaftlicher  
Mitarbeiter,  
Hermann-  
Rietschel-Institut,  
Technische  
Universität Berlin

In industrialisierten Ländern hält sich der Mensch etwa 90 Prozent seiner Lebenszeit in Innenräumen auf [2]. Die Indoor Environmental Quality (IEQ) beschreibt die Qualität dieser Räume hinsichtlich des empfundenen Komforts und der gesundheitlichen Auswirkungen. Dabei wird die IEQ durch akustische, visuelle, thermodynamische, olfaktorische, hygienische und psychologische Faktoren beeinflusst. Es existieren bereits individuelle Bewertungsgrößen, mit denen das Empfinden der jeweiligen Sinnesanregungen isoliert bewertet werden kann. Jedoch liegt noch kein einheitlicher Maßstab vor, um die IEQ unter Berücksichtigung aller Inter-

dependenzen zu bestimmen. Deshalb ist es derzeit unmöglich, vorauszusagen, ob sich der Raumnutzende in einem angenehmen und gesunden Umfeld aufhält oder aufhalten wird. Gleichzeitig wird die Energieeffizienz von Gebäuden häufig ausschließlich an den Energiebedarf bzw. -verbrauch von Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung in Gebäuden gekoppelt. Dabei wird der Bedarf angesetzt, der ganzjährig zur Aufrechterhaltung definierter Solltemperaturen, der Beleuchtungsstärke und der Lüfthygiene notwendig ist.

Es existieren bereits diverse Zertifizierungssysteme zur Auszeichnung nachhaltiger Gebäude, die ebenfalls weitreichende Aspekte der IEQ und des Energiebedarfs inkludieren. Die in Deutschland bekannten Zertifizierungen des Bewertungssystems „Nachhaltiges Bauen“ (BNB) und der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) berücksichtigen diverse Parameter des thermischen, visuellen und akustischen Komforts sowie die Innenraumluft-hygiene, um die soziokulturelle und funktionale Qualität von Gebäuden zu bewerten [3, 4]. Eine Bewertung der IEQ erfolgt dabei jedoch ohne Berücksichtigung von Inter-

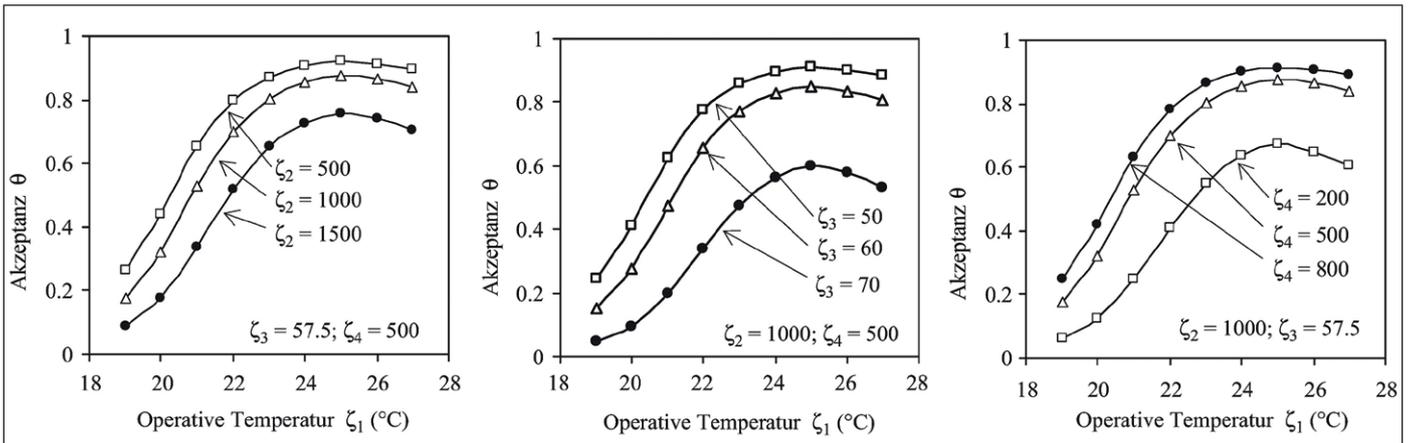
dependenz-Effekten und ohne wissenschaftliche Grundlage zur Gewichtung der einzelnen Parameter.

### Ganzheitliche Bewertung der IEQ und der Gebäudeenergieeffizienz

Der Begriff „Effizienz“ definiert das Verhältnis von Nutzen zu Aufwand. Im Kontext von Gebäuden werden Nutzen und Aufwand durch die IEQ und den Energiebedarf bemessen. Die Gebäudeenergieeffizienz wird durch folgende Kennzahl definiert.

$$\text{Gebäudeenergieeffizienz (GEnEff)} = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}} = \frac{\text{IEQ}}{\text{Energiebedarf}}$$

Während geeignete, normierte Verfahren zur einheitlichen Berechnung des Endenergiebedarfs vorliegen, beispielsweise DIN V 18599 [5], fehlt ein vergleichbarer Ansatz, um die IEQ zu bestimmen. Eine Grundlage zur Bewertung des Raumklimas bietet bereits die DIN EN 15251 [6]. Darin werden Gebäude jedoch lediglich nach Einhaltung vorgegebener Anforderungsniveaus verschiedenen Behaglichkeitskategorien zugeordnet. Interdependenzen und die Substituierbarkeit



Alle Abbildungen: Hermann-Rietschel-Institut der TU Berlin

Abbildung 1: Akzeptanz des Raumklimas  $\theta$  in Abhängigkeit der operativen Temperatur  $\zeta_1$ , der CO<sub>2</sub>-Konzentration  $\zeta_2$ , des Schalldruckpegels  $\zeta_3$  und der Beleuchtungsstärke  $\zeta_4$  aus Wong et al. [8]

einzelner Aspekte zum Erreichen der gleichen Zufriedenheit mit der IEQ wurden noch nicht vollumfänglich mittels wissenschaftlicher Methoden ermittelt.

Die IEQ kann als funktionaler Zusammenhang der Zufriedenheit (PS - Percentage Satisfied) mit der Innenraumqualität  $PS_{IEQ} \in [0, \dots, 1]$  definiert werden - vergleichbar zum PPD (Predicted Percentage Dissatisfied, DIN EN 7730 [7]).

$$PS_{IEQ} = f(\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_n)$$

Ein theoretischer Wert 1 bedeutet: Alle Raumnutzenden sind mit der vorliegenden IEQ zufrieden. Im Umkehrschluss signalisiert der Wert 0 vollständige Unzufriedenheit. Die Parameter  $\zeta_i$  beschreiben dabei

- thermische (z. B. Operative Temperatur, Luftfeuchte...),

- visuelle (z. B. Beleuchtungsstärke, Kunstlichtanteil...),
- akustische (z. B. Schalldruckpegel, Nachhallzeit...) und
- lufthygienische (z. B. CO<sub>2</sub>-Konzentration, Konzentration bestimmter VOC...) Einflussgrößen der IEQ.

In der Wissenschaft existieren bereits Ansätze für eine solche IEQ-Bewertungsfunktion, die ebenfalls Interdependenz-Effekte berücksichtigen. Einen funktionalen Zusammenhang zur Akzeptanz der Innenraumqualität in Abhängigkeit der operativen Temperatur, der CO<sub>2</sub>-Konzentration, des Schalldruckpegels und der Beleuchtungsstärke zeigen beispielsweise Wong et al. [8]. Grundlage der IEQ-Bewertungsfunktion (Logistische Regressionsfunktion) ist hier ein Feldtest, bei dem 293 Studienteilnehmende in mehreren

Bürogebäuden in Hongkong zur Akzeptanz des Raumklimas befragt wurden. Zugleich wurden die operative Temperatur, der Schalldruckpegel, die Beleuchtungsstärke und die CO<sub>2</sub>-Konzentration als erklärende Variablen messtechnisch erfasst. Bewertungen zur Akzeptanz erfolgten in Büros mit unterschiedlicher Größe und Ausstattung.

Abbildung 1 zeigt die ermittelte Akzeptanzfunktion für unterschiedliche Zusammensetzungen der Parameter. Dabei wird deutlich, dass einzelne Akzeptanzniveaus durch mehrere Kombinationen der einzelnen Parameter ermöglicht werden können. Bei einem Schalldruckpegel von 57,5 dBA und einer Beleuchtungsstärke von 500 lx kann eine Akzeptanz der Innenraumqualität von 60 Prozent durch eine operative Temperatur von 21 °C und eine CO<sub>2</sub>-Konzentration von 500 ppm realisiert werden. Das gleiche

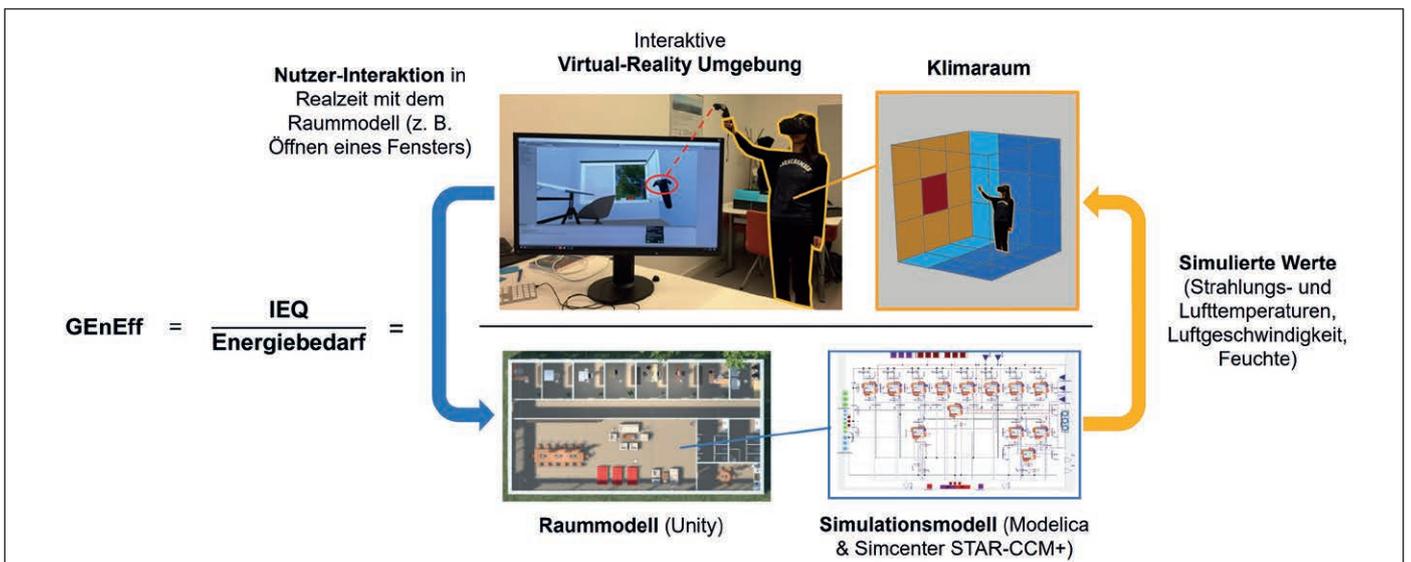


Abbildung 2: Konzept zur simultanen Darstellung visueller und thermischer Aspekte der IEQ durch das Koppeln einer Virtual-Reality-Umgebung (Unity) und eines Klimaraums durch ein Modelica-Simulationsmodell und Bestimmung der Gebäudeenergieeffizienz-Kennzahl (G<sub>Eff</sub>-Kennzahl)

Akzeptanzniveau wird auch bei einer operativen Temperatur von 24 °C einer Beleuchtungsstärke von 200 lx, einer CO<sub>2</sub>-Konzentration von 1.000 ppm und einem Schalldruckpegel von 57,5 dBA erreicht. Ein Erhöhen der CO<sub>2</sub>-Konzentration mit gleichzeitiger Reduktion der Beleuchtungsstärke kann also durch ein Erhöhen der operativen Temperatur um 3 K kompensiert werden.

Während die Studie als Beleg für vorherrschende Interdependenzeffekte und die Substituierbarkeit der erklärenden Parameter angeführt werden kann, ist aufgrund der geringen Auswahl von nur vier erklärenden Parametern noch kein wissenschaftlich haltbarer Rückschluss auf die gesamte IEQ möglich. In der Bestimmung des thermischen Komforts wurden beispielsweise weder die relative Luftfeuchte noch lokale Behaglichkeitsaspekte (z. B. Zuglufterscheinungen) betrachtet und somit gegenüber den berücksichtigten Parametern als minder erklärend für die IEQ eingestuft. Die Bewertung der Luftqualität geschieht ausschließlich auf Basis der CO<sub>2</sub>-Konzentration und berücksichtigt keine nicht-anthropogenen Schadstoffe. Dabei ist es notwendig, alle bereits wissenschaftlich belegten Einflussgrößen auf die IEQ zu erfassen, um die gesamte Bandbreite an typischen Raumklimazuständen sinnvoll bewerten zu können.

Eine vollumfängliche Untersuchung aller die IEQ beeinflussenden Parameter gestaltet sich im Feldtest aufwendig und kost-

spielig, da umfangreiche Messtechnik an jeder zu bewertenden Position in jedem Raum installiert werden muss. Eine sinnvollere Alternative stellt ein Versuchslabor dar, in dem Probanden die visuelle und thermische Behaglichkeit sowie die Luftqualität für beliebige Räume mit beliebigen Geometrien bewerten können.

### Das IEQ Lab

Ein derartiges Versuchslabor wird zurzeit am Hermann-Rietschel-Institut im Rahmen des IEQ Labs (Indoor Environmental Quality Laboratory) errichtet. Die simultane Darstellung verschiedener thermischer und visueller Aspekte der IEQ, wird im IEQ Lab durch das Koppeln einer Virtual-Reality-Umgebung (VR-Umgebung) mit einem Klimaraum realisiert (Abbildung 2). Der visuelle Eindruck des Raumes wird dem Probanden über ein Head-Mounted Display (HMD) durch eine VR-Umgebung vermittelt. Das optische Raummodell (Unity-Engine) ermöglicht dabei Echtzeit-Interaktionen, beispielsweise das Öffnen eines Fensters durch einen VR-Controller. Akustische Randbedingungen werden durch Noise-Cancelling-Kopfhörer emuliert.

Der thermische Eindruck wird durch einen Klimaraum auf die Position des Probanden im Raum projiziert. Das Strahlungs- und Strömungsfeld des VR-Raumes im Nahfeld des Probanden wird dazu parallel und in Echtzeit durch ein Simulationsmodell (Abbil-

dung 3) berechnet. Aus der Simulation ergeben sich Sollwerte für die Hardware-Ansteuerung des Klimaraums. Die Darstellung von Räumen mit abweichender Geometrie wird durch eine Projektion der thermischen Randbedingungen auf die Klimaraum-Hüllfläche ermöglicht. Eine konstruktive Herausforderung entsteht dabei im Besonderen durch eine Flächenkonkurrenz, da die Klimaraum-Oberfläche sowohl Luft ein- und ausströmen als auch Oberflächentemperaturen darstellen muss. Die gewählte Aufteilung der Klimaraum-Hüllfläche in Luftdurchlässe und Strahlungsflächen zeigt Abbildung 3.

Die kubusförmige Umschließungsfläche des Klimaraums erlaubt ein Anpassen der Strahlungstemperatur aus 54 verschiedenen Raumrichtungen und die Projektion komplexer Strahlungsfelder. Alle typischen Raumluftströmungen im Nahfeld eines in der Mitte des Raumes positionierten Probanden können durch ein Raster aus einem Dralldurchlass sowie mehreren Schlitz- und Quellluftdurchlässen in allen Raumrichtungen dargestellt werden. Die Regelgrößen zur Projektion des Strömungsfeldes sind dabei mittlere Geschwindigkeiten und Temperaturen der Raumluft in verschiedenen Höhen im Nahfeld des Probanden.

Die Echtzeitfähigkeit des Gesamtkonzepts, beispielsweise bei einem Positionswechsel im Raum (Abbildung 3) oder dem Öffnen eines Fensters, stellt hohe Dynamik-Anforderungen an die Temperierung

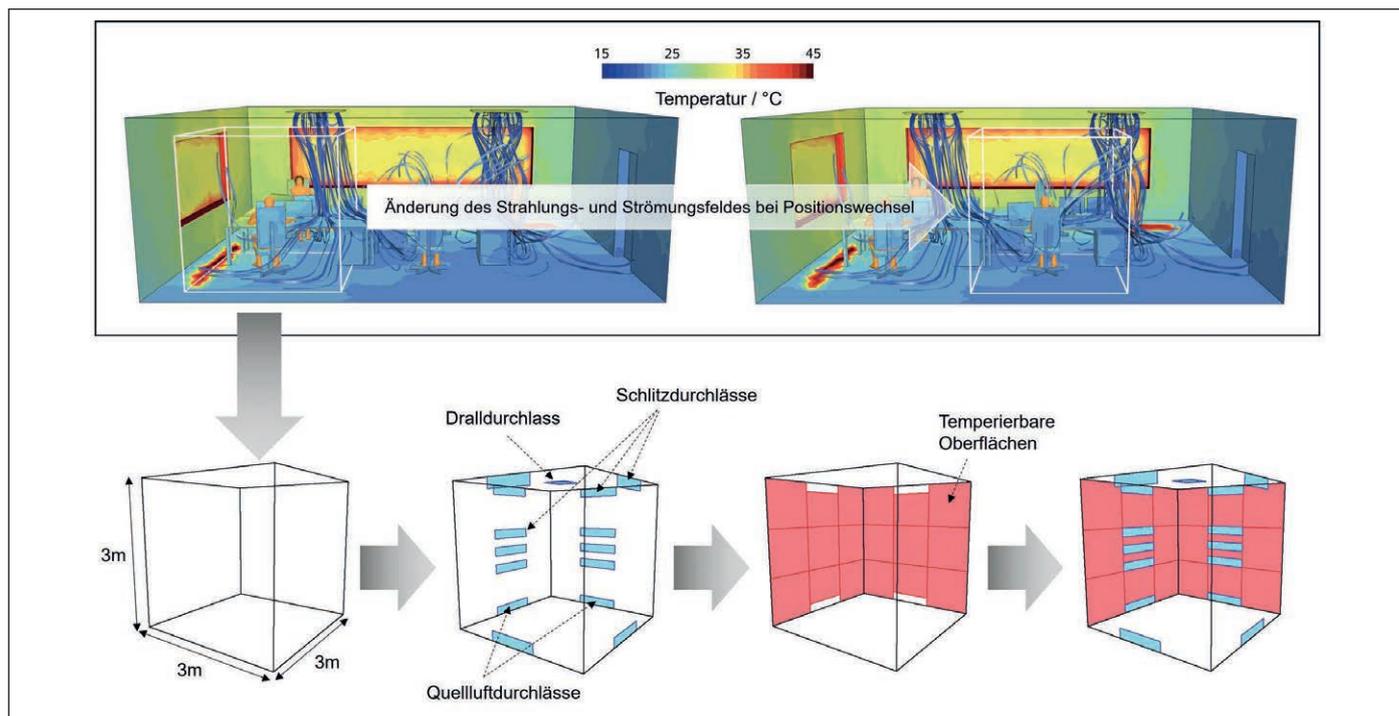


Abbildung 3: Änderung der thermischen Randbedingungen bei einem Positionswechsel im Raum und Design des Klimaraums zur thermischen Projektion beliebiger, gebäudetypischer Strahlungs- und Strömungsfelder im IEQ Lab



des Klimaraums. Alle temperierbaren Oberflächen werden deshalb durch eine Kombination aus niedrig-kapazitiven Heizzustellen und rückliegenden, wassergekühlten Metallkassetten ausgeführt. Ausgehend von einem stationären Zustand mit einer Oberflächen- und Lufttemperatur von 20 °C im Klimaraum konnte in experimentellen Voruntersuchungen eine Oberflächen-Temperaturänderung von 5 K innerhalb von 30 s realisiert werden. Eine Vollklimaanlage ermöglicht einen 13-fachen Luftwechsel und die Vorkonditionierung der Raumluft (Temperatur, Feuchte, CO<sub>2</sub>-Konzentration...). Die finale Entwurfsplanung des Klimaraums zeigt Abbildung 4.

### Ermitteln der GEnEff-Kennzahl im IEQ Lab

Das Ermitteln der gewünschten Gebäudeenergieeffizienz-Kennzahl (GEnEff-Kennzahl) erfordert neben einer IEQ-Bewertungsfunktion außerdem die Berechnung des Energiebedarfs zum Herstellen der entsprechenden IEQ. Gemäß Abbildung 2 wird dafür ein Simulationsmodell genutzt, das den notwendigen Energieeinsatz für verschiedene Anlagenkonfigurationen und bauphysikalische Eigenschaften des Raumes oder Gebäudes bestimmt. Damit soll die GEnEff-Kennzahl die Energiesparmaßnahmen identifizieren, die gemäß des tatsächlichen Nutzen-Aufwand-Verhältnisses vorteilhaft sind. Sie kann zusätzlich darstellen, welche Änderungen des Versorgungskonzepts und der bauphysikalischen Raum- und Gebäudeausführung die IEQ signifikant beeinflussen. Neben einer stationären Bewertung ermöglicht das IEQ Lab außerdem eine Effizienzbewertung für instationäre Versorgungs-, Steuerungs- und Regelungskonzepte von Gebäuden.

### Fazit

Eine Bewertungsgröße zur tatsächlich wahrnehmbaren IEQ liegt derzeit noch nicht vor. Es fehlt ein einheitliches Verfahren, das eine dynamische und ganzheitliche Bewertung ermöglicht und zusätzlich Interdependenz- und Substitutionseffekte der Einzelaspekte berücksichtigt. Deshalb wird am Hermann-Rietschel-Institut ein neuartiges Versuchslabor (IEQ Lab) entwickelt, das eine simultane Bewertung aller Aspekte der IEQ für beliebige Räume ermöglicht. Mit dem IEQ Lab soll innerhalb von umfangreichen Probandenstudien eine Datengrundlage geschaffen werden, aus der ein funktionaler Zusammenhang für die Zufriedenheit mit der IEQ ermittelt wird. Die IEQ-Bewertungsfunktion soll anschließend genutzt werden, um Energiesparmaßnahmen zu identifizieren, die eine tatsäch-



Abbildung 4: Planungsentwurf des IEQ Labs am Hermann-Rietschel-Institut der TU Berlin

liche Verbesserung der Gebäudeenergieeffizienz im Sinne des Nutzen-Aufwand-Verhältnisses ermöglichen. Die Inbetriebnahme des neuen Versuchslabors ist im dritten Quartal 2024 geplant.

### Danksagung

Das Forschungsprojekt „GEnEff“ wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert und in Zusammenarbeit mit der Universität der Künste Berlin sowie den assoziierten Partnern Fachverband Gebäudeklima e.V. (Ludwigsburg), Dr. Adalbert Klein-Stiftung (Stuttgart) und der Heinz Trox Wissenschafts gGmbH (Aachen) durchgeführt. ◀

### Literatur:

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.): Die Energie der Zukunft. 8. Monitoring-Bericht zur Energiewende – Berichtsjahre 2018 und 2019, Berlin 2021.
- [2] N. Klepeis, W. Nelson, W. Ott, J. Robinson, A. Tsang, P. Switzer, J. Behar, S. Hern und W. Engelmann: The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants, in: Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology, Bd. 11, p. 231–252, July 2001.
- [3] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (Hrsg.): Leitfaden Nachhaltiges Bauen. Zukunftsfähiges Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden, Berlin 2019.
- [4] Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (Hrsg.): DGNB System – Kriterienkatalog Gebäude Neubau, Stuttgart 2023.

- [5] DIN 18599-1 „Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger“, 2018.
- [6] DIN EN 15251 „Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden: Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik“, 2012.
- [7] DIN EN ISO 7730 „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“, Bd. 13.040.20, Berlin, 2006.
- [8] L. T. Wong, K. W. Mui und P. S. Hui: A multivariate-logistic model for acceptance of indoor environmental quality (IEQ) in offices, in: Building and Environment, Bd. 43, p. 1–6, January 2008.



Grafik: „Fit für Trinkwasser“

Abbildung 1: Die Schulungsinitiative „Fit für Trinkwasser“ wurde von BTGA, figawa und ZVSHK gemeinsam entwickelt.

## Mit praxisnahen Schulungen „Fit für Trinkwasser“

*Das Trinkwasser in Deutschland zählt zu den saubersten und reinsten der Welt und ist das hierzulande am strengsten kontrollierte Lebensmittel. Grenzwerte für bestimmte Inhaltsstoffe wurden in der Trinkwasserverordnung (TrinwV) festgelegt und sind uneingeschränkt an allen Entnahmestellen einer Trinkwasser-Installation einzuhalten. Nur in sehr seltenen Fällen kommt es bereits im Verantwortungsbereich der Wasserversorger zu einer Grenzwertverletzung. Sobald das Trinkwasser den Wasserzähler passiert und in die Trinkwasser-Installation fließt, geht die Verantwortung für die Qualität des Trinkwassers auf den Betreiber über.*



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

In Trinkwasser-Installationen kann es durch mangelhafte Anlagentechnik oder falsche Betriebsweise zu einem Eintrag oder zu einer Vermehrung von Mikroorganismen kommen, die sich negativ auf die Qualität des Trinkwassers auswirken. Damit die Trinkwasserqualität auch in Trinkwasser-Installationen langfristig sichergestellt werden kann, müssen strenge technische und hygienische Anforderungen an die Planung, den Bau und den Betrieb gestellt und umgesetzt werden.

### Rechtliche Vorgaben für Trinkwasser

Schutzmaßstab ist, dass Trinkwasser unter allen Bedingungen und von allen Personen

lebenslang für die unterschiedlichen Zwecke des menschlichen Gebrauchs verwendet werden kann, ohne dass gesundheitliche Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Entspricht Trinkwasser der Anforderung nicht, darf es nicht abgegeben werden. In der Regel wird die Anforderung erfüllt, wenn die allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden und wenn sich Betreiber und Nutzer fehlerfrei verhalten.

Die allgemein anerkannten Regeln der Technik stellen die Summe der wissenschaftlichen, technischen und handwerklichen Erfahrungen im Bauwesen dar, die durchweg bekannt sowie als richtig und notwendig anerkannt sind. Sie werden in diversen technischen Normen und Regelwerken konkretisiert (vgl. Tabelle).

Seit Juni 2023 gilt in Deutschland die neue Trinkwasserverordnung. In ihr werden unter anderem präventive Maßnahmen für eine hygienisch sichere Trinkwasserversorgung in Trinkwasser-Installationen gefordert. Planer, ausführende Unternehmen und Betreiber benötigen viel fachliche Expertise, um die zunehmend komplexer werdenden technischen Regeln im Bereich „Trinkwasser-Installation“ ordnungsgemäß anzuwenden und umzuset-

zen. Die zentralen Branchenverbände für die Planung, Errichtung und Wartung von Trinkwasser-Installationen BTGA, figawa und ZVSHK haben deshalb die Schulungsinitiative „Fit für Trinkwasser“ entwickelt.

### Bundesweiter, ganzheitlicher Weiterbildungsplan

Die Schulungsinitiative „Fit für Trinkwasser“ ist nicht nur ein Weiterbildungsprogramm zum Thema „Trinkwasserhygiene“, sondern ein bundesweiter, ganzheitlicher Weiterbildungsplan speziell für Experten der Trinkwasser-Installation. Die wesentlichen Anforderungen für eine sichere Trinkwasser-Installation wurden dafür in entsprechenden Schulungsmodulen zusammengefasst. Die drei Verbände haben sich dafür auf eine einheitliche Vorgehensweise verständigt und ein Konzept erarbeitet: Alle Schulungspartner werden mit den identischen Lehrinhalten in Form einheitlicher Foliensätze ausgestattet. Diese Folien wurden von entsprechenden Fachleuten getreu dem Motto „von der Praxis für die Praxis“ erstellt und können bei Bedarf zügig aktualisiert werden. Neue Erkenntnisse oder normative Änderungen können so schnell in die Schulungs-



inhalte aufgenommen werden. Um die Qualität der Schulungen zu sichern, werden die Referenten in den jeweiligen Schulungsthemen unterwiesen.

Alle Schulungspartner haben sich vertraglich verpflichtet, die Angebote verbindlich zu nutzen. Abgeschlossen werden die Module mit einer Wissensabfrage in Form eines Tests, den Schulungsteilnehmende am Ende der Veranstaltungen absolvieren müssen. Damit wird ein einheitliches Qualitätsniveau sichergestellt.

Das Schulungsangebot ist modular aufgebaut. Der Inhalt der einzelnen Module bildet die Basis für eine Kommunikation auf Augenhöhe zwischen allen Beteiligten. Dabei sind die Schulungen grundsätzlich als Präsenzveranstaltung geplant, können aber bei Bedarf in eine Online-Schulung umgewandelt werden.

### „Fachkraft für Hygiene in der Trinkwasserinstallation“

Im Juni 2022 startete die Schulungsinitiative „Fit für Trinkwasser“ mit dem Modul „Fachkraft für Hygiene in der Trinkwasserinstallation“. Die breit angelegte Schulung soll es Planern, Ausführenden und Betreibern ermöglichen, sich auf einem gemeinsamen Wissensstand, qualifiziert über Trinkwasserhygiene auszutauschen (Abbildung 2).

Der Begriff „Hygiene“ umfasst dabei alle Bestrebungen und Maßnahmen, die mittelbare oder unmittelbare gesundheitliche Be-

Tabelle: Auszug aus den aktuellen Normen, Richtlinien und Regeln im Bereich der Trinkwasser-Installation

Europäische Grundsatznormen	Nationale Ergänzungen	Zusätzliche Richtlinien und Regeln
DIN EN 1717 „Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen...“	DIN 1988-100 „Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte“	UBA-Empfehlungen, BTGA-Regeln, ZVSHK-Merkblätter, DVGW-Arbeitsblätter
EN 806 Teil 1 „Allgemeines“	—	
EN 806 Teil 2 „Planung“	DIN 1988-200 „Installation Typ A, Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe“	
EN 806	Teil 3 „Berechnung der Rohrinnendurchmesser“	
EN 806 Teil 4 „Installation“	—	
EN 806 Teil 5 „Betrieb und Wartung“	—	
	DIN 1988-500 „Druckerhöhungsanlagen mit drehzahlgeregelten Pumpen“	
	DIN 1988-600 „Trinkwasser-Installation in Verbindung mit Feuerlösch- und Brandschutzanlagen“	

einträchtigungen beim einzelnen Nutzer verhindern. Ziel ist es, die einwandfreie Beschaffenheit des Trinkwassers in der Trinkwasser-Installation zu erhalten. Mögliche Be-

einträchtigungen können durch mikrobiologische, chemische und/oder physikalisch-chemische Veränderungen verursacht werden. Auch nachträgliche Änderungen der

## Zielgruppengerechte Kursaufteilung



Das Modul ist in drei Kurse aufgegliedert, um die unterschiedlichen Zielgruppen möglichst adressatengerecht ansprechen zu können.

PLANUNG, AUSFÜHRUNG UND BAUÜBERWACHUNG

#### Zielgruppe:

Verantwortliche in Planung und Bauüberwachung (insbesondere Meister, Techniker, Hochschulabsolventen der einschlägigen Fachrichtungen, Bauleiter und bauleitende Obermonteure mit betrieblichem Nachweis dieser Position)

ERRICHTUNG UND INSTANDSETZUNG

#### Zielgruppe:

Errichtend und instandhaltend tätige Fachkräfte (insbesondere Gesellen SHK)

BETRIEB

#### Zielgruppe:

Betreiber von Trinkwasser-Installationen (insbesondere Gebäude-Dienstleister, Immobilienverwaltung, technisches Property Management, Facility Management)

Abbildung 2: Zielgruppengerechte Kursaufteilung für das Modul „Fachkraft für Hygiene in der Trinkwasserinstallation“

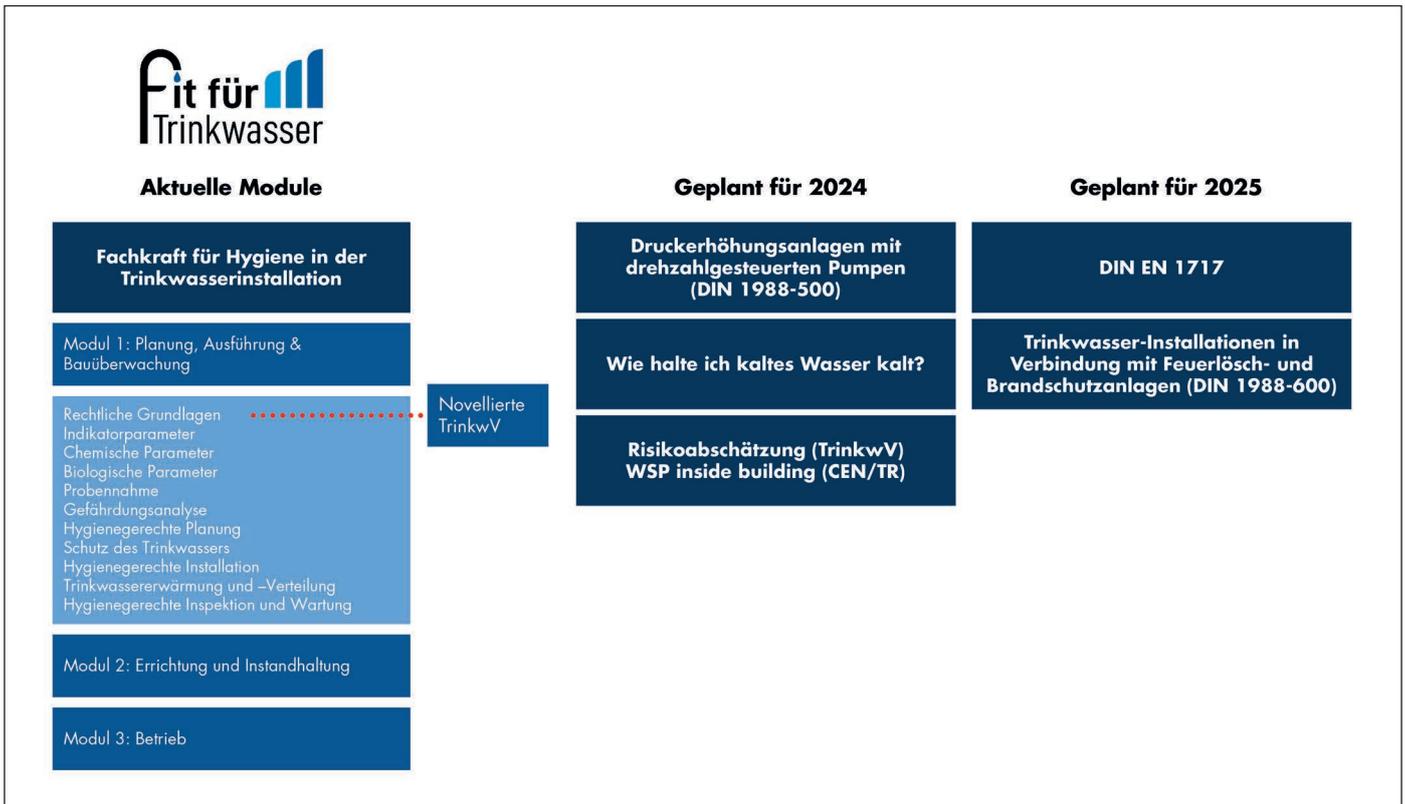


Abbildung 3: Übersicht der aktuellen und der geplanten Module der Schulungsinitiative

Betriebsbedingungen können die Qualität des Trinkwassers beeinflussen. Die wesentlichen und zusammenwirkenden Einflussgrößen der Trinkwasserhygiene sind Durchströmung, Wasseraustausch, Temperatur und Nährstoffe.

### Weitere Schulungsmodule

In den nächsten Jahren soll die Schulungsinitiative „Fit für Trinkwasser“ sukzessiv ausgebaut werden (Abbildung 3), da auch für andere relevante Themen rund um das Trinkwasser bislang keine einheitlichen und unabhängigen Schulungskonzepte existieren – beispielsweise zu „Sicherungseinrichtungen“ oder „Druckerhöhungs- und Brandschutzanlagen“. Bereits im ersten Quartal 2024 soll das Thema „Wie halte ich Kaltwasser kalt?“ im Fokus stehen.

Die normativ geforderte Temperatur für Trinkwasser kalt liegt bei maximal 25 °C (für zentrale Anlagenteile und Schachtinstallationen). In kaltgehenden Trinkwasser-Installationen stellen Temperaturen über 25 °C eine hygienisch kritische Grenze dar. Werden die Temperaturen dauerhaft überschritten, ist mit Beeinträchtigungen aufgrund erhöhten Wachstums von Mikroorganismen in den Leitungen zu rechnen.

Gründe für steigende Umgebungstemperaturen sind nicht nur in der dichten Gebäu-

dehülle zu finden, sondern auch in der Art der durch die Gebäudearchitektur vorgegebenen Installationsbereiche für die Gewerke „Heizung“, „Sanitär“, „Elektro“, „Raumlufte“ usw. Aus wirtschaftlichen Gründen werden oft Flächen für Schächte und sonstige Installationsbereiche ausgewiesen, die nicht ausreichen. Dadurch, dass die Installationsbereiche in einem Gebäude vorgegeben sind, werden der Planer und der Ausführende alternativlos dazu gezwungen, die warm- und kaltgehenden Leitungen in einen gemeinsamen Verlege- oder Installationsbereich einzubringen. Die Installation in einem gemeinsamen Schacht führt dazu, dass Wärmeübergänge stattfinden und in abgeschlossenen Installationsbereichen Umgebungstemperaturen deutlich auf über 25 °C steigen können. Stagnierendes Trinkwasser kalt wird dabei unzulässig hoch erwärmt.

Als aktive Maßnahmen zur Temperaturhaltung werden insbesondere Spülmaßnahmen in der Kaltwasser-Installation genutzt – mehrere pro Tag oder pro Woche. Nachströmendes kaltes Trinkwasser trägt die aufgenommene Wärme aus dem Kaltwassersystem aus. Dieses Vorgehen führt allerdings zu erhöhten Betriebskosten, beispielsweise beim Trink- und Abwasser.

Werden kalt- und warmgehende Medienleitungen räumlich getrennt angeordnet,

wird der Wärmeübergang auf kaltgehende Leitungen minimiert. Teilweise sind diese passiven Maßnahmen aber nicht ausreichend und müssen durch aktive Maßnahmen ergänzt werden. Die vielseitigen Möglichkeiten der Temperaturhaltung im Trinkwasser kalt sollen im neuen Modul der Schulungsinitiative vorgestellt werden, ebenso wie eine Berechnungsgrundlage für eine Kaltwasser-Zirkulation im ungünstigsten Fall.

Jeder Teilnehmer der Schulung erhält ein Handout mit den verwendeten Schulungsfolien. Zusätzlich bieten die Verbände ihre Arbeitshilfen an, beispielsweise Praxisleitfäden, Kommentare, Merkblätter oder Betriebsanleitungen.

Das Berufsförderungswerk der Gebäude- und Energietechnikhandwerke (BFW e.V.) unterstützt die Schulungsanbieter bei der Vorbereitung und Organisation der Schulungen. Informationen zu Schulungsinhalten, Terminen und zur Anmeldung sind unter [www.berufsfoerderungswerk.org/schulungen](http://www.berufsfoerderungswerk.org/schulungen) und [www.fit-fuer-trinkwasser.de](http://www.fit-fuer-trinkwasser.de) zu finden. ◀

ALLE DACHTEN, DASS FRISCHWASSER-  
STATIONEN AUFWÄNDIG KONFIGURIERT  
WERDEN MÜSSEN.

**BIS DIE NEUE KTS-GENERATION ALS  
„ONE-FOR-ALL-LÖSUNG“ EINE AUSWAHL  
IN NUR 2 MINUTEN MÖGLICH MACHTE.**



  
**KEMPER**  
FORTSCHRITT MACHEN

# Künstliche Intelligenz im Gerichtssaal - Möglichkeiten und Grenzen



Rechtsanwältin  
Britta Brass,  
Justiziarin  
des BTGA e.V.

Technologischer Fortschritt und Digitalisierung schreiten unaufhaltsam voran. In vielen Bereichen führen sie zu einer kaum noch wegzudenkenden Unterstützung beim Lösen komplexer Aufgaben. Spätestens seit „ChatGPT“ ist Künstliche Intelligenz (KI) ein Gesprächsthema und hält branchenübergreifend Einzug in den Unternehmensalltag, beispielsweise in Unternehmenssoftware und Enterprise Resource Planning-Systeme (ERP-Systeme).

Auch wenn KI aktuell noch in den sprichwörtlichen Kinderschuhen steckt, wird ihr Einsatz bereits jetzt von vielen Menschen nicht nur als Segen, sondern zunehmend auch als Fluch wahrgenommen. So wird der Einsatz von KI zur Übernahme ungeliebter Aufgaben oder zur Beschleunigung komplexer und langwieriger Abläufe zur Erleichterung des Alltags einerseits gern angenommen. Andererseits nimmt aber die Angst vor einem möglichen Kontrollverlust zu – umso mehr, je sensibler der Einsatzbereich der KI ist.

Die Vorstellung, dass Gerichtsentscheidungen, die auch unser Leben und unsere Freiheit betreffen können, durch eine KI getroffen werden könnten, beschwört Assoziationen zu düsteren Science Fiction-Szenarien herauf. Wie unrealistisch und wie düster ist diese Vorstellung wirklich? Ist die KI in der Justiz überhaupt (noch) Zukunftsmusik oder hat sie längst Einzug gehalten?

## Was ist überhaupt KI?

Nicht zuletzt wird KI oft deshalb als bedrohlich empfunden, weil mangels offizieller und greifbarer Definition unklar ist, was der Begriff tatsächlich umfasst. Wo sich die elektronische Akte auf das digitale Erstellen, Bearbeiten und Verschicken von Schriftsätzen beschränkt, geht KI weit darüber hi-

naus und übernimmt einen Teil der Denkarbeit der Anwendenden: Gemäß KI-Verordnung der Europäischen Union vom 21. April 2021 bringt eine KI im Hinblick auf vom Menschen festgelegte Ziele durch Datenauswertung Ergebnisse hervor, beispielsweise Vorhersagen, Empfehlungen oder Entscheidungen.

Laut einem Grundlagenpapier der Justiz zum Einsatz von KI und algorithmischen Systemen in der Justiz [1] lässt sich KI im Wesentlichen in drei Kategorien einteilen:

- Systeme, die auf einer Wissensbasis aufbauen und in der Lage sind, diese auszuwerten,
- Systeme, die auf der Mustererkennung als Form des (klassischen) maschinellen Lernens basieren (relevante Merkmale werden manuell von einem Menschen vorgegeben),
- Systeme des so genannten Deep Learnings (auf der Grundlage eines künstlichen neuronalen Netzwerks, das an die Funktionsweise des menschlichen Gehirns angelehnt ist, erkennen und verarbeiten die Algorithmen die relevanten Merkmale allein).

Grundlage einer jeden KI-Anwendung ist das so genannte Machine Learning, bei dem zunächst Unmengen von Daten zur Auswertung „eingefüttert“ werden müssen. Im Bereich „Legal Tech“ lernt die KI aus gefällten Urteilen quer durch alle Instanzen – nicht nur vom Bundesgerichtshof und von den Oberlandesgerichten. Von diesen Entscheidungen gibt es in Deutschland zwar Unmengen, doch sind nur die wenigsten öffentlich zugänglich, da sie aus Gründen des Datenschutzes vor der Veröffentlichung anonymisiert bzw. pseudonymisiert werden müssen. Auch wenn der 2021 von SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP vereinbarte Koalitionsvertrag vorsieht, dass mehr Urteile verfügbar gemacht werden sollen, ist es bis dahin noch ein weiter Weg.

## Einsatz von KI an ausländischen Gerichten

Im US-Strafrechtssystem sind Vorhersage-Tools, die durch den Einsatz von Algorithmen die Risiken eines Rückfalls abschätzen, bereits häufig anzutreffen. Diese Beurteilungssysteme überwiegend kommerzieller Anbieter versprechen ihren Kunden

(Gerichte und Gefängnisverwaltungen) eine preisgünstigere, effizientere und gerechtere Verbrechensbekämpfung. Das am weitesten verbreitete System „COMPAS“ (Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions) ist eine speziell für Gerichte entwickelte Risikobewertungssoftware, die Straftäter nach umfangreichen Tests und Auswertungen in unterschiedliche Kategorien hinsichtlich der Rückfall-Wahrscheinlichkeit einstuft. [2] Im Jahr 2016 geriet das System jedoch in Verruf, insbesondere weil sich bei Fehlerprognosen ein deutliches „Schwarz-Weiß-Gefälle“ abzeichnete: Der Anteil „schwarzer“ Menschen mit hoher Rückfallprognose, aber ohne tatsächlichen Rückfall, fiel etwa doppelt so hoch aus, wie bei „weißen“ Menschen. [3]

In Frankreich wurde bereits im Jahr 2017 an zwei Berufungsgerichten die Software „Predictice“ getestet, um die Justiz effizienter zu machen. Heute ist „Predictice“ eine Such- und Analysemaschine für juristische Informationen, die auf einer neuartigen Technologie zur automatischen Verarbeitung natürlicher Sprache beruht. Sie kann Gerichtsentscheidungen mit einer Geschwindigkeit von zwei Millionen Dokumenten pro Sekunde analysieren. [4]

In Estland, dem europäischen Vorreiter im Bereich „Digitalisierung“, übernimmt eine KI bereits verschiedenste Verwaltungsaufgaben. Nun soll eine KI entwickelt werden, die über gerichtliche Fälle entscheidet, deren Streitsumme unter 7.000 Euro liegt. Dafür müssen beide Parteien alle relevanten Informationen in die Datenbank der Software einstellen, damit die KI diese analysieren und anschließend auf Grundlage der bestehenden Gesetze ein Urteil fällen kann. Die Entscheidungen sollen zwar rechtlich bindend sein, können aber bei einem menschlichen Richter angefochten werden. Derzeit arbeitet die Regierung daran, die erforderliche Rechtsgrundlage zu schaffen. [5]

In den Niederlanden wurde bereits 2016 das erste private Online-Gericht „Rechtswijzer“ (übersetzt: Wegweiser im Recht) eingerichtet. Es stellt einen komplett automatisierten Streitschlichtungsservice in Scheidungsangelegenheiten und zu Beschwerden bei Online-Käufen bereit und unterbreitet nach Auswertung sämtlicher zuvor von den Parteien zur Verfügung ge-



Abbildung: Phonlamai Photo / Shutterstock.com

Werden zukünftig „Robo-Richter“ an Gerichten Recht sprechen?

stellter Fakten einen Lösungsvorschlag. Das System ist bisher nur zur Schlichtung von Streitigkeiten zwischen zwei Parteien mit klar kalkulierbaren Variablen in der Lage. [6]

Auch die chinesische Regierung will zukünftig vermehrt auf den Einsatz von KI setzen, um das Justizsystem zu entlasten. So sichtet „Intelligent Trial 1.0“ bereits Fallmaterial und erstellt selbstständig elektronische Gerichtsakten. Außerdem berät eine KI-Richterin in einem Internetgericht online, wenn auch ohne Entscheidungsgewalt. Bereits jetzt helfen mehr als 100 in Gerichten im ganzen Land verteilte Roboter mit ihrer Fähigkeit, frühere Urteile abzurufen, bei der Rechtsberatung. [7]

### Einsatz von KI in Deutschland

Bevor ein Verfahren vor Gericht beginnen kann, müssen oft große Datenmengen ge-

sammelt und bearbeitet werden. Das nimmt viel Zeit in Anspruch und ist mitverantwortlich für die zum Teil sehr lange Dauer von Prozessen. Es liegt auf der Hand, dass der Einsatz von KI beim Erfassen, Verarbeiten und Aufbereiten der Daten die Justizmitarbeiter signifikant entlasten und Verfahrensabläufe deutlich beschleunigen könnte. An deutschen Gerichten gibt es bereits verschiedene Pilotprojekte:

„OLGA“ (Oberlandesgerichtsassistent) unterstützt seit November 2022 die Richter und Richterinnen der vier „Dieselensate“ des Oberlandesgerichts (OLG) Stuttgart bei der Bewältigung der Aktenflut in Berufungsverfahren. „OLGA“ übernimmt die Sachverhaltsprüfung und teilt die oft ähnlich oder gleich gelagerten Fälle nach richterlich vorgegebenen Parametern in Fallgruppen ein, ohne selbst Entscheidungen zu treffen. [8]

Einen Schritt weiter geht ein KI-Tool, das am Landgericht Kiel in Versicherungsverfahren bei Klagen wegen Beitragserhöhungen getestet wird: Es fertigt bei wiederkehrenden Fallkonstellationen nach vorheriger Eingabe von Falldaten sogar einen Entscheidungsvorschlag an. [9]

Am Amtsgericht Frankfurt am Main wurde bereits im Jahr 2021 „FRAUKE“ (FRANKfurter Urteils-Konfigurator Elektronisch) in Verfahren zu Fluggastrechten erprobt. „FRAUKE“ extrahiert anhand abgeschlossener Vorgänge aus dem Vorbringen der Parteien im Prozess wesentliche Kernelemente. Diese werden von der KI aufgearbeitet, Entscheidungen zu vergleichbaren Sachverhalten werden herangezogen und Formulierungsvorschläge für eine richterliche Entscheidung werden unterbreitet. [10]



Eine KI kann unglaubliche Datenmengen in kürzester Zeit erfassen und verarbeiten. Der Nutzen von Legal Tech liegt damit auf der Hand und selbstverständlich sind sich alle damit befassten Personen einig: Am Ende muss immer die Entscheidung einer Richterin oder eines Richters stehen. Aber es müssen auch einige Fragen gestellt werden: Wie groß mag die Versuchung sein, die von der KI vorgeschlagenen Ergebnisse oder Bausteine mehr oder weniger ungeprüft zu übernehmen? Würden Richterinnen und Richter durch die Auswahl der in die KI eingespeisten Daten und darauf beruhenden Ergebnisse beeinflusst? Würde faktisch dann eine KI die Entscheidungen treffen oder zumindest wesentlich beeinflussen und nicht mehr der Mensch? Wie könnte einer solchen Versuchung oder Beeinflussung wirksam entgegen gewirkt werden?

### Kann es „Robo-Richter“ in Deutschland geben?

Der Alltag an deutschen Gerichten lässt zunächst aufatmen – zumindest bei der Frage nach dem Einsatz von „Robo-Richtern“. Die Grundlage eines jeden Einsatzes von KI sind Daten, jedoch hat die Digitalisierung an deutschen Gerichten bislang nicht flächendeckend Einzug gehalten. Aufgrund unterschiedlicher, oft nicht kompatibler Systeme müssen digital eingehende Dokumente häufig noch ausgedruckt, bearbeitet und wieder eingescannt werden. Auch verläuft die Umsetzung des besonderen elektronischen Anwaltspostfachs (beA) bisher alles andere als problemlos. Vor diesem Hintergrund ist ein über bloße Assistenzaufgaben hinausgehender Einsatz von KI an deutschen Gerichten bislang Zukunftsmusik.

Auch wenn alle technischen und personellen Voraussetzungen irgendwann geschaffen werden (sollten), würde der Einsatz von „Robo-Richtern“ an deutschen Gerichten an der derzeitigen Gesetzeslage scheitern: Im Grundgesetz ist das Prinzip der Gewaltenteilung unabänderlich verankert. Die rechtssprechende Gewalt ist der Richterin oder dem Richter vorbehalten [11] – einer natürlichen Person. Diese muss zudem Deutsche/r im Sinne von Artikel 116 des Grundgesetzes sein (§ 9 DRiG), also die deutsche Staatsbürgerschaft haben. Diese Kriterien kann eine KI nicht erfüllen. Die insoweit erforderlichen Gesetzesänderungen sind zumindest derzeit mehr als unwahrscheinlich.

### KI im Gerichtssaal – Fluch oder Segen?

Neben dem unbestreitbaren Vorteil, aktuell überlastete Justizsysteme durch die effizientere Nutzung von Ressourcen zu entlasten,

könnte der Einsatz von KI mehr Menschen den Zugang zu Rechtshilfe ermöglichen, indem nicht nur Anwaltskosten gesenkt, sondern auch kostenlose Rechtsberatungen oder Vorhersagen zu Erfolgsaussichten ermöglicht werden könnten.

Wo Menschen entscheiden, spielen bei allem Streben nach Objektivität auch immer subjektive Wahrnehmungen und Empfindungen eine Rolle, denn Richterinnen und Richter „sind auch nur Menschen“ – mal besser gelaunt, mal schlechter, mal strenger, mal milder. Eine KI sollte frei von Sympathien oder Antipathien sein und damit wertneutral und unbestechlich. Sie könnte dann für mehr Objektivität bei Gerichtsurteilen sorgen.

Eine KI greift aber auf im Vorfeld eingegebene Daten und Parameter zurück und wertet diese mit Hilfe von Algorithmen aus. Jede Entscheidung einer KI kann daher immer nur so gut und so objektiv sein, wie die zugrundeliegenden Daten und Parameter – und genau das kann ein Problem sein:

- Wer bestimmt, welche Daten eingespeist werden und wie die Programmierung erfolgt?
- Wie funktionieren die der Entscheidungsfindung zugrundeliegenden Algorithmen?
- Wie fließen die konkreten Umstände des Einzelfalls in die Entscheidung ein?

### Fazit

Richterliche Entscheidungen betreffen immer konkrete Individuen und konkrete Einzelfälle mit individuellen Besonderheiten, also meistens gerade keine Regelfälle. Es kann deshalb nur ein Ergebnis geben: Gerichtsurteile müssen (auch zukünftig) durch Menschen gefällt werden!

Diesen „Menschenvorbehalt“ fordert auch der ehemalige Vizepräsident des Bundesverfassungsgerichts Professor Dr. Ferdinand Kirchhof. Er bekräftigt, dass überall da, wo voluntative Wertungen getroffen werden, menschliches Urteil eingesetzt werden muss, statt „undurchsichtiger, binärer Fremdsteuerung, sonst wird unsere Rechtsordnung im wahrsten Sinne des Wortes unmenschlich“. [11]

Solange zumindest eine vollkommen wertneutrale Dateneinspeisung nicht gesichert ist, es für den Menschen nicht nachvollziehbar ist, wie eine KI zu ihrem Ergebnis gelangt und der Mensch die Eingaben, Verknüpfungen und die Ausgaben der KI weder verstehen noch hinterfragen oder gar beeinflussen kann, ist für den Einsatz der KI in sensiblen Bereichen wie der Rechtsfindung und Rechtsprechung kein Platz – selbst als bloße Unterstützung. Wird das beachtet, kann Legal Tech aber trotzdem ein Hilfsmittel

sein, das komplexe Abläufe in den Rechtssystemen beschleunigt und Juristen die Arbeit erleichtert.

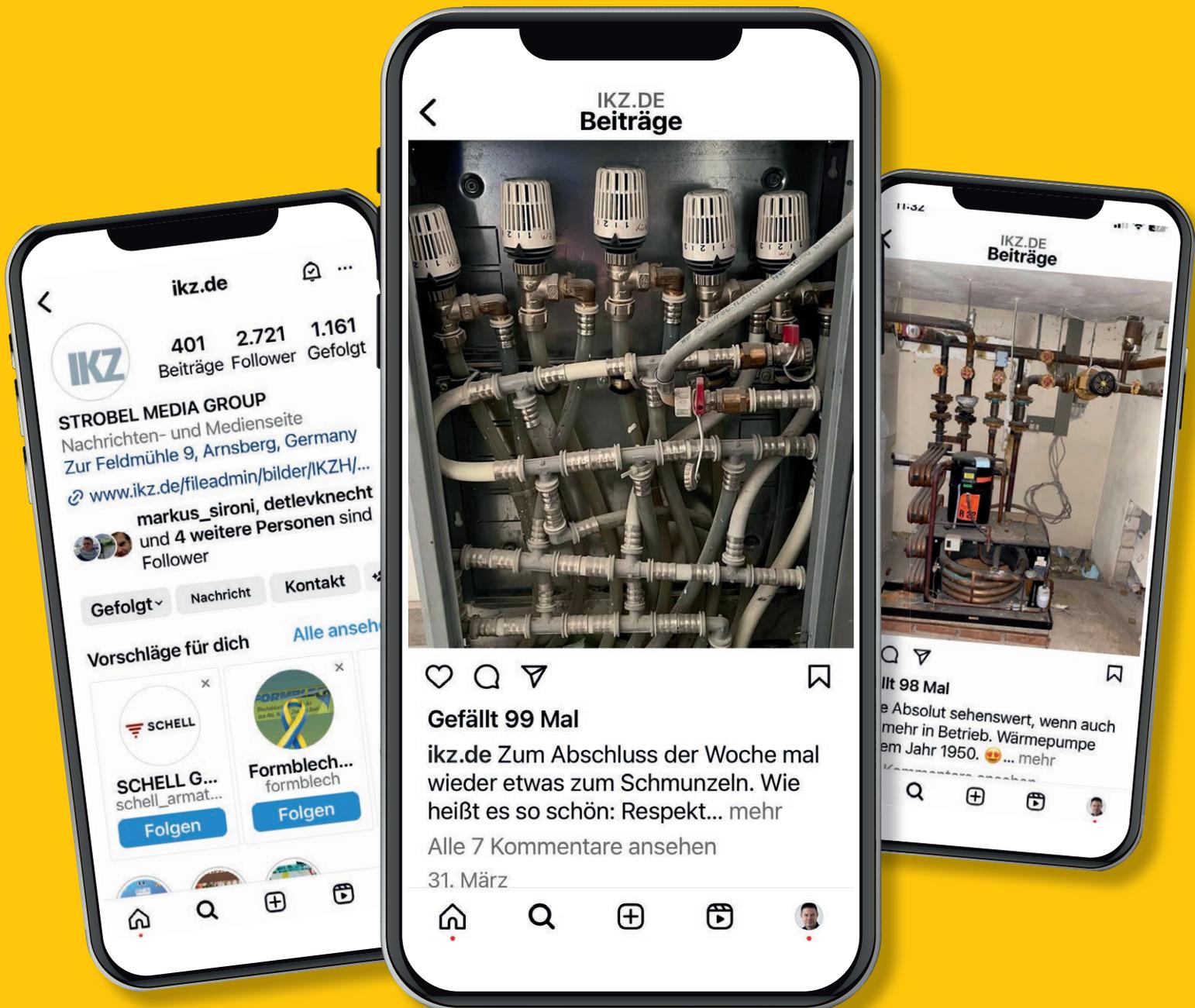
Grundlage eines jeden Einsatzes von KI muss immer das Wohl des Menschen sein – die KI muss im Dienst des Menschen stehen und niemals umgekehrt. ◀

### Literatur:

- [1] Einsatz von KI und algorithmischen Systemen in der Justiz; Grundlagenpapier zur 74. Jahrestagung der Präsidentinnen und Präsidenten der Oberlandesgerichte, des Kammergerichts, des Bayerischen Obersten Landesgerichts und des Bundesgerichtshofs vom 23. bis 25. Mai 2022 in Rostock.
- [2] Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions (COMPAS) ist ein Algorithmus, der auf Basis von 137 Merkmalen eine Wahrscheinlichkeit dafür errechnet, ob Straftäter rückfällig werden oder nicht. Das Programm wurde von der Fa. Northpointe (umfirmiert in die Fa. Equivant) entwickelt und gehört der Firma. Es ist also nicht öffentlich zugänglich.
- [3] „Machine Bias – There’s software used across the country to predict future criminals. And it’s biased against blacks“, by Julia Angwin, Jeff Larson, Surya Mattu and Lauren Kirchner, ProPublica May 23, 2016.
- [4] Hyperlex by DiliTrust, Portrait Eloise-Haddad Mimoun, Content Managerin Predictice, 20.12.2021 Interview.
- [5] MDR: Nachrichten und Themen, Interview mit Ott Velsberg (28, IT-Experte, seit Sommer 2018 soll er herausfinden, wie Künstliche Intelligenz (KI) und maschinelles Lernen in der Regierungsarbeit eingesetzt werden können), 26.04.2019.
- [6] politik-digital: „Der Algorithmus als Richter, Katharina Schuchmann, 26.02.2020.
- [7] Scientific Research, an academic publisher: „Erfolge und Perspektiven der Künstlichen Intelligenz in China“, Caixia Zou, Shanghai University of Political Science and Law, 04.11.2022.
- [8] Justizministerium Baden-Württemberg: „Künstliche Intelligenz zur Bewältigung der ‚Diesel-Verfahren‘ am Oberlandesgericht Stuttgart“, 24.10.2022.
- [9] Landesportal Schleswig-Holstein: Künstliche Intelligenz, „KI made in Schleswig-Holstein“, 02.06.2022.
- [10] Hessenschau: Pilotprojekt am Amtsgericht Frankfurt „Künstliche Intelligenz hilft bei Massen-Urteilen“, 09.05.2022, Heike Borufka, hessenschau.de/Anna Lisa Lüft.
- [11] Art. 92 GG iVm. Art. 97 GG.
- [12] Legal Tribune Online: Interview mit Ferdinand Kirchhof „Wir brauchen einen Menschenvorbehalt“, 31.12.2019.

# IKZ

auch auf



Folge uns auf Instagram!



# Die neue Trinkwasserverordnung 2023

## Sicherstellung der Trinkwasserqualität mit 42 zusätzlichen Paragraphen

*Es ist nicht lange her, dass ein Rechtsanwalt und eine Ingenieurin auf einem Parkplatz aufeinandertrafen. Beide wollten ihr Fahrzeug gern an der letzten freien Ladesäule aufladen. Was wie ein schlecht erzählter Witz begann, endete in einem fachlichen Gespräch über die 2023 neu gefasste Trinkwasserverordnung. Aber lesen Sie selbst.*



Rechtsanwalt  
Henning Wündisch,  
Partner,  
Rödl & Partner,  
Nürnberg

„Guten Morgen Herr Rechtsanwalt Wündisch“, sprach die Ingenieurin und begann ihr Ladekabel aus den Tiefen des Kofferraumes nach oben zu befördern. „Gut, dass ich Sie treffe. Ich hatte ohnehin vor, Sie zu kontaktieren.“

„Das ist aber eine nette Überraschung! Hallo Frau Klein. Haben Sie sich bereits mit der neuen Trinkwasserverordnung vertraut gemacht? Es gibt da einige bemerkenswerte Neuerungen.“

„Oh ja, aber bereits bei der reinen Anzahl an Paragraphen wird einem ja schon fast schwindelig“, antwortete **Anke Klein**, immer noch das Ladekabel suchend. „Waren da die Herren Juristen am Werk?“

„Es ist nicht alles Gold was glänzt, meine Liebe“, sagte **Henning Wündisch**. „Es ist nur der äußere Schein, der Sie verwirren mag. Aus bislang 30 Paragraphen der alten Trinkwasserverordnung wurden in der am 24. Juni 2023 in Kraft getretenen, neu gefassten Trinkwasserverordnung 72 Paragraphen, plus zusätzlich sieben Anlagen. Also für Sie Anhänge, nicht zu verwechseln mit technischen Anlagen. Das heißt aber nicht, dass sich die Anforderungen etwa verdreifacht hätten. Bisherige fachliche Inhalte finden sich in der neuen Trinkwasserverordnung wieder. Sie sind jedoch neu aufgegliedert und nach unserer Auffassung dadurch



Dipl.-Ing. (FH)  
Anke Klein,  
Geschäftsführende  
Gesellschafterin,  
SK+ TGM GmbH,  
Nürnberg

besser zu verstehen. Es sind nur wenig essenzielle zusätzliche Anforderungen, die größere Anzahl ist im Wesentlichen der neuen Struktur geschuldet.“ Sprach er und verkabelte sein Auto in aller Seelenruhe mit der Ladebox, während Anke Klein gerade dabei war, die Knoten aus ihrem Kabel zu entwirren. Das anschließende Klacken zur Bestätigung des Ladevorgangs begleitete Henning Wündisch mit einem herausfordernden Lächeln.

**Anke Klein** fragte: „Sagten Sie ‚nur‘ wenige essenzielle Zusatzanforderungen?“

**Henning Wündisch**: „Sie wissen doch selbst am besten, dass Trinkwasser bei uns in Deutschland eines der kontrolliertesten Lebensmittel ist. Die Novelle der Trinkwasserverordnung setzt letztlich wichtige europäische Vorgaben für den Trinkwasserschutz in nationales Recht um, beispielsweise die EU-Trinkwasserrichtlinie 2020/2184. Sie sieht unter anderem vor, einen risikobasierten Trinkwasserschutz einzuführen und legt niedrigere Grenzwerte für Schadstoffe wie Chrom, Arsen und Blei fest. Das trifft allerdings in erster Linie unsere Wasserversorger. Aber die Richtlinie gibt durchaus auch höhere Anforderungen für Eigentümer und Gebäudebetreiber vor.“

**Anke Klein**: „Na, da bin ich jetzt aber gespannt. Ich habe mich zwar bereits eingele-

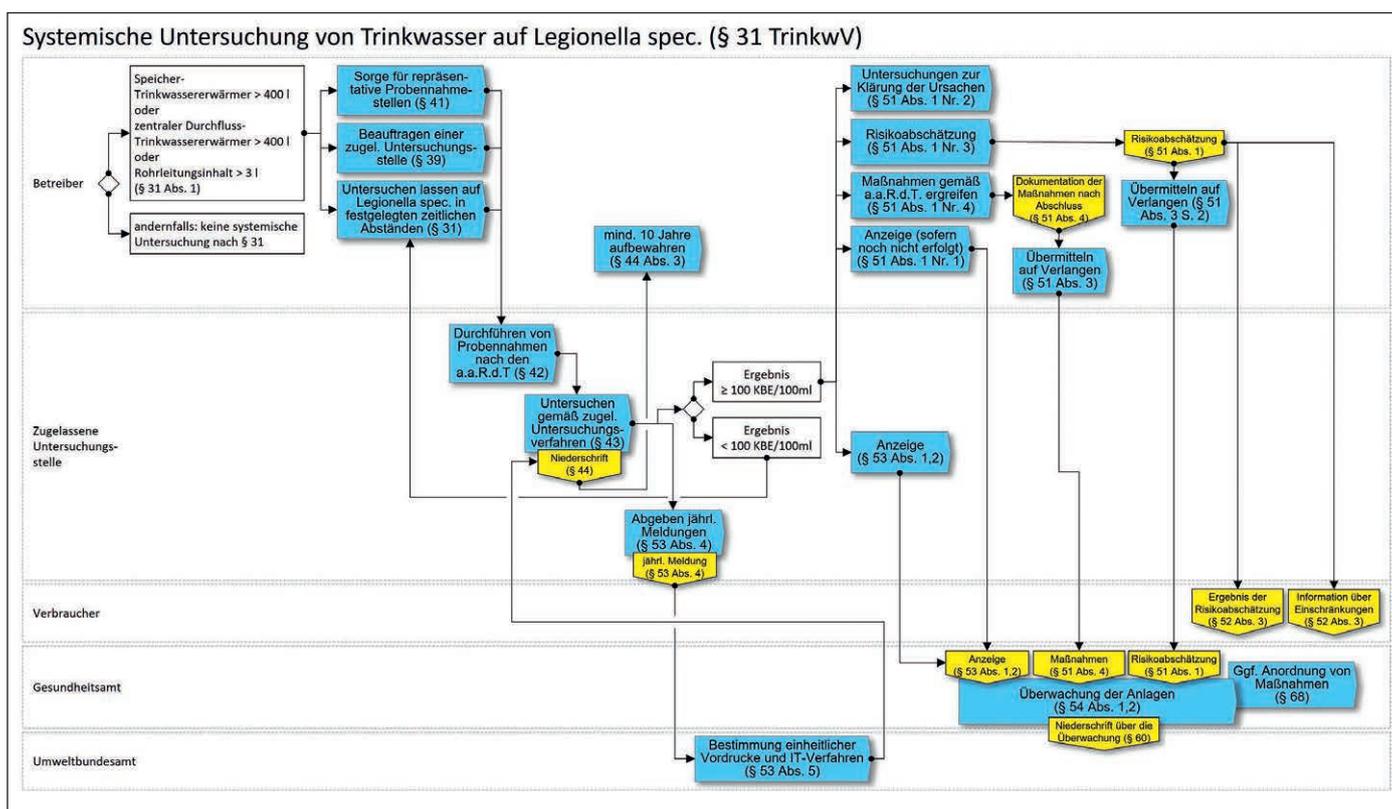
sen, würde aber gern erfahren, ob sich meine fachliche Einschätzung mit der Bewertung der Zunft der Paragraphenreiter deckt.“

**Henning Wündisch**: „Die Herausforderung trete ich gern an. Zunächst begegnen uns in der neu gefassten Verordnung ein paar neue Begrifflichkeiten. Zum einen verändert die neue Verordnung den Begriff der Trinkwasseranlage als Teil der gebäudetechnischen Ausstattung – aus ‚Anlagen zur ständigen Wasserverteilung‘ gemäß § 3 Nr. 2 e der alten Fassung der Trinkwasserverordnung wurde in § 2 Nr. 2 e in der neuen Fassung der Verordnung die ‚Gebäudewasserversorgungsanlage‘. Eine Verbesserung der Lesbarkeit bringt aber insbesondere der Umstand, dass in den jeweiligen Paragraphen nicht mehr auf die Anlage nach § 3 Nr. 2 e verwiesen wird, sondern dass nun auch der Begriff der ‚Gebäudewasserversorgungsanlage‘ bzw. ‚Trinkwasserinstallation‘ in allen Paragraphen zu finden ist, die Trinkwasserinstallationen in Gebäuden betreffen.“

Zum anderen wurde der mehr als sperrige Begriff des UsI (Unternehmer und sonstiger Inhaber einer Wasserversorgungsanlage) ersetzt durch den Betreiber, der uns im Facility Management auch aus zahlreichen anderen Regelwerken hinreichend bekannt ist. Auch wenn der Betreiber in der Trinkwasserverordnung weiterhin als ‚Unternehmer oder sonstiger Inhaber einer Wasserversorgungsanlage‘ definiert ist (§ 3 Nr. 3 TrinkwV), dient diese Änderung der allgemeinen Klarstellung und Vereinfachung bei der Wahrnehmung und Organisation der Anforderungen aus der Verordnung.“

**Anke Klein**: „Der Begriff des Betreibers kommt Ihnen als Richtlinienautoren des Facility Managements doch sehr gelegen. Dort ist dieser doch stets der Adressat.“

**Henning Wündisch**: „Das ist in der Tat eine Änderung, die wir mehr als nur begrüßen, da sie in der Branche für mehr Klarheit und



Systemische Untersuchung von Trinkwasser auf Legionella spec. (§ 31 TrinkwV)

Transparenz sorgen dürfte. Für Sie hingegen dürfte zur Bewertung der Beprobungsberichte von besonderem Interesse sein, dass im Gesetzgebungsverfahren erwogen wurde, den technischen Maßnahmenwert von ursprünglich 100 KBE/100 ml auf 99 KBE/100 ml abzusenken. Zwar ist der technische Maßnahmenwert in der Neufassung am Ende unverändert bei 100 KBE/100 ml geblieben – faktisch wurde er aber dennoch herabgesetzt. Aus ‚Überschreiten‘ wurde ‚Erreichen‘, sodass gemäß § 51 Abs. 1 der neuen Fassung der Trinkwasserverordnung nun bereits bei Erreichen des technischen Maßnahmenwerts (Anlage 3, Teil II) Maßnahmen zu ergreifen sind. Diese bestehen nach wie vor aus der Klärung des Ursachengrundes, der Anzeige an das Gesundheitsamt, einer schriftliche Risikoabschätzung unter Beachtung der Empfehlungen des Umweltbundesamtes und aus Maßnahmen gemäß der Empfehlung des Umweltbundesamts. Damit wurde aus dem etablierten Begriff der Gefährdungsanalyse eine Risikoabschätzung. Ihren BTGA-Praxisleitfaden ‚Gefährdungsanalyse in Trinkwasser-Installationen‘ müssen Sie wohl jetzt auch umbenennen.“

**Anke Klein** seufzte: „Und nicht nur diesen! Endlich ist es langsam in der Branche angekommen, dass es nicht eine Gefährdungsbe-

urteilung ist – wie vielen aus dem Arbeitsschutz geläufig, sondern eine Gefährdungsanalyse. Und nun gibt es wieder einen neuen Begriff, den es zu erklären und stringent zu verwenden gilt. Beim Risikomanagement wird der Wechsel allerdings gelingen, da wir uns bereits seit längerem damit auseinandersetzen. Was mir aus fachlicher Sicht aber gut gefällt: In § 6 wurde bezüglich der mikrobiologischen Anforderungen beim ursprünglichen Minimierungsgebot von ‚sollen‘ auf ‚dürfen nur‘ geändert und damit als Mussforderung festgeschrieben. Das finde ich gut! So können manche Ausweichmanöver verhindert werden. Außerdem ist die Korrosionsbewertung unter § 8 Abs. 3 komplett neu aufgenommen worden. Im Bereich der Trinkwasserinstallation kannten wir das bisher nicht.“

**Henning Wündisch:** „Wenn ich Sie kurz korrigieren dürfte. Sie beziehen sich jetzt auf die ‚Gebäudewasserversorgungsanlagen‘. Als Fachexpertin der Trinkwasserhygiene sollten Sie sich an die neuen Begrifflichkeiten gewöhnen.“

**Anke Klein:** „Zu freundlich von Ihnen. Zum Thema ‚Korrosionsbetrachtung‘ fiel mir im Übrigen vor dem Hintergrund der Einschätzung der Wechselwirkung des Trinkwassers

mit den eingesetzten Stoffen und Materialien auch auf, dass die Zwecke zur Aufbereitung in § 18 aufgenommen wurden. Dort wird explizit darauf verwiesen, dass diese erfolgen, um korrosionschemische Eigenschaften des Trinkwassers einzustellen. Das gab es bislang ebenfalls noch nicht.“

**Henning Wündisch:** „Zugegeben, ich erkenne, dass Sie sich bereits intensiv mit dem Inhalt der zahlreichen Paragraphen auseinandergesetzt haben! Die wohl einschneidendste Änderung für Eigentümer und Betreiber von Gebäudewasserversorgungsanlagen ist mit Abstand die Änderung zum Umgang mit Bleileitungen. Gemäß § 17 hat der Betreiber einer Wasserversorgungsanlage die Trinkwasserleitungen oder Teilstücke von Trinkwasserleitungen aus dem Werkstoff Blei bis zum Ablauf des 12. Januar 2026 nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik zu entfernen oder stillzulegen. Diese Anforderung trifft auch die Wasserversorger. Hintergrund ist die erhebliche Gesundheitsgefährdung bereits bei sehr niedrigen Aufnahmemengen von Blei und der Umstand, dass der niedrige Grenzwert von maximal 10 µg/L in der Regel nicht eingehalten werden kann, wenn das Trinkwasser durch Bleirohre fließt.“

Interessant ist allerdings, dass der deutsche Gesetzgeber bei dieser Anforderung

deutlich über die europäische Trinkwasserrichtlinie hinausgeht. In dieser wird lediglich ein Austausch unter Bedingungen gefordert, beispielsweise bei Austausch, bei Reparatur oder Sanierung. Den Mitgliedstaaten wird lediglich empfohlen, Maßnahmen zum Austausch zu erwägen und gegebenenfalls zu ergreifen, sofern das wirtschaftlich und technisch machbar ist.

Da hat unser deutscher Gesetzgeber offenbar erwogen und danach die Maßnahme ergriffen, einen bedingungslosen Austausch der Leitungen zu fordern – unabhängig von einer wirtschaftlichen oder technischen Machbarkeit. Damit kommt auf Teile der Wohnungswirtschaft und auf andere Eigentümer von historischen, gegebenenfalls denkmalgeschützten Gebäuden eine enorme Kostenbelastung zu. Unabhängig davon ist auch fraglich, ob der Umfang von den Installationsunternehmen überhaupt bewerkstelligt werden kann. Aber auch dafür hat der Gesetzgeber eine Regelung geschaffen: Vom Gesundheitsamt kann eine Ausnahme zur Fristverlängerung gewährt werden, wenn der Betreiber vor dem 12. Januar 2026 einem in ein Installateur-Verzeichnis eines Wasserversorgungsunternehmens eingetragenen Installationsunternehmen einen Auftrag zur Entfernung oder zur Stilllegung der Trinkwasserleitungen oder Teilstücke erteilt hat und wenn das Installationsunternehmen bescheinigt, dass der Auftrag aus Kapazitätsgründen voraussichtlich erst bis zu einem bestimmten Zeitpunkt nach dem 12. Januar 2026 abgeschlossen werden kann.“

**Anke Klein:** „Das ist wirklich eine deutliche Verschärfung. Wobei ich das als regional tätiger Dienstleister durchaus anders bewerte. Bleileitungen sind mir in 25 Jahren Praxis zum Beispiel in Nürnberg nur selten begegnet.“

Sehr aufmerksam habe ich § 23 der Trinkwasserverordnung zur Pflicht der Aufbereitung gelesen. Darin wird unter Absatz 3 klar geregelt, was zu tun ist, wenn der Zustand einer Trinkwasserinstallation die Ursache dafür ist, dass im Trinkwasser mikrobiologische Anforderungen nicht eingehalten werden. Eine Desinfektion darf nur erfolgen, wenn das Gesundheitsamt dies anordnet – und nicht auf eine eigene Entscheidung des Betreibers hin. Außerdem hat der Betreiber eine Sanierung der Trinkwasserinstallation vorzunehmen. Für mich bedeutet das, dass es dem Betreiber nicht mehr gestattet ist, frei zu entscheiden, sondern eine konkrete Handlungsanforderung besteht. Gerade bei Eigentümergemeinschaften hatte eine Sanierung zur Risikominimierung oft zu kontroversen Diskussionen ohne Konsens geführt und damit eine Verbesserung der Ausgangslage verhindert. Durch den Bezug auf die Gebäudeinstallation als Ursache könnte der Umstand des Nichthandelns der Vergangenheit angehören.

Einen letzten Punkt habe ich allerdings noch: Wie sehen Sie als Jurist die hohe Anzahl der Ordnungswidrigkeitentatbestände? Insbesondere die in § 72 erwähnte Ordnungswidrigkeit bei fehlerhafter Planung, Ausführung und fehlerhaftem Betrieb? Sit-

zen jetzt alle Beteiligten am Schluss in einem Boot? Und wir sind, wie Sie es gern ausführen, auf hoher See und vor Gericht in Gottes Hand?“

**Henning Wündisch:** „Die Ordnungswidrigkeiten waren bereits in der alten Verordnung nicht zu unterschätzen, auch wenn die neue Verordnung mit einer deutlich erweiterten Anzahl an Ordnungswidrigkeiten aufwartet. Hier unterstreicht der Gesetzgeber die hohe Bedeutung der Hygiene unseres Trinkwassers. Aber sollten Sie jemals aufgrund fehlerhafter Planung oder Ausführung einer Gebäudewasserversorgungsanlage einen Anhörungsbogen zugestellt bekommen, stehen wir Ihnen selbstverständlich gern zur Verfügung, um Sie vor Schlimmerem zu bewahren. Und als gutes Zeichen überlasse ich Ihnen jetzt die Ladesäule.“ Sprach es und gab die Ladesäule frei.

**Anke Klein** schloss dankbar ihr Auto an und fügte mit einem Zwinkern hinzu: „Herr Wündisch, auch wenn wir beide mit unterschiedlichem Fokus auf die hohe Anzahl Paragrafen blicken, es gibt einen wesentlichen Inhaltspunkt, der uns beide gleichermaßen interessiert.“

„Frau Klein, ich kann mir denken, was Sie im Sinn haben und wir haben bereits vorgearbeitet.“ Amüsiert verstaute **Henning Wündisch** sein Ladekabel im Kofferraum, holte stattdessen eine Grafik heraus und legte sie auf die Kante des Stauraumes (Abbildung 1). ◀



Connecting Experts

Fachinformationen für  
SHK-Installateure und TGA-Planer.

Über 5.000 Mitglieder (Stand: Dezember 2023)



Jetzt registrieren und Mitglied werden: [www.ikz-select.de](http://www.ikz-select.de)

## Ideale Ergänzung: Die App für Smartphone und Tablet.

- ▶ Optimiert für die mobile Nutzung
- ▶ Mit Push-Nachrichten keine wichtigen Informationen mehr verpassen
- ▶ Kostenlos erhältlich für iOS- und Android-Geräte



QR-Code zur iOS-App



QR-Code zur Android-App



Abb.: Mit der Push-Funktion sind Sie immer up to date!





# Nominales Bauvolumen sinkt 2024 - Wohnungsbau bricht ein

Die deutsche Bauwirtschaft ist in einer Krise: Das nominale Bauvolumen stieg zwar 2023 um 6,1 Prozent – preisbereinigt ging das gesamte Bauvolumen jedoch um 1,1 Prozent zurück. Für das Jahr 2024 wird erwartet, dass erstmals seit der Finanzkrise auch das nominale Bauvolumen schrumpfen wird. Die Baupreise stiegen im vergangenen Jahr um 7 Prozent. Im Wohnungsbau schrumpfte das reale Bauvolumen 2023 deutlich um 2,3 Prozent, 2024 wird sogar mit einem Minus von 3,4 Prozent gerechnet. Das reale Bauvolumen soll in diesem Jahr erneut schrumpfen. Erst im Jahr 2025 soll sich die Entwicklung verbessern, aber auch dann sind nur leichte Zuwächse zu erwarten. Rund 28 Prozent des gesamten Bauvolumens im Hochbaubestand können energetischen Sanierungen zugeschrieben werden.



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

Das nominale Bauvolumen (Hoch- und Tiefbau) stieg aufgrund der dynamischen Entwicklung der Baupreise im Jahr 2023 noch um insgesamt 6,1 Prozent gegenüber dem Vorjahr auf rund 565 Milliarden Euro an (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 2023 bei 7,1 Prozent.<sup>2</sup>

Preisbereinigt sind aber bereits seit 2021 Rückgänge in fast allen Bausparten zu beobachten<sup>3</sup>; die Bauwirtschaft insgesamt schrumpfte im Jahr 2023 um 1,1 Prozent.<sup>4</sup> Vor allem die Situation im Wohnungsbau spitzt sich zu: Nach einem Minus von 2,6 Prozent im Jahr 2022 folgte 2023 ein Minus von 2,3 Prozent. Der Wirtschaftsbau stagnierte im vergangenen Jahr (0,0 Prozent); lediglich der öffentliche Bau konnte Wachstum verzeichnen (1,9 Prozent).<sup>5</sup>

Die sehr unterschiedliche Bedeutung der einzelnen Baubereiche zeigt eine Aufschlüsselung des gesamten Bauvolumens: Nominal lag 2022 der Wohnungsbau bei 57,6 Prozent. Er weist weiterhin den mit deutlichem Abstand größten Anteil am Bauvolumen auf. Der Anteil des Wirtschaftsbaus (Hoch- und

Tiefbau) lag bei 29,0 Prozent und der Anteil des öffentlichen Baus bei lediglich 13,4 Prozent (Diagramm 1).<sup>6</sup>

## Ausblick auf die Jahre 2024 und 2025

Das DIW prognostiziert, dass sich Investoren dieses und nächstes Jahr zurückhalten werden. Verantwortlich dafür seien das noch immer hohe Preis- und Zinsniveau und die Verunsicherung bei Förderprogrammen.<sup>7</sup> Für das Jahr 2024 wird erwartet, dass das nominale Bauvolumen erstmals seit der Finanzkrise 2009 sinken wird: insgesamt um -3,5 Prozent auf ca. 546 Milliarden Euro (Tabelle 1). Preisbereinigt schrumpft das Bauvolumen insgesamt um 1,5 Prozent. Nach Baubereichen aufgeschlüsselt rechnet das DIW mit -3,4 Prozent im Wohnungsbau, mit 0,3 Prozent im Wirtschaftsbau und mit 2,5 Prozent im öffentlichen Bau.<sup>8</sup>

Für das Jahr 2025 erwartet das DIW eine leichte Verbesserung: Der Wohnungsbau soll real um 0,4 Prozent wachsen, der Wirtschaftsbau um 3,0 Prozent und der öffentliche Bau um 2,5 Prozent. Das nominale Bauvolumen insgesamt soll 2025 um 0,5 Prozent auf rund 549 Milliarden Euro steigen. Preisbereinigt wäre das ein Anstieg um 1,5 Prozent.<sup>9</sup>

Nachdem die Baupreise 2021, 2022 und 2023 enorm gestiegen waren, rechnet das DIW damit, dass sie dieses und nächstes Jahr sinken werden: 2024 voraussichtlich um -2,0 Prozent und 2025 um -0,9 Prozent.<sup>10</sup>

## Entwicklung des Ausbaugewerbes und des Bauhauptgewerbes

Preisbereinigt schrumpfte 2023 das Bauvolumen des von der Bauinstallation bestimmten Ausbaugewerbes das dritte Jahr in Folge: Das DIW ermittelte ein Minus von

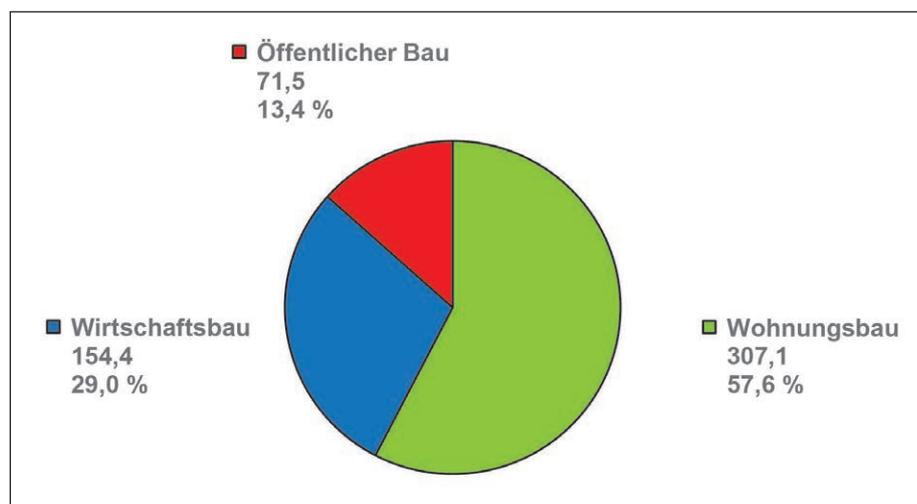


Diagramm 2: Struktur des nominalen Bauvolumens in Deutschland nach Produzentengruppen im Jahr 2022 (Hoch- und Tiefbau) – in jeweiligen Preisen in Milliarden Euro; Anteile in Prozent

Quelle: Bauvolumenrechnung des DIW Berlin, 2023



Tabelle 1: Entwicklung des Bauvolumens in Deutschland

	2018	2019	2020	2021	2022	2023*	2024*	2025*
<b>in Milliarden Euro zu jeweiligen Preisen</b>								
nominales Bauvolumen insgesamt	395,7	420,4	437,8	472,2	532,9	565,3	545,8	548,7
<b>real, Kettenindex 2015=100</b>								
reales Bauvolumen insgesamt	107,0	109,1	111,6	111,2	108,8	107,6	106,0	107,6
<b>Nach Baubereichen</b>								
Wohnungsbau	108,9	111,8	115,2	115,4	112,4	109,8	106,1	106,5
Wirtschaftsbau	103,3	104,6	104,9	104,8	102,7	102,7	103,1	106,2
Öffentlicher Bau	107,5	108,0	112,0	108,3	107,3	109,3	112,1	114,9
<b>Nach Produzentengruppen</b>								
Bauhauptgewerbe	111,0	114,0	117,9	116,1	115,2	114,7	114,2	116,4
Ausbaugewerbe	104,1	104,9	107,2	106,3	103,5	101,7	99,2	100,1
Sonstige Bauleistungen	110,2	112,6	114,2	114,8	112,7	111,5	109,8	111,6
<b>Veränderungen gegenüber dem Vorjahr in Prozent</b>								
nominales Bauvolumen insgesamt	6,9	6,3	4,1	7,8	12,9	6,1	-3,5	0,5
Preisentwicklung	4,9	4,3	1,8	8,2	15,1	7,1	-2,0	-0,9
<b>real, Kettenindex 2015=100</b>								
reales Bauvolumen insgesamt	2,0	2,0	2,3	-0,3	-2,2	-1,1	-1,5	1,5
<b>Nach Baubereichen</b>								
Wohnungsbau	2,3	2,7	3,1	0,8	-2,6	-2,3	-3,4	0,4
Wirtschaftsbau	1,0	1,2	0,3	0,2	-2,0	0,0	0,3	3,0
Öffentlicher Bau	3,1	0,5	3,7	-1,4	-1,0	1,9	2,5	2,5
<b>Nach Produzentengruppen</b>								
Bauhauptgewerbe	3,3	2,7	3,4	-1,5	-0,8	-0,4	-0,5	1,9
Ausbaugewerbe	1,5	0,7	2,2	-0,9	-2,7	-1,7	-2,5	0,9
Sonstige Bauleistungen	3,6	2,2	1,4	0,6	-1,8	-1,1	-1,5	1,6

\*Schätzungen

Quellen: Statistisches Bundesamt; DIW Bauvolumenrechnung, DIW Berlin, 2024

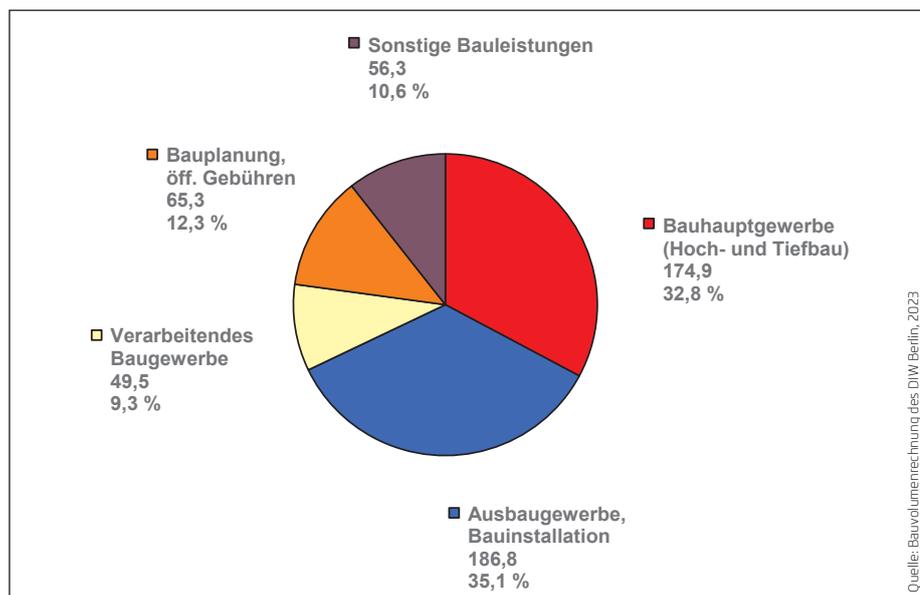


Diagramm 1: Struktur des nominalen Bauvolumens in Deutschland nach Baubereichen im Jahr 2022 (Hoch- und Tiefbau) – in jeweiligen Preisen in Milliarden Euro; Anteile in Prozent

1,7 Prozent (2022: -2,7 Prozent).<sup>11</sup> Für das Jahr 2024 wird sogar ein Minus von 2,5 Prozent erwartet. Im Jahr 2025 soll das Ausbaugewerbe dann leicht um 0,9 Prozent wachsen.<sup>12</sup>

Das Bauhauptgewerbe schrumpfte 2023 im Vergleich zum Vorjahr um 0,4 Prozent (2022: -0,8 Prozent). Für das Jahr 2024 wird ein Minus von 0,5 Prozent erwartet. 2025 soll das Bauhauptgewerbe mehr als das Ausbaugewerbe von der sich stabilisierenden Lage profitieren: Das DIW erwartet ein Plus von 1,9 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 2022 auf rund 81 Milliarden Euro (2021: 70,8 Milliarden Euro). Gut 28 Prozent des gesamten Bauvolumens im Hochbaubestand können laut DIW dem Baubereich „energetische Sanierung“ zugeschrieben werden<sup>15</sup> – damit ist die energetische Sanierung ein wichtiger Baubereich, der auch in den kommenden Jahren eine stabilisierende Wirkung auf die Bauwirtschaft haben wird.

Im Wohnungsbau stiegen im Jahr 2022 die Aufwendungen für energetische Sanierungen im Vergleich zum Vorjahr um 15,4 Prozent auf 60,4 Milliarden Euro.<sup>16</sup>

Das Bauvolumen der energetischen Maßnahmen im Nichtwohnbau stieg 2022 auf 20,6 Milliarden Euro (+11,7 Prozent im Vergleich zu 2021).<sup>17</sup>

Das DIW weist aber darauf hin, dass im Jahr 2022 „die Preise für Bestandsleistungen massiv gestiegen sind.“<sup>18</sup> Die realen Zuwächse würden im Wohnungsbau somit deutlich kleiner ausfallen bzw. 2022 sogar im negativen Bereich liegen. Im gewerblichen und öffentlichen Hochbau würde das reale Bestandsvolumen sogar schon seit Jahren schrumpfen.<sup>19</sup>

Die Entwicklung von Bauleistungen an bestehenden Gebäuden dürfte aus Sicht des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung durch Unsicherheiten und Unklarheiten bei der Förderung „ausgebremst oder zumindest verzögert werden.“<sup>20</sup> 2024 wird nominal ein Minus von 4,1 Prozent im Wohnungsbau erwartet (2023: +7,0 Prozent) und ein Minus von 2,0 Prozent im Nichtwohnbau (2023: +6,1 Prozent).<sup>21</sup> Für 2025 rechnet das DIW nominal mit einem leichten Minus von 0,3 Prozent im Wohnungsbau und einem Plus von 1,1 Prozent im Nichtwohnbau.<sup>22</sup>

**Tabelle 2: Energetische Sanierung bestehender Gebäude im Nichtwohnbau und Wohnbau**

	2016			2017		2018		2019		2020		2021		2022	
	in Mrd. €*	in Mrd. €*	Veränderung zum Vorjahr												
<b>Nichtwohnbau</b>															
Bestandsvolumen Nichtwohnbau (Öffentlicher + Wirtschaftsbaubau)	58,0	56,5	-2,6 %	57,8	2,4 %	59,7	3,3 %	60,8	1,9 %	61,4	0,9 %	65,3	6,4 %	72,7	11,3 %
Bauvolumen energetische Sanierung im Nichtwohnbau	17,6	18,4	4,7 %	18,7	1,9 %	16,8	-10,5 %	17,0	1,4 %	17,0	-0,1 %	18,4	8,4 %	20,6	11,7 %
Anteil d. Bauvolumens energetische Sanierung am Bestandsvolumen Nichtwohnbau	30,3 %	32,6 %		32,4 %		28,1 %		28,0 %		27,7 %		28,2 %		28,3 %	
<b>Wohnbau</b>															
Bestandsvolumen Wohnbau	131,3	136,3	3,8 %	143,2	5,0 %	153,1	6,9 %	165,6	8,1 %	173,5	4,8 %	189,1	9,0 %	213,7	13,0 %
Bauvolumen energetische Sanierung im Wohnbau	33,5	37,6	12,1 %	41,0	9,1 %	40,2	-2,0 %	43,2	7,6 %	47,3	9,3 %	52,4	10,8 %	60,4	15,4 %
Anteil d. Bauvolumens energetische Sanierung am Bestandsvolumen Wohnbau	25,5 %	27,5 %		28,6 %		26,2 %		26,1 %		27,2 %		27,7 %		28,3 %	

\*Zu jeweiligen Preisen Quellen: Statistisches Bundesamt; Neubausvolumenrechnung des DIW Berlin; Modernisierungsvolumen Heinze GmbH; Modellrechnung des DIW Berlin 2023

**Tabelle 3: Branchenumsätze der Haus- und Gebäudetechnik**

	2019	2020		2021		2022		2023*	
		in Mrd. €	Veränderung zum Vorjahr						
<b>HKS-Branche gesamt</b>	<b>61,8</b>	<b>66,2</b>	<b>7,1%</b>	<b>68,3</b>	<b>3,1%</b>	<b>74,4</b>	<b>9,0 %</b>	<b>78,7</b>	<b>5,8 %</b>
Inland	50,4	55,2	9,5 %	56,4	2,2 %	61,3	8,7 %	64,9	5,9 %
Ausland	11,4	11,0	-3,5 %	11,9	8,2 %	13,1	10,1 %	13,8	5,3 %

\* Schätzungen Quelle: Branchendaten Haus- und Gebäudetechnik 2022, B+L Marktdaten GmbH im Auftrag von Messe Frankfurt – ISH, VDS, VdZ, BDH, DGH, VDMA und ZVSHK, 2023

### Umsätze der TGA-Branche gestiegen

Die Umsätze der gesamten deutschen Branche der Haus- und Gebäudetechnik (HKS-Branche) sind im Jahr 2022 gewachsen: Sie stiegen um 9,0 Prozent auf 74,4 Milliarden Euro (Tabelle 3).<sup>23</sup> Die HKS-Branche konnte damit ihre seit vierzehn Jahren andauernde, positive Entwicklung fortsetzen. Sie war 2022 allerdings stark von den Preissteigerungen bei Materialien und Rohstoffen bestimmt. Für das Jahr 2023 prognostiziert die B+L Marktdaten GmbH ein Wachstum der HKS-Branche um 5,8 Prozent auf 78,7 Milliarden Euro.<sup>24</sup>

Der Inlandsumsatz der gesamten HKS-Branche stieg 2023 auf 64,9 Milliarden Euro (2022: 61,3 Milliarden); der Auslandsumsatz auf 13,8 Milliarden Euro (+ 5,3 Prozent).<sup>25</sup>

Die gesamte Branche der Haus- und Gebäudetechnik umfasste im Jahr 2023 rund 49.600 Unternehmen (-0,4 Prozent im Ver-

gleich zum Vorjahr) mit 545.000 Beschäftigten (+ 0,5 Prozent im Vergleich zum Vorjahr).<sup>26</sup>

<sup>1</sup> DIW Wochenbericht 1+2 (2024), S. 13.

<sup>2</sup> Ebenda.

<sup>3</sup> Ebenda, S. 4.

<sup>4</sup> Ebenda, S. 13.

<sup>5</sup> Ebenda.

<sup>6</sup> BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe – Berechnungen für das Jahr 2022. BBSR-Online-Publikation 53 (2023), Bonn 2023, S. 19.

<sup>7</sup> Wie Anm. 1, S. 4.

<sup>8</sup> Wie Anm. 1.

<sup>9</sup> Ebenda.

<sup>10</sup> Wie Anm. 1, S. 4 und S. 13.

<sup>11</sup> Wie Anm. 1.

<sup>12</sup> Ebenda.

<sup>13</sup> Ebenda.

<sup>14</sup> Wie Anm. 6, S. 32.

<sup>15</sup> Ebenda, S. 33.

<sup>16</sup> Wie Anm. 14.

<sup>17</sup> Ebenda.

<sup>18</sup> Wie Anm. 6, S. 31.

<sup>19</sup> Ebenda.

<sup>20</sup> Wie Anm. 1, S. 11.

<sup>21</sup> Ebenda, S. 8.

<sup>22</sup> Ebenda.

<sup>23</sup> Gemeinsame Pressemitteilung „Heizungssparte bleibt Haupttreiber der Umsatzentwicklung der SHK-Branche“ der VDS – Vereinigung Deutsche Sanitärwirtschaft e.V. und VdZ – Wirtschaftsvereinigung Gebäude und Energie e.V. vom 5. Juli 2023.

<sup>24</sup> Ebenda.

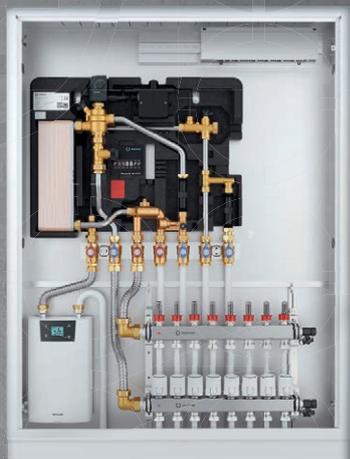
<sup>25</sup> Ebenda.

<sup>26</sup> Ebenda.

- ◆ Die ganze Welt der technischen Gebäudeausrüstung
- ◆ vom Konzept bis zum betriebsfähigen Gebäude
- ◆ mit Praxishilfen zu Planung, Technik und Betriebsführung



DIE tab ALS  
E-PAPER!  
REGISTRIEREN UND  
SOFORT LESEN!



# Wärmepumpe effizient integrieren? Unsere Stationen regeln das.

*Unsere Wohnungsstationen* kannst du mit *niedrigen Vorlauftemperaturen* betreiben und machst *Wärmepumpen so noch effizienter*. Damit sparst du zusätzlich Energie – und begegnest den Herausforderungen der Energiewende und bestehender Systeme gleichermaßen.



Mehr zur Regudis W-HTE  
Wohnungsstation auf  
[regudis.omentrop.com](https://regudis.omentrop.com)

Oventrop GmbH & Co. KG · Service-Hotline +49 2962 82100  
Paul-Oventrop-Str. 1 · 59939 Olsberg, Deutschland



**omentrop**

Wir regeln das. Seit 1851.