

MeteoViva Leistungsnachweis – Klimabereinigte Energiekosteneinsparung



Flughafen Düsseldorf

Prozent



DEKA Fleethof Hamburg

Prozent



DB ICE-Halle Krefeld

Energieeffizienz

# Digital Twin – Schlüssel zur Klimaneutralität

Klimaneutralität bis 2045 und steigende Ansprüche der Gebäudenutzer an Qualität des Raumklimas stellen Immobilien- und Energiewirtschaft vor Herausforderungen in noch nie da gewesener Größenordnung.

Nachhaltigkeit ist zu einem Wirtschaftsfaktor geworden. Die neue Generation von Gebäudeautomation, die mit Digital Twins und integriertem Datenmanagement arbeitet, nimmt dabei eine Schlüsselrolle ein.



**Markus Werner**  
ist Diplomingenieur  
Elektrotechnik,  
Gründer und Beirat  
der MeteoViva GmbH,  
Jülich.



Prozent



Generali Dominium Köln

Prozent



Hauptverwaltung Sparkasse Düren

Prozent

Autor: Markus Werner

### Klimaschutz heißt systemisch Denken und Handeln

Bis zum Beginn der Industrialisierung hat sich die Menschheit ausschließlich aus nachwachsenden Energierohstoffen wie Stroh oder Holz bedient. Mit Beginn der Industrialisierung um 1850 kam erstmalig Kohle zum Einsatz. Zu diesem Zeitpunkt lebten auf dem Planeten Erde ca. 1,3 Milliarden Menschen. Mit dem industriellen Fortschritt stiegen Wohlstand, Gesundheit und damit die Population und der Primärenergiebedarf. Bis 2019 versechsfachte sich die Weltbevölkerung, der Primärenergiebedarf pro Mensch vervierfachte sich und stieg exponentiell auf das 23-fache des Niveaus zu Beginn der Industrialisierung.

Heute speist sich unser Energiehunger zu 78 Prozent aus fossilen Energieträgern. Wissenschaftler machen international den anthropogenen, also von Menschen gemachten Ausstoß von Kohlendioxid maßgeblich dafür verantwortlich, dass sich das weltweite Klima verändert.

Dass dieser Trend nicht fortgesetzt werden kann, ist nicht nur vor dem Hintergrund des Klimawandels, sondern schlicht in der Endlichkeit der Rohstoffressourcen unverkennbar. Diese Erkenntnis hat den Gesetzgeber nach 130 Jahren industriellen Wachstums erstmalig veranlasst über Energieeffizienz nachzudenken und entsprechende Gesetze zur Umsetzung in die Praxis zu verabschieden.

Dies hat in Deutschland schon Wirkung gezeigt: Seit 1990 ist der Primärenergiebedarf von 14.905 Petajoule (PJ) um 21 Prozent auf 11.691 Petajoule (PJ) in 2020 gesunken.



**Früher hieß es Lage, Lage, Lage.**

Heute ist die Nachhaltigkeit im Bau und im Betrieb einer Immobilie der neue Maßstab zur kommerziellen Bewertung hinsichtlich Vermietbarkeit und Verkaufserlös.

### Aus der Krise zum nachhaltigen Wirtschaften

Nach der ersten Ölkrise 1973 wurde mit Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung (WSchVO) am 1. November 1977 eine Epoche eingeläutet in der zur Senkung des Heizenergieverbrauchs ausschließlich das Dämmen der Gebäudehülle im Vordergrund stand. Zu dieser Zeit fußte die Beheizung primär auf den kohlenstoffhaltigen Brennstoffen Kohle, Holz und Erdgas.

Aufgrund der in der Ölkrise dramatisch gestiegenen Brennstoffkosten wurde nach Alternativen zur Beheizung von Gebäuden gesucht. Erste elektrisch betriebene Wärmepumpen kamen zur Anwendung. Sie sollten die Vorboten einer fast vierzig Jahre später eingeläuteten Energiewende sein, in der elektrischer Strom zur Herstellung von gesundem Raumklima in der Immobilienwirtschaft eine zunehmend bedeutende Rolle spielt.

Nach der dritten Novelle wurde die WschVO am 1. Februar 2002 von der Energieeinsparverordnung (EnEV) abgelöst und damit erstmalig über reine Dämmmaßnahmen hinausgehend die Energieeffizienz der gebäudetechnischen Anlagen mit einbezogen. Die bis dahin parallel zur WschVO geführte Heizungsanlagenverordnung (HANVO) wurde in die EnEV integriert, womit regelungstechnische Anforderungen für einen energieeffizienten Betrieb erstmalig mit bauphysikalischen Anforderungen unter dem Dach eines ganzheitlichen Gesetzeswerkes in systemischer Betrachtungsweise zusammengefasst wurden.

Am 1. November 2020 löste das Gebäudeenergiegesetz (GEG) die EnEV ab. Der systemische Ansatz wurde durch Integration von ▶

Klimatisierung, Lüftungstechnik und des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes abgerundet. Mit der Veröffentlichung des Koalitionsvertrages der neuen Bundesregierung am 24. November 2021 geht eine Verschärfung des GEG einher, welche zusätzlich die Nutzung erneuerbarer Energie fest schreibt und den über Einzelgebäude hinausgehenden Quartiersansatz verfolgt.

Damit ist gesetzliche Grundlage für eine enge Verzahnung der Immobilien und Energiewirtschaft geschaffen, was die Voraussetzung für den Weg zu einem klimaneutralen Immobilienbestand ist.

### Nice to have? Nein, Nachhaltigkeit ist ein Wirtschaftsfaktor

Nachhaltigkeit entwickelt sich in der Immobilienbranche seit Verabschiedung des Klimaschutzziels CO<sub>2</sub>-neutral bis 2045 zu einem zentralen Markttreiber. Zahlreiche neue regulatorische Anforderungen auf EU-, Bundes- und Länderebene geben einen schnelleren Takt und ambitioniertere Ziele in Sachen nachhaltiges Wirtschaften vor. Zugleich bewirkt die Nachfrage von Gebäudenutzern und Investoren, die erwarten, dass der CO<sub>2</sub>-Ausstoß einer Immobilie in allen Lebensphasen ernsthaft reduziert wird, die Notwendigkeit neuer Strategien. Sowohl Immobilienfonds als auch das Corporate Real Estate Management und FM-Dienstleister arbeiten daher fieberhaft daran, nachweislich wirksame Maßnahmen für einen klimafreundlicheren Gebäudebetrieb zu identifizieren und umzusetzen.

Eine der größten Hürden dabei ist, Nachhaltigkeit überhaupt transparent zu machen. Dazu ist ein smartes Datenmanagement erforderlich. Zwar lassen sich relevante Verbrauchsdaten zu Energie, Wasser und Abfall sowie die Höhe der gebäudespezifischen Emissionen relativ leicht erfassen. Sie sind auch zunehmend Teil von Berichtstandards und unternehmensinternen Benchmarks. Ungleich schwerer ist es dagegen, die sozialen Aspekte der Nachhaltigkeit zu definieren, geschweige denn zu quantifizieren. Hier rückt die Qualität des Raumklimas und des Arbeitsplatzes in den Fokus.

### Das Dilemma der klassischen Gebäudeautomation

Die Gebäudeautomation ist eigentlich prädestiniert dafür, in allen drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – Soziales, Umwelt, Wirtschaft – spürbare Verbesserungen herbeizuführen.



**Die Qualität des Innenraumklimas hat heute noch nicht den Stellenwert erreicht, den sie verdient. Sie ist der wichtigste Faktor für die Nutzerzufriedenheit und Produktivität am Arbeitsplatz.**

Über die Steuerung der Immobilie lassen sich beispielsweise Betriebs- und Nutzungszeiten so synchronisieren, dass ein die Produktivität förderndes Raumklima herrscht und das Gebäude dabei energiesparend und ressourcenschonend betrieben wird. Das wiederum reduziert die Betriebskosten. Dieses Potenzial konnten klassische Automationssysteme jedoch nicht richtig ausspielen. Das hat verschiedene Gründe:

**Betreuung:** In vielen Gebäuden fehlt technisches Personal vor Ort, das sich um die Gebäudeautomation und -technik kümmern könnte. Die Wartung von technischen Anlagen erfolgt daher immer verzögert – entweder erst bei einer eingetretenen Störung oder in starren zeitlichen Intervallen nach Kalenderplanung.

**Ergonomie:** Die Bedienungsflächen der Gebäudesteuerungen sind oftmals zu komplex, wenig selbsterklärend und damit unbequem in der Anwendung. Einstellungen werden daher häufig beibehalten, selbst wenn diese nicht optimal sind für den laufenden Betrieb. Das hat jedoch zur Folge, dass Betriebszeiten und die Charakteristik der gebäudetechnischen Anlagen nicht zu dem Bedarf in den Kernnutzungszeiten passen. Es wird mehr Energie verbraucht als nötig.

**Bauphysik:** Ein Gebäude reagiert aufgrund seiner bauphysikalischen Speicherfähigkeit immer mehr oder minder träge auf Änderungen des Wetters und seiner Nutzung. Die Gebäudeautomation stellt mit seiner Sensorik laufend aktuelle Zustände in Raumklima und Anlagentechnik fest, Abweichungen von Sollwerten werden erkannt und regelungstechnisch darauf reagiert. Konsequenz: Bereitstellung von Wärme und Kälte laufen dem tatsächlichen Bedarf immer hinterher. Das führt zu einem unkomfortablen Raumklima, höheren Energiekosten und höheren CO<sub>2</sub>-Emissionen.

**Digitaler Rückstand:** Noch immer ist die Gebäudetechnik-Branche stark von Inseldelken geprägt. Jede Anlagenkomponente hat ihre proprietäre Regelungstechnik. Einzelne Anlagenteile sind ungenügend miteinander vernetzt. Es fehlt zudem an Schnittstellen in den Gebäuden, die es ermöglichen, Daten zusammenzuführen, zu analysieren und aus der Ferne auszuwerten. Hinzu kommt, dass Störungen aufgrund der mangelnden Vernetzung in vielen Fällen nicht oder erst wahrgenommen werden

wenn es schon zu Nutzerbeschwerden gekommen ist. Die Fehlersuche selbst gestaltet sich zeit- und kostenintensiver als sie es mit einem intelligenten Zusammenspiel der Systeme wäre.

### Die Zukunft der Gebäudeautomation basiert auf smarten Daten

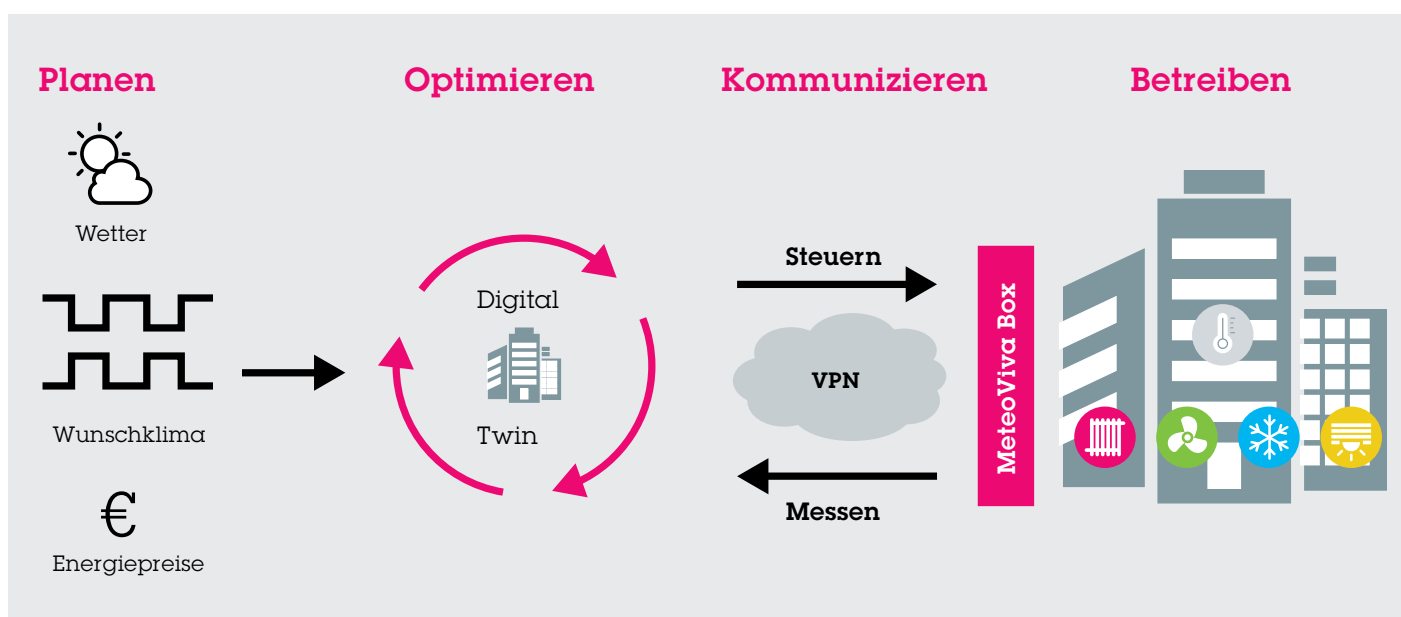
Ein Wendepunkt ist indes erreicht. Innovative Technologieunternehmen arbeiten seit Längerem an neuen digitalen Ansätzen und überzeugen mit ihren Lösungen mehr und mehr den Markt. Die bisherigen Platzhirsche erkennen zugleich, dass Kooperieren besser ist als miteinander zu konkurrieren. Denn zusammen lassen sich deutlich höhere Synergieeffekte und Schnelligkeit in puncto Nachhaltigkeit erzielen. Entstanden ist auf diese Weise eine neue Generation der Gebäudeautomation.

Pionier dieser neuen Generation ist die prädiktive Gebäudeautomation *MeteoViva Climate*. Die Idee zu dem Produkt wurde schon 1996 vom Gründer des Unternehmens *MeteoViva* geboren: mittels eines „Digital Twins“ und mathematischer Optimierungsalgorithmen wird die optimale Fahrweise der Anlagentechnik vorausberechnet und stellt darüber sicher, dass Nutzungs- und Wettereinflüsse sowie bauphysikalische Latenzen zu 100 Prozent „just in time“ im Betrieb der Gebäudetechnik berücksichtigt werden. Dies senkt in der Praxis die Energiekosten und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß von Bestandsgebäuden um 20 bis 47 Prozent.

Der Digital Twin ist die Abbildung der realen Physik und Nutzung einer Immobilie in der virtuellen Welt einer IT-Infrastruktur. Erst durch das Rechenmodell ist es überhaupt möglich, in einem Rechenzentrum den optimierten Betrieb zu einem Zeitpunkt vorauszuberechnen, der vor dem Zeitpunkt liegt, zu dem der Einsatz der berechneten Steuerdaten in Echtzeit im Gebäude erforderlich ist. Darin liegt der grundlegende Unterschied zur klassischen MSR-Technik (Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik): Sie kann immer nur im Moment einer unzulässigen Abweichung reagieren, weiß aber nicht, wie sich die Randbedingungen („Störgrößen“) in den kommenden Stunden entwickeln werden.

Ein angeschlossenes smartes Datenmanagement liefert die Grundlage dafür, dass sich die im Rahmen von Nachhaltigkeitsstrategien gesetzten Ziele realisieren und überprüfen lassen. Durch die kontinuierliche Erfassung der Messdaten und einen permanenten Vergleich mit den prognostizierten Solldaten werden bei solchen Lösungen unplanmäßige Veränderungen und Ausfälle eindeutig festgestellt. Die Prognose des Digital Twins ist dabei die Referenz für den technisch einwandfreien Betrieb.

Erkannte Fehler werden mittels einer datenbankgestützten Handlungsempfehlung in Klartext an das zuständige Facility Management gemeldet. Der FM-Mitarbeiter ist so schon informiert und kann die Fehlerbeseitigung ▶



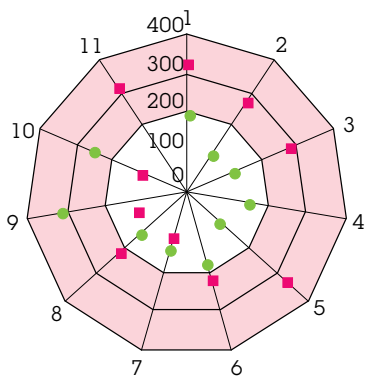
MeteoViva Climate Architektur



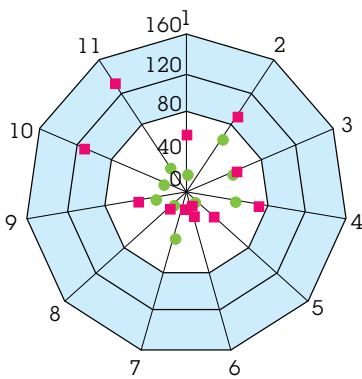
Raumklima nach DIN EN 15251

Gebäudetyp: Büro, Kategorie: II

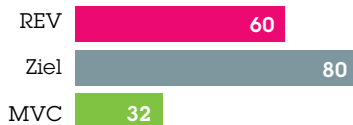
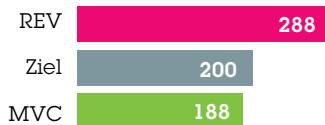
Gradstunden zu warm, Kh



Gradstunden zu kalt, Kh



● MVC  
■ REF



Ziel für Gesamtgebäude mit MVC-Betrieb erreicht? **Ja**

Nr.	Zonename	BGF, m <sup>2</sup>
1	Flachbau_Bueros	1241
2	OG_1_Nord	526
3	OG_1_Sued	526
4	OG_2_Nord	526
5	OG_2_Sued	526
6	OG_3_Nord	526
7	OG_3_Sued	526
8	OG_4_Nord	526
9	OG_4_Sued	526
10	OG_5_Nord	526
11	OG_5_Sued	526

MeteoViva Leistungsnachweis – Raumklimaqualität, Referenz (REF) vs. MeteoViva Climate (MVC)

starten, bevor der Mieter die Auswirkung in seinem Büro spürt. Mit einem integrierten Ticketsystem werden die Ereignisse dokumentiert und bleiben als sogenannte „Cases“ solange offen, bis die Fehlerursachen behoben und von dem FM-Mitarbeiter quittiert worden sind.

**Eine neue Basis für zertifizierte Nachhaltigkeit**

Eine vorausschauende Gebäudeautomation sorgt für ein gesundes, komfortables Innenraumklima und zahlt damit auf die sozialökonomische Komponente der Nachhaltigkeit ein.

Angenehme Raumtemperaturen und eine gute Luftqualität erhöhen das Wohlbefinden, eine Weisheit, die seit über 40 Jahren bekannt ist, aber noch viel zu wenig Einzug in die wirtschaftliche Bewertung von Raumklima gefunden hat. Gesundheitsrisiken sinken, die Produktivität am Arbeitsplatz steigt und Mitarbeiterbeschwerden nehmen nachweislich um bis zu 90 Prozent ab. Insbesondere in den Sommermonaten werden durch MeteoViva Climate mit der Einhaltung des gewünschten Raumklimas Überhitzungen im Büro vermieden und damit die Produktivität am Arbeitsplatz erhöht.

Früher hieß es „Lage, Lage, Lage“. Heute ist die Nachhaltigkeit im Bau und im Betrieb einer Immobilie der neue Maßstab zur kommerziellen Bewertung hinsichtlich Vermietbarkeit und Verkaufserlös. Der MeteoViva Leistungsnachweis dokumentiert dafür jährlich die klimabereinigten Verbrauchsdaten, CO<sub>2</sub>-Emissionen, Energiekosten und bewertet das Raumklima anhand von Gradstunden nach DIN EN 15251.

Die DGNB – Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen hat bereits erkannt, welche Bedeutung eine prädiktive Gebäudeautomation mit automatisierter Erfassung aller relevanten Daten als Bestandteil einer ganzheitlich ausgerichteten Nachhaltigkeitsstrategie hat. Im August 2021 hat sie MeteoViva Climate als Dienstleistung für das Zertifizierungssystem „DGNB Gebäude im Betrieb“ in der Version 2020 offiziell anerkannt. Damit sichert die smarte Datenlösung ihren Anwendern von vornherein zwischen 38 und 49 Prozent der erreichbaren Punkte, mindestens ein DGNB-Zertifikat in Bronze.

**Die Zukunft liegt im elektrischen Strom**

Der Anteil erneuerbarer elektrischer Energie hat von 4 Prozent in 1990 kontinuierlich auf fast 50 Prozent bis Ende 2020 zugenommen. Laut Koalitionsvertrag soll dieser Anteil durch massiven Ausbau von Photovoltaik und Windkraftanlagen bis 2030 auf 80 Prozent der deutschen Bruttostromerzeugung gesteigert, parallel der Gebäudebestand bis 2045 klimaneutral betrieben werden.

Es liegt in der Natur der regenerativen Energiequellen wie Wind- und Sonnenkraft, dass sie nicht 365 Tage im Jahr rund um die Uhr verfügbar sind. Tages- und jahreszeitliche Schwankungen fordern Energieversorger und Netzbetreiber heraus. Dies wird durch den politisch beschlossenen Ausstieg aus Kohle- und

Atomkraft noch verschärft. In 2020 lag der wöchentliche Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung in Deutschland zwar durchschnittlich schon bei 50 Prozent, wies aber eine Schwankungsbreite von 25 bis 70 Prozent aus! Dieses Unterfangen ist ohne Speichertechnologien nicht beherrschbar.

Neben chemischer Speicherung in Form von Wasserstoff oder in elektrischen Batterien schlummert in der Bauphysik des Immobilienbestandes ein gigantisches Potenzial für ein prädiktives Energiemanagement, das mit tageszeitabhängigen Energiepreisen zur Stabilisierung elektrischer und thermischer Versorgungsnetze beiträgt. Zur Veranschaulichung ein vereinfachtes Rechenbeispiel: Ein Bürogebäude von 45.000 Quadratmetern BGF mit 25 Zentimetern dicken Betondecken speichert bei einem täglichen Aufheizvorgang von 18 auf 22 °C eine Energiemenge von 32 Megawattstunden. Dies entspricht einer Reise mit einem Auto einmal um die Welt (40.000 Kilometer, 8 Liter Diesel auf 100 Kilometer)!

Aufgrund der thermischen Speicherfähigkeit der Gebäudekonstruktion ist es möglich, überschüssigen Strom aus dem Netz dann zu ziehen und daraus Wärme oder Kälte zur Speicherung in der Bauphysik zu produzieren, wenn der Strom tageszeitlich am preiswertesten ist.

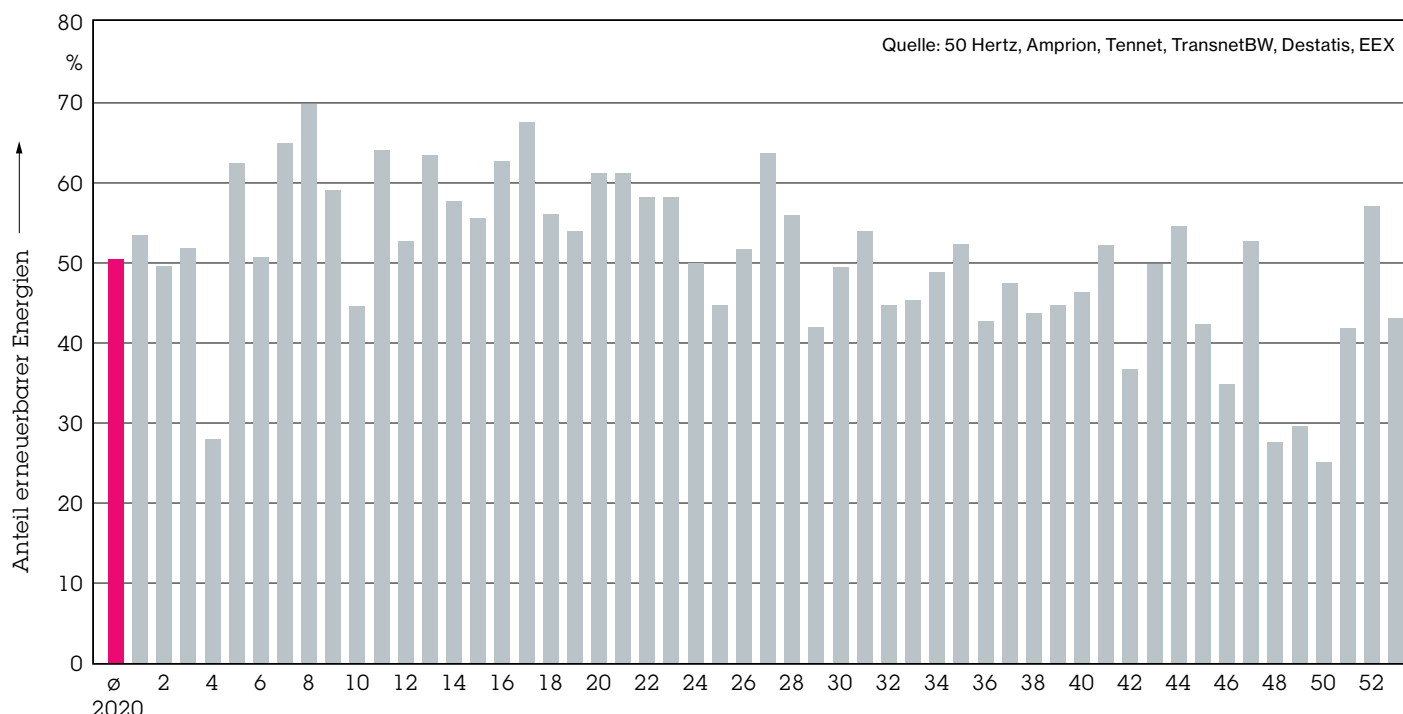
Dies gilt gleichermaßen für Fernwärme- und Gasnetze. Die thermische Trägheit erlaubt es die Energiezufuhr auf der Zeitachse so zu schieben, dass die Einhaltung eines gewünschten Raumklimas in der Kernnutzungszeit zu minimalen Energiekosten realisiert werden kann.

**Ausblick**

Der digitale Zwilling ist der Schlüssel für eine klimaneutrale Immobilienwirtschaft. Durch gebäudeübergreifende Betrachtung der Optimierungsaufgabe bilden Energieerzeugung, Energieverteilung und das Lastmanagement für Einzelgebäude und Quartiere eine Symbiose von Immobilien- und Energiewirtschaft mit dem Ziel,

- **CO<sub>2</sub>-Emission auf Null zu reduzieren,**
- **Versorgungssicherheit zu maximieren,**
- **Raumklima zu optimieren und**
- **Energiekosten zu minimieren.**

Bestandsimmobilien werden damit klimaneutral. Der Mieter freut sich über geringere Nebenkosten. Die Reduktion von Lastspitzen entspannt den Netzbetreiber. Und der Eigentümer genießt eine Wertsteigerung seiner Immobilie als systemrelevanter Partner der Energiewirtschaft. ■



Wöchentlicher Anteil an erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in Deutschland 2020