



wtb.be
Forscht • Entwickelt • Informiert

Kontakt

EINE AUSGABE DES WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN BAUZENTRUMS

2018/1

Sonderausgabe

Die **technischen Anlagen** der Zukunft



**Kombikreis-
laufanlagen**
S. 10-12

**Sanitär-
verteil-
anlagen**
S. 13-15

**Power over
Ethernet**
S. 20

**Integration von
technischen
Anlagen**
S. 24-25



Shutterstock



Renson

Inhalt 2018/1

	Gebäudeanlagen im Dienste des Nutzers	3
	Entwurf und Dimensionierung von intelligenten Anlagen	5
	Energiepufferung im Gebäude	7
	Kombikreislaufanlagen	10
	Eine neue Vorstellung von Sanitärverteilanlagen	13
	Wassersparende Sanitäreinrichtungen erfordern zusätzliche Maßnahmen!	16
	LED-Beleuchtung und visueller Komfort	18
	Power over Ethernet	20
	Lüftung von Wohnungen: Hybridsysteme und zukünftige Tendenzen	21
	Integration von technischen Installationen: eine Herausforderung für den Sektor	24
	Smart, sagten Sie Smart?	26
	Wie wärmen wir uns im Jahr 2050?	28



Die technischen Anlagen haben immer schon wesentliche Funktionen in unseren Gebäuden erfüllt und stehen auch heute noch stets im Mittelpunkt. Es erscheint uns daher nicht mehr als logisch, diesen thematischen WTB-Kontakt diesem Thema zu widmen.

Gebäudeanlagen

im Dienste des Nutzers



Funktionen der technischen Anlagen

Dank des Vorhandenseins von technischen Anlagen kann ein Gebäude dem Bedarf der Nutzer entsprechen.

Manchmal dienen die Anlagen dazu, die ‚Mängel‘ des Gebäudes zu beseitigen. So wird ein gut gedämmtes Gebäude doch noch **beheizt** werden müssen und reicht ein guter Sonnenschutz nicht

immer, um den Bedarf an Kühlung auszuschließen.

Ferner wird man, trotz einer intelligenten Nutzung von natürlichem Licht, doch noch **künstliches Licht** benötigen, um einen guten visuellen Komfort zu erreichen.

Um eine gute Luftqualität sicherzustellen, muss man wiederum eine **Lüftungs-**anlage in Anspruch nehmen. Schließlich

ist auch noch eine **Sanitär**installation erforderlich, um die Hygiene sicherzustellen.

Dieser thematische WTB-Kontakt wird näher auf die vier oben erwähnten Grundfunktionen eingehen. Andere – deshalb nicht weniger wichtige – Aspekte, wie z.B. akustischer Komfort, Multimedia und Sicherheit (z.B. Einbruchschutz, Brandschutz ...) werden in dieser Ausgabe allerdings nicht angesprochen.



Die Anstrengungen, die erbracht werden, um den CO₂-Ausstoß zu reduzieren, dürfen den Komfort der Nutzer nicht beeinträchtigen.

Zwei wichtige Randbedingungen: Energie und ICT

Bei der Wahl und dem Entwurf von technischen Anlagen muss – im Hinblick auf die Klimaschutzziele – auch darauf geachtet werden, dass der CO₂-Ausstoß, der vom Energieverbrauch stark abhängt, begrenzt bleibt. Dies ist möglich durch:

- die Verringerung des Energiebedarfs durch eine bessere Dämmung der Gebäude
- die Verbesserung der Energieeffizienz der Produktions-, Umwandlungs- und Verbrauchsprozesse
- den Einsatz erneuerbarer Energiequellen, die keine CO₂-Emissionen oder einen kurzen Regenerierungszyklus aufweisen (z.B. Biomasse).

Die Anstrengungen, die erbracht werden, um den CO₂-Ausstoß auf jedem der oben angegebenen Aktionsfelder zu reduzieren, dürfen den Komfort der Nutzer jedoch nicht beeinträchtigen.

Um den stets strengeren verordnungsrechtlichen Anforderungen zu genügen, werden die Anlagen immer komplexer. Sie stehen auch immer häufiger miteinander in Verbindung, was nicht nur eine bessere individuelle Regelung durch den Nutzer ermöglicht, sondern auch eine bessere Kommunikation mit dem Stadtteil oder der Stadt (z.B. für das Verwalten der Energieströme in intelligenten Strom- und Wärmenetzen). Die Kommunikations- und Internetanwendungen werden zukünftig aller Wahrscheinlichkeit nach eine wichtige Rolle spielen.

Was gibt es auf den folgenden Seiten zu lesen?

Zunächst werden wir die Wichtigkeit einer korrekten Dimensionierung in einem gut entworfenen Gebäude erläutern. Anschließend werden wir einige Innovationen vorstellen, die bereits jetzt angewandt werden können.

Danach wird über die zukünftigen Entwicklungen nachgedacht werden. Obwohl es sich hier keineswegs um exakte Vorhersagen handelt, können sie die derzeitigen Arbeiten des WTB durchaus stark beeinflussen.

Am Ende dieses Magazins werden schließlich eine Anzahl Projekte rundum technische Anlagen gelistet, an denen das WTB aktiv mitarbeitet.

Wir wünschen Ihnen auf jeden Fall beim Lesen viel Vergnügen!

*P. Van den Bossche, Ing., Leiter des Laboratoriums Heizung und Lüftung, WTB
A. Deneyer, Ir., Leiter der Abteilung Raumklima, Anlagen und Energieleistung, WTB*





Die technischen Anlagen dienen dazu, den Komfort der Nutzer sicherzustellen. Folglich müssen bei deren Entwurf die Erfordernisse der Nutzer und die Bestimmung des Gebäudes berücksichtigt werden. Diese zahlreichen Anlagen unterliegen gleichwohl einer stets steigenden Zahl von Anforderungen. Um deren optimale Arbeitsweise zu gewährleisten, müssen sie daher korrekt entworfen und dimensioniert werden.

Entwurf und Dimensionierung von intelligenten Anlagen

Gebäudehülle

Die Energieeigenschaften der Gebäudehülle haben einen großen Einfluss auf die **Dimensionierung der Anlagen**. Dank eines intelligenten Entwurfs dieser Hülle kann man den Heizungs- und Kühlbedarf verringern und die Anlagen ab der Entwurfsphase des Gebäudes korrekt dimensionieren. Da es nicht die Hauptfunktion der technischen Anlagen ist, Entwurfsmängel in der Gebäudehülle zu beseitigen, ist ein solcher intelligenter Ansatz wesentlich,

Die Energieeigenschaften der Gebäudehülle haben einen Einfluss auf den Entwurf und die Dimensionierung der Anlagen.

um zu einem leistungsfähigen Gebäude zu kommen.

Die Energieleistungen der Gebäudehülle, die unter anderem durch deren Wärmedämmung und deren Luftdichtheit gekennzeichnet sind, haben einen direkten Einfluss auf die **erforderliche Heizleistung** und den **Energieverbrauch der Heizungsanlage**. In dem Maße, wie das Gebäude besser gedämmt und luftdichter ist, nehmen die Energieverluste ab und reduziert sich die für die Heizungsanlage erforderliche Leistung.

Auch das Vorhandensein von Sonnenschutzeinrichtungen hat eine Auswirkung auf die Dimensionierung von bestimmten Anlagen. Dadurch, dass man diese Einrichtungen auf eine intelligente Weise ansteuert, lassen sich die Sonnengewinne und der Kühlbedarf möglichst klein halten. Auf diese Weise tragen die Sonnenschutzeinrichtungen auch zur Begrenzung des Überhitzungsrisikos bei. Wenn sie in einem Gebäude mit einer hohen thermischen Trägheit installiert werden (hoher Widerstand gegen Temperaturänderungen), lässt sich dieses Risiko noch besser beherr-

schen. Ein guter Entwurf der Gebäudehülle kann die Installation eines aktiven Kühlsystems somit überflüssig machen (außer in Extremfällen).

Nutzungsprofil des Gebäudes, Bedürfnisse der Nutzer und Kosten

Auch das Nutzungsprofil des Gebäudes und die Bedürfnisse der Nutzer haben eine direkte Auswirkung auf den Entwurf und die Dimensionierung der technischen Anlagen. Es sind mit anderen Worten die **Komfortbedürfnisse der Nutzer**, die für die Dimensionierung und die Leistungsfestlegung der Anlage ausschlaggebend sind.

Beim Entwurf der Anlage und deren Dimensionierung muss man außerdem auch die Kosten berücksichtigen, die sie verursacht:

- **Investitionskosten**, die sich ergeben aus dem Kauf des Materials (Kessel, Wärmepumpe, Wärmeverteilungssystem, Heizkörper, Regelsystem ...) und der Ausführung der Installationsarbeiten (Verlegung der Leitungen, geothermische Bohrung ...)



Shutterstock



Der Entwurf und die Dimensionierung sind von dem Nutzungsprofil des Gebäudes, den Bedürfnissen der Nutzer und den Kosten abhängig.

- **Betriebskosten**, die mit dem genutzten Brennstoff verbunden sind. Denn der Preis für ihn kann eine kleinere oder größere Volatilität aufweisen (Gas, Heizöl, Biomasse ...) oder auf Basis eines Stundentarifs abgerechnet werden, je nachdem ob der Brennstoff auf dem Netz (Strom oder Wärme) verfügbar ist oder nicht
- **Wartungskosten**, die mit der angewandten Technologie und dem genutzten Brennstoff zusammenhängen.

Energetische Flexibilität

Die Installateure werden zukünftig immer häufiger mit Systemen konfrontiert werden, die die Speicherung von Energie und/oder die Nutzung von erneuerbaren Energiequellen ermöglichen. Diese Tendenz ist mit der Entwicklung des **Energiemixes** (siehe unten stehenden Kasten) unweigerlich verbunden, der auf eine Verringerung der Nutzung fossiler Brennstoffe (Heizöl, Gas und Kohle) und einen Anstieg der Nutzung erneuerbarer Energie (thermische Solarenergie, photovoltaische Solarenergie, Windenergie, Wasserkraft und Biomasse) abzielt.

Das Vorhandensein von Systemen für die Speicherung von Energie und die Nutzung von erneuerbarer Energie in einer technischen Anlage haben einen Einfluss auf deren Entwurf und Dimensionierung, und zwar wegen der **Flexibilität**, die sie erfordern. Denken wir hier nur einmal an den Phasenunterschied zwischen der Erzeugung von Warmwasser mithilfe thermischer Solarplatten und dem Verbrauch dieses Wassers, das in jeder Anlage einen Boiler erforderlich macht.

Da die **Energietarife** je nach **Verfügbarkeit der Energie** variieren, berücksichtigen intelligente Regelsysteme auch diese Aspekte. Deshalb können die Anlagen in Abhängigkeit der Bedürfnisse der Nutzer und der Verfügbarkeit der Energie gesteuert werden: Strom-

netz, Wärmenetz ... Da, wo der Bedarf für das Gebäude (zu beheizendes Volumen, Wärmedämmniveau ...) und die Nutzer (Anzahl, Tätigkeitsbereich ...) charakteristisch ist, hängt die Menge an verfügbarer Energie häufig von den Witterungsverhältnissen und von dem Netz ab, was sich in einer Schwankung der Energiekosten äußert.

„Commissioning“ der Anlagen

Angesichts der stets strenger werdenden Komfortforderungen der Nutzer und der veränderlichen Verfügbarkeit von Energie, ist die Entwicklung hin zu korrekt entworfenen und dimensionierten Anlagen, die durch fortgeschrittene Managementsysteme angesteuert werden, unentbehrlich.

Obwohl dieser Trend eine Anpassung der Entwurfs- und Dimensionierungspraktiken erfordert (genaue Berechnung der installierten und genutzten Leistungen, Parametrierung der Steuerung ...), öffnet er auch Türen zu neuen „intelligenten“ Möglichkeiten wie z.B. *Smart Installations* und *Smart Monitoring*.

So wird das **„Commissioning“ der Anlagen** durch intelligente Managementsysteme erleichtert, die eine fortgeschrittene Überwachung derselben zulassen. Unter **„Commissioning“** versteht man einen vollständigen Prozess

der Überwachung und Verbesserung der Gebäudeleistungen in drei Schritten, die mehrmals durchlaufen werden können:

- den **Vergleich zwischen den vorhergesagten** (auf Basis von Berechnungen) **und den wirklichen Leistungen** (auf Basis des tatsächlichen Verbrauchs)
- die **Identifizierung der möglichen Vorgehensweisen zum Verbessern der Gebäude- und Anlagenleistungen** auf Basis von Messungen (Energieverbrauch, Temperatur ...) und/oder des *Feedbacks* der Nutzer (Beschwerden in Bezug auf einen mangelhaften Komfort oder eine fehlerhafte Arbeitsweise ...)
- die **Verbesserung der Arbeitsweise der Anlage**, beispielsweise dank der Anpassung (zusätzliche Sonden oder Regulierventile) und/oder der Nachregulierung der Anlage (neuer Stundenbetrieb, Änderung der Temperatur des Umlaufwassers ...).

Auch die Überwachung von unter anderem der Arbeitsweise der Anlagen, des Energieverbrauchs und der Entwicklung des Raumklimas ermöglicht es, sich davon zu vergewissern, dass die Ausgangsleistungen im Laufe der Zeit erhalten bleiben. |

A. Deneyer, Ir., Leiter der Abteilung
Raumklima, Anlagen und Energieleistung,
WTB

X. Loncour, Ir., Leiter der Abteilung Energie,
WTB

Der Energiemix

Der Energiemix repräsentiert die Verteilung der verschiedenen Primärenergiequellen, die zur Energieerzeugung genutzt werden und hängt ab von:

- der Verfügbarkeit von abbaufähigen Rohstoffen und der Möglichkeit diese zu importieren
- der Wichtigkeit des zu befriedigenden Energiebedarfs
- den politischen Entscheidungen, die sich aus der demografischen, ökonomischen, sozialen und ökologischen Situation ergeben.



Wie schon früher in diesem WTB-Kontakt erwähnt wurde, dienen die technischen Anlagen in erster Linie dazu, den Komfort der Nutzer sicherzustellen. Dazu nutzen sie jedoch eine gewisse Menge an Energie. Dieser Artikel geht näher auf die Problematik der Energiepufferung und auf die verschiedenen Lösungen ein, die in diesem Zusammenhang bestehen.

Energiepufferung im Gebäude

1 Pufferung zugunsten von bestimmten erneuerbaren Energiequellen

Brennstoffe sind eine bekannte und sehr kompakte Form der Energiepufferung. Je nach dem vorliegenden Fall können sie entweder (in einem Zimmerofen oder einem Heizkessel) in Wärme oder (in einem Wärme-Kraft-Kopplungssystem oder einer Brennstoffzelle) in Strom umgewandelt werden. Die meisten Brennstoffe bilden während der Verbrennung jedoch auch CO₂, das bedeutendste Treibhausgas.

Erneuerbare Energiequellen bilden eine interessante Alternative zu den fossilen Brennstoffen, deren Verbrauch aus ökologischen Überlegungen stark reduziert werden müssen. Wir möchten unterstreichen, dass Holz, angesichts seines kurzen Regenerierungszyklus und im Gegensatz zu den fossilen Brennstoffen, eine erneuerbare Energiequelle ist.

Bestimmte Energiequellen, wie z.B. Sonne und Wind, stehen allerdings nicht permanent zur Verfügung. Bei der Solarenergie äußert sich diese Veränderlichkeit sowohl kurzfristig (eine Minute

bis einige Stunden) als auch langfristig (einige Monate). Denken wir hier nur einmal an den Wechsel von Zeiträumen mit Bewölkung und Aufheiterungen und von Tag und Nacht einerseits und den Zeiträumen der Sonneneinstrahlung während der aufeinanderfolgenden Jahreszeiten andererseits.

Die Nutzung der erneuerbaren Energiequellen erfordert somit, dass man deren Verfügbarkeitszeiträume auf den Bedarf der Nutzer abstimmt. Die kurzfristige Veränderlichkeit kann dank der energetischen Flexibilität der Gebäude gelöst werden. Was die langfristige Veränderlichkeit betrifft, müsste eine saisonale Pufferung realisiert werden.

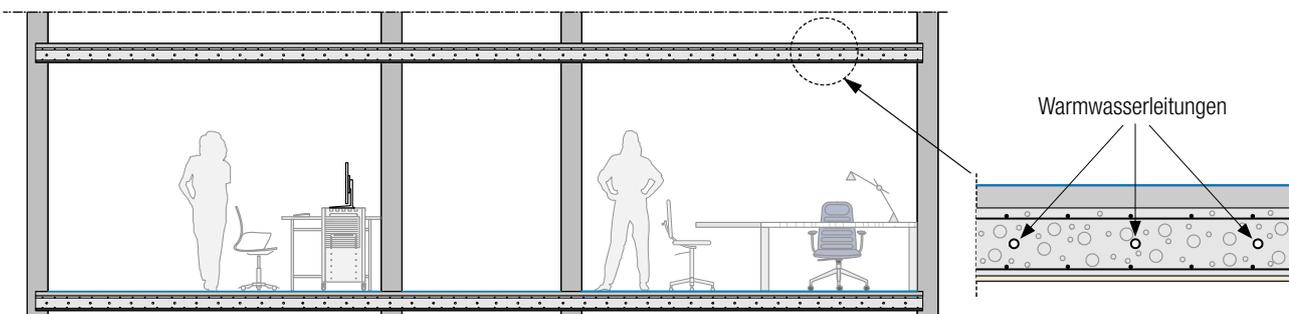
2 Energetische Flexibilität und saisonale Pufferung

Um diese zwei Konzepte zu veranschaulichen, haben wir uns für Sie die folgenden Beispiele ausgedacht.

Lassen Sie uns mit **dem ersten Beispiel** beginnen. Die Menge an Energie, die von einer Photovoltaikanlage an das Verteilungsnetz abgegeben wird, variiert

in Abhängigkeit der Sonneneinstrahlung auf die Solarplatten. Wenn lokal viele solche Anlagen vorhanden sind, können sie Erzeugungsspitzen zur Folge haben, die nicht vom Netz aufgenommen werden können. Bestimmte Anlagen werden dann auch vorübergehend vom Netz getrennt. Ein Teil des Stromverbrauchs unserer Gebäude könnte jedoch zeitlich verschoben werden, um besser mit diesen Spitzen übereinzustimmen und diese abzuschwächen. Wenn diese Verschiebung von einem Signal angesteuert wird, das von einem intelligenten Netzwerk stammt, dann spricht man von *Active Demand Response* (ADR). Dieses Signal kann entweder verwendet werden, um bestimmte Elektrogeräte (z.B. Waschmaschinen) einzuschalten oder die Energiepufferung zu aktivieren. **Dies kommt der energetischen Flexibilität des Gebäudes zugute.**

Lassen Sie uns jetzt einmal **das zweite Beispiel** untersuchen. Die Wärmeleistung, die von einem Solarboiler abgegeben wird, wird in Form von Warmwasser in einem Pufferbehälter gespeichert. Eine solche Anlage ermöglicht es, mehr als 50 % des jährlichen Bedarfs an sanitärem Warmwasser zu decken.



1 | System, das aus einem aktivierten Bauelement aufgebaut ist, das eine Pufferung in der thermischen Masse des Gebäudes ermöglicht.



Der Pufferbehälter kann problemlos die Veränderung der Sonneneinstrahlung im Laufe von einem Tag oder mehreren Tagen aufnehmen, ist aber nicht in der Lage, das Sonnendefizit im Winter zu kompensieren. Es ist folglich ein zusätzliches Gerät für die Warmwassererzeugung notwendig, während die übermäßige Sonneneinstrahlung im Sommer theoretisch den jährlichen Bedarf decken könnte, falls es möglich wäre, diese Energie mehrere Monate lang mithilfe eines **saisonalen Puffer-systems** zu puffern.

3 Lösungen für die Pufferung im Gebäude

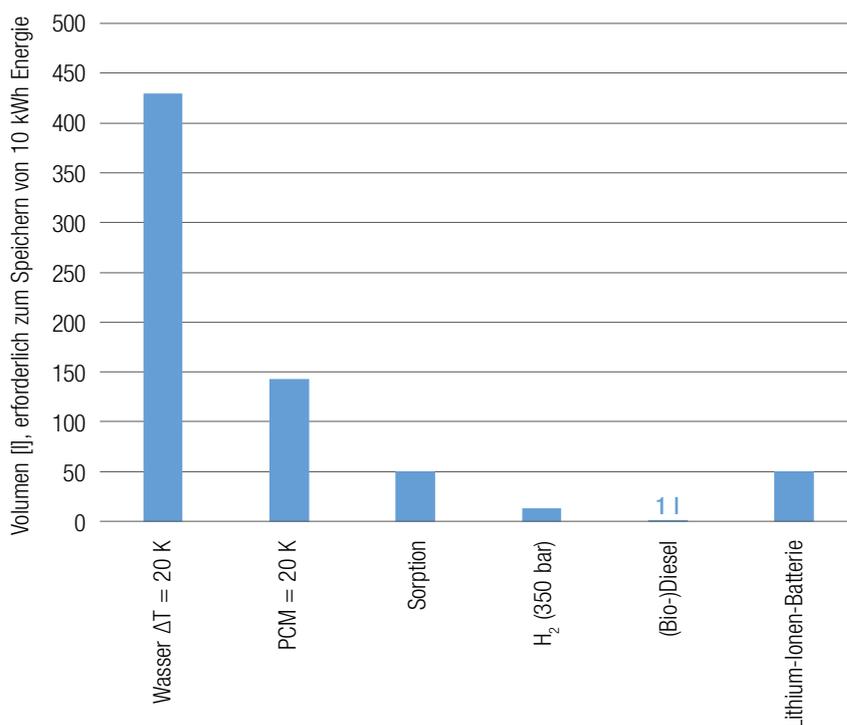
3.1 Struktur des Gebäudes

Ein Gebäude kann vorübergehend auf eine Temperatur, die höher als die Komforttemperatur ist, erwärmt werden, um während des darauffolgenden Zeitraums nicht mehr erwärmt zu werden. **So wird Energie in der thermischen Masse des Gebäudes gepuffert**, d.h. zwischengespeichert. Diese Pufferkapazität hängt von der Temperaturerhöhung, dem Gebäudevolumen und dem Konstruktionstyp ab. Eine Betonkonstruktion gestattet es nämlich, mehr Energie als in einer Holzkonstruktion zu speichern. Wenn diese Konstruktion durch Warmwasserleitungen (Fußbodenheizung oder Betonkernaktivierung, siehe Abbildung 1) anstatt durch eine Erhöhung der Raumlufttemperatur ‚aktiviert‘ (*) werden kann, nimmt die Pufferleistung zu, verringern sich die Wärmeverluste und der Komfort wird weniger beeinflusst.

3.2 Warmwasser-Pufferbehälter

Das Warmwasser kann in einem wärme-gedämmten Pufferbehälter gespeichert werden. Die Pufferkapazität hängt natürlich vom Volumen und von der Differenz zwischen der Speichertemperatur und der minimalen Nutzungstemperatur ab. Wasser gestattet es, ungefähr 1,2 Wh pro Liter und pro Grad zu puffern. Eine hohe

(*) Laut der Quelle www.dicobatonline.fr (2014) bedeutet der Ausdruck ‚aktivieren‘ das Zufügen eines Mittels, das eine Reaktion begünstigt oder beschleunigt.



2 | Vergleich der erforderlichen Volumen zum Puffern von 10 kWh Energie nach verschiedenen Verfahren.

Speichertemperatur geht jedoch nicht nur mit einer Zunahme der Menge an gepufferter Energie, sondern auch mit Wärmeverlusten einher. Sollte die Speichertemperatur bis unter die Solltemperatur sinken, dann muss eine zusätzliche Energiequelle aktiviert werden.

3.3 Phasenübergangsmaterialien (PCMs)

Beim Phasenübergang eines Materials wird viel Energie freigesetzt (latente Wärme). So geht die Eisbildung mit einer Energieabgabe von 93 Wh/l einher, d.h. einer viermal höheren Abgabe als die Energie, die bei einer Temperaturänderung von 20 °C freigesetzt wird. Die Eisbildung erfolgt allerdings bei einer Temperatur von 0 °C und erfordert eine Wärmepumpe zur Erzeugung von Energie auf einer geeigneten Temperatur. Es existieren spezifische Materialien, bei denen der Phasenübergang bei einer direkt nutzbaren Temperatur stattfindet (zwischen 20 und 60 °C). Obwohl die bekanntesten PCMs organische Verbindungen sind, wie z.B. die Paraffine, die in Kerzen verwendet werden (Energieabgabe von etwa 50 Wh/l), weisen anorganische Verbindungen im Allgemeinen bessere Leistungen auf. PCMs finden gegenwärtig nur wenig Anwendung in HVAC-Systemen,

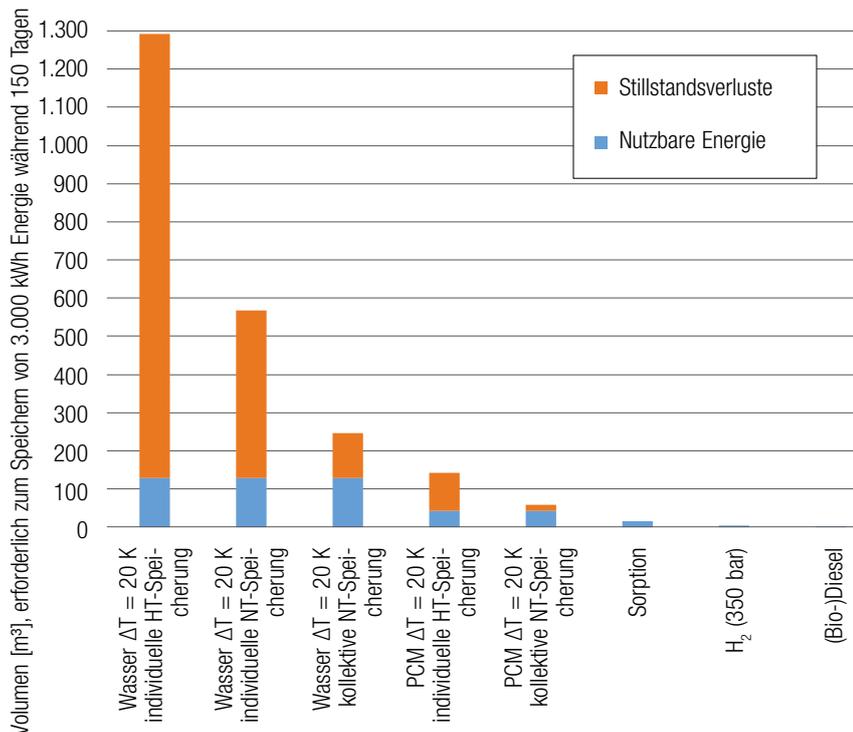
und zwar wegen ihrer schlechten Wärmeübertragung in der festen Phase, ihrer Kosten und der Notwendigkeit, sie physikalisch von anderen Flüssigkeiten in der Anlage zu trennen.

3.4 Pufferung durch ‚Sorption‘

Dadurch, dass man bestimmte Salze durch Adsorption oder Absorption innerhalb eines Reaktors mit Wasserdampf reagieren lässt, kann eine beträchtliche Menge an Wärme freigesetzt werden. Theoretisch könnte man einen Wert von größer als 1000 Wh/l Salz erreichen. Die Menge an Energie, die von den fortgeschrittensten Prototypen aus trockenem Salz entzogen werden kann, schwankt gegenwärtig jedoch eher um den Wert von 200 Wh/l. Da die Pufferung nicht thermischer Art ist, treten auch keine Wärmeverluste auf. Die Energie kann so während eines sehr langen Zeitraums aufbewahrt werden, sofern der Feuchtigkeitsgrad gut kontrolliert wird. Der Energieinhalt wird durch die Trocknung des Salzes im Sommer regeneriert.

3.5 Elektrische Batterien

Die **Speicherung elektrischer Energie in Form elektrochemischer Energie in**



3 | Speichervolumen, erforderlich für das Puffern von 3.000 kWh während einer Heizperiode von 150 Tagen.

einer Batterie existiert schon einige Zeit und wird hauptsächlich bei mobilen Anwendungen angewandt. Über die Lithium-Ionen-Technologie (Li-Ion) mit entsprechender Energiedichte beginnt diese Form der Energiepufferung jedoch auch ihren Weg in unsere Wohnungen zu finden. Die Energiedichte der derzeitigen Batterien liegt in der Größenordnung von 200 Wh/l, was mit der Energiemenge vergleichbar ist, die durch Sorption gepuffert werden kann (siehe § 3.4). Die Ladeleistung einer Batterie ist bezüglich der Umgebungstemperatur und der Qualität der Ladezyklen empfindlich. Eine nicht konforme Nutzung kann die Lebensdauer stark reduzieren.

4 Vergleich zwischen den verschiedenen Systemen

Ein Pufferbehälter ist charakterisiert durch seine **Energiedichte**, also die maximale Menge an Energie, die pro Liter oder pro m³ gespeichert werden kann. In Abbildung 2 wird das Volumen veranschaulicht, das erforderlich ist, um 10 kWh zu speichern, und zwar für verschiedene Systeme. Diese Energiedichte kann um einen Faktor 10 bis 100 variieren. Ein Pufferbehälter ist auch charakterisiert durch die Verluste, die mit der Art und der Qualität des Behäl-

ters (z.B. Wärmeverluste), aber auch der Speicherdauer inhärent verbunden sind. Die Größe dieser Verluste ist in Abbildung 3 für eine Zwischenspeicherung von 3.000 kWh während 150 Tage veranschaulicht.

Die Pufferung von Energie über kürzere Zeiträume kann mithilfe von existierenden Mitteln, wie z.B. der Gebäudestruktur oder eines Warmwasser-Pufferbehälters erfolgen. Solange die Speicherdauer kurz bleibt, werden auch die Wärmeverluste klein bleiben, so dass die Nutzung von leistungsfähigeren – aber auch teureren – Systemen, wie z.B. PCMs oder eine thermophysikalische Pufferung („Sorption“) nicht gerechtfertigt ist. Elektrische Batterien eignen sich ebenfalls sehr gut für die kurzzeitige Pufferung. Ihrem hohen Preis steht der Vorteil gegenüber, dass die Energie direkt in Form von Elektrizität abgegeben werden kann.

Bei der Pufferung über mehrere Monate geht es um viel größere Energiemengen (einige kWh für die Flexibilität gegen einige MWh für die saisonale Pufferung). Damit das Speichervolumen vertretbar bleibt, müssen die Verluste begrenzt werden und muss die Energiedichte hoch sein. Die elektrischen Batterien, die gegenwärtig auf dem Markt verfügbar sind, sind dafür weniger geeignet.

Denn sie sind nicht mit den langen Lade- und Entladezyklen kompatibel. Darüber hinaus liegen die Kosten pro installierter Kilowattstunde momentan noch im oberen Preissegment.

Im Falle einer klassischen Energiepufferung in Wasser müssten wir für ein individuelles Speichersystem auf hoher Temperatur ein Volumen von nicht weniger als 1.300 m³ vorsehen. Dieses Volumen könnte dann mehr als halbiert werden, falls wir die nutzbare Puffertemperatur auf 40 °C absenken könnten (Niedertemperatursystem - NT). Der Anschluss von 10 Wohnungen (kollektives System) an einem großen Puffer könnte wiederum die Wärmeverluste dermaßen reduzieren, dass ein Volumen von 230 m³ pro Wohnung ausreichen könnte. Die Umstellung von Wasser auf PCMs könnte dieses Volumen noch weiter auf etwa 85 bis 35 m³ pro Wohnung reduzieren.

Die Nutzung eines Sorptionssystems mit einer noch höheren Energiedichte und das Nichtvorhandensein von Wärmeverlusten vorausgesetzt, könnte das nutzbare Volumen noch weiter auf 15 m³ reduziert werden. Im Vergleich zum geringen Volumen von 4 m³, das erforderlich ist für die Speicherung von Wasserstoffgas unter hohem Druck oder 300 Liter (Bio-)Diesel, erscheint dies noch immer viel, aber da die Umwandlung und die Pufferung von Wärme über einen Sorptions-Desorptions-Zyklus viel effizienter verläuft als über den Umweg von synthetisch hergestellten Brennstoffen, handelt es sich hier doch um eine vielversprechende Technologie.

5 Schlussfolgerung

Die Energiepufferung ist eine technische Lösung, die zahlreiche Perspektiven für den vermehrten Einsatz von erneuerbaren Energiequellen und deren optimalen Nutzung in Gebäuden eröffnet. Durch die fehlenden finanziellen Anreize hat man wirtschaftlich gesehen gegenwärtig jedoch wenig Interesse daran, diese anzuwenden. Eine Anpassung der Energietarife könnte diese Situation eingehend verändern. |

*X. Kuborn, Ir., und J. Van der Veken, Ir.,
Projektleiter, Laboratorium Heizung und
Lüftung, WTB*



Was die Heizung und die Erzeugung von sanitärem Warmwasser (SWW) angeht, können Appartmenthäuser sowohl mit einer individuellen als auch einer kollektiven Anlage ausgestattet werden. Kombikreislaufanlagen bilden einen besonderen Typ kollektiver Anlagen, der in der letzten Zeit immer häufiger zur Anwendung kommt. In diesem Artikel gehen wir nicht nur näher auf die Vorteile ein, die die Kombikreislaufanlagen zu bieten haben, sondern auch auf einige zu beachtende Punkte bei solchen Systemen.

Kombikreislaufanlagen

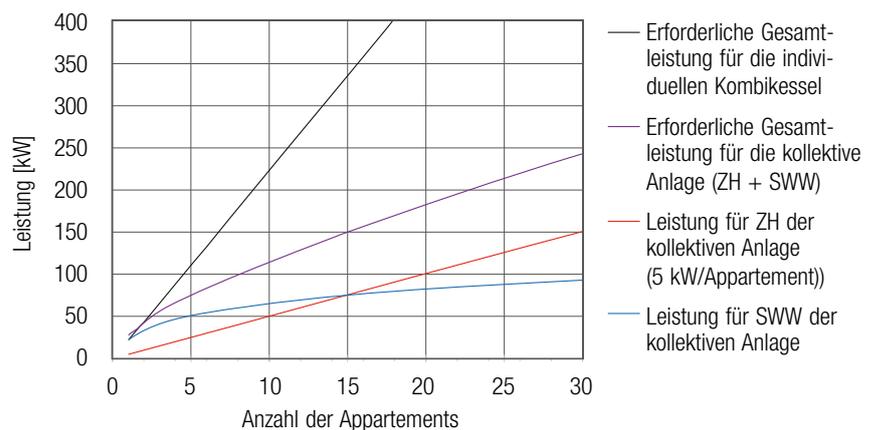
Individuelle versus kollektive Anlagen

Gegenwärtig werden Appartements häufig mit individuellen Gas-Brennwertkesseln ausgestattet, die den Bedarf an Heizung und sanitärem Warmwasser (SWW) decken. Dies ist eine bekannte und billige Lösung, die es häufig auch leicht macht, für die Nutzer individuelle Abrechnungen (Verbrauch, Fakturierung ...) zu erstellen. Diese Kessel müssen jedoch so dimensioniert werden, das sie jederzeit den Bedarf an sanitärem Warmwasser (20-25 kW pro Appartment) decken können, wodurch sie nicht selten bezogen auf den begrenzten Heizungsbedarf der Appartements zu groß ausgelegt werden.

Für kollektive Anlagen kann man bei der Dimensionierung den Gleichzeitigkeitseffekt hinsichtlich des SWW-Bedarfs berücksichtigen. Denn es ist unwahrscheinlich, dass alle SWW-Entnahmepunkte im Gebäude zur gleichen Zeit genutzt werden. Das steht dem Sachverhalt gegenüber, dass der Heizungsbedarf (Zentralheizung, ZH) ungefähr mit der Anzahl der Appartements linear ansteigt.

In Abbildung 1 wird ein Vergleich zwischen der erforderlichen Gesamtleistung für Heizung und SWW in einem fiktiven Appartmenthaus vorgenommen, das einerseits mit individuellen Kombikesseln und andererseits mit einer kollektiven Anlage ausgestattet wurde. Die erforderliche Leistung wird in Abhängigkeit der Anzahl der Appartements aufgetragen und es wurde für die erforderliche ZH-Leistung von einem festen Wert von 5 kW pro Appartment ausgegangen.

Durch die rechnerische Berücksichtigung des oben erwähnten Gleichzeitigkeitseffekts hinsichtlich des SWW-Bedarfs,



1 | Vergleich zwischen der erforderlichen Gesamtleistung für Heizung und SWW in einem Appartmenthaus, ausgestattet mit individuellen Kombikesseln (schwarze Kennlinie) und kollektiven Geräten (violette Kennlinie) in Abhängigkeit der Anzahl der Appartements.

kann man, was die Gesamtleistung (ZH + SWW) für die kollektive Anlage betrifft (violette Kennlinie), einen beachtlich kleineren Wert handhaben als die Summe der Leistungen aller individuellen Kombikessel (schwarze Kennlinie). Andererseits wird aber in ein größeres Verteilernetz investiert werden müssen, was auch zusätzliche Verteilungsverluste mit sich bringt.

Klassische kollektive Anlagen versus Kombikreislaufanlagen

Bei klassischen kollektiven Anlagen erfolgen die Wärmeverteilung (ZH) und die Verteilung des SWW zu den Appartements über zwei getrennte Kreise. Für die Wärmeverteilung (ZH) wird technisches Wasser verwendet, während das SWW zentral erzeugt und als SWW verteilt wird.

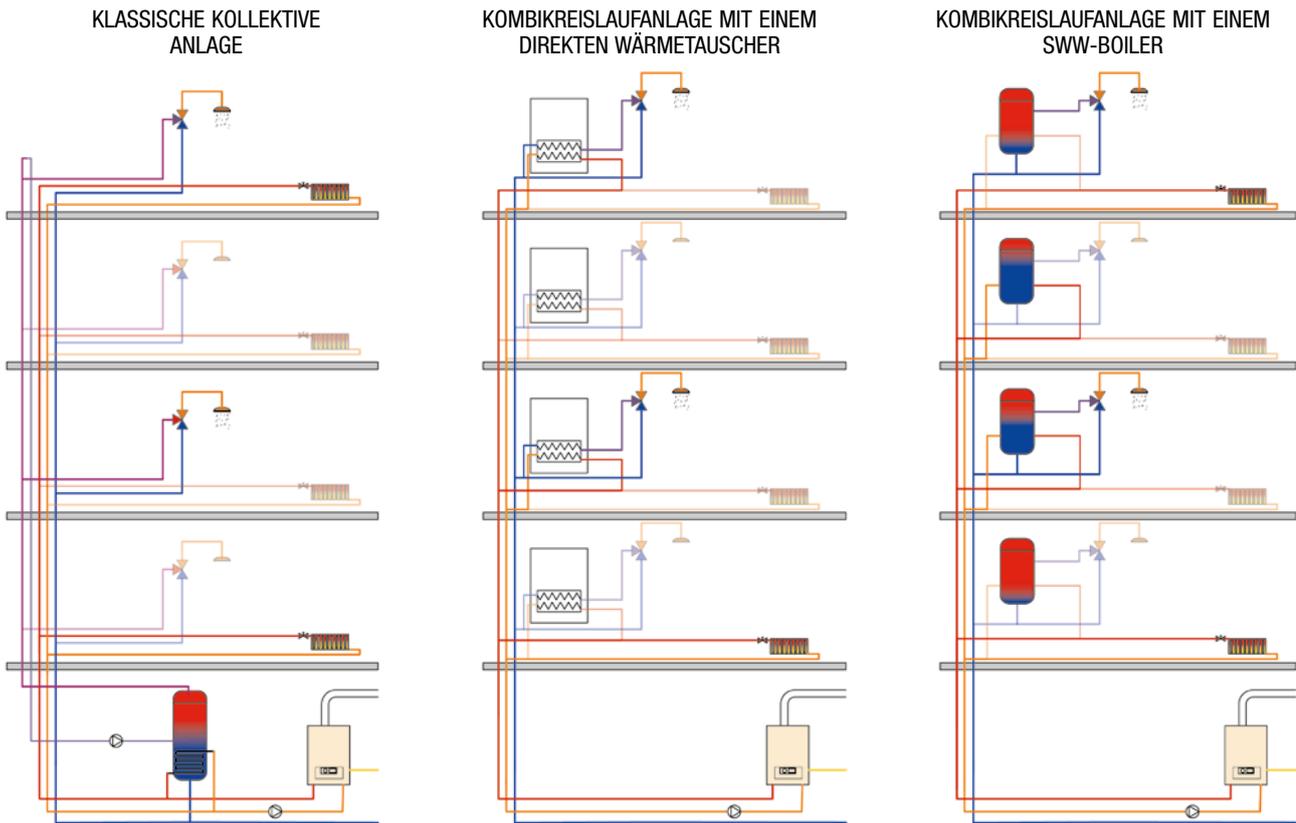
Bei einer Kombikreislaufanlage wird die Wärme, sowohl für das SWW als auch für die Heizung (ZH) zentral erzeugt und über einen Primärkreis mit technischem

Wasser zu den technischen Modulen der Appartements (TMA) gebracht.

Die eigentliche SWW-Erzeugung erfolgt jedoch erst innerhalb des TMA selbst, das auch mit sanitärem Kaltwasser versorgt wird, das vom öffentlichen Versorgungsnetz stammt.

In Abbildung 2 sieht man links eine klassische kollektive Anlage und rechts davon zwei Kombikreislaufanlagen mit einem unterschiedlichen TMA-Typ: einem direkten Wärmetauscher (Mitte) einerseits und einem SWW-Boiler (rechts) andererseits. Da wo bei einer klassischen Anlage fünf vertikale Leitungen im Schacht erforderlich sind, sind bei einer Kombikreislaufanlage drei Leitungen ausreichend, weil die SWW-Erzeugung in dem Fall in den Appartements selbst stattfindet.

Die Erzeugung von SWW erhält bei einer Kombikreislaufanlage in der Regel den Vorrang gegenüber einem etwaigen Heizungsbedarf vonseiten des Appartements. Dies hat jedoch nur einen



2 | Klassische kollektive Anlage (links), Kombikreislaufanlage mit einem direkten Wärmetauscher (Mitte) und Kombikreislaufanlage mit einem SWW-Boiler (rechts). Die nicht aktiven Teile der Anlage wurden halbtransparent dargestellt.

begrenzten Einfluss auf den thermischen Komfort des Apartments, da das Heizungssystem und das Gebäude über eine ausreichende Trägheit verfügen, um diesen Zeitraum ohne Heizung zu überbrücken.

Da wo bei einer klassischen Anlage in demselben Apartment gleichzeitig ein Verbrauch für ZH und SWW auftreten kann (beide Verteilungsleitungen sind vollständig gefüllt in Abbildung 2, links) wird das TMA bei einer Kombikreislaufanlage mit einem Wärmetauscher entweder die SWW-Erzeugung (vorrangig) oder die Heizung (siehe Abbildung 2, Mitte) sicherstellen.

Bei einer Kombikreislaufanlage mit Satellitenboilern ist es dagegen durchaus möglich, gleichzeitig zu duschen und zu heizen (siehe Abbildung 2, rechts).

Nach der darauffolgenden Abkühlung des Boilerbehälters wird der Wärmetauscher des Boilers den Vorrang erhalten (siehe Abbildung 2, rechts, Situation auf der zweithöchsten Etage).

Es existieren sowohl TMA für Hoch- als auch Niedertemperatur-Heizungssysteme. Die beiden TMA-Typen können innerhalb ein und derselben Anlage kombiniert werden. Die meisten TMA mit einem Wärmetauscher verfügen über eine Komforteinstellposition, mit der dieser Tauscher ständig auf Temperatur gehalten wird (vor allem um die Wartezeit auf SWW zu verringern).

Vorteile von Kombikreislaufanlagen

Kombikreislaufanlagen weisen viele

Vorteile auf. **Denn sie bieten neben einer niedrigen installierten Gesamtleistung auch viele Kombinationsmöglichkeiten mit energiesparenden Technologien, wie z.B. solarthermischen Systemen, Wärmepumpen, der Wärme-Kraft-Kopplung oder einen späteren Anschluss an ein Wärmenetz.** Die Wärmeverteilungen müssen dafür jedoch durch das gesamte Apartmenthaus hindurch verlaufen, was natürlich mit zusätzlichen Wärmeverlusten einhergeht. Diese werden auch während der Heizperiode dennoch stets niedriger sein als bei einem klassischen kollektiven System.

Ferner ist das Risiko der Legionellenentwicklung in einer Kombikreislaufanlage kleiner als in einem klassischen System mit Zirkulationsleitung. Um der Entwicklung von Legionellen vorzubeugen, wird für die TMA mit Wärmetauscher empfoh-

Die Erzeugung von SWW erhält bei einer Kombikreislaufanlage in der Regel den Vorrang gegenüber einem etwaigen Heizungsbedarf vonseiten des Apartments.



len, diese Letzteren ständig auf 60 °C zu halten. Bei einer schlechten Einregelung des Primärkreislaufs könnten einige TMA die erforderliche Temperatur von 60 °C möglicherweise nicht erreichen, mit allen Problemen in Bezug auf den thermischen Komfort, die sich daraus ergeben. Hierdurch wird eine schlechte Einregelung schneller erkannt werden als bei einer klassischen kollektiven Anlage. Für die TMA mit Satellitenboilern gilt, genauso wie für andere Boiler, dass das gesamte Wasservolumen bis auf eine Temperatur von mehr als 60 °C gebracht werden muss.

Schließlich wird in den meisten Kombikreislaufanlagen pro TMA sowohl das Wasser als auch der Energieverbrauch überwacht, wodurch eine individuelle Fakturierung in Abhängigkeit des tatsächlichen Verbrauchs möglich wird (wie es auch der Fall bei den individuellen Gaskesseln ist). Es gibt aber auch einige offensichtliche Vorteile in Bezug auf dieses letzte System. So müssen keine Leitungen zur Gasverteilung und zur Rauchgasableitung in jedem Appartement vorgesehen werden. Ferner ist für die Instandhaltung der Wärmeerzeugungseinheit kein Zugang zu den Apartments erforderlich.

Zu beachtende Punkte

Neben den oben erwähnten Vorteilen gibt es bei Kombikreislaufanlagen auch eine Anzahl von Punkten mitzuteilen, die speziell zu beachten sind. **Wenn die Härte des Sanitärwassers in der Kombikreislaufanlage größer ist als 25 °fH, dann wird eine Wasserenthärtung wärmstens empfohlen.** Dies gilt umso mehr im Falle von TMA mit Wärmetauschern. Eine Enthärtung bis 15 °fH ist vorzuziehen. Für die Enthärtung sind zwei Arbeitsweisen möglich:

- entweder wird das gesamte Wasser enthärtet, somit auch das Wasser, das nie erwärmt und beispielsweise für die Toilettenspülung genutzt werden wird (d.i. die am häufigsten gewählte Option)
- oder es werden zwei getrennte Kaltwasserverteileranlagen vorgesehen, eine mit enthärtetem Wasser und eine mit nicht enthärtetem Wasser.

Es wird auch empfohlen, sich zu verge-

Das Risiko der Legionellenentwicklung in einer Kombikreislaufanlage ist kleiner als in einem klassischen System mit Zirkulationsleitung.

wissern, **dass die TMA mit einer Rückschlagklappe (vom Typ EA) in Höhe des Kaltwasseranschlusses ausgestattet sind.**

Der wichtigste zu beachtende Punkt ist jedoch, dass bis jetzt keine Dimensionierungsnorm oder allgemein akzeptierte Berechnungsmethode für Kombikreislaufanlagen existiert. Eine einfache Addition des kollektiven Heizungs- und Sanitärwarmwasserbedarfs, wie sie in Abbildung 1 (violette Kennlinie) dargestellt ist, wird zu einem überdimensionierten System führen. Denn der SWW-Bedarf kann als ein sehr kurzzeitiger Spitzenbedarf betrachtet werden, während der Heizungsbedarf viel regelmäßiger ist und sogar eine kurze Unterbrechung vertragen kann. In einem Gebäude mit einer großen Anzahl von Apartments wird der Gesamtwärmebedarf (ZH + SWW) gewöhnlich nahezu mit dem Wärmebedarf für die Heizung übereinstimmen. Für kleinere Apartmenthäuser besteht dagegen noch Unklarheit über die zu befolgende Berechnungsmethode. Wir empfehlen deshalb, vorläufig die von den Herstellern der TMA vorgeschriebene Methode anzuwenden.

Laufende Untersuchung

Im Rahmen des Instal2020-Projekts (VIS) werden nicht nur zahlreiche individuelle und kollektive Anlagen überwacht, sondern es werden auch detaillierte Simulationen ausgeführt, um einen korrekten Vergleich zwischen den verschiedenen Heizungs- und SWW-Konzepten machen zu können. Angesichts dessen, dass kein einziges Gebäude (oder keine dazu gehörende Anlage) identisch ist und auch das Nutzerverhalten stark unterschiedlich sein kann, sind die In-situ-Messungen häufig schwer zu interpretieren. **Dank der virtuellen Simulationsumgebung des Instal2020-Projekts ist es möglich, diese Parameter und Randbedingungen**

besser zu berücksichtigen und so Äpfel wirklich mit Äpfeln zu vergleichen. Auf dieser Grundlage können besser erhärtete Abwägungen vorgenommen werden, beispielsweise zwischen dem höheren Erzeugungswirkungsgrad einer Kombikreislaufanlage und den niedrigeren Verteilungsverlusten eines individuellen Gaskessels.

Auch die Auswirkung von (nächtlichen) Temperaturabsenkungen auf den Energieverbrauch und den thermischen Komfort kann simuliert werden. Versuche an einer realen Anlage mit Legionellenbakterien (siehe S. 13-15), die parallel dazu durchgeführt werden, müssten uns darüber hinaus in die Lage versetzen, die Grenzen dieser wichtigen Randbedingung genauer zu ermitteln. Diese Information ist gleichermaßen unentbehrlich für ein Niedrigsttemperatursystem, wie z.B. eine zentrale Wärmepumpe (mit einer Abgabetemperatur von z.B. 40 °C) in Kombination mit einer dezentralen *Booster*-Wärmepumpe (die das SWW bis auf eine höhere Temperatur bringen kann).

Obwohl die Simulationen noch nicht abgeschlossen sind, haben wir schon feststellen können, dass eine kollektive Anlage, in dem Maße wie mehr Apartments daran angeschlossen sind, einen besseren Wirkungsgrad aufweist, wobei der Anschluss am besten mit einer möglichst kompakten Anlage realisiert wird (geringe Verteilungslänge pro Apartment). Bis zum Ende des Projekts (im Herbst 2018) müssten wir in der Lage sein, den Installateur in diese komplexe Materie einzuführen. Es ist außerdem unser angestrebtes Ziel, bis dahin einige allgemeine Richtlinien für die Dimensionierung von Kombikreislaufanlagen verfasst und validiert zu haben. |

B. Bleys, Ir., Leiter des Laboratoriums Wassertechniken, WTB

J. Van der Veken, Ir., Projektleiter, Laboratorium Heizung und Lüftung, WTB



Beim Entwurf von Sanitärverteilanlagen muss man verschiedene zu beachtende Punkte berücksichtigen, darunter den Komfort (z.B. die Wartezeit), den Energieverbrauch, die akustischen Anforderungen und dergleichen mehr. Man darf dabei jedoch nicht aus dem Auge verlieren, dass die Aufrechterhaltung der hygienischen Wasserqualität das wichtigste Kriterium ist, und zwar sowohl bei Warm- als auch Kaltwasser.

Eine neue Vorstellung von **Sanitär-**verteilanlagen

Wichtigkeit der hygienischen Wasserqualität

Todesfälle infolge der Legionärskrankheit stehen in unserem Land – nach Brand und Kohlenstoffmonoxidvergiftung – **hinsichtlich ihrer Bedeutung an dritter Stelle von gebäudebedingten Todesursachen**. Dieses Risiko ist bei Anlagen mit einer gewissen Größe größer als bei Einfamilieninstallationen.

Um zu vermeiden, dass die Legionellenbakterien, die von Natur aus im Wasser vorhanden sind, sich in einer Sanitäranlage zu entwickeln beginnen, muss man dafür sorgen, dass es keine Zonen mit einer Temperatur im Bereich von 25 bis 55 °C gibt. Das Kaltwasser muss mit anderen Worten kalt und das Warmwasser warm bleiben.

Es ist eine Entwicklung der heutigen Praktiken vonnöten!

Um zu vermeiden, dass sich Kaltwasser erwärmt, muss man:

- **dafür sorgen, dass keine Kaltwasserleitungen in warmen Zonen installiert werden** oder in der Nähe von Leitungen, die Wärme abgeben (z.B. innerhalb des gleichen Technischachts)
- **die Kaltwasserleitungen ausreichend dämmen**
- **darauf achten, dass das Kaltwasser in den Leitungen regelmäßig durch frisches Wasser ersetzt wird.**

Das sanitäre Warmwasser (SWW) müsste wiederum bei einer Temperatur von 60 °C erzeugt werden und diese Temperatur dürfte an keiner Stelle im Kreis des Leitungsnetzes niedriger als 55 °C sein.

Diese Anforderung gilt jedoch nicht für SWW-Leitungen, die nicht auf Temperatur gehalten werden (Entnahmeleitungen). Die Böden von Warmwasserspeichern und die Enden von schlecht abgeglichenen Kreisen bilden die Zonen mit dem höchsten Risiko (die Zonen 7 und 11, von denen die Rede war im [Infomerktblatt Nr. 38](#)).

Seit 2007 existiert in Flandern ein Regelwerk für die gute fachliche Ausführung, dessen Ziel es ist, der Entwicklung von Legionellen entgegenzuwirken. Dieses Dokument wurde 2017 überarbeitet. Obwohl die Vorschriften aus diesem Nachschlagewerk nur für Risikogebäude (z.B. Krankenhäuser, Pflegeheime, Schwimmbäder) verbindlich vorgeschrieben sind, müssten einige davon spontan für alle Anlagen angewendet werden.



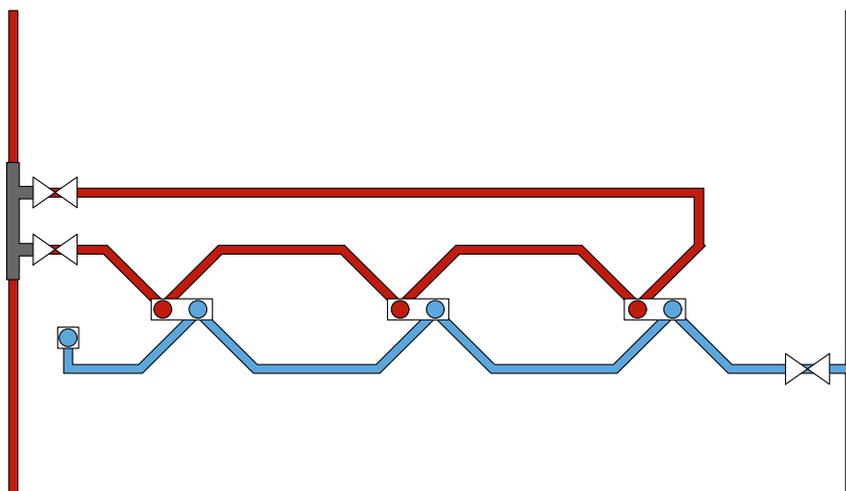
So müsste das gesamte Speichervolumen auf regelmäßiger Basis bis auf eine Temperatur von höher als 60 °C erwärmt werden. Der maximale Inhalt einer SWW-Entnahmeleitung, die nicht ständig auf Temperatur gehalten wird, dürfte nicht größer sein als drei Liter und die Länge der Leitung müsste auf fünfzehn Meter begrenzt bleiben.

Kompaktheit der Anlage

Es ist gewinnbringend, die Anlage möglichst kompakt zu entwerfen, mit einem kleinstmöglichen SWW-Inhalt, mit möglichst kurzen Verteilungsleitungen und Leitungen mit einem kleinstmöglichen Innendurchmesser. Man muss ebenfalls die zusätzlichen Komfortkriterien, wie z.B. das Geräusch und den Durchfluss, berücksichtigen. Ferner muss die Anlage korrekt in Zonen eingeteilt, abgeglichen und gewartet werden, wobei man darauf achten muss, dass es keine Blindleitungen und Verschmutzungsquellen gibt. Darüber hinaus muss sie so entworfen werden, dass sie vollständig desinfiziert werden kann, ohne dass die Kosten dafür in die Höhe schießen.

Eine der größten heutigen Herausforderungen besteht somit darin, **die technischen Anlagen frühestmöglich in den Entwurf des Gebäudes selbst zu integrieren und nicht mehr einfach nur in Form von Aufstellungsorten**, die für den Heizkessel und den Warmwasserspeicher reserviert sind, auf einem 2D-Plan und einem Prinzipschema vorzusehen. Die Nutzung von BIM (siehe hierfür [WTB-Kontakt 2017/1](#)) und die 3D-Darstellung des Leitungsnetzes, der Ausrüstungen und der Zubehörteile könnten sich für die Verwaltung des verfügbaren Raums im Heizungsraum und in den Technischächten, sowie für das Antizipieren möglicher Konflikte zwischen den Kanälen und den anderen Gebäudekomponenten, als sehr nützlich erweisen. Darauf aufbauend könnten auch spezifische Anwendungen für die Berechnung des Wasserinhalts, der Durchflüsse, der Wartezeiten, der Druckverluste und der Wärmeverluste eines Kreises entwickelt werden.

Bei einer Anlage ohne Zirkulationsleitung könnten die horizontale Verlegung der SWW-Leitungen (falls möglich) und der Anschluss der Entnahmestellen in



1 | Prinzip eines sehr kompakten, in Serie ausgeführten Anschlusses.

Serie – wobei ein häufig genutzter Entnahmehahn am Ende der Serie angebracht wird – dafür sorgen, dass das Wasser in den Leitungen regelmäßig durch frisches Wasser ersetzt wird (siehe blaue Leitung in Abbildung 1). Die Nutzungsfolge von den in Serie installierten Ausrüstungen hat einen Einfluss auf die Wartezeit und die Spülvolumen. Die Verwendung eines Kreises pro Geschoss und von dynamischen Venturi-Düsen hat den gleichen Effekt (siehe [Les Dossiers du CSTC 2009/4.16](#)).

Wenn eine Wasserstagnation über eine längere Zeit zu befürchten ist (nicht genutzte Wohnung, Ferienhaus ...), dann kann man auf intelligente Armaturen zurückgreifen, die die Zeit, die seit der letzten Nutzung vergangen ist, messen und eine automatische Spülung nach einem längeren Zeitraum der Nichtbenutzung sicherstellen können.

Im Falle von mehreren Kreisen ist das gute Abgleichen der verschiedenen Steigleitungen von äußerster Wichtigkeit, um zu vermeiden, dass Zonen mit einer Temperatur von weniger als 55 °C entstehen. Dadurch, dass man Thermostatventile auf den Rücklaufleitungen anbringt, wird eine gewisse Selbstregelbarkeit ermöglicht. Die Verwendung einer Kombikreislaufanlage (siehe S. 10-12) gestattet es wiederum, das gesamte Sanitärwarmwasservolumen in der Anlage zu reduzieren. Diese Anlagen sind häufig auf der Wärmetauscherebene mit einer Funktion zur Temperaturaufrechterhaltung (Komforteinstellposition) ausgestattet.

Ferner muss die Lagerung der Leitungen, sei es im Lager oder auf der Baustelle, auf hygienische Weise erfolgen. Denn wenn sie nicht mit Verschlusskappen verschlossen werden, kann Staub von Stahl, Beton, Gips oder Anstrichfarbe leicht die Innenseite der Leitungen verschmutzen. Während der Ausführung, d.h. vor ihrer endgültigen Montage, müssen die Rohre von etwaigem Grat befreit werden. Auf diese Weise kann man nicht nur Druckverluste in Höhe des Anschlusses vermeiden, sondern auch verhindern, dass kleine Partikel die Rückschlagklappe blockieren oder einen zusätzlichen Nährboden für Bakterien bilden können. Aus Sicherheitserwägungen empfiehlt es sich folglich, die Anlage unmittelbar vor der Inbetriebnahme gründlich zu spülen (siehe [Les Dossiers du CSTC 2011/4.16](#)).

Geteilte Verantwortung

Der Endverbrauch hängt nicht nur vom Verhalten der Nutzer, sondern auch vom Entwurf und Regelungsart der Anlage ab. Eine kompakte Anlage sorgt nicht nur für einen maximalen Wasserwechsel, sondern auch für sehr kurze Wartezeiten und deutlich reduzierte Spülvolumen, was in Hinsicht auf Hygiene, Komfort und Energieeffizienz vorteilhaft ist. Es ist mit anderen Worten wichtig, sowohl den Planer, den Installateur als auch den Endnutzer in Bezug auf die bestehenden Wahlmöglichkeiten zu sensibilisieren und diesbezüglich an ihre Verantwortung zu appellieren.



Antizipieren des zukünftigen SWW-Bedarfs

Solange der Nutzer seinen Verbrauch nicht in Echtzeit sehen kann, weiß er nicht, welche Auswirkung sein Verhalten darauf haben kann. Aber um dieses Wissen zu erhalten, muss man zuerst messen: unabhängig davon, ob es sich um einen Durchfluss, die Temperatur, das verfügbare Speichervolumen usw. handelt. Bestimmte Hersteller haben dies verstanden und bieten vernetzte Geräte an, mit denen die Nutzer ihren Wasserverbrauch in Echtzeit kontrollieren können oder mit denen sie die Nutzungsdauer zuvor festlegen können. Es existieren auch mobile Anwendungen, mit denen man den SWW-Verbrauch analysieren und den zukünftigen Bedarf planen kann, und zwar um die Wasserreserven zu optimieren.

Anhand von Messungen, die im Laufe der letzten drei Jahre durchgeführt wurden, hat sich herausgestellt, dass **der tägliche Verbrauch an SWW (mit 60 °C) im Mittel etwa 25 Liter pro Person beträgt** (einschließlich der Spülvolumen). Es existieren jedoch extreme Unterschiede von Person zu Person, von Familie zu Familie und zwischen den verschiedenen Anlagenentwürfen (mit Spülvolumen von 1 bis 10 Litern). Außerdem kann sich die Anzahl der

Nutzer, die Familienzusammensetzung oder der Lebensstil im Laufe der Zeit ändern. Unter solchen Bedingungen ist es schwierig, eine Standardanlage zu dimensionieren, die unter allen Umständen optimal arbeiten würde.

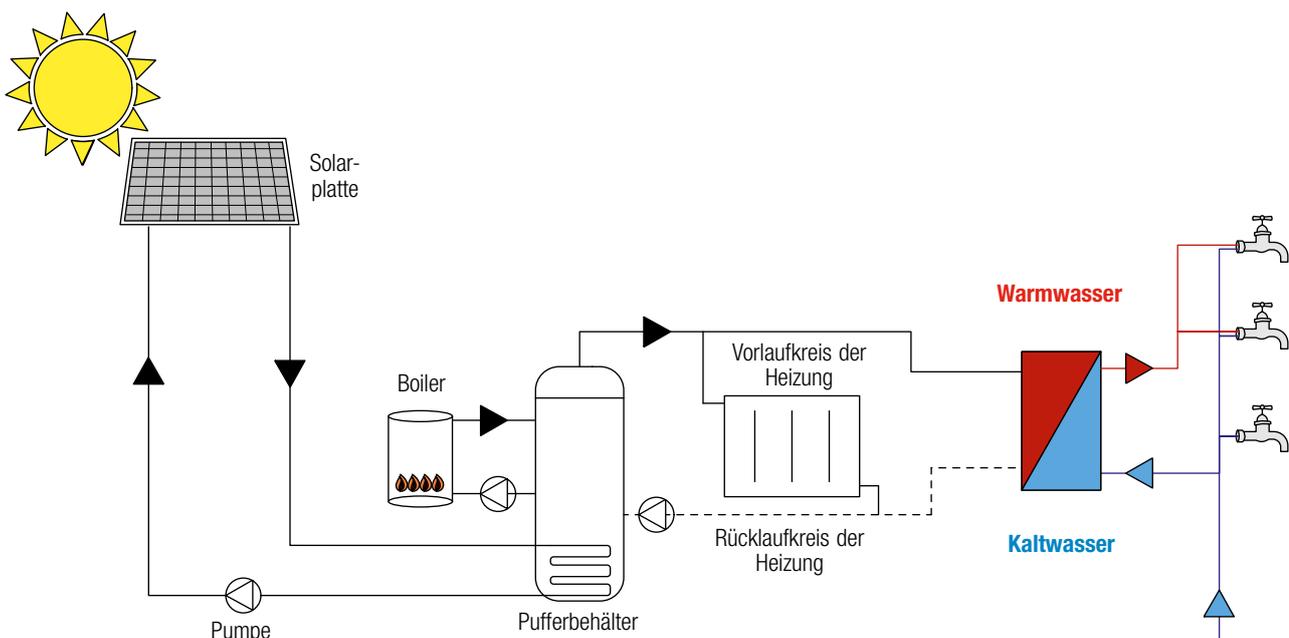
Den Verbrauch an fossilen Brennstoffen verringern und beitragen zu einer besseren Flexibilität

Das ständige Aufrechterhalten einer Temperatur von 60 °C eines Warmwasserspeichers oder Netzes für SWW ist natürlich mit Wärmeverlusten verbunden. Deshalb wurden innerhalb des WTB Versuche durchgeführt, um zu überprüfen, ob die Speichertemperatur nicht verringert werden könnte. Aus den Ergebnissen, die mit einem SWW-Behälter, der auf einer Temperatur von 45 °C gehalten wurde, erhalten wurden, hat sich jedoch ergeben, dass es sogar die regelmäßige Ausführung von Wärmeshocks (60 °C) nicht ermöglicht, der Entwicklung von Legionellen auf eine befriedigende Weise entgegenzuwirken. Es gibt allerdings nichts, das uns dazu verpflichtet, das SWW selbst zu speichern oder zu verteilen. Denn die Wärme kann genauso gut von einem Wärmeträger transportiert werden, während die SWW-Erzeugung momentan erfolgt.

In dem Fall muss der Austauscher zur Sicherstellung des Komforts gut dimensioniert werden. Auch die Vorwärmung unter Nutzung von Solarenergie und die Rückgewinnung der Restwärme aus dem Abwasser gehören zu den verbleibenden Optionen (siehe Abbildung 2).

Nach dem Minimieren der Verluste durch einen kompakten Entwurf, einer guten Dämmung der Leitungen und der Rückgewinnung der Restwärme müsste man zukünftig danach streben, den Energiebedarf vorrangig mit erneuerbaren Quellen zu decken. Diese sind jedoch nicht immer und überall verfügbar und wenn sie es dann doch sind, sind sie es nicht automatisch während der Verbrauchszeiten. Um ihre Nutzbarkeit zu erhöhen, ist häufig eine Speicherung erforderlich. Diese Speicherung ist tatsächlich mit einem begrenzten Sanitärwasservolumen in der Anlage kompatibel. Denn es sind auch noch andere Speicherformen denkbar (siehe S. 10-12), die es zugleich gestatten, etwaige Erzeugungsspitzen (Solarmodule oder Windenergie) aufzunehmen. Die Speicherung von Energie in Form von Wärme geht trotzdem stets mit zusätzlichen Wärmeverlusten einher. Man muss folglich eine äußerst leistungsfähige Wärmedämmung vorsehen. ■

O. Gerin, Ir., Forscher, und B. Bleys, Ir., Leiter des Laboratoriums Wassertechniken, WTB



2 | Anlage mit Pufferbehälter und momentaner SWW-Erzeugung über einen Wärmetauscher.



Unsere Wasserreserven geraten immer häufiger unter Druck, unter anderem durch die steigende Zahl der Dürreperioden und die zunehmende Bevölkerungsdichte. Um diesbezüglich Abhilfe zu schaffen, wird die Anwendung von wassersparenden Maßnahmen, wie z.B. das Installieren von wassersparenden Sanitäreinrichtungen, stark unterstützt. In diesem Artikel liegt der Schwerpunkt auf Toiletten mit einem kleineren Spülvolumen und auf wasserlosen Urinalen. Zudem wird auf die Anpassungen, die deren Installation mit sich bringt, näher eingegangen.

Wassersparende Sanitär- einrichtungen erfordern zusätzliche Maßnahmen!

Toiletten mit einem kleineren Spülvolumen

An der Universität von São Paulo in Brasilien wurde kürzlich eine **Untersuchung bezüglich der Wirksamkeit von wassersparenden Toiletten und deren Auswirkung auf die Abflussanlage** durchgeführt (*). In der ersten Phase dieser Untersuchung wurden zwanzig verschiedene Toiletten unter Laborgegebenheiten geprüft, um zu bestimmen, ob sie den normativen Anforderungen genügen. Von diesen Toiletten hatte ein Teil ein Spülvolumen von 4,8 Litern und ein anderer Teil ein Spülvolumen von 6,8 Litern, das auf 4,8 Liter reduziert wurde. Aus diesen Prüfungen hat sich ergeben, dass nur fünf der zwanzig geprüften Toiletten allen oben erwähnten Anforderungen entsprachen. Dabei handelte es sich jeweils um Toiletten, die mit einem Spülvolumen von 4,8 Liter entworfen waren.

Danach wurden in der zweiten Phase in zehn aneinandergrenzenden Häusern die vorhandenen Toiletten mit einem Spülvolumen von 6,8 Litern durch Modelle mit einem Spülvolumen von 4,8 Litern ausgetauscht (d.h. durch

Das ordnungsgemäße Funktionieren einer Toilette mit einem Spülvolumen von weniger als 6 Litern macht meistens Anpassungen an der Anlage erforderlich.

jeweils zwei Modelle von jeder der fünf Toiletten, die die Laborprüfung bestanden hatten). Dabei wurden keine weiteren Anpassungen an der Abflussanlage durchgeführt. Der Wasserverbrauch wurde vor und nach dem Austausch der Toiletten überwacht und die Kanalisation wurde stromabwärts mit Kameras versehen. Obwohl die Bewohner keine Beschwerden hatten, ergab sich, dass sie, sogar mit den unter Laborgegebenheiten validierten Toiletten, **nahezu kein Wasser sparten** und dass darüber hinaus, als Folge der reduzierten Spülvolumen, **ein schwerwiegendes Verstopfungsproblem** in der Kanalisation auftrat.

Diese Untersuchungsergebnisse bestätigen, was bereits in früheren Untersuchungen nachgewiesen wurde, nämlich

dass einerseits das Verkleinern des Wasservolumens des Spülkastens **keine gute Lösung zum Wassersparen** ist und dass andererseits beim Austausch der alten Toiletten durch sparsame Modelle **der Durchmesser und das Gefälle der in Abflussrichtung dahinter angeordneten Leitungen berücksichtigt werden muss**.

Um das Vorhergehende zu veranschaulichen, gehen wir von einer Toilette mit einem Spülvolumen von 9 Litern aus, die an einer Abflussleitung aus Kunststoff mit einem Durchmesser von 100 mm und einem Gefälle von 1 % angeschlossen ist, was an sich eine ausreichende Lösung darstellt. Wenn diese Toilette durch ein Modell mit einem Spülvolumen von nur 4,5 Litern ersetzt wird, dann dürfte der Nenndurchmesser der Abflussleitung jedoch nicht größer

(*) Siehe den Artikel *Field evaluation of water consumption and drainage system performance when 6.8Lpf toilets were replaced by 4.8Lpf toilets*, Valencio I., Goncalves O., CIB W062, 2017.

Die Installation von wasserlosen Urinalen erfordert eine angepasste Nutzung und Instandhaltung.

sein als 80 mm. **Denn ein größerer Durchmesser wird bei diesem geringen Spülvolumen zu einer niedrigen mittleren Wassergeschwindigkeit in der Leitung führen, mit der Folge eines größeren Verstopfungsrisikos.** Um zu einem effizienten Abfluss zu kommen, müsste man bei einem Neubauprojekt für diese Toilette mit anderen Worten eine Abflussleitung mit einem Nenn-durchmesser von 80 mm und ein Gefälle von 1,5 bis 2 cm/m vorsehen.

Wasserlose Urinale

Ein anderes Beispiel für eine wasser-sparende Einrichtung ist das wasserlose Urinal, dessen Anwendung in der Vergangenheit sich aufgrund des Auftretens von Verstopfungen als problematisch erwies (siehe auch [Les Dossiers du CSTC 2010/4.15](#)). Solche Urinale sind gekennzeichnet durch einen Geruchsverschluss, der überhaupt keine Wasserspülung erfordert. Aus einer umfassenden Befragung bei Herstellern und Gebäudeverwaltern im Jahr 2014 hat sich jedoch ergeben, dass **die Weiterentwicklung der Geruchsverschlüsse und Pflegemittel durch die Hersteller** einerseits und **die jahrelange Erfahrung aus der Praxis der Gebäudeverwalter** andererseits, dazu geführt haben, dass diese Einrichtungen heutzutage in verschiedenen Gebäuden (z.B. Kinos, Flughäfen, Restaurants) erfolgreich eingesetzt werden können und große Wassereinsparungen bringen. Wir möchten allerdings darauf hinweisen, dass bei der Installation von wasserlosen Urinalen nicht nur der Entwurf der Abflussleitungen, sondern auch die Richtlinien des Herstellers hinsichtlich der Nutzung und der Pflege berücksichtigt werden müssen. Eine entsprechende Schulung des Instandhaltungspersonals ist daher erforderlich. |

L. Vos, Ir.-Arch., Forscher, Laboratorium
Wassertechniken, WTB



Veranschaulichung der Wirkung eines geeigneten Pflegemittels auf die Ablagerung von Urin in der transparenten Abflussleitung von einer Reihe wasserloser Urinale im Bahnhof Brüssel-Nord, und zwar vor, während und nach der Anwendung des Pflegemittels.



Gegenwärtig entscheidet man sich häufig für LED-Leuchten als Beleuchtungslösung. Denn diese werden immer energieeffizienter und die besten Produkte können ihre Leistungen sogar während einer langen Nutzungsdauer aufrechterhalten. Außerdem bieten sie zahlreiche Möglichkeiten auf dem Gebiet der Regelung. Aber wie sieht es mit dem visuellen Komfort bei der Verwendung von solchen Leuchten aus und welche zu beachtende Punkte müssen dabei genau berücksichtigt werden?

LED-Beleuchtung und visueller Komfort

Es gibt viele Parameter, die beim Erreichen eines idealen Komforts und einer optimalen Sehergonomie, wie z.B. die aufrechtzuerhaltende Beleuchtungsstärke und Gleichmäßigkeit, die Beherrschung des Blendungsrisikos und die Lichtatmosphäre, wichtig sind. Denn die visuelle Wahrnehmung eines Raums ist komplex und wird sowohl durch physikalische (z.B. die Reflexionseigenschaften der Oberflächen) als auch subjektivere Faktoren (z.B. die Sehleistung oder den Vorzug des Beobachters) beeinflusst. Der Beleuchtungsbedarf in einem Raum ist immer von der Tätigkeit und den Sehaufgaben abhängig, die darin ausgeführt werden. In diesem Artikel wird auf die wichtigsten Probleme an **Arbeitsplätzen**, die mit einer LED-Beleuchtung ausgestattet sind, näher eingegangen.

Die aufrechtzuerhaltende Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke muss an die

tatsächlichen Gegebenheiten im Raum angepasst werden und muss es gestatten, Details gut wahrzunehmen. Die diesbezüglichen Anforderungen an Arbeitsplätze sind in den Normen NBN EN 12464-1 (Arbeitsstätten in Innenräumen) und 12464-2 (Arbeitsstätten im Freien) angegeben.

Bevor die Beleuchtungsanlage realisiert werden kann, müssen **die Tätigkeiten und die genaue Lage der Arbeitsflächen klar festgelegt werden**. Beim Fehlen der oben angegebenen Informationen oder wenn eine maximale Flexibilität gefordert wird, muss die gesamte Fläche des Raums als Arbeitszone betrachtet werden.

Der Entwurf einer LED-Beleuchtungsanlage verursacht hinsichtlich der Aufrechterhaltung der Beleuchtungsstärke keine besonderen Schwierigkeiten. Man muss jedoch auf eine gute Gleichmäßigkeit der Beleuchtung achten, um Schattenzonen und störende Kontraste zu vermeiden.

Die Ausgewogenheit der Helligkeiten

Die tatsächliche Wahrnehmung eines Raums ist abhängig von der Helligkeitsverteilung über alle sichtbaren Oberflächen. Um das Blendungsrisiko zu reduzieren, **müssen zu extreme Helligkeitsverhältnisse vermieden werden**. Dies kann dadurch geschehen, dass deren Verteilung im Gesichtsfeld gleichmäßig wird. Durch eine Anzahl von Studien wurde nachgewiesen, dass die Berechnung des Blendungsindex (UGR bzw. *Unified Glare Rating*), die für die traditionellen Leuchten mit Leuchtstoff- oder Glühlampen verwendet wird, keine zuverlässigen Ergebnisse für LED-Leuchten ergibt, es sei denn, dass diese mit Streuoptiken versehen sind, die daraus gleichmäßige Lichtquellen machen. Da die in einer Leuchte verwendeten LED-Chips eine sehr hohe Helligkeit aufweisen, werden sie am besten mithilfe von optischen Elementen den Blicken entzogen. Sofern eine angepasste Metrik

Lichtausrichtung bei einer **Richtbeleuchtung** (links), einer vollständig **diffusen Beleuchtung** (rechts) und einer **ausgewogenen Beleuchtung** (in der Mitte).





fehlt, besteht ein pragmatischer und sicherer Ansatz darin, die maximale punktuelle Helligkeit der Leuchte auf einen Schwellenwert in Größenordnung von 50.000 cd/m² zu begrenzen sowie die mittlere Helligkeit über die gesamte sichtbare Oberfläche der Leuchte auf 10.000 cd/m² zu begrenzen.

Die Lichtausrichtung

Die Ausrichtung des Lichts (Modellierung) ist untrennbar mit der Lichtverteilung verbunden und ist **zur Unterscheidung von Volumen und Formen wichtig**. Wenn man sich die drei nachstehenden Fotos ansieht, dann ist es klar, dass das Licht auf dem linken Foto durch das Vorhandensein einer leistungsstarken Anstrahlbeleuchtung zu sehr ausgerichtet ist. Dadurch entstehen sehr ausgeprägte Schatten. Wenn die Beleuchtung – wie auf dem rechten Foto – zu diffus ist, dann wird das Relief dagegen verschwimmen und der Raum fahl anmuten. Gegenstände scheinen im Raum zu schweben. Man muss somit eine gute Ausgewogenheit zwischen der Allgemeinbeleuchtung und der Anstrahlbeleuchtung finden, wie es auf dem Foto in der Mitte der Fall ist.

Da es die LED-Technologie ermöglicht, das Licht präzise auf genau vorgegebene Zonen einfallen zu lassen, besteht das Risiko, dass ein zu gerichtetes Licht ausgestrahlt wird. Für den Erhalt einer ausgewogenen Ausrichtung empfiehlt die Norm NBN EN 12464-1 eine minimale zylindrische Beleuchtungsstärke. Diese erweist sich in der Praxis allerdings als unzureichend. Zur Bewertung

Human Centric Lighting

Eine Beleuchtung vom Typ *Human Centric Lighting* (HCL) wird häufig als eine dynamische Beleuchtung betrachtet, von der nicht nur die Intensität, sondern auch die Farbe des von den Leuchten ausgestrahlten Lichts moduliert werden kann. **Diese Leuchten versuchen nicht nur dem Bedarf auf dem Gebiet des visuellen Komforts zu entsprechen, sondern möchten auch aus den möglicherweise heilsamen Wirkungen des Lichts auf unseren Organismus Profit schlagen.** Denn unser Biorhythmus wird in starkem Maße von der natürlichen Veränderung des Lichts im Laufe des Tages bestimmt. Da Kunstlicht nur einen der Aspekte der Lichtatmosphäre eines Raumes ausmacht, bietet die Entscheidung zugunsten von HCL-Leuchten allerdings keine Garantie in Bezug auf die oben angegebenen Vorteile.

der Ausrichtung des Lichts in einem Raum, kann man Computersoftware in Anspruch nehmen, mit der dieses Phänomen visualisiert werden kann. Als Alternative kann man auch Wahrnehmungen und Helligkeitsmessungen in einem Modellraum durchführen.

Die Farbwiedergabe

Die gute Wahrnehmung der Farben in einem Raum ist sowohl vom Licht als auch von der Umgebung abhängig. Die Leistung einer Lichtquelle, die Farben eines belichteten Objekts im Vergleich zu deren Wahrnehmung mit einer Referenzlichtquelle so getreu wie möglich wiederzugeben, wird als **Farbwiedergabeindex** (*Color Rendering Index* R_a) definiert. Dieser drückt mit anderen Worten die Farbverfälschung unter verschiedenen Lichtquellen aus und wird in der Norm als Kriterium herangezogen. Da der Farbwiedergabeindex sich jedoch nur auf die

Leuchte bezieht, gestattet er es nicht, die Farbumgebung in einem gesamten Raum zu charakterisieren. Denn es ist das auf das Auge einfallende Licht, das bestimmt, wie die Farben wahrgenommen werden. Unsere visuelle Wahrnehmung resultiert aus einer Kombination aus Tageslicht- und verschiedenen Kunstlichtquellen, einschließlich aller Reflexionen an den Wänden und dem Mobiliar.

Um als Resultat eine Beleuchtungsanlage zu erhalten, die die am besten geeignete Farbumgebung bietet, muss man **die Beleuchtung in einem Raum unter Berücksichtigung der Inneneinrichtung entwerfen**. Die LED-Beleuchtung lässt ein großes Sortiment an Farbvariationen zu und manchmal werden sogar dynamische Beleuchtungslösungen, auch ‚*Human Centric Lighting*‘ genannt (siehe obiger Kasten), angeboten.

Zukunftsperspektiven

Die LED-Beleuchtung bietet viele Vorteile. Da diese Technologie sich jedoch in vielerlei Hinsicht von den traditionellen Lösungen unterscheidet, erfordert sie auch eine entsprechende Entwicklung von Entwurfs- und Bewertungsmethoden. So werden gegenwärtig robustere Methoden entwickelt, insbesondere für das Begrenzen des Blendungsrisikos und das Beherrschen der Farbumgebung, die mittelfristig neue Metriken hervorbringen müssten, die besser an die heutigen LED-Lösungen angepasst sind. |

B. Deroisy, Ir., stellvertretender Laboratoriumsleiter, und P. D'Herdt, Ir., Laboratoriumsleiter, Laboratorium Licht, WTB





Obwohl das derzeitige Elektrizitätsnetz Wechselstrom an Gebäude liefert, arbeiten verschiedene Geräte, die wir zurzeit täglich nutzen, wie z.B. LED-Beleuchtungen, Laptops und Smartphones, intern mit Gleichstrom. Es ist somit eine Umwandlung erforderlich. Photovoltaikanlagen erzeugen wiederum Gleichstrom, der im Hinblick auf dessen Einspeisung, in Wechselstrom umgewandelt werden muss. All diese Umwandlungen bringen Energieverluste mit sich. Deshalb könnte es sinnvoll sein, unsere Gebäude mit einem Gleichstrom-Elektrizitätsnetz auszustatten, insbesondere wenn man dafür die bestehende Infrastruktur im Gebäude nutzen kann. In diesem Artikel wird das Konzept Power over Ethernet erläutert, mit dem man über das klassische Datennetz auch die Versorgung mit Gleichspannung realisieren kann.

Power over Ethernet

Datenkommunikation über das Ethernet

Eine interessante Entwicklung, die durch die derzeitige Tendenz zu *Smart Buildings* noch an Bedeutung gewinnen wird, ist die Digitalisierung von Gebäuden. **Da wo früher drei grundlegende Netze in einem Gebäude vorhanden waren (Wasser, Gas und Elektrizität), kommt heutzutage noch ein zusätzliches Netz dazu: das Datennetz.**

Das bekannteste Datenübertragungsprotokoll, das von Computern zum Kommunizieren verwendet wird, ist das Ethernet (beschrieben im Protokoll IEEE 802.3). Mit ihm kann man über ein Datenkabel Dokumente drucken oder über ein Modem den Anschluss an das Internet herstellen und so weltweit kommunizieren.

Der Übergang zu Power over Ethernet

Dank **Power over Ethernet**, d.h. der

Übertragung von elektrischer Leistung über das Netz (beschrieben im Protokoll IEEE 802.3at), **ist nicht nur die Datenkommunikation zwischen vernetzten Geräten möglich, sondern auch deren Elektrizitätsversorgung (mit Gleichspannung)**. Dies geschieht mithilfe des Ethernet-Kabels, das schon für die Datenkommunikation eingesetzt wird. Dieses Kabel besteht aus vier Drahtpaaren: zwei für die Datenübertragung und zwei andere für die Leistungsübertragung. Da die Datenübertragung mit sehr hoher Frequenz erfolgt, gibt es kein Störbeeinflussungsrisiko in Bezug auf die auf Gleichspannung basierende Leistungsübertragung.

Vor- und Nachteile von Power over Ethernet

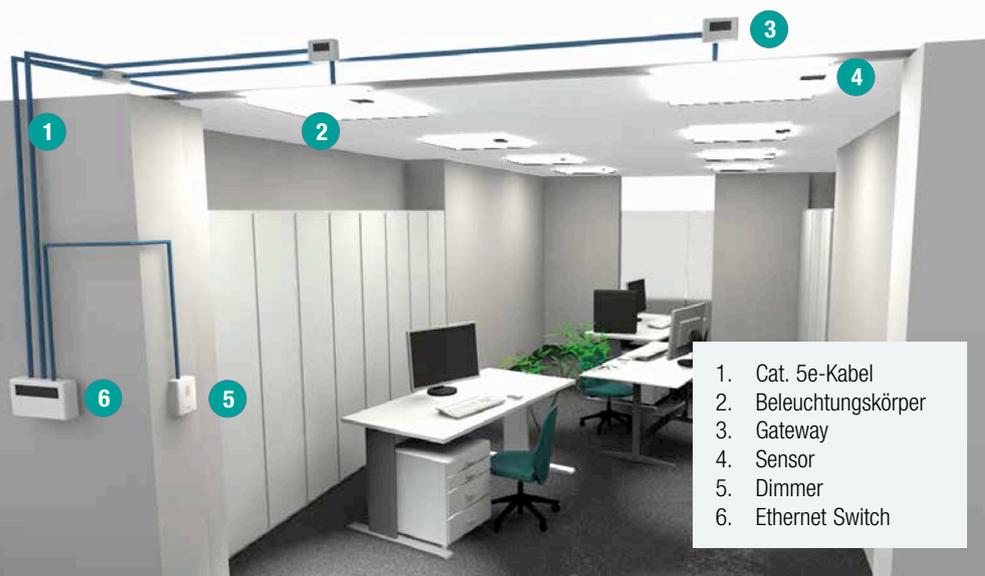
Das **Power over Ethernet**-Konzept bietet einige wichtige Vorteile. **So funktioniert es mit einer sehr niedrigen Sicherheitsspannung (< 60 V), kann es leicht in ein Gebäude integriert und installiert werden und bietet es eine hohe Betriebssicherheit, die für das Datennetz sowieso**

nötig ist, um einen digitalen Ausfall zu vermeiden. Trotzdem bringt **Power over Ethernet** auch noch einige Herausforderungen mit sich, wie z.B. die beträchtlichen Verluste in den Kabeln, die zu deren Erwärmung führen, und die vorerst begrenzten Leistungen, die sich übertragen lassen. Denn die garantierte Leistung pro Verbraucher beträgt gegenwärtig nur 25,5 W bei einer Kabellänge von höchstens 100 m. Die im Jahr 2018 geplante Überarbeitung des Protokolls wird es jedoch ermöglichen, bis zu 100 W an einen Verbraucher zu liefern, sofern die Kabellänge begrenzt bleibt.

Power over Ethernet öffnet die Türen für die Zukunft

Momentan wird **Power over Ethernet** bereits angewendet, um bestimmte Komponenten des Datennetzes (z.B. Modems, Telefone und Kameras) mit Strom zu versorgen. Durch das zunehmende Vorhandensein von elektronischen Komponenten in einem Gebäude, in Kombination mit der Nutzung von Geräten mit geringer Leistung und dem Bedarf an Datenaustausch, nehmen die Einsatzmöglichkeiten jedoch zu. **So kann Power over Ethernet zukünftig nicht nur eine sinnvolle Wahlmöglichkeit in Gebäuden darstellen, wo bereits ein stark ausgebautes Datennetz vorhanden ist, sondern auch in jeder Gebäudeumgebung, wo dem Datenaustausch eine bedeutende Rolle zukommt.**

Anwendung von **Power over Ethernet** in einem Büro.



1. Cat. 5e-Kabel
2. Beleuchtungskörper
3. Gateway
4. Sensor
5. Dimmer
6. Ethernet Switch

R. Delvaeye, Ing., Forscher, Laboratorium
Wassertechniken, WTB
P. D'Herdt, Ir., Leiter des Laboratoriums Licht,
WTB



Das Lüften kann mit einem beträchtlichen Energieverbrauch verbunden sein, und zwar nicht nur für das Erwärmen oder Kühlen der Frischluft, sondern auch für den Betrieb der Ventilatoren im Falle einer mechanischen Lüftung. Bei der Lüftung muss folglich häufig nach einem Kompromiss gesucht werden zwischen der Notwendigkeit eines ausreichenden Volumenstroms zur Gewährleistung der Luftqualität und der Notwendigkeit, diesen Volumenstrom zu beschränken, um Energie einsparen zu können. Eine Anzahl neuer Tendenzen ist auf dem Vormarsch, mit denen sich dieser Kompromiss leichter erreichen ließe.

Lüftung von Wohnungen: Hybrid-systeme und zukünftige Tendenzen

1 Warum lüften?

Lüften ist erforderlich, um den Komfort innerhalb der Wohnung sicherzustellen und um eine ausreichende Luftqualität im Hinblick auf die Gesundheit der Nutzer (und die Dauerhaftigkeit des Gebäudes) zu gewährleisten. Konkret ermöglicht es die Lüftung, die innerhalb des Gebäudes abgegebenen Schadstoffe abzuleiten. Denken wir hierbei nur einmal an die Bio-Effluente, die von den Bewohnern abgegeben werden, sowie an die Feuchtigkeit und Gerüche, die bei bestimmten Aktivitäten freigesetzt werden (Badezimmer, Küche ...). Die Lüftung spielt ebenfalls eine Rolle bei der Kontrolle der Schadstoffe, die von den Materialien und dem Mobiliar abgegeben werden.

2 Die heutige Lüftung

Heutzutage wird die Lüftung gewöhnlich durch die Anwendung eines der in der Norm NBN D 50-001 beschriebenen natürlichen und/oder mechanischen Systeme (A, B, C oder D) ⁽¹⁾ bewerkstelligt.

Es existieren verschiedene Lösungen, um deren jeweiligen Energieverbrauch zu reduzieren. Bei einer bedarfs-gesteuerten Lüftung ist es möglich, **die Volumenströme an den tatsächlichen Bedarf der Nutzer** durch Nutzung von Sensoren (für CO₂, Feuchtigkeit ...) und automatischen Regelementen (Klappen, Ventilatoren ...) **anzupassen**.

Die Lüftung ist erforderlich für den Komfort, aber auch um die Luftqualität im Hinblick auf die Gesundheit der Nutzer zu gewährleisten.

Bei einem System D ist es wiederum möglich, Wärme rückzugewinnen und Frischluft vorzuwärmen, und zwar dank der Wärme, die der verschmutzten Luft – bevor sie nach außen abgeleitet wird – entzogen wird.

Um gute Leistungen in Bezug auf Luftqualität, Komfort (akustisch, thermisch ...) und Energie zu erzielen, ist es natürlich wesentlich, dass man für einen guten Entwurf und eine ordnungsgemäße Installation und Inbetriebnahme sorgt. Auch eine geeignete Wartung kann zu einer guten zeitlichen Aufrechterhaltung der Leistungen beitragen. Die rezente **TI 258** und das damit einhergehende Rechentool **OPTIVENT** sind wertvolle Hilfsmittel, die es ermöglichen, dieses Ziel zu erreichen ⁽²⁾.

3 Entwicklungen auf dem Gebiet der Lüftung

Die Verbesserung der Energieleistungen hat in den vergangenen Jahren die Art der eingesetzten Lüftung stark geprägt. Dieser Umstand hat dazu geführt, dass

die energieeffizienten mechanischen Lüftungssysteme (System D mit Wärmerückgewinnung, System C mit Bedarfssteuerung) die vollständig natürlichen Lüftungssysteme (System A) immer mehr verdrängen. Ferner nimmt auch die Notwendigkeit zu, das Überhitzungsrisiko in unseren modernen Gebäuden dadurch zu beherrschen, dass im Sommer eine intensive Nachtlüftung erfolgt. Durch diese zwei Entwicklungen darf man sich **in einer mehr oder weniger nahen Zukunft auf einen starken Vormarsch verschiedener Hybridsysteme und alternativer Lüftungsstrategien gefasst machen**. Die pränormative Studie PREVENT, die zurzeit vom WTB durchgeführt wird, zielt darauf ab, diese Lösungen zu untersuchen, insbesondere weil eine Anzahl davon noch nicht im heutigen verordnungsrechtlichen und normativen Rahmen anerkannt ist.

3.1 Mischhybridsysteme zur Verbesserung der natürlichen Systeme

Die vollständig natürlichen Lüftungs-

(1) **A:** natürliche Zufuhr und Ableitung; **B:** mechanische Zufuhr und natürliche Ableitung; **C:** natürliche Zufuhr und mechanische Ableitung; **D:** mechanische Zufuhr und Ableitung.

(2) Siehe auch den verordnungsrechtlichen PEB-Rahmen, die STS-P 73-1 und die PEB-Produktdatenbank auf www.epbd.be.

systeme hängen nur von den natürlichen Triebkräften, genauer gesagt vom Wind und vom thermischen Auftrieb, ab. Diese Kräfte sind jedoch über die Zeit veränderlich und sind nicht immer ausreichend, um den erforderlichen Volumenstrom sicherzustellen. Sie gestatten es mit anderen Worten nicht immer, die erwartete Luftqualität und den geforderten Komfort zu erreichen.

Eine interessante Lösung in dieser Hinsicht ist die Nutzung von **Mischhybridsystemen** (Abbildung 1), bei denen die natürliche Basislüftung mit zusätzlichen Ventilatoren kombiniert wird. Die Einschaltung dieser Ventilatoren kann beispielsweise von Luftqualitätssensoren gesteuert werden, die sich in den betreffenden Räumen befinden und/oder durch eine Volumenstrom- oder Druckmessung im Kanal für die natürliche Ableitung. Diese Ventilatoren werden nur betrieben, wenn die natürlichen Triebkräfte unzureichend sind. Dadurch wird eine gewisse Elektrizitätseinsparung im Vergleich zu einem System ermöglicht, das mit einer permanenten mechanischen Absaugung versehen ist.

3.2 Saisongebundene Hybrid-systeme zur Kombination von Basislüftung und Sommerkühlung

Die Lüftungsverluste – und somit auch der Energieverbrauch für die Heizung – stellen nur ein Problem in der Heizperiode des Gebäudes dar. Es ist folglich vor allem im Winter der Fall, dass eine gute Kontrolle der Volumenströme erforderlich ist und dass dieser Verlusttyp reduziert werden muss, und zwar dank einer mechanischen Lüftung und gegebenenfalls durch die Inanspruchnahme der Wärmerückgewinnung.

Die **saisongebundenen Hybridsysteme** sind gekennzeichnet durch die Kombination von einer mechanischen Basislüftung und Intensivlüftungseinrichtungen, wie z.B. (gegebenenfalls automatisierten) Gittern oder Fenstern.

In der Zwischensaison und im Sommer kann, wenn die Außentemperatur es zulässt (weder zu kalt, noch zu warm), die Lüftung durch die **Intensivlüftungseinrichtungen** (siehe Abbildung 2 auf



1 | Beispiel für einen Ventilator, der für ein Mischhybridsystem verwendet wird.

der nächsten Seite) sichergestellt werden. Diese sorgen einerseits für eine gute Lüfterneuerung und lassen es andererseits zu, den Stromverbrauch für die Ventilatoren zu verringern. Die Regelung der beiden Betriebsmodi kann durch Temperatur- und Luftqualitätssensoren gewährleistet werden.

Während der Überhitzungsperiode im Sommer können diese Einrichtungen ebenfalls für eine passive Nachtkühlung sorgen, während das Basislüftungssystem es wiederum gestattet, die Lüfterneuerung tagsüber auf das absolut Notwendige einzuschränken.

3.3 Und warum keine alternativen Lüftungsstrategien?

Gewöhnlich erfolgt die Zufuhr von Frischluft von Trockenräumen aus (Zimmer, Wohnzimmer ...). Die Luft wird danach – gegebenenfalls über die Gänge – bis in die Feuchträume (Küche, Badezimmer, Toiletten ...) geleitet, von wo aus die verschmutzte Luft letztendlich nach außen abgeleitet wird.

In den letzten Jahren ist eine Variante des Systems C erschienen, bei der eine Anzahl zusätzlicher Ableitungen in den Schlafzimmern vorgesehen wird. Diese ermöglichen es, **die Volumenströme der natürlichen Zufuhr dadurch besser zu kontrollieren, dass direkt in den Räumen ein Unterdruck erzeugt wird**. In Kombination mit einer bedarfsgesteuerten Regelung (Feuchtigkeitssensoren in den Feuchträumen und CO₂-Sensoren in den Zimmern) ist diese Variante des

Systems C im Vergleich zu einem Standardsystem C sehr leistungsfähig. Es sind gegenwärtig verschiedene Systeme dieses Typs auf dem Markt.

Zukünftig könnten die Lüftungssysteme an sich auf eine andere Weise betrachtet werden, was den Weg für eine Anzahl alternativer Strategien öffnen könnte. So könnte man (anstelle den Trockenräumen) den Gängen und den Hallen Frischluft zuführen, die Luft von da aus zu anderen Räumen (Zimmer, Badezimmer, offene Küche ...) durchströmen lassen und die verschmutzte Luft aus diesen letzteren Räumen nach außen ableiten. Diese Alternative ist jedoch nur unter bestimmten Bedingungen interessant, unter anderem wenn sie mit einer bedarfsgesteuerten Regelung kombiniert wird.

Das hat den Vorteil, dass die Regulierungselemente sich hauptsächlich auf dem Ableitungsnetz befinden: CO₂-Sensoren in den Ableitungskanälen der Zimmer, Feuchtigkeitssensoren in den Kanälen der Feuchträume, Regelklappen auf jedem dieser Kanäle ... Ein zusätzlicher Vorteil für ein System mit einer natürlichen Zufuhr (wie z.B. der derzeitigen Systeme C) liegt darin, dass die etwaigen Unannehmlichkeiten infolge des Außengeräuschs und der (kalten) Zugluft (im Winter) nicht länger in den Schlafzimmern und dem Wohnzimmer auftreten, sondern eher in den Gängen und den Hallen, wo sie weniger störend sind.

Im Falle eines vollständig mechanischen Systems (wie z.B. der derzeitigen Systeme D) bietet diese Variante den doppelten Vorteil, dass sie einerseits aus



Die *Smart Ventilation* könnte so geregelt werden, dass der Volumenstrom im Gebäude in Abhängigkeit der draußen und/oder drinnen vorliegenden Verschmutzung angepasst wird.

einem einzigen Netz, das die Ableitung aus den meisten Räumen sicherstellt, aufgebaut ist, und dass auch das Netz für die Zufuhr recht klein ausfällt. Dies kann vor allem bei einer Renovierung nützlich sein.

Wir möchten allerdings darauf hinweisen, dass diese alternative Lüftungsstrategie in der derzeitigen Fassung der Norm NBN D 50-001 nicht zulässig ist. Sie ist dagegen Gegenstand der Untersuchung in der pränormativen Studie PREVENT.

3.4 Sonstige Tendenzen

Es kommen neben denen, die am Anfang dieses Artikels erwähnt wurden, ständig noch andere Schadstoffe vor. Denken wir

hier nur einmal an die Feinpartikel (PM₁₀, PM_{2.5} ..., wobei die Zahlenangabe auf deren Durchmesser in μm verweist), die in der Außenluft vorhanden sind, aber auch innerhalb unserer Wohnungen erzeugt werden (Küche, Kerzen ...).

Um die Zahl der Partikel zu reduzieren, die in unsere Wohnung eindringt, wurden diverse innovative Lösungen entwickelt, wie z.B. die **aktive elektrostatische Filtrierung** (siehe die C-Watch-Seite auf der CSTC-Website). Im Zusammenhang mit *Smart Buildings* (siehe S. 26-27) könnte die *Smart Ventilation* ebenfalls geregelt werden in Abhängigkeit der in der Außenluft vorhandenen Schadstoffe – indem der Volumenstrom verringert wird, wenn die Außenluft verschmutzter ist (Hauptverkehrszeiten) – und/oder in Abhängigkeit der Verschmutzung im Haus (dank

der Sensoren für zusätzliche Schadstoffe innerhalb der Wohnung).

Noch langfristiger gesehen, könnten bestimmte Luftreinigungstechniken, die spezifische Schadstoffe innerhalb der Wohnung eliminieren und/oder Schadstoffe aus der frischen Außenluft entfernen, auch eine Rolle bei der Lüftung spielen. Die notwendige Verbesserung der Außenluftqualität (Feinpartikel, Stickoxide ...) wird im Laufe der nächsten Jahre wiederum nur erreicht werden können, wenn auch die Verschmutzungsquellen reduziert werden (Transport, Heizung und Industrie). ■

*S. Caillou, Dr. Ir., stellvertretender Leiter des Laboratoriums Heizung und Lüftung, WTB
C. Delmotte, Ir., Leiter des Laboratoriums Leistungsmessungentechnischer Anlagen, WTB*



2 | Beispiel für eine Intensivlüftungseinrichtung für eine gute Lüfterneuerung.

Während die technischen Anlagen in der Vergangenheit eigenständig voneinander waren und von unterschiedlichen Branchen-Spezialisten realisiert wurden, bemerken wir derzeit eine starke Tendenz zur Integration. So sind Heizung, Warmwasser, Lüftung und Elektrizität immer mehr miteinander verbunden. Darüber hinaus werden sie einerseits an die Gebäude- und Umgebungsparameter und andererseits an externe Netze gekoppelt. Dadurch wird der Installationssektor natürlich mit zahlreichen Herausforderungen konfrontiert. Dieser Artikel bespricht, wie die Anlagen ab der Entwurfsphase integriert werden können und verdeutlicht die Rolle, die die verschiedenen Beteiligten dabei zu spielen haben.

Integration von technischen Installationen: eine Herausforderung für den Sektor

Formen von Integration

Die Tendenz zur Integration äußert sich auf den folgenden drei Ebenen:

- **durch die Kombination verschiedener Anlagen zu Hybridsystemen** (z.B. die Kombination eines Gaskessels mit einer Wärmepumpe oder einem solarthermischen System wie z.B. einem Solarboiler, oder einem Lüftungssystem mit einem Wärmepumpenboiler; siehe auch S. 7-12 und S. 21-23)
- **durch eine starke Interaktion zwischen der technischen Anlage einerseits und den Gebäude- und Umgebungsparametern andererseits:** Anwesenheitserkennung, Erkennung des Heizungs-, Lüftungs- oder Warmwasserbedarfs, thermische Puffermöglichkeiten in der Gebäudestruktur, Steuerung in Abhängigkeit der Außentemperatur, der Sonneneinstrahlung, des Windes oder der Wettervorhersagen, Domotik-Lösungen oder Steuerung auf Basis großer Informationsmengen (*Internet of Things*, siehe S. 26-27)
- **durch die Kopplung mit externen Netzen.** Es deckt sich logischerweise mit den Erwartungen, dass die Wechselwirkung zwischen den technischen Anlagen und dem Elektrizitäts- oder Wärmenetz viel stärker werden wird (siehe auch S. 28-30). Während die Gebäude ihre Energie zurzeit einfach in Abhängigkeit des Bedarfs der Nutzer aus dem Elektrizitätsnetz entnehmen, wird diese Energieabnahme aus dem Netz zukünftig nicht nur in Abhängigkeit der Verfügbarkeit der

Energie gesteuert werden, sondern werden die Gebäude außerdem selbst (mithilfe von Photovoltaikanlagen, Wärme-Kraft-Kopplung und möglicherweise auch Windenergieanlagen) aktive Erzeuger werden, die in das Netz zu Zeitpunkten des Erzeugungsüberschusses einspeisen. Tarifunterschiede zwischen den Spitzenzeiten und den nachfrageschwachen Zeiten könnten dabei einen wichtigen Einfluss auf die Abnahme und die Lieferung von Elektrizität haben. Womöglich werden mit der Zeit auch Wärmenetze einen größeren Stellenwert erhalten. Eine Wechselwirkung zwischen Zeiten der Abnahme und Erzeugung gehört auch hier zu den Möglichkeiten, erfordert aber noch eine bessere Pufferung der thermischen Energie im Gebäude (siehe S. 7-9).

Herausforderungen

Um die Energiefrage zu lösen, **bedarf es eines umfassenden Ansatzes, wobei sich der Fokus von der individuellen Anlage auf das Gesamtgebäude, den Stadtteil oder die Stadt verschiebt.** Es ist offensichtlich, dass dies eine starke Auswirkung auf die Komplexität des Gebäudeentwurfs hat. Demzufolge ist es von äußerster Wichtigkeit, dem Entwurf der technischen Anlagen frühestmöglich Rechnung zu tragen.

Dieser Ansatz hat zur Folge, dass die Aufträge nicht mehr schlichtweg an den

folgenden Branchen-Spezialisten durchgereicht werden, sondern **dass untereinander besser zusammengearbeitet werden muss.** Eine solche verstärkte Interaktion setzt andere wechselseitige Arbeitsbeziehungen der Kooperation (z.B. mithilfe eines Bauteams) voraus. BIM kann sich diesbezüglich als sehr





nützlich erweisen, unter anderem, um die Kommunikation zu erleichtern.

Bei großen Projekten ist die Aufgabenverteilung zwischen dem Entwurf des Gebäudes, dem Entwurf der technischen Anlagen und der Realisierung dieser Anlagen auf der Baustelle meistens recht eindeutig festgelegt. **So fallen der Entwurf des Gebäudes und der globale Entwurf der Anlagen (¹) unter das Aufgabenpaket des Architekten- und/oder Planungsbüros und sind die Installationsfirmen für die Ausführung verantwortlich.** Das Planungsbüro hat in diesem Zusammenhang gewöhnlich auch auf den Auftrag, die Integration der Techniken in der Entwurfsphase zu verwalten.

Für kleinere Projekte und den individuellen Wohnungsbau findet heutzutage gleichermaßen eine Entwicklung zu einem umfassenderem Ansatz statt. So stellt der Auftraggeber gegenwärtig nicht länger mehr selbst alle individuellen Kontakte zu den verschiedenen technischen Auftragnehmern her. Diese Aufgabe wird immer häufiger **einem Pro-**

jektleiter anvertraut, der den gesamten Bauprozess, einschließlich den Techniken, koordiniert. Diese Funktion kann vom Architekten, von einem Planungsbüro oder einem PEB-Berichtersteller wahrgenommen werden. Es ist auch möglich, dass die zusammenarbeitenden Unternehmen hierfür eine spezifische Kontaktperson bestimmen.

Eine andere wichtige, zu erkennende Tendenz ist, **dass zwischen dem Gebäudeentwurf und der Ausführung der technischen Anlagen dem Anlagenentwurf eine bedeutend stärkere Aufmerksamkeit geschenkt wird.** Bis jetzt landete dieser Auftrag häufig beim Installateur, der dafür jedoch nur selten eine angemessene Vergütung erhielt. Zukünftig muss demzufolge klar festgelegt werden, wer den Detailentwurf (²) übernehmen muss: entweder kann dafür ein Architektur- oder Planungsbüro (oder ein anderer Koordinator) ernannt werden, wobei ein oder mehrere Installationsfirmen als Ausführende auftreten, oder er kann einer Installationsfirma mit umfangreicher Entwurfserfahrung anvertraut werden, die dafür eine angemessene Kompensation erhält.

Für die meisten Installateure wird ein solcher planmäßigerer Ansatz womöglich eine gewisse Anpassung ihrer Arbeitsweise erfordern. Denn die Integration von technischen Anlagen macht es erforderlich, dass zahlreiche Aspekte im Voraus im Detail ausgearbeitet werden müssen und nicht länger bis zur Baustellenphase aufgeschoben werden dürfen. Auch in Bezug auf das Management des Informationsflusses wird der Erwerb von Kompetenzen noch notwendig sein.

Antwort auf die Herausforderungen

Der Installationssektor kann sich auf unterschiedliche Weise auf die Herausforderungen vorbereiten, die diese Entwicklung zu einer stärkeren Integration

mit sich bringt. So werden eine gute Grundausbildung und eine ständige Weiterbildung in der Zukunft noch wichtiger werden. Dies beinhaltet, **dass die Installationsfirmen sich stärker spezialisieren müssen.** Denn es wird für eine kleine Firma nicht länger möglich sein, alle bestehenden Technologien oder Marken völlig zu beherrschen. Diese Spezialisierung kann sich nicht nur auf eine spezifische Technologie oder eine bestimmte Marke beziehen, sondern kann auch entwurfsbezogener sein und den Schwerpunkt auf die Integration von technischen Anlagen (einschließlich der Integration in Gebäude und Netze) legen.

Eine andere Tendenz besteht darin, dass mehrere kleine spezialisierte Unternehmen ihre Kräfte projektbezogen bündeln und mithilfe eines Koordinators ein Gesamtpaket anbieten (während große Installationsfirmen im Allgemeinen die Möglichkeit haben, intern über verschiedene Spezialisten zu verfügen). Eine solche Cluster-Bildung von kleinen kompetenten Einheiten könnte in der Zukunft sogar erforderlich werden.

Rolle des Installationssektors

Die technischen Anlagen in Gebäuden gewinnen ständig an Bedeutung, und zwar einerseits, um den geforderten Komfort zu liefern und andererseits als Antwort auf die globale Energiefrage. Die zunehmende Integration der Anlagen hat jedoch auch zur Folge, dass sie viel komplexer werden und erfordert, dass sie während des gesamten Entwurfs- und Bauprozesses berücksichtigt werden. Der Installationssektor hat dabei eine wichtige Rolle, wobei Kompetenz und Zusammenarbeit der Schlüssel zum Erfolg darstellen. |

*P. Van den Bossche, Ing., Leiter des Laboratoriums Heizung und Lüftung, WTB
J. Lhoëst, Commercial Director, Techlink
B. Verstraete, Direktor Marketing en beweging, Bouwunie*

(¹) Der globale Entwurf der Anlagen umfasst unter anderem die Wahl des Heizungssystems (zentral, dezentral oder mit Kombikreisläufen).

(²) Der Detailentwurf umfasst unter anderem die Wahl der Materialien und der Dimensionierung.





Vernetzte Objekte tauchten Anfang der 2000er Jahre auf und nehmen seitdem einen ständig wichtigeren Platz in unserem täglichen Leben ein: vernetzte Heizungskessel, kommunizierende Brandmeldeanlagen, intelligente Schlösser ... 2008 zählte man schon mehr vernetzte Objekte als Bewohner auf unserem Planeten. Laut den Vorhersagen soll die Anzahl vernetzter Objekte bis 2020 nicht weniger als 50 Milliarden betragen. Durch das Aufkommen dieser Objekte wurde der Weg für die Ausführung von vernetzten Gebäuden und sogar intelligenten Städten geebnet. Der Bauunternehmer muss diese daher in seine berufliche Tätigkeiten aufnehmen, um seinen Kunden neue Dienstleistungen anbieten zu können.

Smart, sagten Sie Smart?

Ein vernetztes Objekt ist ein Objekt, das Daten sammelt, speichert, verarbeitet und übermittelt und das auch Anweisungen empfangen und geben kann. Dazu muss es in der Lage sein, sich an ein Netzwerk anzuschließen, das als **Internet der Dinge (in Englisch: Internet of Things, bzw. abgekürzt IoT)** bezeichnet wird.

Das Internet der Dinge bezeichnet folglich ein Netz von verschiedenen physikalischen Objekten, die mit Sensoren ausgestattet sind und die nicht nur mit ihrer Umgebung interagieren, sondern auch untereinander kommunizieren können. Die dabei übermittelten Informationen können gesammelt und von den Nutzern analysiert werden, mit dem Ziel Ideen zu generieren und Aktionen nahezulegen, die zu Kosteneinsparungen und/oder zu einer Verbesserung der Effizienz und des Komforts führen können.

Smart Buildings

Smart Buildings sind Gebäude mit einer hohen Energieeffizienz, die dank ihres Entwurfs, ihrer Anlagen und ihrer Ausstattung ihren Nutzern eine Vielzahl von Diensten bieten. Dadurch, dass die Verwaltung und die Kontrolle in den Dienst der Bewohner und der Nutzer gestellt werden, darf das Gebäude nicht nur mehr als Hülle, sondern eher als Dienstleister betrachtet werden. Dies versteht man unter dem Begriff *„Building as a Service“*.

Die diversen Gebäudeanlagen kommunizieren nicht nur miteinander und mit den Nutzern, sondern auch mit dem Gebäude selbst und dessen Umgebung.

Dies geschieht auf verschiedenen Bereichen:

- **Energie** (Verwaltung und Kontrolle des Energieverbrauchs ...)
- **Sicherheit** (Verwaltung des Zugangs zum Gewährleisten der Sicherheit innerhalb des Gebäudes ...)
- **Komfort** (Verwaltung der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit zum Sicherstellen eines günstigen Raumklimas ...)
- **Gesundheit** (medizinische Fernbetreuung, um älteren Menschen die Möglichkeit zu geben, länger in ihrer eigenen Wohnung leben zu können ...)
- **Instandhaltung** (Auffindung und Nachverfolgung von Defekten an Anlagen für die technischen Dienste ...)

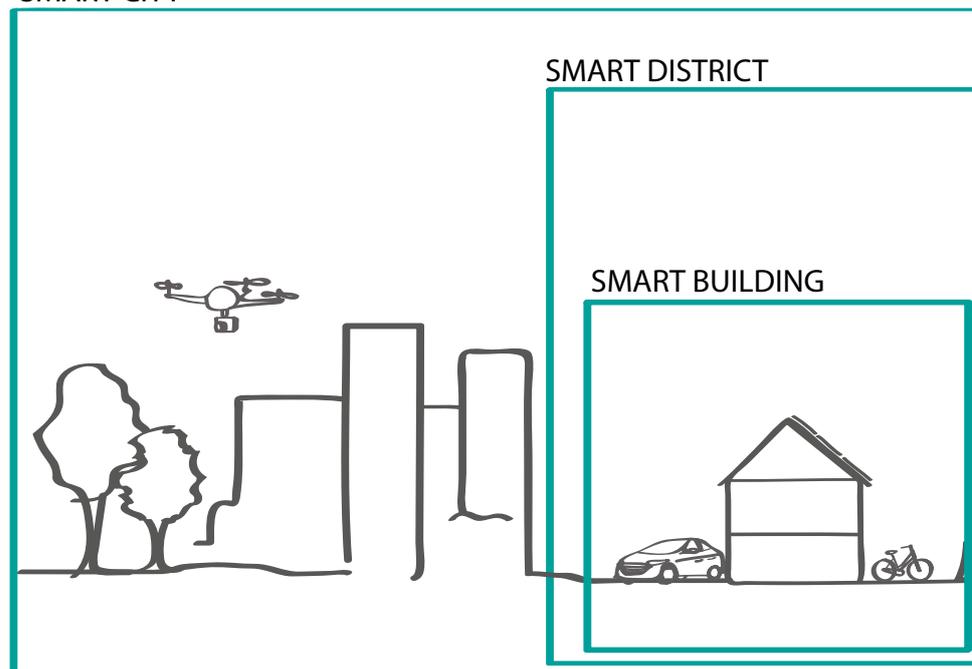
- **Gebäudeverwaltung** (Verwaltung der Belegung von Besprechungsräumen ...).

Smart Districts

Der Begriff *Smart District* ist so definiert, dass er eine Ebene höher als *Smart Building* angeordnet ist. Denn er umfasst mehrere Gebäude oder Gebäudekomplexe. Das zugehörige Prinzip beruht auf drei Säulen:

- **die effiziente Nutzung von Energie** dank intelligenter Netze (Rückgewinnung der Wärme aus einem Kanalnetz für die Versorgung einer Fernwärmanlage ...)

SMART CITY





- **die Realisierung von neuen Mobilitätskonzepten** (geteilte Autonutzung ...)
- **die optimale Nutzung von Kommunikationstechnologien** (mithilfe von Tools, die zur Nachverfolgung der Belegung von großen kollektiven Gebäuden in Echtzeit dienen ...).

Ein *Smart District* hat als Ziel:

- **den Energieverbrauch zu verringern** (durch Löschen der Beleuchtung, wenn die Räume nicht genutzt werden ...)
- **die Verbrauchsspitzen der Spitzenzeit** durch zeitliche Verlagerung außerhalb der Spitzenzeit **zu glätten** (durch die Inbetriebnahme eines Elektroboilers außerhalb der Spitzenlastzeit)
- **die Energieeffizienz zu maximieren** (Nutzung einer Wärmepumpe mit einer hohen Leistungszahl ...)
- **erneuerbare Energiequellen zu integrieren**, die es ermöglichen, zu einem energetischen Gleichgewicht auf der Ebene einer Gebäudegruppe zu kommen (Gleichgewicht zwischen der Energieerzeugung und dem Energieverbrauch).

Obwohl der *Smart District* eng mit dem Elektrizitätsnetz verbunden ist, stützt er sich auch auf andere Energienetze (Gas und Wärme). Im Hafen von Gent ist beispielsweise ein Wärmenetz vor-

handen, das den Energieüberschuss, der in einer Papierfabrik erzeugt wird, für das Heizungssystem eines Automobilunternehmens rückgewinnt, das sich einige Kilometer weiter weg befindet.

Da die Wassernetze (Zuführung und Ableitung) immer häufiger mit intelligenten Zählern und Regelsystemen ausgestattet sind, ist deren Integration in den *Smart District* zu einer Realität geworden. Im Tivoli-Viertel in Laeken, mit seinem Mix an Geschäften, Wohnungen und Kinderkrippen, sind die Wasserverwaltung (kollektives Netz für Heizung und sanitäres Warmwasser, Wiederverwendung von Grauwasser ...), die Verwaltung des Energieverbrauchs der Gebäude (detaillierte Energieüberwachung und -buchhaltung) und die Verwaltung der Abfallströme beispielsweise Teil eines integrierten Konzepts.

Smart Cities

Der Begriff *Smart Cities* ist so definiert, dass er eine noch umfangreichere Ebene umfasst. Es handelt sich dabei um intelligente Städte, die in der Lage sind, ihren Betrieb und den Betrieb ihrer Infrastruktur anhand von in Echtzeit erhaltenen Daten zu überwachen, zu analysieren und zu optimieren. Dank

der Sensornetze und der Verarbeitung der gesammelten Daten ist es in diesen Städten möglich, die Effizienz **des Verkehrs, des öffentlichen Verkehrs, der Straßenbeleuchtung ... stark zu verbessern.**

Eine *Smart City* ist auch in der Lage, **Räume miteinander zu verbinden, aber auch Individuen oder Gruppen von Individuen mit diesen Räumen.** Die Grenze hinsichtlich der Nutzung von öffentlichen Räumen und geteilten Räumen wird somit vager. So könnten die Parkplätze, die in einer *Smart City* tagsüber von Arbeitnehmern eines Unternehmens genutzt werden, geteilt und abends von Bewohnern des Viertels genutzt werden.

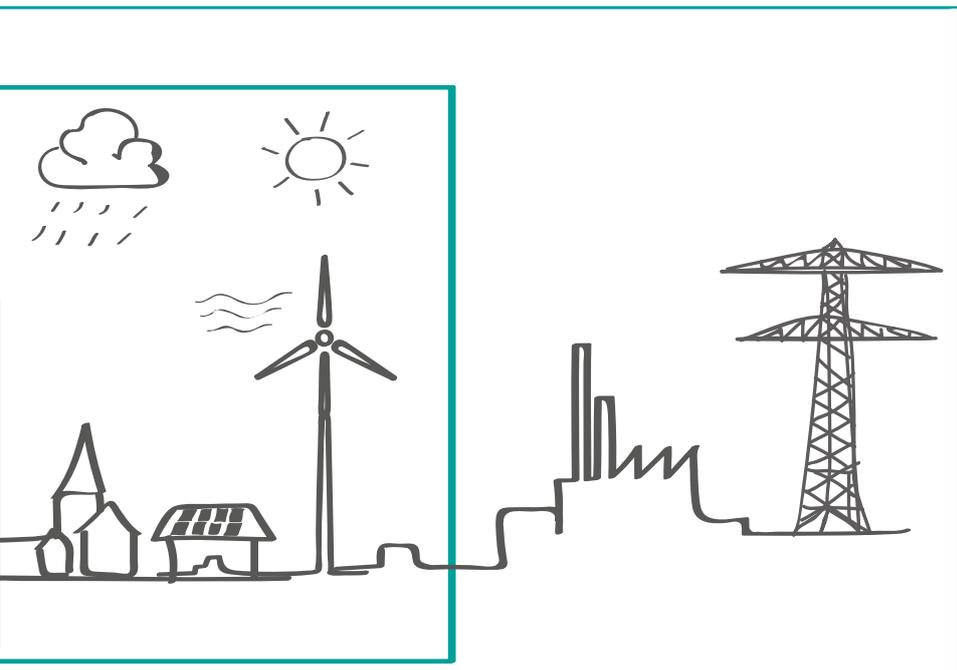
Notwendige Anpassung der heutigen Arbeitsmethoden

Die Rolle der verschiedenen Beteiligten, darunter jenen aus dem Bausektor im Allgemeinen und die der Bauunternehmer im Besonderen, muss noch definiert werden. Die Entwicklung von *Smart Buildings* hat zur Folge, dass kompatible Produkte installiert werden müssen. Dies erfordert nicht nur eine Anpassung der bestehenden Arbeitsmethoden, sondern auch die Einführung neuer Prozesse und Dienstleistungen. Um ein konkretes Beispiel zu geben, die Installation eines vernetzten Heizungskessels kann die Fernüberwachung der Heizungsanlage und deren vorbeugende Wartung ermöglichen. Auf diese Weise kann die klassische und punktuelle Wartung des Heizungskessels sozusagen zu einer kontinuierlichen Dienstleistung für den Kunden umgewandelt werden.

Zusätzliche Elemente, wie z.B. das Informieren des Kunden, die etwaige Kompatibilität mit anderen Systemen im Gebäude, die Aspekte hinsichtlich des Anschlusses oder der Wartung, **sind nur eine Auswahl aus den Sachverhalten, die der Bauunternehmer berücksichtigen und in seine beruflichen Tätigkeiten aufnehmen muss.** |

A. Deneyer, Ir., Leiter der Abteilung
Raumklima, Anlagen und Energieleistung,
WTB

C. Mees, Ir., Senior-Projektleiter, Abteilung
Energie, WTB





Das Risiko der globalen Erwärmung stellt eine Bedrohung für das fragile Gleichgewicht unseres Ökosystems dar und muss folglich auf internationaler Ebene angepackt werden. Dazu muss der Ausstoß von Treibhausgasen (vor allem CO₂), der teilweise durch den Energieverbrauch unserer Gebäude bedingt ist, verringert werden. Diverse Studien gehen daher davon aus, dass die meisten Gebäude bis 2050 energieneutral oder sogar energiepositiv sein werden, und zwar durch das Reduzieren ihres Energiebedarfs und der vielfältigen Nutzung von erneuerbarer Energie. In diesem Artikel werden einige Szenarien vorgestellt, bei denen der Wärmebedarf bis 2050 durch erneuerbare Energie vollständig gedeckt werden könnte. Wir betrachten dafür zuerst die Energieerzeugung und die Verteilnetze und danach nehmen wir die Gebäude und die Anlagen selbst unter die Lupe.

Wie wärmen wir uns im Jahr 2050?

Alles vollständig elektrisch auf individueller Basis?

Wenn wir heute von sogenannten energieneutralen Wohnungen sprechen, dann geht es häufig um **Neubauwohnungen, bei denen man danach strebt, eine Balance zwischen der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen und dem Stromverbrauch zu finden.** Dieses Konzept passt gut in den derzeitigen rechtlichen und finanziellen Rahmen und beinhaltet bislang in technischer Hinsicht wenige Herausforderungen. **Denn durch die Kombination einer guten Dämmung, einer effizienten Luftdichtheit und einer Qualitätslüftung können die Leistung und der Energieverbrauch eines Wärmeerzeugers reduziert werden.** Eine Wärmepumpe mit einer elektrischen Leistung von 2 kW (Wärmeleistung von ca. 8 kW) kann beispielsweise ausreichen, eine Einzelwohnung zu heizen und mit sanitärem Warmwasser zu versorgen. Die Solarplatten auf dem Dach können meistens so dimensioniert werden, dass sie in der Lage sind, sowohl den Stromverbrauch für die Heizung als auch für die Haushaltsgeräte zu decken.

Bei einem korrekten Entwurf dieses Wohnungstyps messen die Elektrizitätszähler, die bei einem Überschuss der Elektrizitätserzeugung sich in die Gegenrichtung drehen, tatsächlich einen jährlichen Verbrauch von null.

Solange die Spitzenleistung unter 10 kW bleibt, werden die derzeitigen Randbedingungen für den Anschluss an das Elektrizitätsnetz erfüllt und kann dieses Netz als Puffer verwendet werden. **Wenn diese Lösung jedoch in großer Zahl auf Stadtteil- oder nationaler Ebene implementiert werden würde, könnte die Konfiguration, bei der alles vollständig elektrisch betrieben wird, womöglich viele Probleme mit sich bringen,** wie z.B.:

- eine Überlastung des Elektrizitätsnetzes an sonnigen Frühlings- und Sommertagen durch eine den Erzeugungshöchststand erreichende Erzeugung der Solarplatten und einen niedrigen Elektrizitätsverbrauch für die Heizung. Während der kalten Wintermorgen würden dagegen fast alle elektrischen Wärmeerzeuger im Stadtteil gleichzeitig in Betrieb sein und einen großen Spitzenbedarf verursachen (zusätzlich zum normalen Verbrauch)
- ein kurzzeitiges Ungleichgewicht zwischen der Erzeugung und dem Verbrauch erneuerbarer Energie auf nationaler Ebene (z.B. während der Verbrauchsspitzen morgens, abends wenn die Sonne schon untergegangen ist oder bei einem nicht zu vernachlässigenden Abnahmebedarf während windschwacher Nächte)
- ein saisonales Ungleichgewicht. In energieeffizienten Wohnungen verlagert sich der Heizbedarf fast vollständig in die Winterzeit, während zu dem

Zeitpunkt wenig Solarenergie erzeugt werden kann und auch die anderen elektrischen Verbraucher weiterhin betrieben werden. Im Frühling und Sommer gibt es dann wieder einen großen Überschuss an erzeugter Solarenergie.

Die kurzzeitigen Probleme (Überlastung oder Ungleichgewicht auf Viertelstunden-, Stunden- oder Tagesbasis) können durch ein intelligentes Elektrizitätsnetz (Smart Grid) gemildert werden, bei dem die Nutzung der Elektrizität während Verbrauchsspitzen nicht unterstützt und zu Zeitpunkten mit einer ausreichenden Erzeugung von erneuerbarer Energie unterstützt wird. **Die Speicherung von Wärme in Wasserpufferbehältern oder in der Gebäudestruktur und die Speicherung von Elektrizität in einer Batterie (oder einem Elektrofahrzeug) können hierzu beitragen** (siehe auch S. 7-9). Diese Maßnahmen erfordern häufig zusätzliche Investitionen in Puffereinrichtungen und in das Intelligentsnetz, senken aber letztendlich die Kosten für die Energieerzeugung und -verteilung. Es ist jedoch nicht einfach, diese Maßnahmen in allen Gebäuden umzusetzen. Dies gilt umso mehr für schlecht gedämmte, bestehende Wohnungen mit höherem Energiebedarf, die mit Anlagen beträchtlicher Leistung ausgestattet sind.

Durch die Kombination einer guten Dämmung, einer effizienten Luftdichtheit und einer Qualitätslüftung werden die Leistung und der Energieverbrauch eines Wärmeerzeugers reduziert.



Die größten Probleme werden allerdings durch das saisonale Ungleichgewicht verursacht: Denn mit der heutigen Technologie lässt sich Solarenergie nicht langfristig (z.B. 6 Monate lang) in Einzelwohnungen speichern. Obwohl es mit der untiefen Geothermie tatsächlich möglich ist, Wärme (und Kälte) über lange Zeiträume zu speichern, wird man im Winter noch immer eine gewisse Menge an elektrischer Energie für den Betrieb der Wärmepumpe benötigen. Aus dem Artikel über die Wärmepufferung (siehe S. 7-9) hat sich ergeben, dass Speicherformen auf individueller Basis zu sehr großen und teuren Systemen führen würden. Die Lösung, alles vollständig elektrisch zu betreiben, ist auf individueller Ebene unserer Meinung nach somit nicht wirklich machbar.

Trotz des Umstandes, dass zurzeit auch Untersuchungen zu kollektiven elektrischen Speichersystemen auf der Ebene eines Stadtteils laufen, sind es vor allem die thermischen Speichersysteme, die in dem Maße, wie eine große Anzahl von Gebäuden angeschlossen wird, viel kompakter und effizienter werden. Diese Formen einer kollektiven Wärmespeicherung erfordern jedoch einen anderen Ansatz.

Kollektive Erzeugung und Verteilung

Betrachtet man die erneuerbaren Energiequellen, die im Winter verfügbar sind, fällt der Blick neben der Geothermie auch auf Windenergie und Biomasse. Hinsichtlich der Windenergie ist es energetisch und finanziell interessanter, mehrere große Windturbinen am Elektrizitätsnetz anzuschließen als jede Wohnung mit einer kleinen Windenergieanlage zu versehen. **Mit kollektiven Wärmenetzen kann man darüber hinaus auch die folgenden Wärmequellen maximal nutzen:**

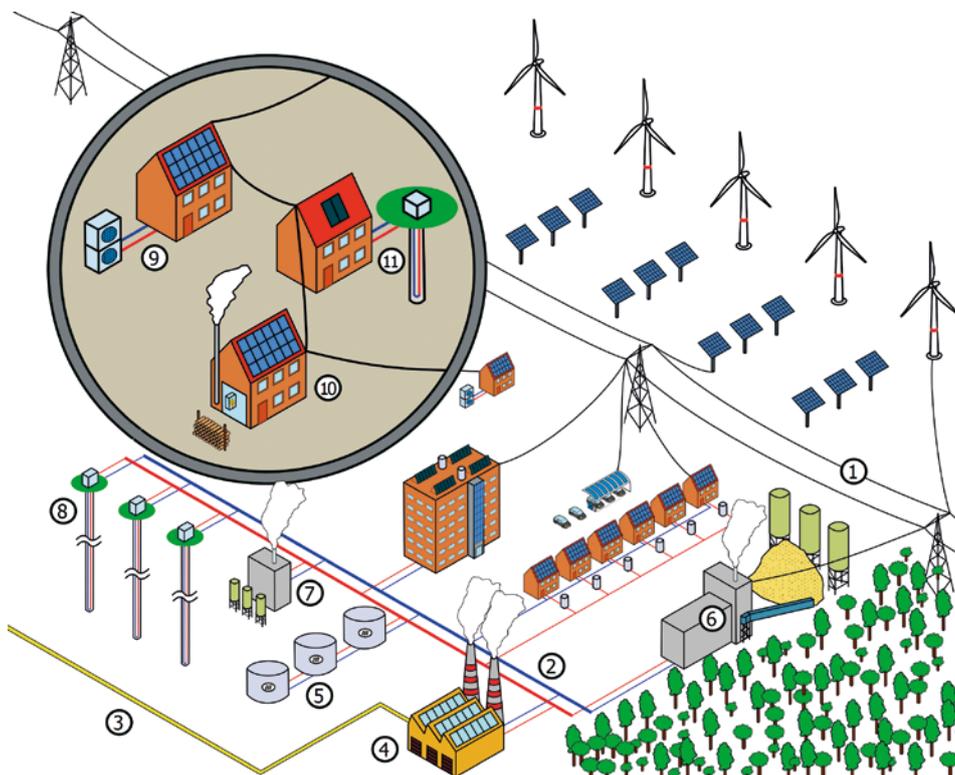
- **tiefe Geothermie** (bei der Wärme auf hoher Temperatur aus den tiefen Erdschichten hochgepumpt wird); dazu ist immer ein Wärmeverteilnetz erforderlich
- **untiefe Geothermie**, auch in dem Fall kann ein (Niedertemperatur-)Wärmenetz nützlich sein, da eine kollektive Anlage die Kosten drücken und die Wärmeverluste reduzieren kann (denn die Wärme und die Kälte werden über längere Zeiträume gespeichert)
- **Gas**, das nicht dem Erdreich entzogen wird, sondern durch Bioprozesse (Grüngas) erzeugt oder synthetisch hergestellt wird, und zwar an Orten und zu Zeitpunkten, an denen ein

Überschuss an erneuerbarer Energie vorliegt (z.B. Synthesegas); diese Energie ist kostbar, da sie Wärme auf sehr hoher Temperatur erzeugen kann. Diese hochwertige Wärme kann am besten für industrielle Verfahren oder zur Elektrizitätserzeugung genutzt werden. Die minderwertige Wärme, die dabei freigesetzt wird (Restwärme mit niedriger Temperatur) kann dank eines Wärmenetzes an Wohnungen, die solche Wärme benötigen, verteilt werden

- die gleiche Argumentation gilt für **Biomasse**: Holz oder sonstige brennbare Restanteile können problemlos in Zimmeröfen oder Kesseln verwendet werden, aber in einer kollektiven Anlage kann deren energetisches Potenzial auf eine bessere Weise eingesetzt werden, wobei man zudem die Feinstaubemission reduzieren kann.

Ein Wärmenetz bietet also vor allem Flexibilität und die Möglichkeit, verschiedene erneuerbare Energiequellen auf eine kosteneffiziente Weise zu kombinieren.

Die nachstehende schematische Darstellung veranschaulicht die wichtigsten erneuerbaren Energiequellen, sowie die Energieumwandlungen, die auf individueller (innerhalb des Gebäudes) und auf



Schematisches Konzept zur Wärmelieferung.

1. Elektrizitätsnetz
2. Wärmenetz
3. Gasnetz
4. Rückgewinnung von Industrie-Restwärme
5. Kollektive Wärmepufferung
6. Wärme-Kraft-Kopplungseinheit
7. Biomasseheizwerk
8. Tiefe geothermische Bohrungen
9. Luft-Wasser-Wärmepumpe
10. Direktheizung mit Biomasse
11. Untiefe geothermische Bohrung



kollektiver Ebene durch Wechselwirkungen mit dem Elektrizitäts-, Wärme- und Gasnetz stattfinden können.

Wenn das Gasnetz nur noch Unternehmen und dezentrale kollektive Systeme mit Gas versorgen müsste, dann könnte dessen Größe allmählich verkleinert werden. Die Wärmenetze müssten hingegen stark ausgedehnt werden, und zwar vor allem in Städten und Gemeinden, wo sich der Wärmebedarf am meisten konzentriert und man das Wärmenetz kompakt ausführen kann. Es sollte sich in dem Fall vorzugsweise um Niedertemperatur-Wärmenetze handeln, weil dann die Verteilungsverluste viel geringer sind. Niedertemperatur-Wärmenetze bieten außerdem auch mehr Möglichkeiten zur Valorisierung der Restwärme oder untiefen Geothermie (mit oder ohne Speicherungsmöglichkeit). Im Falle einer (drohenden) Überhitzung können die Wärmeüberschüsse schließlich erneut in das Netz eingespeist werden.

Obwohl die schematische Darstellung auf der vorherigen Seite eine Übersicht von den diversen Möglichkeiten gibt, existiert keine universelle Patentlösung. Denn die Art der Erzeugung, der Speicherung und der Verteilung, die letztendlich für die Energie gewählt wird, wird von Gebäude zu Gebäude unterschiedlich sein. Darüber hinaus wird zukünftig mehr Flexibilität notwendig sein, um zwischen verschiedenen Lösungen wählen zu können. Die Verwendung von ICT-Tools mit intelligenten Steuerungssystemen (siehe S. 26-27) könnte dabei eine wichtige Rolle spielen, weil damit ermöglicht wird, jederzeit die optimale Lösung auszuwählen, und zwar unter Berücksichtigung der möglichen Veränderlichkeit der Tarife für den Verbrauch und die Einspeisung. Denn die Letzteren könnten zu jedem Zeitpunkt, in Abhängigkeit des Bedarfs nach und der Verfügbarkeit von (erneuerbarer) Energie, anders sein.

2050 beginnt jetzt

Wie die Wärmelieferung für ein spezifisches Gebäude im Jahr 2050 aussehen wird, lässt sich natürlich nicht vorhersagen. **Für alle Szenarien, die sich stark auf die Nutzung erneuerbarer Energiequellen stützen, müssten zuerst auf den gesamten Gebäudepark Energieeinspa-**

Es gilt, alles schnell in Bewegung zu setzen, damit die heutigen Neubau- und Renovierungsprojekte mit den Lösungen von morgen kompatibel sind.

rungstechniken angewendet werden. Ferner müssten auf dem bestehenden Wohnungspark im Rahmen des Möglichen eine ganze Reihe von Maßnahmen auf dem Gebiet der Dämmung, Luftdichtheit, sparsamen Lüftung, intelligenten Warmwasserwirtschaft ... angewandt werden. Dadurch könnten nicht nur der Heizbedarf, sondern auch die Wärmeleistung und die erforderlichen Investitionen für die Erzeugung und die Pufferung von erneuerbarer Energie reduziert werden.

Der Fokus auf die Energieeinsparung darf jedoch nicht auf Kosten der Flexibilität gehen. Wir müssen auch darauf achten, dass eine drastische Verringerung des Wärmebedarfs im Winter nicht zu einem größeren Kühlbedarf im Sommer führt. Außerdem dürfen wir nicht vergessen, dass durch die Reduzierung des Heizbedarfs der Anteil an sanitärem Warmwasser im Verbrauch des Gebäudes immer größer wird. Sogar wenn man den Energiebedarf dadurch, dass man bestimmte der oben erwähnten Einsparungstechniken anwendet und mit solarthermischen Systemen (Solarboiler) kombiniert, stark senken kann, wird man noch stets andere Energiequellen brauchen (siehe S. 13-15). Systeme wie z.B. Kombikreislaufanlagen (siehe S. 10-12) lassen sich einfach an ein Wärmenetz anschließen, erfordern aber zurzeit noch Wärme auf höheren Temperaturen (mehr als 60 °C).

Im Allgemeinen empfiehlt es sich, die Systemtemperaturen möglichst niedrig zu halten, um die Leistungen der gegebenenfalls daran angeschlossenen Wärmepumpe zu maximieren und das Gebäude direkt an das Niedertemperaturwärmenetz anschließen zu können. Dies ist mit für Niedertemperatur ausgelegte Abgabeeinrichtungen möglich, aber auch mit Fußboden-, Wand- und Deckenheizungssystemen oder sogar mit der Betonkernaktivierung. Durch eine Begrenzung der Spitzenleistung für die Heizung lassen sich diese Systeme anwenden

oder die Betriebstemperatur noch weiter absenken. Das WTB führt momentan eine Untersuchung durch, deren Ziel es ist, einen Niedertemperaturbetrieb zu bestimmen, mit dem sich die Entwicklung von Legionellen doch kontrolliert beherrschen lässt (siehe S. 13-15). In Fällen, in denen fortwährend höhere Temperaturen erforderlich sind, können *Booster*-Wärmepumpen einen Ausweg bieten. Diese Pumpen nutzen Wärme mit niedriger Temperatur (z.B. 40 °C) und verteilen diese erneut mit 60 °C.

Obwohl weder bei Neubauwohnungen noch bei gründlichen Renovierungen in den nächsten (dreißig) Jahren schon nach einer vollständigen Wärmelieferung durch erneuerbare Energie gestrebt werden wird, müssen aber bereits entsprechende Vorbereitungen getroffen werden, um für 2050 bereit zu sein, was heißt: die Wärme- und Kühllast reduzieren, die Gebäude vorzugsweise mit Niedertemperatur-Emissionssystemen ausstatten und gegebenenfalls über einen zukünftigen Wärmenetzanschluss nachdenken. Ein im Jahr 2020 installierter Kessel wird 2050 nämlich bereits lange ersetzt sein, während das Gebäude und das Emissionssystem eine Lebensdauer haben, die 2050 (weit) übersteigen kann.

Der Ausbau von Wärmenetzen erfordert Zeit, Geld und einen visionären Weitblick über mehrere Jahrzehnte. **Es gilt dennoch, alles schnell in Bewegung zu setzen, damit die heutigen Neubau- und Renovierungsprojekte mit den Lösungen von morgen kompatibel sind.** Wie Sie bereits im Artikel über die Integration von Techniken (siehe S. 24-25) lesen konnten, hat dies auch bedeutende Auswirkungen auf die berufliche Tätigkeit des Installateurs. Die Zukunft beginnt jetzt! |

*J. Van der Veken, Ir., und X. Kuborn, Ir.,
Projektleiter, und P. Van den Bossche, Ing.,
Leiter des Laboratoriums Heizung und
Lüftung, WTB*

WTB-Projekte

Um den Erfordernissen des Bausektors gerecht zu werden, führt das WTB gegenwärtig mehrere Untersuchungen, Studien und Sensibilisierungsaktionen, die im Zusammenhang mit den technischen Anlagen stehen, durch. Nachstehend folgt eine kurze Übersicht.

Wallonien

- **PEPSE** – Entwurf, Entwicklung, Validierung und Inbetriebnahme eines ‚semi-virtuellen‘ Prüfstands für das Prüfen von Systemen zur Energieerzeugung, -speicherung und -verteilung
- **Silenthalpic** – Geräuschlose und intelligente dezentralisierte Lüftung mit Rückgewinnung von fühlbarer und latenter Wärme

Brüssel

- **Delta-T** – Einrichtung mit automatischer Stromversorgung für thermische Anlagen durch thermoelektrischen Effekt
- **Prio-Climat** – Priorisierung und Optimierung von Renovierungsstrategien für Sozialwohnungen: hin zu einem besseren Raumklima
- **BruGeo** – Valorisierung des geothermischen Potenzials der Region Brüssel-Hauptstadt
- **OUT2IN** – Auswirkung von Filterungs- und Luftreinigungstechniken auf das Eindringen von Außenluftschadstoffen über die Lüftung zur Verbesserung der Raumluftqualität in nachhaltigen Gebäuden
- **GT Construction durable** – ‚Eco-construction et développement durable‘ in der Region Brüssel-Hauptstadt

Flandern

- **Instal2020** – Gesamtentwurf von Anlagen

für sanitäres Warmwasser und Heizung

- **NEPBC** – *Next generation building assessment methods towards a carbon neutral building stock*
- **SilenceVent** – Vorhersagbare strömungsakustische Leistungen von Lüftungssystemen in Wohngebäuden
- **BBT Legionella** – Beste verfügbare Techniken zur Beherrschung von Legionellen in neuen Sanitärsystemen
- **Smart Geotherm** – Mobilisieren der Speicherung von thermischer Energie und der thermischen Trägheit in bodengekoppelten Konzepten für die intelligente Heizung und Kühlung von mittleren bis großen Gebäuden
- **Groen Licht Vlaanderen 2020** – Innovative und nachhaltige Lichtquellen

FÖD Wirtschaft

- **Normen-Außenstellen** – Akustik, Energie und Raumklima, Wasser und Dächer, Geotechnik, Beleuchtung
- **PREVENT** – Lüftung von Wohnungen: Leistungskriterien und Regeln für den Entwurf der Apparate
- **In-Vent-Out** – Relative Positionierung der Luftzufuhröffnungen in Bezug auf die Luft- und Rauchgasableitungsöffnungen von Gebäuden
- **EVACODE** – Bewertungsmethode für Wasserbehandlungsanlagen zur Vermeidung von Kalkbildung

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen

innoviris.brussels
empowering research



NBN

economie
FOD Economie, K.M.O., Middenstand en Energie

Publikationen

Die WTB-Veröffentlichungen sind verfügbar:

- auf unserer Website:
 - kostenlos für Auftragnehmer, die Mitglied des WTB sind
 - über den Bezug im Abonnement für die sonstigen Baufachleute (Registrierung unter www.cstc.be)
- in gedruckter Form und auf USB-Stick.

Weitere Auskünfte erhalten Sie telefonisch unter 02/529.81.00 (von 8.30 bis 12.00 Uhr) oder schreiben Sie uns entweder per Fax (02/529.81.10) oder per E-Mail (publ@bbri.be).

Schulungen

- Für weitere Informationen zu den Schulungen wenden Sie sich bitte telefonisch (02/655.77.11), per Fax (02/653.07.29) oder per E-Mail (info@bbri.be) an S. Eeckhout.
- Nützlicher Link: www.cstc.be (Rubrik ‚Agenda‘).

Veröffentlichung des Wissenschaftlichen und Technischen Bauzentrums, Institut anerkannt in Anwendung der Rechtsverordnung vom 30. Januar 1947

Verantwortlicher Herausgeber: Jan Venstermans, WTB, Rue du Lombard 42, B-1000 Brüssel

Dies ist eine Zeitschrift mit allgemein informativer Ausrichtung. Sie soll dazu beitragen, die Ergebnisse der Bauforschung aus dem In- und Ausland zu verbreiten.

Das Übernehmen oder Übersetzen von Texten dieser Zeitschrift, auch wenn es nur teilweise erfolgt, ist nur bei Vorliegen eines schriftlichen Einverständnisses des verantwortlichen Herausgebers zulässig.

www.wtb.be



Forscht • Entwickelt • Informiert

Das WTB bildet schon mehr als 55 Jahren den wissenschaftlichen und technischen Mittelpunkt des Bausektors. Das Bauzentrum wird hauptsächlich mit den Beiträgen der 85.000 angeschlossenen belgischen Bauunternehmen finanziert. Dank dieser heterogenen Mitgliedergruppe sind fast alle Gewerke vertreten und kann das WTB zur Qualitäts- und Produktverbesserung beitragen.

Forschung und Innovation

Eine Industrieraufgabe ohne Innovation ist wie Zement ohne Wasser. Das WTB hat sich deswegen entschieden, seine Forschungsaktivitäten möglichst nahe bei den Erfordernissen des Sektors anzusiedeln. Die Technischen Komitees, die die WTB-Forschungsarbeiten leiten, bestehen aus Baufachleuten (Bauunternehmer und Sachverständige), die täglich mit der Praxis in Berührung kommen.

Mithilfe verschiedener offizieller Instanzen schafft das WTB Anreize für Unternehmen, stets weitere Innovationen hervorzubringen. Die Hilfestellung, die wir anbieten, ist auf die gegenwärtigen gesellschaftlichen Herausforderungen abgestimmt und bezieht sich auf diverse Gebiete.

Entwicklung, Normierung, Zertifizierung und Zulassung

Auf Anfrage von öffentlichen oder privaten Akteuren arbeitet das WTB auch auf Vertragsbasis an diversen Entwicklungsprojekten mit. So ist das Zentrum nicht nur bei den Aktivitäten der nationalen (NBN), europäischen (CEN) und internationalen (ISO) Normierungsinstitute aktiv beteiligt, sondern auch bei Instanzen wie der *Union belge pour l'agrément technique dans la construction* (UBAtc). All diese Projekte geben uns mehr Einsicht in den Bausektor, wodurch wir schneller auf die Bedürfnisse der verschiedenen Gewerke eingehen können.

Informationsverbreitung und Hilfestellungen für Unternehmen

Um das Wissen und die Erfahrung, die so zusammengetragen wird, auf effiziente Weise mit den Unternehmen aus dem Sektor zu teilen, wählt das Bauzentrum mit Entschlossenheit den Weg der Informationstechnik. Unsere Website ist so gestaltet, dass jeder Bauprofi mit nur wenigen Mausklicks die gewünschte WTB-Publikationsreihe oder gesuchten Baunormen finden kann.

Eine gute Informationsverbreitung ist jedoch nicht nur auf elektronischem Wege möglich. Ein persönlicher Kontakt ist häufig noch stets die beste Vorgehensweise. Jährlich organisiert das Bauzentrum ungefähr 650 Informationssitzungen und Thementage für Baufachleute. Auch die Anfragen an unseren Beratungsdienst Technische Gutachten finden regen Zuspruch, was anhand von mehr als 18.000 geleisteten Stellungnahmen jährlich deutlich wird.

FIRMENSITZ

Rue du Lombard 42, B-1000 Brüssel
Tel.: 02/502 66 90
Fax: 02/502 81 80
E-Mail: info@bbri.be
Website: www.wtb.be

BÜROS

Lozenberg 7, B-1932 Sint-Stevens-Woluwe
Tel.: 02/716 42 11
Fax: 02/725 32 12

- Technische Gutachten – Publikationen
- Verwaltung – Qualität – Informationstechniken
- Entwicklung – Valorisierung
- Technische Zulassungen – Normierung

VERSUCHSGELÄNDE

Avenue Pierre Holoffe 21, B-1342 Limelette
Tel.: 02/655 77 11
Fax: 02/653 07 29

- Forschung und Innovation
- Bildung
- Bibliothek

DEMONSTRATIONS- UND INFORMATIONSZENTRUM

Marktplein 7 bus 1, B-3550 Heusden-Zolder
Tel.: 011/79 95 11
Fax: 02/725 32 12

- ICT-Wissenszentrum für Bauprofis (ViBo)
- Digitales Dokumentations- und Informationszentrum für den Bau- und Betonsektor (Betonica)

BRUSSELS MEETING CENTRE

Boulevard Poincaré 79, B-1060 Brüssel
Tel.: 02/529 81 29

BRUSSELS GREENBIZZ

Rue Dieudonné Lefèvre 17, B-1020 Brüssel
Tel.: 02/233 81 00