

Legionellen: die unterschätzte Gefahr



50 Liter Warmwasser werden in der Schweiz pro Kopf jeden Tag verbraucht. Die Debatte darüber, wie kalt Kaltwasser sein sollte, wie heiss Warmwasser sein muss, wie viel Energie in einem Haushalt für die Warmwasserproduktion verbraucht werden darf und wie viele Keime unser Trinkwasser besiedeln dürfen, ist auch ein Dilemma zwischen Nahrungsmittelsicherheit und Sorgfalt gegenüber der Umwelt. Bundesämter, Gebäudetechniker, Mikrobiologen und Fachplaner versuchen die Quadratur des Kreises.

Fast ein halbes Jahrhundert, nachdem fast 200 ehemalige US-Soldaten bei einem Veteranentreffen an einer Legionellen-verursachten Lungenentzündung starben, brüten noch immer Mikrobiologen, Gebäudetechniker, Hydrologen, Nahrungsmittel-Ingenieure, Architekten und Fachplaner über Strategien, Mittel und Wege, dem anderthalb Tausendstel-Millimeter kleinen Schädling auf die Pelle zu rücken. Mit mässigem Erfolg, scheint es, nachdem im vergangenen Herbst in Genf 30 Bewohner des Pâquis-Quartiers mit der Diagnose Legionärskrankheit hospitalisiert werden mussten und Anfang Mai dieses Jahres Duschanlagen einer Ostschweizer Kaserne wegen Legionellen-Verseuchung geschlossen werden mussten. Definitiv den Garaus machen kann man der für den Menschen gefährlichsten Art «Legionella pneumophila» zwar nicht, darin sind sich alle Jäger des sporenlösen Stäbchen-Bakteriums einig. Es geht vielmehr darum, die Aktivitäten und den Lebensraum der Verursacherin der Legionellose zu beschränken. Dazu muss man zuerst einmal wissen, wie und wem die Legionellen mit welchem Erfolg gefährlich werden können.

Das unschuldige Warsteiner Bier

«Wie rein ist unser Bier noch?», titelte die «Bild»-Zeitung im September 2013, nachdem in der Bier-Stadt Warstein innert Tagen 165 Patienten mit Lungenentzündung hospitalisiert werden mussten und Legionellen als Ursache feststanden. Das Boulevardblatt bewies damit, dass man die wichtigste Erkenntnis für die Bekämpfung von Legionellen nicht verstanden hatte: Legionellen sind völlig ungefährlich, wenn sie in kontaminiertem Wasser getrunken werden – mit oder ohne Hefe. Ihre mitunter tödliche Wirkung entfalten sie ausschliesslich in der Lunge, wohin sie in Form von Aerosolen durch die Atmung gelangen.

Aerosole sind ein heterogenes Gemisch aus festen und/oder flüssigen Schwebeteilchen in einem Gas. Diese Schwebeteilchen heissen Aerosolpartikel. Ein Aerosol unterliegt ständiger Veränderung durch Kondensation von Dämpfen, Verdampfen flüssiger Bestandteile, Umwandlung kleiner Teilchen zu grossen oder Abscheidung von Teilchen an umgebende Gegenstände. Aerosole enthalten Partikel, die 100 Prozent Feuchtigkeit tragen, in denen Legionellen eingebunden sein können. Dies ist der Grund, weshalb die Gefahr der Kontamination von Wohnraumlüftungen nicht auf Legionellen zurückgeführt werden muss. Bei raumluftechnischen Anlagen geht es um Luft, sie ist nur in spezialtechnischen Anlagen zu 100 Prozent befeuchtet, also gibt es in diesen Gasen keine Wasserpartikel. Es können keine Aerosole entstehen und somit ist kein «Trägermaterial» für Legionellen vorhanden.

Die Attacke durch Legionellen erfolgt am allerschäufigsten in der Dusche, in Dampfbädern, Whirlpools und Verdunstungskühlanlagen, wo Menschen Legionellen-verseuchte Aerosole einatmen. Für die spätere Betrachtung der baulichen Möglichkeiten zur Eindämmung der Legionellen-Gefahr ist wichtig: Legionellen sind sogenannten «opportunistisch pathogen», das heisst: Sie können ihre Wirkung nur in schwachen, kranken und älteren Menschen entwickeln. Gesunde Menschen sind in der Regel resistent. Die Warsteiner Legionellose war übrigens ausgelöst worden durch die Rückkühler der Verdunstungs-Kühlanlage eines Industriebetriebes und hatte mit Warsteiner gar nichts zu tun.

Wärmer ist besser – kälter aber auch

Wie, auf wessen Kosten und zu welchem Preis die Rahmenbedingungen zur Entstehung von Legionellen-tragenden Aero-

Der kritische Bereich liegt zwischen 25 °C und 45 °C, da kommt es alle vier Stunden zu einer Verdoppelung der Anzahl Legionellen, und genau in diesem Temperaturbereich fliesst – oder steht – im Normalfall der grösste Teil des Wassers privater Haushalte.

solen verhindert werden sollen, darin sind sich an vorderster Front die Experten des Bundesamtes für Gesundheit (BAG), des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) auf der einen und des Bundesamtes für Energie (BFE) auf der anderen Seite nicht immer einig. Grundsätzlich wollen BAG und BLV Wasser, das in Haushalten konsumiert wird, entweder sehr kalt, also weniger als 25 °C, oder sehr heiss, nämlich über 60 °C. So lauten die Eckdaten für Überlebensbedingungen der Legionellen. Wissenschaftliche Studien zeigen, dass die Legionellen unter 25 °C zwar leben, aber inaktiv bleiben und sich nicht vermehren können. Bei Temperaturen von 60 °C und darüber sterben sie innerhalb von Sekunden ab, thermische Desinfektion nennt sich dieser Vorgang. Der kritische Bereich liegt zwischen 25 °C und 45 °C, da kommt es alle vier Stunden zu einer Verdoppelung der Anzahl Legionellen, und genau in diesem Temperaturbereich fliesst – oder steht – im Normalfall der grösste Teil des Wassers privater Haushalte.

Auf die konkrete Warmwasserverteilung in Privathaushalten angewendet heisst das: Wasserleitungen und Warmwasserproduzierende Anlagen sind so zu gestalten, dass erstens möglichst viel Energie zur Erwärmung aus erneuerbaren Energiequellen stammt und zweitens möglichst die Gesamtheit der in einem Gebäude produzierten Wärme genutzt oder nutzbar rückgeführt werden kann. Einmal produzierte Wärme soll nicht ungenutzt verpuffen.

In einem sind sich mehrheitlich alle einig, die Energiebewussten und die Mikrobiologen, das Wasser soll nicht über 60 °C erhitzt werden, weil das mit Wärmepumpen Stand heute nur bei stark sinkendem COP (also energetisch ineffizient) erreicht werden kann.

Bauliche Massnahmen

Professor Reto von Euw ist Dozent für Gebäudetechnik am Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE an der Hochschule Luzern. Er ist Kommissionsmitglied der SIA 385. In

Biofilmstars

Wenn von verkeimtem Wasser die Rede ist, so geht es genau genommen um einen Biofilm, der sich entlang der Wände von Rohren bildet und in dem sich die Krankheitserreger einnisten. Material und Qualität der Rohre können die Entstehung dieses Biofilms nicht verhindern, aber erschweren. Billige Rohre mit einem hohen Anteil an Weichmachern begünstigen die Ernährung der Legionellen. Grundsätzlich sollten zertifizierte Rohre verlegt werden.

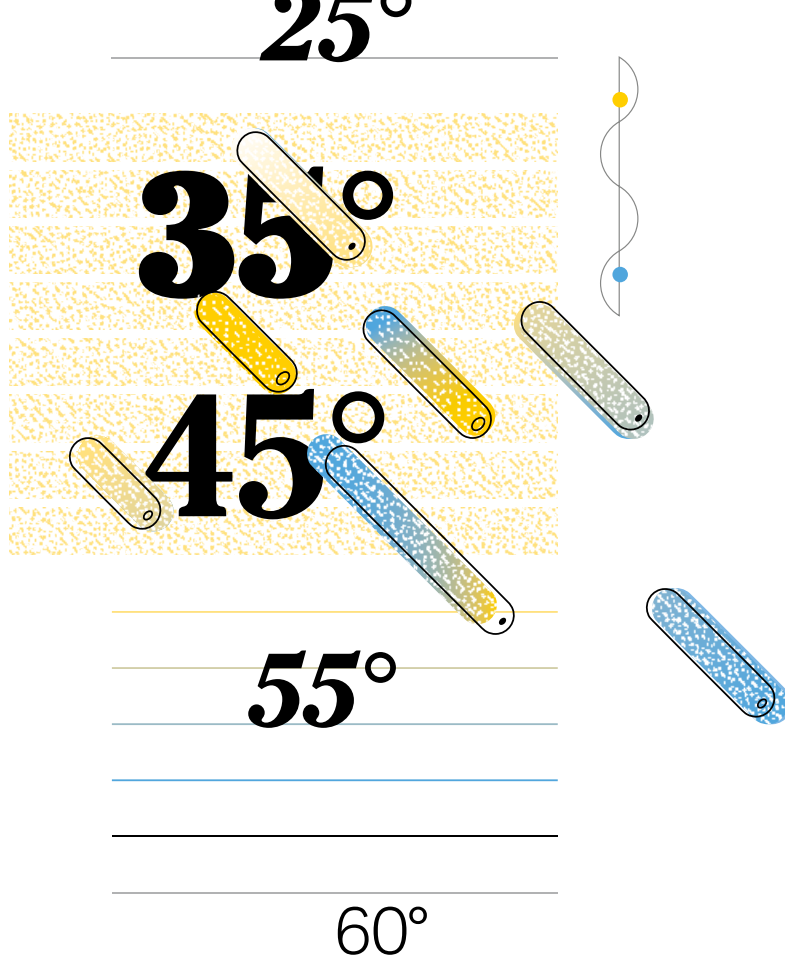
Gebäudetechniker planen die gesamte Warmwasserverteilung von Wohnhäusern – aber nur bis zur Entnahmestelle, also bis zum Warmwasserhahn der Dusche. Laut einer Studie der EAWAG befinden sich in einem Duschschauch bis zu 99 Prozent der Bakterien im Biofilm. Duschschräuche aus zertifiziertem Material gibt es laut EAWAG kaum auf dem Markt. Der Grund: Wasser aus dem Duschschauch wird vom Gesetzgeber nicht als Trinkwasser eingestuft, obschon es aus derselben Quelle stammt. Die Vorschriften sind entsprechend weniger streng. In der Schweiz sollten nur Produkte und Materialien eingesetzt werden, welche das SVGW-Reglement ZW102 (Kunststoffe/Metalle) erfüllen.

Hitziges Kaltwasser

«Kaltwasser», sagt Professor Reto von Euw, «macht uns fast mehr Probleme als Warmwasser.» In Leitungsschächten, bei denen Heizungs- und Warmwasserleitungen vorgesehen werden, ist es meistens sehr warm, und dadurch kann das Kaltwasser über 25 °C erwärmt werden.

Weiter hat die Fachhochschule Münster Messungen in den Vorwänden gemacht. Dort, wo Heizungsverteiler, Kaltwasser- und Warmwasserverteiler postiert sind. Da herrschen oft über 30 °C, die sofort auch auf das stehende Kaltwasser übertragen werden. Ein Eldorado für Legionellen.

Es sind Konzepte zu entwickeln, bei denen kaltes Trinkwasser kalt bleibt und warmes Wasser warm. Ansätze gibt es bereits, mit zwei thermisch getrennten Steigschächten. In einer Steigzone werden Steigleitungen mit Mediumtemperaturen unter 25 °C und in der anderen Steigzone Leitungen mit Temperaturen über 25 °C vorgesehen.



der SIA 385/1 werden unter anderem präventive Massnahmen zur Sicherung der Wasserqualität behandelt. Diese SIA-Norm ist zurzeit in Bearbeitung und sollte noch in diesem Jahr in Kraft treten.

Ein zentraler Punkt dieser Verordnung ist nicht überraschend die Temperatur der Warmwasserversorgung. Dabei gilt es, verschiedene Ansprüche der Ämter und Verbraucher unter einen Hut zu bringen. Erstens soll die Temperatur mit der kleinstmöglichen Energiezufuhr auf ein grösstmögliches Temperatur-Level gebracht und gehalten werden. Zweitens soll das Wasser bei der Entnahmestelle möglichst ohne lange Vorlaufzeit mit der gewünschten Temperatur ausströmen und drittens soll verhindert werden, dass Wasser mehr als 72 Stunden unbewegt bleibt, also «stagniert». Bei einer Langzeitstagnation könnte sich auf der Innenseite der Leitungen ein Biofilm bilden und dadurch könnte die Trinkwasserqualität negativ beeinflusst werden.

Die Antwort darauf ist die Aufteilung der Wasserversorgung in zwei Leitungskreisläufe: einen warmgehaltenen Kreislauf und einen nicht warmgehaltenen.

Damit die Wassertemperatur an der Entnahmestelle die gewünschten 50 °C aufweist, sollte bei Warmwasserversorgungen mit mehrmaligem Wassertausch die Temperatur im warmgehaltenen Bereich beim Austritt aus dem Wärmespeicher 55 °C betragen, beim Wiedereintritt 52 °C. Kann dieser Wasseraustausch nicht gewährleistet werden, sollten aus hygienischen Gründen Temperaturen von 60 °C beim Austritt und von 55 °C beim Wiedereintritt geplant und betrieben werden. Diese Empfehlungen sind in der überarbeiteten SIA 385/1 in der Planung und im Betrieb von Warmwasserversorgungen zu berücksichtigen.

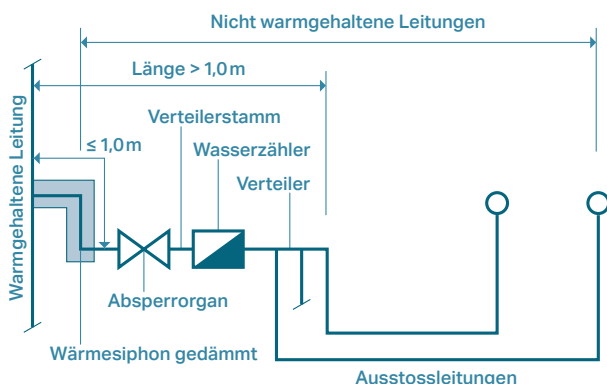
Das Problem ist damit nicht gelöst, sondern verlagert und heisst jetzt: Wie kann ich erreichen, dass sich das Wasser in einer warmgehaltenen Zirkulation mindestens einmal in 24 Stunden erneuert? Hier – betont von Euw – kommt ein ganz wichtiger Faktor für Architekten, Planer und Bauherrschaft ins Spiel, denn die Faustregel heisst: Der Inhalt des Speichers und der warmgehaltenen Leitungen soll ein Drittel so gross sein wie der Warmwasserverbrauch eines normalen Tages. «Gerade bei einem solch geringen Speichervolumen», sagt von Euw, «könnte eine Frischwasserstation zum Einsatz kommen.» Und um diesen Verbrauch zu kennen, müssen Planer und Architekt wissen, auf welche Art die Anlage genutzt werden wird: Handelt es sich um Sozialbauten, Bauten für ältere Menschen, Luxuswohnungen, Familienwohnungen? Je nachdem kann der erfahrene Planer das Volumen der Nutzung der einzelnen Entnahmestellen antizipieren oder den Nachschlagewerken der Sanitärbranche entnehmen. Die Nutzerbedürfnisse sind in einer Nutzungsvereinbarung gemäss der SIA-Dokumentation D0244 zu definieren.

Wichtig ist diese frühe Zusammenarbeit auch aus einem anderen Grund: An der Schnittstelle zwischen warmgehaltenen Leitungen und nicht warmgehaltenen ist eine Art «Übergabestelle». Aus energetischen Gründen sind mit einem Wärmesiphon die Mikrozirkulationen, welche im Leitungsinnen von nicht warmgehaltenen Leitungen wirken können, zu unterbinden.

Die nicht warmgehaltene Leitung kühlt sich nach jedem Wasserbezug auf Raumtemperatur ab (siehe Abbildung unten). Aus hygienischen Überlegungen soll die Temperatur der ausgekühlten Leitung dürfen aber nicht zu lang sein, da die sogenannte «Ausstosszeit», also die Wartezeit, bis der Nutzer 40 °C warmes Wasser nutzen kann, je nach Verteilsystem gemäss SIA 385/2 maximal zwischen 10 und 15 Sekunden betragen darf.

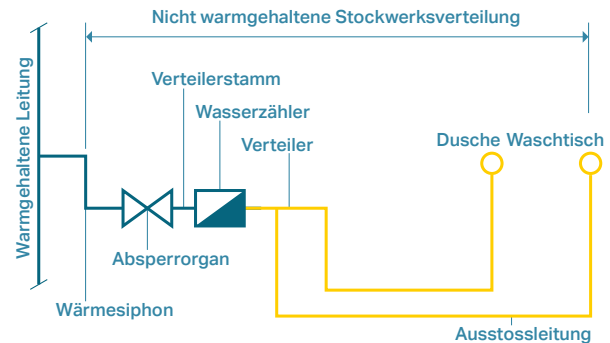
Was auch die sorgfältigste Planung nicht verhindern kann, sind Stagnationen bei Entnahmestellen in Gebäuden, die nicht regelmässig benutzt oder bewohnt sind. Konkret sind das Duschen in Sportanlagen und Schulen, die in den Ferien verwaist bleiben, Spitäler, Heime, Ferienwohnungen, Hotels oder eben – wie eingangs erwähnt – die Duschanlagen einer nicht regelmässig genutzten Kaserne der Armee. Dasselbe gilt theoretisch aber auch für jede Wohnung nach den Ferien. Hier kann es überall zu Stagnationen von mehreren Tagen oder gar Wochen kommen, in denen über 25 °C warmes Wasser ruht und jeder Verkeimung einen idealen Nährboden bietet.

Doch es gibt systemische Möglichkeiten, die Stagnation wenn nicht zu eliminieren, so doch zumindest zu minimie-

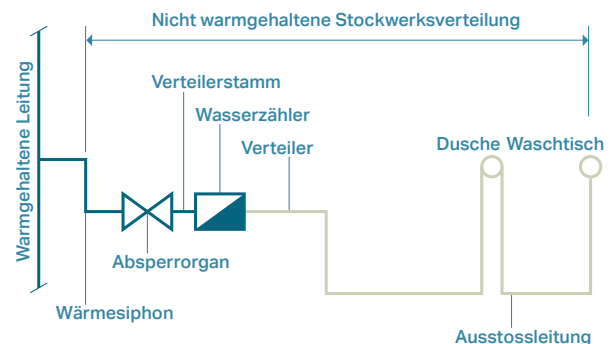


ren. Die Feinverteilung des Warmwassersystems kann je nach Wasserbezug erfolgen durch Einzelzuleitung, eine Reihen- oder aber eine Ringleitung, um auf diesem Weg lange Verweilzeiten des Wassers im System zu verhindern. Da bei den Einzelzuleitungen jede Entnahmestelle separat angeschlossen wird, besteht ein höheres Hygienierisiko durch stagnierendes Wasser als in den beiden anderen Verteilsystemen. Demgegenüber kann es in den Reihen- und Ring-

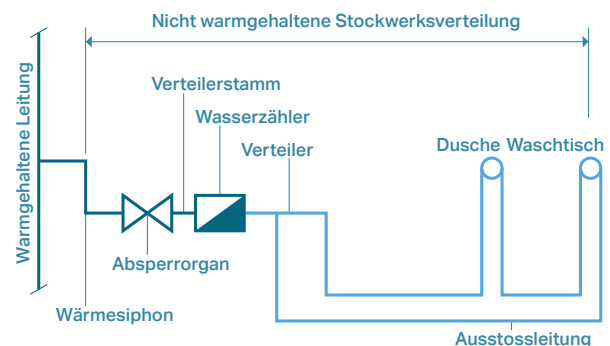
Feinverteilung mit Einzelzuleitungen



Feinverteilung mit Reihenleitung



Feinverteilung mit Ringleitung



leitungen bei unterschiedlichem Wasserbezug zu Druck- und damit zu unerwünschten Temperaturschwankungen an den Entnahmestellen kommen.

Das Wasser muss fließen

Weil nie alle Wohnungen eines Mehrfamilienhauses verwaist sind und demzufolge irgendwo im Haus das Trinkwasser jeden Tag mehrmals bewegt wird, ist die Lösung die komplette Vernetzung der Entnahmestellen sämtlicher Wohnungen. Mit andern Worten: Wenn ein Bewohner eine Dusche nimmt, wird in allen Wohnungen das Warmwasser in Bewegung gesetzt, Stagnationen demzufolge verhindert. Das Prinzip heisst «Venturi» und macht sich die physikalische Erkenntnis des Bernoulli zunutze, wonach schnell fließendes Wasser

gegenüber dem stehenden einen Unterdruck generiert und es so ansaugt. Wenn also Wasser in der Steigleitung nach oben fliesst, weil in einer Wohnung geduscht wird, entstehen in sämtlichen Leitungen in den anderen Etagen Sogwirkungen, die das Wasser in Bewegung setzen.

«Bewegung allein», präzisiert Professor von Euw aber so gleich, «reicht nicht!» In allen wasserführenden Teilen sei es wichtig, dass das Wasser mit einer Mindestgeschwindigkeit fliessen kann und so ein Biofilmwachstum nicht begünstigt. Eine Wasserverteilung sei deshalb so zu dimensionieren, dass eine Fliessgeschwindigkeit von 1 m/s nicht unterschritten werde. Biofilme bestehen aus Mikroorganismen und aus von diesen produzierten Schleimsubstanzen, die bis zu 90 Prozent der Biofilmmasse ausmachen. Das Biofilmwachstum wird neben der Langzeitstagnation, der suboptimalen Wassertemperatur und den ungeeigneten Leitungs- und Dichtungsmaterialien (siehe Randnotiz) auch beeinflusst von der Fliessgeschwindigkeit des Wassers. Da alle wasserbenetzten Oberflächen von Mikroorganismen besiedelt werden, kann ein Biofilm nicht verhindert, sondern durch unterschiedliche Massnahmen reduziert werden.

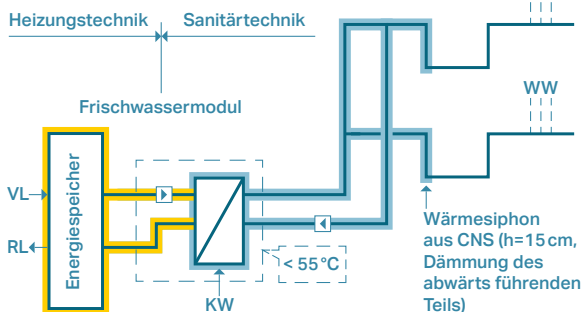
Kommt es trotz all diesen baulichen und Verteilungs-optimierenden Massnahmen zu Leitungsabschnitten mit Stagnation von mehr als drei Tagen, sind automatisierte, «intelligente» Spülungen angezeigt. Sie können so programmiert werden, dass sich beispielsweise nach drei Tagen ohne Wasserdurchfluss ein Ventil aktiviert und sich hinter der Mischanlage eine programmierte Menge Wasser am Siphon vorbei direkt ins Abwasser ergiesst. Solche intelligenten Systeme sind vor allem bei den Risiko-Entnahmestellen gefragt: Turnhallen, Altersheimen, Spitälern, Hotels, wo eben unter Umständen lange Nichtbelegungen von Zimmern vorkommen.

Die vielleicht sauberste, konsequenteste Weise, dem Dilemma zwischen den (zu) hohen Temperaturen des BAG/BLV und dem Risiko krankmachender Legionellen im Warmwasser (BEF) zu entkommen, besteht in einer vollständigen Trennung der Wasserkreisläufe von erhitztem Wasser einerseits und dem Trinkwasser, das in die Bäder und Küchen der Bewohner gelangt, andererseits (siehe Abbildung unten).

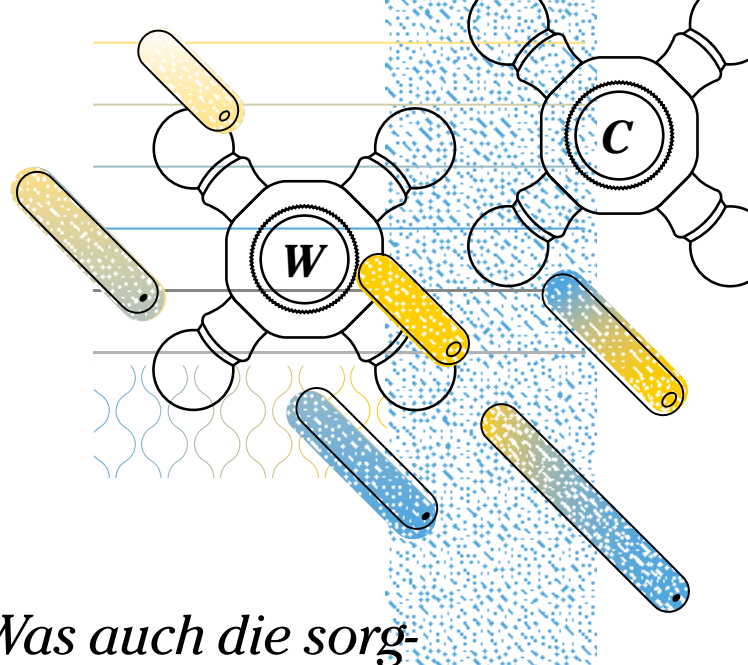
«Die Frischwasserstation», bestätigt Professor von Euw, «hat ein Riesenzentralpotenzial, weil ich dann die Energie nicht im Trinkwasser speichere, sondern im Betriebswasser.» Ähnlich einem Durchlauferhitzer wird unverbrauchtes, kaltes Wasser bei Bedarf durch einen Plattentauscher gepumpt, der die Energie des heissen Wassers an das strömende Trinkwasser abgibt. Das abgekühlte Wasser strömt in den Heizungsspei-

Warmwasserversorgung

Frischwassermodul zentral:



Quellennachweis Grafiken: HK-Gebäudetechnik, Heft 2/15 und Hochschule Luzern Technik & Architektur



Was auch die sorgfältigste Planung nicht verhindern kann, sind Stagnationen bei Entnahmestellen in Gebäuden, die nicht regelmässig benutzt oder bewohnt sind.

cher zurück, wenn er sich langsam in den Bereich der Wohlfühltemperaturen für Legionellen abkühlt. Das ist kein Problem: Das Betriebswasser kommt nie in Berührung mit dem Trinkwasser. Ein Vorteil von dezentralen Frischwarmwasserstationen ist auch die Nähe zu den Entnahmestellen. Dadurch können die nach SIA geforderten Ausstosszeiten einfacher eingehalten werden. Das heisst aber auch: Es muss kurzfristig – wenn mehrere Nutzer gleichzeitig Warmwasser beziehen – eine grosse Leistung zur Verfügung gestellt werden. Bivalenzschaltung mit Wärmerückgewinnung und parallel eine elektrische Energiequelle (Photovoltaik) oder Gas zur Deckung der Spitzennachfrage machen in diesem Fall Sinn. Der Konflikt zwischen den Ansprüchen des Energiebewusstseins und der Wasserhygiene erfordert bis auf Weiteres ein grosses Mass an Kompromissbereitschaft sowie eine enge und frühzeitige Zusammenarbeit zwischen Bauherrschaften, Architekten und Fachplanern.

Im Zweifelsfall ist für den emeritierten ETH-Professor für Gebäudetechnik Hansjürg Leibundgut die Sache klar: «Hört auf mit der verbissenen Energiesparerei. Es gibt mehr als genug Energie, man muss sie nur richtig nutzen.» (cg)