Nebenkosten senken und Ressourcen sparen

Bei Wasser und Wärmeenergie ohne Verzicht auf Komfort möglich

Klaus W. König

Wasser- und Wärmerecycling in derselben Anlage, ohne Komforteinbuße. Was wie Wunschdenken aussieht, wird im Wohnungsbau bei einzelnen Objekten seit 10 Jahren mit Erfolg praktiziert: die Mietnebenkosten sinken deutlich. Doch warum sollen Hausbesitzer investieren, wenn nur die Bewohner profitieren? Ein im Jahr 2021 in Berlin fertiggestellter Wohnungsbau mit 399 Apartments für Studenten liefert eine Antwort.

Großes Wärmeleck in der Gebäudetechnik nachgewiesen

Die Entwicklung des Grauwasser-Recycling wurde als Maßnahme des Wassersparens durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) mehrfach gefördert. Zum Tag des Energiesparens im Jahr 2022 forderte sie in einer Pressemitteilung (1) dazu auf, Wärmelecks in der Gebäudetechnik zu schließen und insbesondere die Potentiale des häuslichen Abwassers besser zu nutzen. Denn über das nur 150 Millimeter enge Abwasserrohr entweiche mehr Energie als über die gesamte Außenhülle eines gut gedämmten Mehrfamilienhauses. „Eine dezentrale Wärmerückgewinnung aus häuslichem Abwasser kann also enorm viel Energie und Geld sparen", sagte DBU-Generalsekretär Alexander Bonde. „Außerdem erwärmen sich Städte weniger, der Ausstoß des Treibhausgases Kohlendioxid (CO_2) wird vermindert. Beides dient dem Klimaschutz." Hinzu kommt: Wenn das Abwasser aus Badewanne, Dusche, Handwaschbecken sowie Wasch- und Geschirrspülmaschinen noch gereinigt und für die Toilettenspülung genutzt wird, kann erheblich Trinkwasser eingespart werden. Bonde: „Angesichts des Klimawandels und der dadurch verursachten Trockenperioden müssen diese Potenziale verstärkt genutzt werden." Doch daraus wird wohl nichts, ohne ein starkes Signal aus der Politik. Alleine durch private Initiative ist in dem durch Kostensteigerungen gebeutelten Wohnungsbau ein schnell wirksamer und flächendeckender Erfolg nicht zu erwarten.

◂ Die Berlinovo baute im Jahr 2021 mit Hilfe der Lechner Immobilien Development GmbH als Generalunternehmerin eine 7-geschossige Apartmentanlage für 442 Studenten. Das Objekt entstand in Modulbauweise mit 90 % Vorfertigung. | Bild: berlinovo

Immerhin wurde das sehr effektive und technisch wenig komplizierte Grauwasser-Recycling inklusive Wärmerückgewinnung bereits 2012 von der DBU gefördert und dokumentiert: In einem Mehrfamilienhaus am Arnimplatz in Berlin wird seither Abwasser aus Badewannen und Duschen über einen Wärmetauscher geführt, um das mit 10 °C kalte Trinkwasser auf 25 °C vorzuwärmen. Anschließend wird es mit einem Blockheizkraftwerk auf mehr als 60 °C Endtemperatur erhitzt. Die gesparte Energie entspricht etwa einem Fünftel des Wärmebedarfs für Warmwasser.

CO_2-neutrale Warmwasserbereitung scheint machbar

In einem ergänzenden DBU-geförderten Projekt des Ingenieurbüros „Nolde – innovative Wasserkonzepte GmbH" wurden verschiedene Mehrfamilienhäuser in Berlin und Frankfurt am Main mit Wärmerückgewinnungs-Systemen im Praxisbetrieb untersucht und bewertet – mit aufschlussreichen Erkenntnissen: Ein seit 2016 fertiggestelltes Mietshaus mit 27 Wohneinheiten in Frankfurt hat eine geringere Rate an Grauwasser-Recycling im Vergleich zum oben genannten größeren Objekt in Berlin, doch die Ausbeute an Wärme ist durch Einsatz einer Wärmepumpe größer. Insgesamt holt das System pro Kubikmeter Grauwasser etwa doppelt so viel Wärme heraus. Das Trinkwasser kann damit in Frankfurt bis auf 40 °C vorerhitzt werden. Das entspricht 60 % des Wärmebedarfs für das Warmwasser. Wird zusätzlich das Abwasser aus Waschmaschinen genutzt und werden die Rohre der Warmwasserleitungen entsprechend gedämmt, kann man sich dem Ziel der CO_2-neutralen Warmwasserbereitung schrittweise nähern und einen noch deutlicheren Beitrag zur Wärmewende leisten, insbesondere wenn der Strom für die Wärmepumpe zur weiteren Erhöhung der Warmwassertemperatur auf 60 °C aus der eigenen Photovoltaik-Anlage stammt (2).

Weitere Ergebnisse der Projektstudie: Öffentliche und private Gebäude in Deutschland brauchen etwa 40 Prozent der Gesamtenergie für Heizung, Warmwasser und Beleuchtung. „Dies verursacht fast 20 Prozent des gesamten Kohlendioxid-Ausstoßes in Deutschland", sagt Projektleiter Erwin Nolde. Von den 40 Prozent entfällt nach seinen Worten mehr als die Hälfte auf Wohngebäude – und damit ein beachtlicher Teil auf die Trinkwassererwärmung. Das nachfolgend beschriebene Objekt ist nach Fertigstellung der vergleichenden Studie entstanden und deshalb darin nicht enthalten.

Eindrucksvolle 399 Apartments in Berlin-Pankow

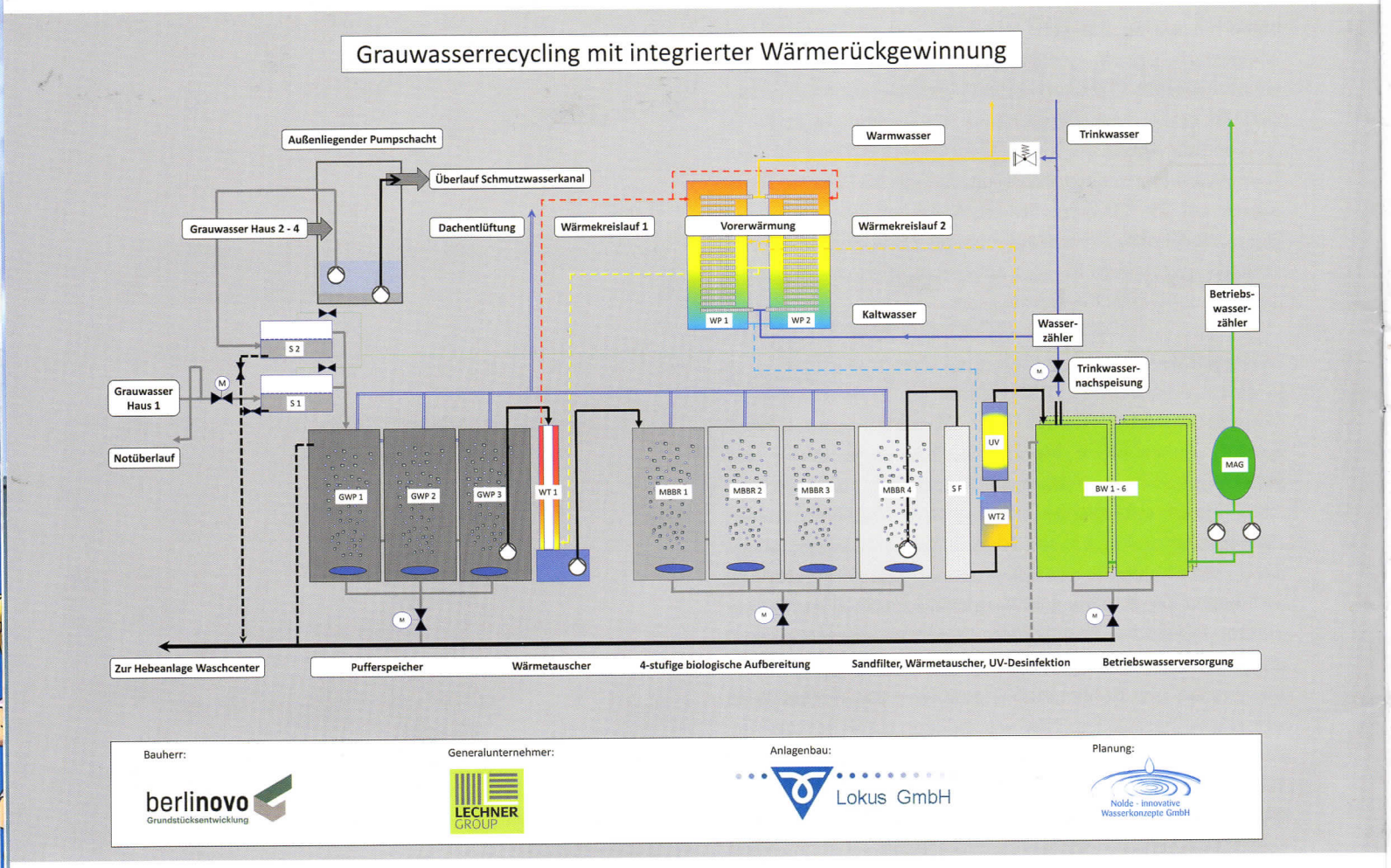
Internationale Vergleiche präsentieren Deutschland und England bei Wasserrecycling im Wohnungsbau als Spitzenreiter. Wird dabei noch Wärme zurückgeholt, nimmt das Projekt weltweit einen Spitzenplatz in der Kategorie „völlig ohne Komfortverlust für die Bewohner" ein. Mit der 7-geschossigen Apartmentanlage für Studenten ist der landeseigenen Berlinovo Immobilien Gesellschaft mbH ein großer Wurf gelungen. Generalunternehmerin war die Lechner Immobilien Development GmbH, Teil der Lechner Group. Das

▲ Zugang zum Technikraum im UG der 7-geschossigen Apartmentanlage für Studenten in Berlin-Pankow. Hier wird das gesamte Duschwasser der 442 Bewohner nach Aufbereitung zur WC-Spülung verwendet. Zugleich wird Wärme zurückgewonnen und für die Trinkwassererwärmung eingesetzt. Bild: König

Frankfurter Unternehmen hatte bereits 2018 den 1. Rang im Bundeswettbewerb „Serielles und Modulares Bauen" erreicht. Die Module für das Objekt in Berlin-Pankow wurden nach 90-prozentiger Vorfertigung in der Deutschen Modulhausfabrik GmbH (3), einem weiteren Teil der Lechner Group, teilmöbliert auf die Baustelle gebracht und montiert. So konnte z. B. das zweite Leitungsnetz für die Sammlung von Grauwasser und die Verteilung von Betriebswasser bei der Entwicklung im Herstellerwerk in die Leitungsschächte der Modultypen optimal integriert werden.

Überwiegend sind es 1-Zimmer-Wohnungen mit 16 m² Fläche, einige der 399 Apartments haben doppelte Größe und werden an 2-Personen- Wohngemeinschaften vermietet, insgesamt 442 Bewohner. Nutzungsart und Bewohnerdichte sind mit der eines Hotels vergleichbar. Damit ist, bezogen auf die Gesamtfläche des Gebäudes, der Trinkwasserbedarf sehr hoch. Das heißt, dass Wassersparmaßnahmen nicht nur sinnvoll sind, sondern sich auch auszahlen – vor allem wenn gleichzeitig Wärme zurückgewonnen wird und die Bewohner keinerlei Einschränkungen spüren. Die täglich anfallende Abwassermenge aus den Duschen und Handwaschbecken

>>



▲ Grauwasseraufbereitung mit Wärmerückgewinnung für 399 Studenten-Apartments in Berlin-Pankow. Die Reinigung des Grauwassers geschieht im Wirbelbettverfahren, einem vollautomatischen, mehrstufigen und geschlossenen Recycling-Prozess, ohne chemische oder biologische Zusätze. | Grafik: Nolde

PROJEKTBEISPIELE MIT WIRBELBETTVERFAHREN

(seit 2021) Studentenapartments in 13189 Berlin
442 Wohnplätze in 399 Apartments
Einsparung: 5,8 Mio L/a Wasser + 43 MWh/a Wärme

(seit 2018) Wohneigentümergemeinschaft in 10179 Berlin
66 WE, Einsparung: 1,4 Mio L/a Wasser

(seit 2016) Mietshaus in 60487 Frankfurt
27 WE, Städtische Wohnungsbaugesellschaft FAAG
Einsparung: 0,8 Mio L/a Wasser + 14 MWh/a Wärme

(seit 2014) Wohneigentümergemeinschaft in 10405 Berlin
14 WE, Einsparung: 0,5 Mio L/a Wasser

(seit 2012) Mietshaus in 10439 Berlin
123 Bewohner, 4 Gewerbeeinheiten
4.600 m² Wohn- und 600 m² Gewerbefläche
Einsparung: 1,3 Mio L/a Wasser + 12 MWh/a Wärme

(seit 2006) Wohneigentümergemeinschaft in 10963 Berlin
73 WE, Einsparung: 2,6 Mio L/a Wasser

(Grauwasser) ist hier höher als der tägliche Bedarf für die Toilettenspülungen. Und das ist unabhängig vom Grad der Belegung des Hauses. Vorteil: Es reichen relativ kleine Vorratsspeicher aus, da schnell und ausreichend mit „Nachschub" zu rechnen ist. Auch muss die zurückgewonnene Wärme nicht lange zwischengespeichert werden. Insgesamt also ideale Verhältnisse für ein rentables Recycling (4). Der Überschuss an aufbereitetem Grauwasser, Betriebswasser genannt, wird als Abwasser abgeleitet, da kein weiterer Bedarf besteht. Er könnte zur Bewässerung von Außenanlagen oder Gründächern oder für Waschmaschinen genutzt werden.

Bewohner sparen viel, ohne es zu merken

Da Studenten nur für kurze Zeiträume eine Unterkunft benötigen, rechnet Berlinovo eine monatliche Brutto-Warmmiete mit Ihnen ab, welche Nebenkosten wie Warm- und Kaltwasser sowie Abwasser pauschaliert beinhaltet. Durch die finanziellen Einsparungen bei Wasser (für Toilettenspülung) und Energie (für die Warmwasserbereitung mit Fernwärme) hat die Bauherrschaft als Vermieterin den Vorteil, gegenüber Wettbewerbern ihre Apartments günstiger anbieten zu können. Dazu kommt die attraktive Möglichkeit, die Grauwasseraufbereitung in der Planungsphase zum Erreichen eines höheren Energiestandards, hier z. B. BEG-Effizienzhaus 55,

◂ Probenahme im Technikraum durch den Planer Erwin Nolde. Das Betriebswasser aus dem aufbereiteten Grauwasser ist weder durch Geruch noch Optik vom Trinkwasser zu unterscheiden. Es passiert zum Abschluss der Reinigung einen Sandfilter und die UV-Desinfektion. Verwendung hier: Toilettenspülung. | Bild: König

anzusetzen. Ist damit ein Zuschuss verbunden, darf der zum Teil in die Amortisation der Grauwasseranlage eingerechnet werden. Außerdem bleibt, selbst wenn das Gebäude nicht auf Nachhaltigkeit zertifiziert ist, eine deutliche Verkehrswerterhöhung für mehrere Jahrzehnte, denn kontinuierlich, ohne dass die Bewohner etwas davon merken, bleiben die Betriebskosten niedrig. Schon zu Beginn der Belegung mit 40 % Bewohner erwirtschaftete die Anlage fünf Mal mehr Energie, als zum gesamten Betrieb des Recyclings, einschließlich Wasserrückgewinnung, erforderlich. Das spart bei der Trinkwassererwärmung stetig 20 % Energie. Und pro Person ist der Frischwasserbedarf um mehr als 30 % gesunken, damit die Trink- und Abwassergebühren. Eine detaillierte Auswertung der tatsächlichen Einsparungen erfolgte nach einem Jahr Regelbetrieb bei voller Belegung des Hauses, im Mai 2023. Sie bestätigte die zum Betriebsbeginn ermittelten Werte.

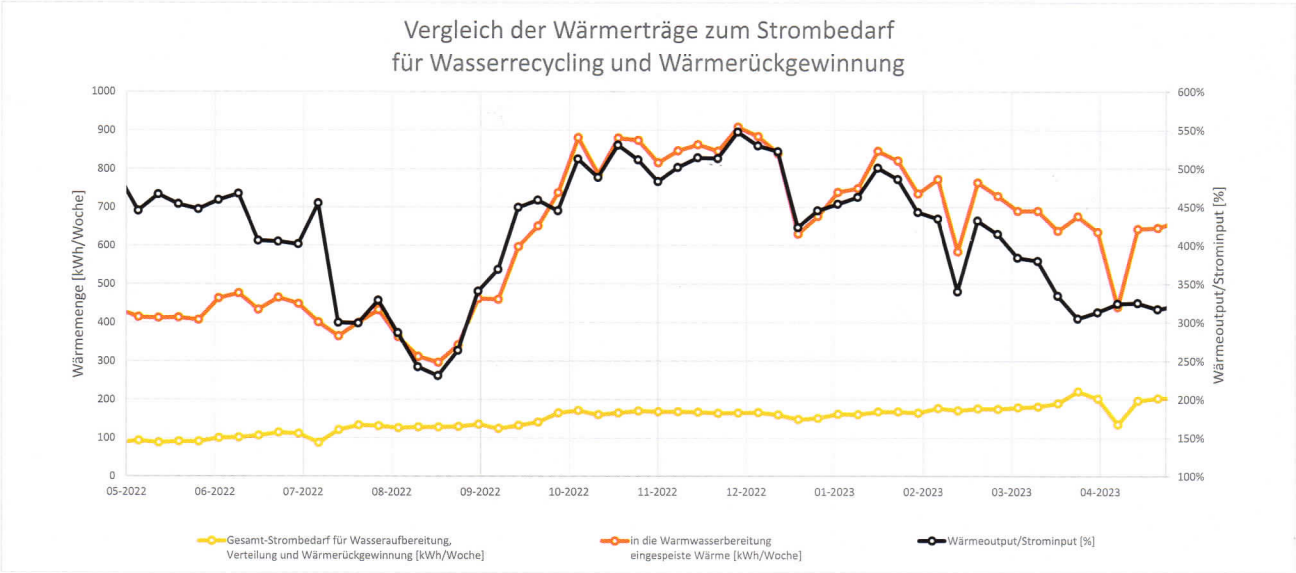
Erwin Nolde, geschäftsführender Gesellschafter bei „Nolde – innovative Wasserkonzepte GmbH", ist spezialisiert auf die Planung objektbezogener Anlagen. Er realisiert diese in Zusammenarbeit mit Rudi Büttner, Inhaber der Lokus GmbH, der die Technik installiert. Beide bevorzugen für die Grauwasseraufbereitung das Wirbelbettverfahren, welches sowohl wenig Energie als auch wenig Wartung benötigt und sich seit mehr als 20 Jahren bei unterschiedlichen Objekten als sehr robust erwiesen hat. Die Reinigung des Grauwassers geschieht dabei in einem vollautomatischen, mehrstufigen und geschlossenen Recycling-Prozess, ohne chemische oder biologische Zusätze. Das so entstandene Betriebswasser darf in Deutschland zur Gartenbewässerung, Toilettenspülung oder für die Waschmaschine verwendet werden.

Seit 2011 wenden Nolde und Büttner in der Abwasseraufbereitung zusätzlich das Prinzip „Internet of Things" (IoT) an. Das heißt, dass sich die Anlagensteuerung selbst kontrolliert und Unregelmäßigkeiten per E-Mail oder SMS an den Betreiber meldet. Die vernetzten Geräte stellen über das Internet eine Schnittstelle zur Verfügung, über die sie sich von einem beliebigen Ort aus bedienen und steuern lassen. Dadurch, so Nolde, konnten die Recycling-Erträge deutlich erhöht und der Wartungsaufwand gesenkt werden. An die Haustechnikplaner gerichtet appelliert er, die gewonnene Wärme in der Wärmemengenberechnung bereits zu berücksichtigen und stellt fest: „Falls, wie für das Studentenwohnheim von uns errechnet, bei Vollbelegung täglich 120 kWh zurückgewonnen werden, würde das eine solarthermische Anlage mit 120 m² ersetzen, deren Fläche dann z. B. für Photovoltaik zur Verfügung stünde".

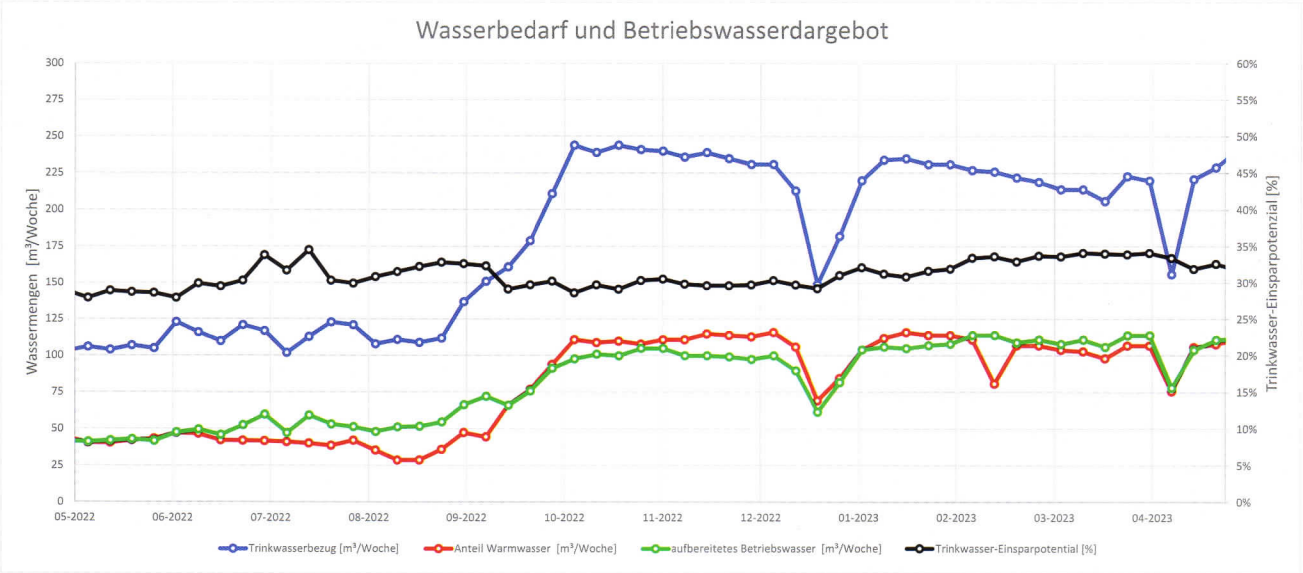
Spezielle Anlagendetails in Berlin-Pankow

Das warme Grauwasser aus den Duschen wird mit Hilfe eines Siebes zunächst von störenden Stoffen befreit, bevor ihm nach dem 3-stufigen Grauwasserpuffer zum ersten Mal Wärme entzogen wird. Sieb, Wärmeübertrager und Behälter reinigen sich bei Bedarf automatisch. Die gewonnene, in die Trinkwasser-Vorerwärmung übertragene Wärme wird an das Kaltwasser abgegeben, kurz bevor dieses zur Warmwasserbereitung gelangt. Das abgekühlte Grauwasser wird weiter durch die 4-stufige biologische Aufbereitung gepumpt. Sie besteht aus den mit Schaumstoffwürfeln bestückten Wirbelbettreaktoren, wo Bakterien, die sich in der Anfangsphase selbst auf den Würfeln ansiedeln, die organische Schmutzfracht oxidativ und rein biologisch abbauen, während von unten lediglich Luft zugeführt wird. Dabei sich absetzende partikuläre Substanzen werden mechanisch ausgeschleust. Der letzte der „Reaktoren" klärt das Grauwasser auf einen Rest-BSB-Wert von unter 5 mg/l. Der nachgeschaltete Sandfilter erzielt Trübungswerte unter 0,5 NTU (Bei Trinkwasser beträgt der Grenzwert lediglich 1 NTU). Nach dieser Endreinigung gelangt das ehemalige Grauwasser über einen zweiten Wärmetauscher und die UV-Desinfektion als so genanntes Betriebswasser in den 6-teiligen Vorratsspeicher und wird von dort nach Bedarf über eine Druckerhöhungsanlage mit 5 bar zur Toilettenspülung an die 399 Apartments abgegeben.

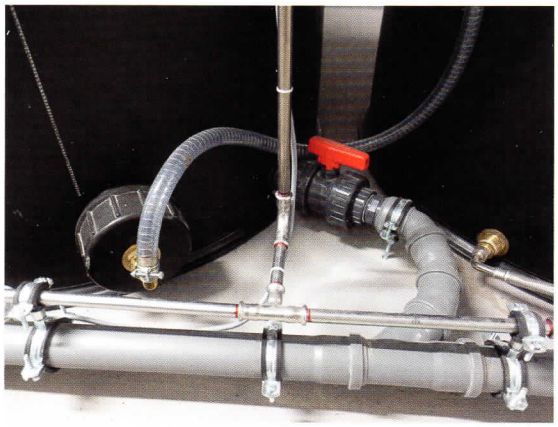
>>



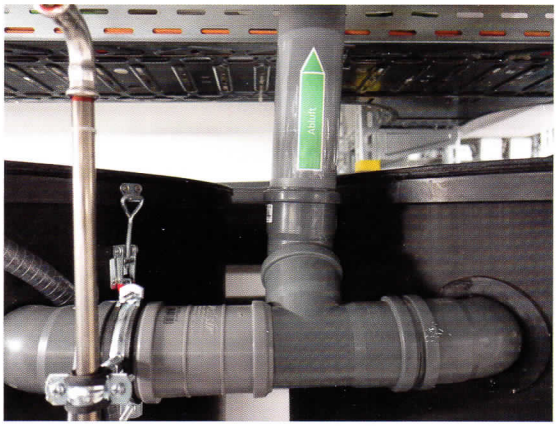
▲ Wöchentlicher Strombedarf und Wärmeausbeuten dargestellt von Mai 2022 bis Mai 2023. Ab Oktober 2022 waren nahezu alle 399 Apartments belegt. Der orange Kurvenverlauf stellt die Energieeinspeisung für die Trinkwassererwärmung dar, deren Werte 3 bis 5-fach höher liegen als im gelben Kurvenverlauf, der die insgesamt benötigte Elektroenergie für die Wasserbehandlung, - verteilung, Aggregate für die Wärmerückgewinnung sowie diverser Messgeräte für das Monitoring darstellt, was im schwarzen Kurvenverlauf als Quotient zwischen Wärmeoutput/Energieinput darstellt wird. Der Kurvenabfall von 500 % auf fast 300 % während der Winterzeit ist durch den deutlich kälteren Grauwasserzulauf aus den weiter entlegenen Häusern sowie darauf, zurückzuführen, dass auf Forschungsgründen vorerst noch keine Reinigung/Spülung der Wärmetauscher vorgenommen wurde. | Grafik: Nolde



▲ Wassereinsparung zwischen Mai 2022 und Mai 2023. Ab Oktober 2022 waren nahezu alle 399 Apartments belegt. Die wöchentliche Einsparung durch Betriebswassernutzung – allein für Toilettenspülung – beträgt stets über 100.000 Liter Trinkwasser und damit mehr als 30 %. | Grafik: Nolde



◀ In die Behälter der Wirbelbettreaktoren wird von unten Luft zugeführt, um die biologische Wasserreinigung zu beleben. Dabei sich absetzende partikuläre Substanzen werden mechanisch ausgeschleust.
▶ Oben an den Behältern erfolgt der Druckausgleich mit Abluftrohren.
Bilder: König



GUT ZU WISSEN

EEWärmeG: Die Nutzung der Abwärme kann zur Erfüllung des EEWärmeG als Ersatzmaßnahme angesetzt werden.

Finanzierung: Für Wasserrecycling mit integrierter Wärmerückgewinnung werden Contracting-Modelle angeboten und bereits praktiziert.

Gebäudezertifizierung: Wasserrecycling und Wärmerückgewinnung bringen Credit Points für die Gebäudezertifizierung nach DGNB, BREEAM, LEED, etc.

Klimaschutz: Das Verfahren des dezentralen Wasserrecyclings in Kombination mit Wärmerückgewinnung holt aus dem häuslichen Abwasser deutlich mehr Energie als zum Betrieb der Anlage benötigt wird. Es wirkt durch diesen Energie-Überschuss und die damit verbundene CO2-Einsparung positiv auf das Klima.

Quelle: Nolde – innovative Wasserkonzepte GmbH

Faktencheck für Investoren und Planer

Grauwasserertrag, enthaltene Wärmeenergie sowie Betriebswasserbedarf unterliegen nutzerbedingt und jahreszeitlich Schwankungen. Die Anlagenplanung muss deshalb objektspezifisch von einem erfahrenen Büro durchgeführt werden. Doch welche sind die geeigneten Objekte, wer die typischen Auftraggeber? Grauwasser-Recycling ist insbesondere dort lukrativ, wo viele Bewohner in mehrgeschossigen Gebäuden untergebracht sind; zum Beispiel in Hotels, im mehrgeschossigen Wohnungsbau oder in Wohnheimen. Weitere Voraussetzungen für Wasserrecycling mit Wärmerückgewinnung:

- frühe Einbeziehung der Idee in die Gebäudeplanung
- getrennte Erfassung von Grauwasser (aus Duschen und Badewannen, eventuell auch aus Waschmaschinen) und sonstigem Abwasser

Beides gelingt am besten bei Neubau und Kernsanierung.

Nolde bietet, weil er die technische Zuverlässigkeit der Anlagen und deren Sparpotential seit Jahren kontinuierlich optimiert hat, mit seinem Team seit 2018 diese ökologischen Wassersysteme in Berlin optional im Contracting an. Das heißt konkret, er baut die Technik auf eigene Kosten in fremde Häuser ein und verkauft das zurückgewonnene Wasser und ggf. die eingespeiste Wärme den Nutzern. Ebenso wie bei Wasser- und der Energieversorgern wird direkt an die Bewohner geliefert und nach gemessenen Mengen, meist über die Hausverwaltung, abgerechnet. Ähnlich funktioniert das seit Jahrzehnten bundesweit bei Wärmeliefer-Contracting in der Heiztechnik.

Zusammenfassung

Die Auswertung realisierter Projekte mit den rein biologisch arbeitenden Wirbelbettanlagen ergibt:

- Grauwasserrecycling mit Wärmerückgewinnung holt aus dem häuslichen Abwasser deutlich mehr Energie als zum Betrieb der Anlage benötigt wird.
- Wohnheime und Hotels, die Wasser- und Energiekosten Ihren Bewohnern pauschaliert in Rechnung stellen, profitieren unmittelbar vom Grauwasserrecycling, ohne dass Verhaltensänderungen der Bewohner erforderlich sind.
- Die Betriebskosten bleiben dauerhaft niedrig, denn Fernüberwachung mit einer speziellen App erspart Anfahrten zur Inspektion. Außerdem kann damit ein verändertes Nutzerverhalten jederzeit festgestellt und der Anlagenbetrieb, falls erforderlich, sofort angepasst werden.
- Die höchsten Wärmeerträge fallen erfreulicherweise in den Wintermonaten an, in denen das Trinkwasser besonders kalt ist und die Sonne weniger Erträge über Solarthermie und Photovoltaik bringt.
- Der Platzbedarf für die Aufbereitungsanlage, meist im Untergeschoss eines mehrgeschossigen Gebäudes, beträgt nur ca. 0,1 Quadratmeter pro Bewohner, also kaum mehr als die Fläche eines DIN-A4-Blattes.
- Die Investitionskosten liegen je nach Apartmentgröße bei 10 - 20 € pro Quadratmeter Wohnfläche. Sie amortisieren sich in wenigen Jahren, denn die Technik ist besonders wartungsarm. Der rasante Anstieg aktueller Energiepreise verkürzt die Amortisationszeit zusätzlich.
- Die Investitionskosten (mit Ausnahme des doppelten Leitungsnetzes im Gebäude) entfallen, wenn die Wasser- und Wärmerückgewinnung im Contracting-Verfahren vergeben wird.
- Im Wohnungsbau besteht großes Einsparpotential, bundesweit.

Autor:

Klaus W. König, Überlingen
Sachverständigen- und Fachpressebüro
mail@klauswkoenig.com, www.klauswkoenig.com

Quellen:

(1) Jongebloed, K.: Wärmelecks in der Gebäudetechnik schließen (idw-online.de). Pressestelle DBU, 2022

(2) Nolde, E.: Grauwasser. Eine Ressource mit sehr viel Potential. In: fbr-wasserspiegel 4/21. Hrsg.: fbr - Bundesverband für Betriebs- und Regenwasser e.V. (fbr). Darmstadt, 2021

(3) www.lechner-cube.de

(4) https://www.youtube.com/watch?v=XmOWOSikr_s (450 Betten studentisches Wohnen mit Wasser- und Wärme Recycling) Video zum Grauwasser-Recycling bei den 399 Apartments der Berlinovo in Berlin-Pankow, 9.05.2022