



In 40 % aller Gebäude sind die Zirkulationssysteme nicht gedämmt. Dadurch geht viel Energie verloren.

Wasser direkt mit Strom heizen

Überraschende Lösung | Erneuerbare Energie statt Öl oder Gas, minimaler Energieverbrauch, gute Trinkwasserqualität, sanfter Umbau mit tragbaren Kosten, um günstigen Wohnraum zu erhalten – bei Sanierungen von Wohnhäusern aus den Jahren vor 1990 scheint dies zu viel verlangt. Aber es gibt eine Lösung. Voraussetzung ist, dass das Verbot direkt-elektrischer Warmwasseraufbereitung fällt.

JOCHEN GANZ, STEFAN STAHL

Die Schweiz zählt 2,5 Millionen Gebäude – 80 % davon wurden vor 1990 gebaut, und in 85 % dieser Gebäude wird gemäss Zahlen des Bundesamtes für Statistik das Warmwasser noch immer mit Öl, Gas oder Strom erzeugt. Aufgrund der Klimakrise und der prekären Versorgungslage bei fossilen Energien steigen viele Eigentümerschaften auf eine Wärmepumpe um, oder denken zumindest darüber nach. Verfügt das Gebäude über einen zentralen Boiler

und ein Zirkulationssystem für das Warmwasser, liegt es auf der Hand, auch die Wassererwärmung in die Wärmepumpe zu integrieren (**Bild 1**). Dies ist oft aber nicht die effizienteste Lösung. Denn in Gebäuden aus den Jahren vor 1990 kann bis zu 80 % der Energie, die für die Warmwasserproduktion und -verteilung gebraucht wird, verlorengehen, weil das Zirkulationssystem nicht gedämmt ist. Die Autoren der Studie [1] schätzen, dass in deutlich mehr als der Hälfte der

Gebäude aus den Jahren vor 1990 – und damit in mindestens 40 % aller bestehenden Gebäude – nicht gedämmte Zirkulationssysteme in Betrieb sind.

Eine Sanierung der anderen Art

Eine effiziente Alternative wäre eine direkt-elektrische, dezentrale Warmwasseraufbereitung (**Bild 2**) – eine Lösung, die in der Schweiz zurzeit verboten ist. Würden die gesetzlichen Rahmenbedingungen angepasst, könnte eine energetische Sanierung eines

Mehrfamilienhauses aus dem Jahr 1986 schon bald so aussehen: Die Ölheizung wird mit einer Wärmepumpe ersetzt. Diese erzeugt die Heizwärme, jedoch nicht das Brauchwarmwasser. In Küchen und in Badezimmern werden elektronisch geregelte Durchlauferhitzer installiert, die das Warmwasser dezentral produzieren – genau dann, wenn es benötigt wird.

Warmwasser direkt elektrisch produzieren, obwohl nach der Sanierung eine Wärmepumpe in Betrieb sein wird? Ist das nicht pure Energieverschwendung? Nein, sagen die Autoren einer Machbarkeits- und Potenzialstudie im Auftrag von Allthisfuture, dem Innovationslabor von WWZ. Das Fazit der Studie: Bei vielen Wohnhäusern, die vor 1990 gebaut wurden, ist die Warmwasserproduktion mit elektronisch geregelten Durchlauferhitzern direkt bei der Zapfstelle eine sinnvolle und kostengünstige Sanierungsvariante. Der Energieverbrauch kann bei dieser Lösung bis zu 50 % geringer sein im Vergleich zur heutigen Standardlösung, bei der das Warmwasser mit einer Wärmepumpe geheizt und über das bestehende, nicht gedämmte Zirkulationssystem verteilt wird.

Direkt-elektrische Wasseraufbereitung kann mithalten

Um die Energiebilanz der Warmwassererzeugung mit elektronisch geregelten Durchlauferhitzern einzuordnen, verglichen die Autoren der Studie diverse Lösungen. Sie beschränkten sich dabei auf die Wasserverteilung mit Zirkulationssystemen. Die Berechnungen basieren auf einer Studie der HTA (heute HSLU) für ein Mehrfamilienhaus mit zwölf Wohnungen. Da die Studie aus dem Jahr 2006 stammt, brachten die Autoren einige Annahmen auf den neusten Stand: Die HTA-Studie geht von einem Vier-Personen-Haushalt mit einem Wasserbedarf von 164 l pro Tag und Wohnung aus. Eine Wohnung wird jedoch heute im Durchschnitt mit 2,1 Personen belegt. Gemäss der aktuellen SIA-Norm 385/2 entspricht dies einem Wasserverbrauch von 73,5 l pro Tag und Wohnung. Eine weitere Annahme betrifft die Wärmepumpen, die seit 2006 deutlich effizienter geworden sind. Die Autoren der Studie basierten ihre Berechnung auf einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3, die HTA-Studie rechnete mit einer JAZ von 2.

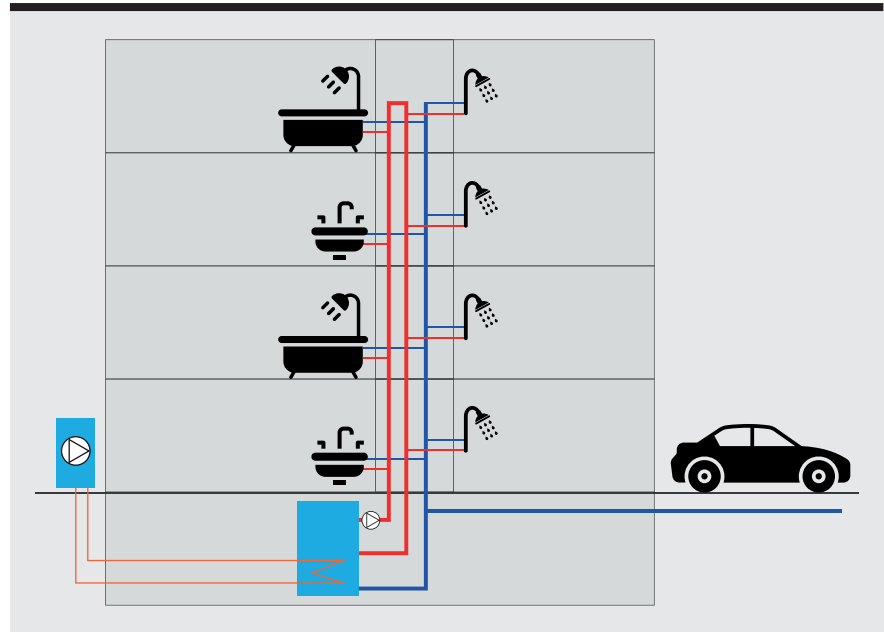


Bild 1 Warmwasserversorgung in einem modernen Wohnhaus: Das Warmwasser für Küche und Bad wird mit einer Wärmepumpe geheizt und über ein gedämmtes Zirkulationssystem verteilt.

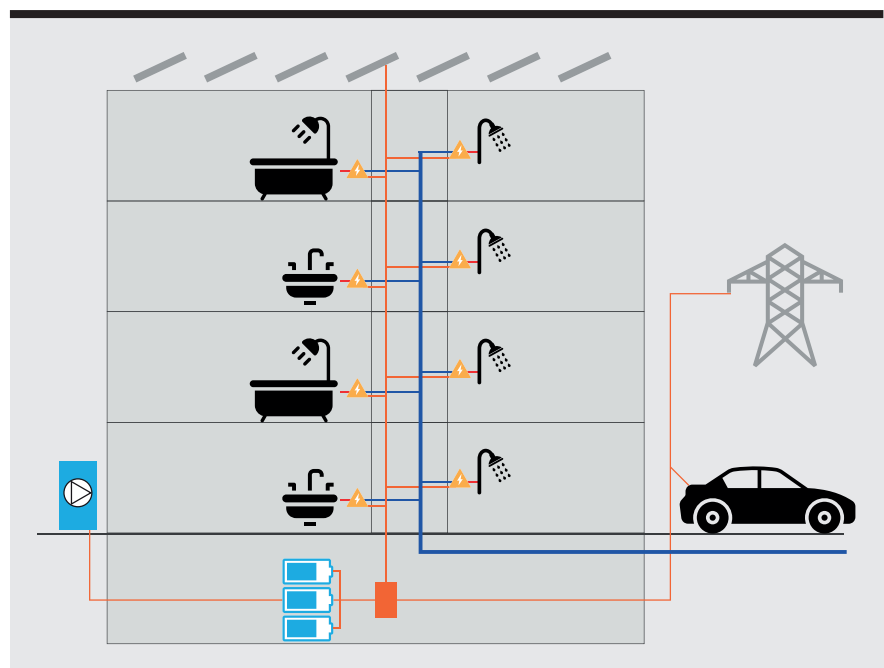


Bild 2 Lösung mit direkt-elektrischer Warmwasserverteilung: Das Warmwasser wird direkt an der Zapfstelle und nur bei Bedarf produziert. Der kurzfristig hohe Stromverbrauch wird über die Batterie ausgeglichen. Die PV-Anlage liefert den Strom für die Wärmepumpe und die Elektroautos.

Bild 3 zeigt das Resultat: Am effizientesten beim heutigen Planungswert des Wasserverbrauchs in einem Zwei-Personen-Haushalt ist wie erwartet die Standardlösung: Das Warmwasser wird mit einer effizienten Wärmepumpe (JAZ 3) erzeugt und über ein Zirkulationssystem mit gedämmten Leitungen verteilt.

Werden die Leitungen des Zirkulationssystems bei einer Sanierung nicht gedämmt, schneidet die dezentral direkt-elektrische Warmwasseraufbereitung etwa gleich gut ab wie die Warmwasserproduktion mit einer effizienten Wärmepumpe mit JAZ 3. Ist der Wasserverbrauch geringer als der

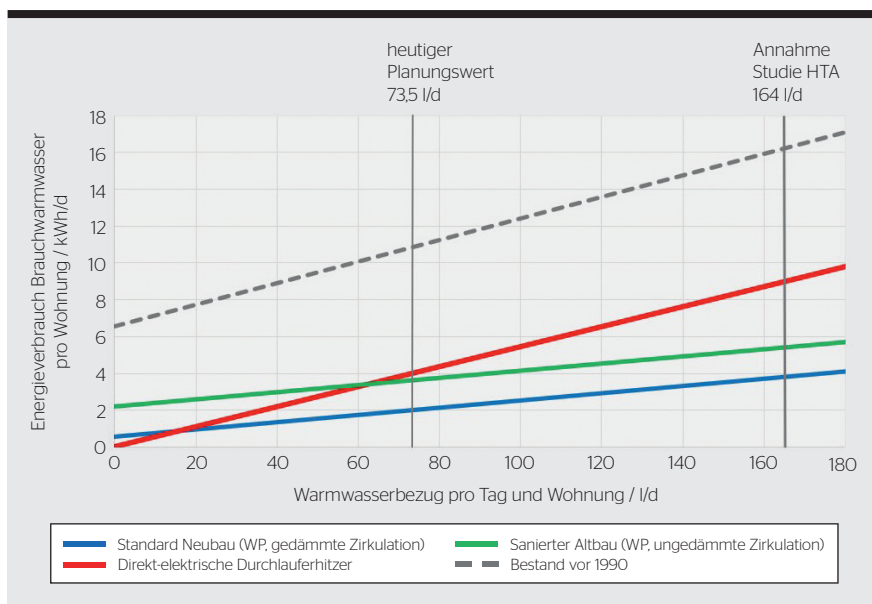


Bild 3 Beim heutigen Planungswert des Wasserverbrauchs ist der Energieverbrauch der direkt-elektrischen Warmwasseraufbereitung vergleichbar mit demjenigen einer Wärmepumpe mit JAZ 3 und ungedämmter Zirkulation. Bei geringerem Wasserverbrauch, z. B. in einem Bürogebäude, ist die direkt-elektrische Variante effizienter.

Planungswert gemäss SIA, ist die direkt-elektrische Warmwasseraufbereitung sogar deutlich effizienter. Insbesondere in Zweitwohnungen oder Büros sind die Wasserbezüge so tief, dass sich diese Lösung anbietet.

Ein unhaltbares Verbot

Das Fazit der Analysen: Bei einem nicht-gedämmten Zirkulationssystem ist der Energieverbrauch der direkt-elektrischen Warmwasseraufbereitung vergleichbar mit demjenigen einer Wärmepumpe. Ist also das Verbot der direkt-elektrischen Warmwasseraufbereitung wirklich haltbar? Gemäss den Mustervorschriften der Kantone (Muken) ist der Neueinbau oder Ersatz einer direkt-elektrischen Erwärmung des Warmwassers in Wohnbauten nur erlaubt, wenn das Warmwasser zu mindestens 50% mit erneuerbarer Energie oder mit Abwärme erzeugt wird. Die Kombination einer direkt-elektrischen Warmwasseraufbereitung mit einer PV-Anlage wäre demnach möglich.

Doch die Muken sind ergänzt durch Vollzugshilfen, und die EN-103 verbietet die Lösung auch bei einer Kombination mit Photovoltaik. Diese Regelungen bilden den heutigen Stand der Technik nicht mehr ab. Die EN-103 basiert auf der Studie der HTA aus dem Jahr 2006. Durchlauferhitzer aus dieser Zeit liefen ohne Regelung stetig im

Standby-Betrieb. Heute sind die Geräte jedoch elektronisch geregelt und heizen nur, wenn der Wasserhahn aufgedreht wird. Die Temperatur lässt sich dabei einstellen. Wer die Hände waschen will, kann das Wasser direkt auf 40°C aufheizen. Ältere Geräte heizen immer auf eine feste Temperatur um 55°C, kaltes Wasser musste zugemischt werden. Heutige Geräte haben damit einen Wirkungsgrad von nahezu 100% und keinen Standby-Verbrauch. Sie sind gut nachrüstbar bei tiefen Investitions- und Betriebskosten. Angesichts der Tatsache, dass diese Lösung bei Gebäuden mit nicht gedämmtem Zirkulationssystem ebenso effizient ist wie die Warmwasserproduktion mit einer Wärmepumpe, ist das Verbot nicht mehr zeitgemäss.

Strangsanierung treibt die Mieten in die Höhe

Die Verluste im Zirkulationssystem lassen sich mit einer Dämmung der Leitungen verhindern. Bei Neubauten ist dies heute Standard, vor 1990 wurde dies jedoch kaum praktiziert. Eine Strangsanierung hat aber hohe Kosten zur Folge und treibt die Mieten in die Höhe. Umfragen bei Liegenschaftsbesitzern und Verwaltungen haben gezeigt, dass Strangsanierungen in der Regel nur bei Totalsanierungen mit Leerkündigungen gemacht werden.

Dabei werden die Wohnungen aufgewertet und danach im Hochpreissegment vermietet. Bauträger wie die öffentliche Hand, Genossenschaften oder Private setzen häufig auf minimale Sanierungsmassnahmen, um günstigen Wohnraum zu erhalten, insbesondere wenn die Liegenschaften ausserhalb von Ballungsräumen liegen. Eine Strangsanierung kommt in der Regel nicht infrage. In diesen Fällen sind elektronisch geregelte Durchlauferhitzer eine kostengünstige und energieeffiziente Lösung.

Hinzu kommen viele bestehende Gebäude mit dezentralen Elektroboilern in den Wohnungen. Auch bei diesen sind die Verluste gross, da die Boiler in der Regel schlecht gedämmt sind. Würde das Warmwasser mit einer neu eingebauten Wärmepumpe geheizt, müsste ein Zirkulationssystem eingebaut werden. Die Kosten dafür sind vergleichbar mit einer Strangsanierung.

Zirkulationssysteme werden zunehmend ineffizient

Gegen Zirkulationssysteme spricht auch der Standby-Verbrauch. Auch wenn sie gedämmt sind, wird warmes Wasser permanent vom Boiler durch die Leitungen gepumpt. Ausserdem werden Zirkulationssysteme aufgrund der aktuellen Entwicklungen zunehmend ineffizient: Die Wohnungen sind nicht mehr so dicht belegt wie vor einigen Jahrzehnten. Während 1970 im Durchschnitt 2,9 Personen in einer Wohnung lebten, sind es heute nur noch 2,1 Personen. Zudem wird mit den heutigen Sportaktivitäten immer häufiger ausser Haus geduscht. Weil so pro Haushalt weniger Wasser bezogen wird, schlagen die Standby-Verluste relativ gesehen noch mehr zu Buche. Es muss auch berücksichtigt werden, dass immer mehr Wohnbauten mit Wärmepumpen beheizt werden. Diese sind auf die Temperaturen des Heizkreislaufs optimiert, die in der Regel um 25°C bis 30°C liegen. Das Brauchwasser muss jedoch auf höhere Temperaturen aufgeheizt werden. Dabei arbeitet eine Wärmepumpe in einem ineffizienten Betriebspunkt, was weitere Verluste zur Folge hat.

Keine Legionellen in Durchlauferhitzern

Ein weiterer Grund, der Zirkulationssysteme ineffizient macht, sind Legio-

nellen. In den letzten Jahren verschärfte der Gesetzgeber die Vorschriften. Zirkulationssysteme müssen heute bei Temperaturen über 55°C betrieben werden. Damit steigen die Wärmeverluste im System – und in ungedämmten Zirkulationssystemen können sich trotzdem Legionellen einnisten. Denn die Kalt- und Warmwasserleitungen liegen in der Regel unmittelbar nebeneinander. Ohne Dämmung wird das Wasser in den Kaltwasserleitungen durch die Warmwasserleitung auf Temperaturen von 30 bis 50°C aufgewärmt – für Legionellen sind dies optimale Bedingungen, um sich rasch zu vermehren. Auch hier punkten elektronisch geregelte Durchlauferhitzer, denn Legionellen sind hier kein Thema.

Batterie statt Boiler

Elektrische Durchlauferhitzer haben einen Nachteil, der ins Gewicht fällt: Sie belasten das Stromnetz kurzfristig sehr stark. Dies ist mit ein Grund, weshalb die Lösung in der Schweiz nicht zugelassen ist. Hier bietet die Kombination mit einer eigenen PV-Anlage mit einem Batteriespeicher eine Lösung. Dies ist nicht nur sehr effizien-

ent, sondern dürfte angesichts der fallenden Preise für Batterien in vielen Fällen auch wirtschaftlich sein, zumal die Batterie auch die Eigenstromnutzung erhöht und zur Ladung von Elektroautos zur Verfügung steht. Denkbar ist auch, die Batterien der Elektroautos als Puffer zu nutzen.

Fazit

Die Exergie-Betrachtung «Strom ist reine Exergie und soll zur Wärmeproduktion bis 100°C nur über Wärmepumpen verwendet werden» ist in vielen Fällen richtig und sinnvoll, greift hier aber nicht. Das Verbot der direkt-elektrischen Warmwasseraufbereitung ist nicht mehr zeitgemäss. Wenn es fällt, sind bei Gebäuden aus den Jahren vor 1990 keine Totalsanierungen mehr nötig, um den Energieverbrauch zu optimieren. Nach der Sanierung liefert die Wärmepumpe das Warmwasser für die Heizung, das Brauchwarmwasser wird dezentral mit elektronisch geregelten Durchlauferhitzern produziert, die Photovoltaikanlage liefert Strom für den Eigenbedarf, überschüssiger Strom wird in der Batterie gespeichert, um die Spitzen der Warmwasserproduktion abzu-

fangen und Elektroautos zu laden – die Energie stammt ausschliesslich aus erneuerbaren Quellen, wird effizient genutzt und der Wohnraum bleibt kostengünstig.

Referenz

[1] Machbarkeits- und Potenzialstudie «Effiziente, hygienische Warmwasser-Versorgung in grossen Wohnbauten».

Literatur

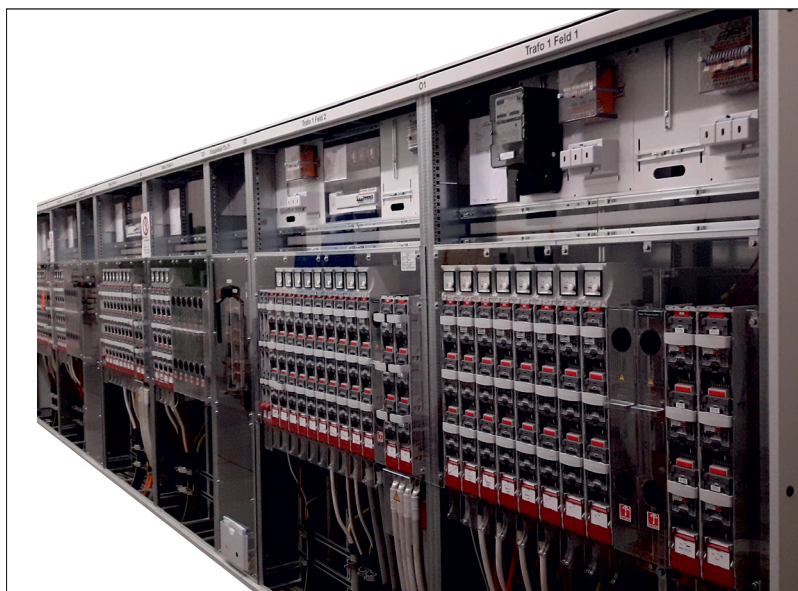
- Adrian Tschui, Bruno Stadelmann, «Studie Warmwasserverteilung - Kurzstudie über die Energieverluste der verschiedenen Verteilsituationen von Warmwasser im Mehrfamilienhaus», Schlussbericht, HTA Luzern, 2006.
- Cordin Arpagaus, Matthias Berthold, Mick Eschmann, «Messung der Effizienz der Trinkwassererwärmung bei Wärmepumpenanlagen im Feld», EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE, 2019.
- SIA 385/2:2015: «Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden - Warmwasserbedarf, Gesamtanforderungen und Auslegung».

Autoren

Jochen Ganz ist Inhaber von Ganz & Gar Business Passion GmbH und unterstützt Unternehmen bei der Entwicklung und Umsetzung ihrer Strategie.
→ Ganz & Gar, 8610 Uster
→ jochen.ganz@gg-bp.ch

Stefan Stahl ist Prozessingenieur bei Soudronic AG und selbstständiger Ingenieur in Teilzeit.
→ Stefan Stahl, 8000 Zürich
→ stefan@sstahl.ch

Die Studie erfolgte im Auftrag von Allthistfuture, dem Innovationslabor von WWZ.



pronutec AG

Starkstromkomponenten von den Experten



Composants basse tension par des experts

pronutec AG
Rosenweg 3
6234 Triengen

041 545 86 70
info@pronutec.ch
www.pronutec.ch

