

**E**in historischer Stromerzeuger im Augsburger Stadtteil Haunstetten entsprach nicht mehr ganz dem Zeitgeist: Nachhaltig ja, weil mit Wasserkraft getrieben, trotzdem nicht ergiebig genug, weil er wegen Übertemperaturen häufig ausstieg. Und die Wärme auch noch zum Großteil vergeudete, obwohl Wohnhaus und Schwimmbad Bedarf haben. Ein Bobinger Handwerksunternehmen strukturierte mit Hilfe des ‚Rendemix‘-Mischersystems die Wärmenutzung neu. Der Erfolg überstieg alle Erwartungen.

Der „Alte Mühlhof“ im Augsburger Haunstetten zählt zu den Technik-Denkmalen im Raum der Fugger-Stadt. Die Wassermühle des Mühlhofs dürfte aus dem 12. oder 13. Jahrhundert stammen. Sie tut heute noch Dienst. Natürlich nicht mehr mit einem oberflächigen oder unterschläch-

# Minimaler Wärmeverbrauch bei maximalem Komfort

## Wie der energetische Flickenteppich „Alter Mühlhof“ zum effizienten System wurde

tigen Wasser-Laufrad – oberflächig: Wasser von oben auf die Schaufeln, unterschlächtig: Wasser unten gegen die Schaufeln –, sondern mit einer moderneren Technik, nämlich mit einer Francis-Turbine. Unermüdlich „mahlt“ die seit 1907

in einem Generator Strom. Der fließt ins öffentliche Netz. Eine derartig ökologische Elektrizitätserzeugung vergütet der Staat über das Erneuerbare-Energien-Gesetz mit je nach Menge rund zehn Cent je kWh. Zum exakten Preis des Augsburger EVUs

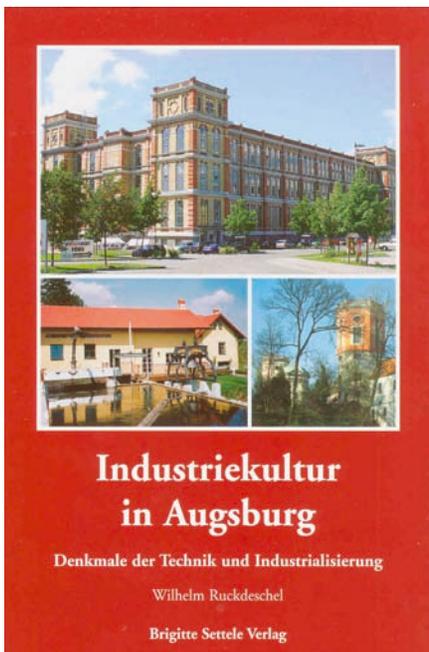


Turbinenhaus und Lochbach-Zulauf zur Turbine „Alter Mühlhof“ Haunstetten. Das Wasserkraftwerk läuft seit 1907 mit ein und derselben Francis-Turbine. Bis 1880 lieferte es viele hundert Jahre mechanische Energie

später. Denn der trägt zur Amortisation der Investition bei und hat viel mit der optimierten Haustechnik zu tun.

## Ein Technikkultur-Denkmal

In der Vergangenheit trieb die kinetische Energie des Lochbach-Falls über eine Transmission unter anderem die Kreissäge im Hof an, später eine Kunstmühle. Seit 1880 jedoch – die Francis-Turbine kam 27 Jahre später – zaubert das Flüsschen Licht in die Guten Stuben. Zur damaligen



Professor Wilhelm Ruckdeschel hat die wahrscheinlich 700-jährige Geschichte des Lochbach-Kraftwerks in seinem Buch „Industriekultur in Augsburg“ beschrieben. Brigitte Settele Verlag, Augsburg, ISBN 3-932939-44-1

Jahrhundertwende dürfte es tatsächlich einigen Bewohnern wie Zauberei vorgekommen sein.

Die Wirkungsgradverluste des 76-kW-Generators und der Mechanik machen sich in Wärme bemerkbar. Wenn der Stromerzeuger fleißig arbeitet, verwandelt er das Mühlhaus in eine Sauna. Früher durfte man die Übertemperaturen über geöffnete Fenster und Türen weg lüften. Der Umweltschutz heute akzeptiert das

in doppelter Hinsicht nicht mehr. Erstens entspricht es nicht dem Zeitgeist, wertvolle Wärmekalorien zu verschenken, zweitens dürften – Denkmalschutz hin, Denkmalschutz her – die Nachbarn mit dem Kadi kommen, wenn sie sich tagein tagaus das Quietschen der Mechanik, immerhin rund 60 dB(A), anhören müssten. Auf der anderen Seite hat solch ein lebendes Zeugnis der hoch entwickelten Industriekultur der spätmittelalterlichen Freien Reichsstadt Augsburg heute neuen Stellenwert, weil die immer noch funktionierende „Wasserkunst“, wie sie Augsburgs Technik-Geschichtsschreiber Wilhelm Ruckdeschel respektvoll nennt, regenerative Energie in Strom umwandelt.

Also beauftragte der heutige Eigentümer des „Alten Mühlhofs“, die Familie Walter Settele, verschiedene Planungsbüros und Installationsunternehmen mit der Suche nach einer Lösung für die Wärmerückgewinnung. Die Schaltung sollte die fünf verschiedenen Verbraucher berücksichtigen, nämlich erstens die Warmwasserbereitung, zweitens das Schwimmbeckenwasser im Haupthaus, drittens den Heizkörperkreis (Hochtemperatur), viertens und fünftens zwei Fußbodenheizkreise (Niedertemperatur) im Schwimmbad und im Wohnhaus.

## Wie kommt die Wärme ins Schwimmbad?

Als erste Renovierungs-Stufe stimmte der Bauherr dem Aufstellen einer Luft/Wasser-Wärmepumpe (Viessmann) im Turbinenhaus zu sowie einem leiseren neuen Getriebe (Renk AG) als Ersatz für die 80 Jahre alten Zahnkränze. Weitere Vorschläge, zum Teil realisiert, brachten jedoch nicht den erwarteten Erfolg, oder die Durchführung scheiterte an der Kostenfrage. 10 000 bis 15 000 Euro sollte zum Teil die Regelung kosten.

Walter Settele ließ aber schon deshalb nicht locker, weil er mit dem Schwimmbad einen ganzjährigen Nutzer hat. In Stufen flickten ihm schließlich einige Unterneh-



Für die Wärmerückgewinnung im Turbinenhaus sind die Wärmepumpe (links, Vitocal/Viessmann) und der 300-l-Pufferspeicher (Vitocell/Viessmann) zuständig

men ein Konzept zusammen, das den Namen „Konzept“ nicht verdiente. Es vergeudete immer noch viel zu viel. In Zahlen ausgedrückt, der Gasverbrauch betrug im Winter 2006/2007, vor dem Umbau, 150 000 Kilowattstunden. Ausgesprochen paradox: Selbst im Sommer mussten die Setteles das Beckenwasser mit einer Gasheizung teuer nachheizen, weil die Turbine ausstieg beziehungsweise aussteigt, wenn sich der Generator auf über 35 °C erwärmt. Diese Schwelle überschritt er ehemals mehrfach. Einzig die Luft/Wasser-Wärmepumpe in unmittelbarer Nähe zum Stromerzeuger tat, was man von ihr verlangte. Sie kühlte die Raumtemperatur in der Generatorstation auf ein erträgliches Maß herunter. Dadurch konnte das Gebäude für Vorführungen, Geburtstage, Seminare und andere Veranstaltungen quasi öffentlich genutzt werden.

Schwimmbadwasserfilter. Der schwarze Zylinder links ist der Wärmetauscher für das Beckenwasser



Bei einer Übertemperatur in der Station von etwa 5°C springt die Wärmepumpe an und lagert den Ertrag in einen Pufferspeicher ein. Eine Nahwärmeleitung transportiert die auf diese Weise gewonnenen Kalorien zu den beiden Nachheizkesseln (Brennwert, 2 x 40 kW, Vaillant) und zum Verteiler ins Wohnhaus. Besteht kein Wärmebedarf, schaltet der Generator ab – siehe Bemerkung Übertemperatur. Und der Bedarf war damals deshalb relativ schnell gedeckt, weil das Schaltschema nicht in der Lage war, die unterschiedli-

Über Veröffentlichungen in einer Fachzeitschrift war der Meisterbetrieb vor Jahren mit einer Armatur in Kontakt gekommen, die kein Produkt sondern ein System ist, dem Baunach-Mischer. Um das Ergebnis gleich vorwegzunehmen: **Der Anlagenbauer plante die Verteilung und die Regelung neu, setzte drei „Rendemix“ zwischen Wärmequelle und Wärmeverbraucher, und der relativ harte Winter 2008/2009 präsentierte den Setteles das Ergebnis: gesparte 55 000 Kilowattstunden. Der Gasverbrauch sank von 150 000**



Haupthaus „Alter Mühlhof. Zu beheizen sind ca. 500 m<sup>2</sup> Wohnfläche, eine Schwimmbadhalle sowie das Beckenwasser

chen Temperaturebenen auf Verbraucherseite zu bedienen. Es begnügte sich mit diesem oder jenem Abnehmer.

## Neues Verfahren Mehrwegemischer

Mit der Konsequenz der erwähnten teuren 150 000 Kilowattstunden Gasbezug im milden Winter 2006/2007. Walter Settele wagte deshalb einen neuen Anlauf. Er sprach mit seinem Haus-Installationsunternehmen, der Firma Albert Kohl Wasser und Wärme GmbH aus Bobingen. Die ist mit ihren 28 Mitarbeitern zukunftssicher aufgestellt: mit Schwerpunkten in Heizungstechnik, Solartechnik, Photovoltaik. Die Handwerksfirma versprach Abhilfe:

**auf 95 000 Kilowattstunden.** Dieser Betrag ist nicht klimabereinigt, doch der Bedarf 2008/2009 dürfte sogar um einiges höher gelegen haben als der im warmen Winter des Referenzjahres 2006/2007. Insofern spricht die Einsparung erst recht für das Verfahren.

Der „Rendemix“-Mischer steht für ein neues Verfahren der Wärmeverteilung sowie der Be- und Entladung von Pufferspeichern. Er garantiert niedrigste Rücklauftemperaturen und damit höchste Kondensationswärmegewinne, indem er einen Niedertemperaturkreis einem Hochtemperaturkreis nachschaltet und so den Rücklauf des ersten zum Vorlauf des zweiten Kreises macht. Die Ausschöpfung des Brennwertes mit dieser Architektur



Frei programmierbare Regelung von der Fa. Technische Alternative, Amaliendorf/Österreich

ist das eine, die Halbierung des Umwälzvolumens und damit die Halbierung der Hilfsenergie für die Umwälzpumpen ist das andere. Abgesehen davon, dass diese Reihenschaltung mit einer Umwälzpumpe weniger auskommt.

## Niedrigste Rücklauftemperaturen

Das Patent der H.G. Baunach, Hückelhoven, besteht in erster Linie in einer Wasserführung in der Armatur, die die unterschiedlichen hydraulischen Verhältnisse der Radiatorenheizung und der Fußbodenheizung sowie die Temperaturanforderungen berücksichtigt. **Ohne die „Rendemix“-Einheit müsste ein Installationsbetrieb viele Umwege gehen und viele Armaturen einbauen, um ein ähnliches**

### Unterverteiler Heizkreise



Resultat – niedrigste Rücklauftemperatur – zu erzielen. Nicht nur Brennwertkessel arbeiten mit dem Mischer effizienter. Auch Schichtspeicher, Solaranlagen, Wärmepumpen, Übergabestationen und Verteilnetze profitieren von dem großen  $\Delta t$ .

Johannes Jacob von der Firma Albert Kohl erklärt das Prinzip am Beispiel Haunstetten (Bild auf Seite 5 unten): „Prinzipiell



Mischerguppe. Die drei Einheiten links sind die „Rendemix“-Mehrwegemischer, die beiden Einheiten rechts Armaturenboxen zur unregelmäßigen Wärmeversorgung des Wärmetauschers Schwimmbadwasser und der Warmwasserbereitung (im Bild Johannes Jacob, Albert Kohl Wasser und Wärme GmbH)

gliedert sich der Mehrwegemischer in eine Heiß-, eine Warm- und eine Kaltzone. Da wir ihn im Anschluss an einen Hochtemperaturkreis einbauen, ist die heiße Zone der 60-gradige Rücklauf vom Schwimmbad-Wärmetauscher beziehungsweise vom Warmwasserbereiter. Diese beiden Verbraucher werden sozusagen unregelmäßig direkt vom heißen Fernwasser der Turbinenstation oder aber von den Gaskesseln angesteuert.“

Die Wärmepumpe im Turbinen- oder Generatorhaus erzeugt den relativ hochgradigen Vorlauf zum Wohnhaus mit einer durchaus akzeptablen Jahresarbeitszahl, da die angesaugte Raumluft an 30 °C und höher heranreicht. „Die 60 Grad Rücklauf vom Schwimmbad-Wärmetauscher schicken wir nun zum Radiatorkreis in den oberen Stockwerken des Wohnhauses und

weiter zu den beiden Fußbodenheizungen. Die Volumenstrom- und Temperaturregelung übernehmen drei ‚Rendemix‘-Einheiten. Was geschieht in Rendemix 1, der für die Heizkörper zuständig ist? Zunächst einmal, die sind auf 60/40 °C ausgelegt. Die 60 °C benötigen sie aber nur in der kältesten Periode des Jahres. Mehrheitlich wird der Mischer entweder aus dem Rücklauf Schwimmbad, der in Höhe des Rendemix 1 vielleicht noch 55 °C hat, käl-

teres Wasser beimischen oder aber aus dem Rücklauf Radiatorkreis, der nur noch 40 °C hat.“

### Dreimal ‚Rendemix‘

Der Rücklauf Radiator vereinigt sich zwar mit dem Rücklauf Schwimmbad/Warmwasser und mit den Rückläufen der beiden Fußbodenheizungen zu einem einzigen Strang, aber natürlich entsteht auf der Länge der Strecke, auch durch das Rückspeisen aus den einzelnen Kreisen, ein Temperaturgefälle zum Kessel hin.

Zurück zu Johannes Jacob. „Rendemix 2 nimmt den Rücklauf Radiator als Vorlauf Fußbodenkreis Schwimmbad. Die Hydraulik läuft hier ähnlich ab wie eben geschildert, allerdings mit einer Modifi-

kation. Sollte bei Frosttemperaturen der Rücklauf Radiator nicht zur Beheizung der Schwimmhalle ausreichen, mischt Rendemix 2 aus dem Vorlauf der Nahwärmeleitung heißes Wasser bei. Lassen die Witterungsverhältnisse niedrigere Heizwassertemperaturen zu, saugt Rendemix 2 Kaltwasser aus der Rücklaufstrecke.“

Rendemix 3 für die Fußbodenheizungen „Wohnen“ in den Obergeschossen regelt nach selbem Muster; Johannes Jacob hat die beiden Fußbodenkreise parallel geschaltet. Er teilte die Niedertemperaturheizung deshalb in zwei Hauptkreise auf, weil die ganzjährige Badehaus- und die halbjährige Wohnhausheizung eben eine ganz andere Heizsaison haben, ferner aber auch die berechneten Wasservolumina erheblich differieren. Die Wärmeversorgung lässt sich über die Parallelschaltung optimieren.

### Nicht ganz parallel

Wobei „Parallelschaltung“ die Wirklichkeit nicht korrekt wiedergibt. Sind beide Fußbodenheizungen in Betrieb, liegt die Vorlauftemperatur des letzten Rendemix, des Rendemix 3, unter der Vorlauftemperatur Rendemix 2. Deshalb, weil der Rücklauf der vorausgegangenen Fußbodenheizung (Rendemix 2) den Gesamtrücklauf wieder um einige Grad gedrückt hat. **Genau das ist ja das Ziel, mit kältestem Wasser in den Kondensations-Wärmetauscher zu fahren.** Rendemix 3 muss deshalb zum Erreichen des gewünschten Sollwerts in der Regel mehr Wasser aus den höherentemperaturigen Strecken saugen und beimischen als Rendemix 2.

Das zu den Abläufen in und zur Funktion der „Rendemix“-Stationen. Natürlich muss dem Ganzen noch eine leistungsfähige Regelungstechnik nebst einer vernünftigen Regelungsstrategie übergestülpt sein. Der Betrieb Albert Kohl Wasser und Wärme GmbH verließ sich hier auf das Know-how der Planungsabteilung der H.G. Baunach, die ihn mit ihrer Software bei der Auslegung und Einregulierung

der Mischereinheiten unterstützte. Die eigentliche Vernetzung konfigurierte der österreichische Regelungsspezialist Technische Alternative, Amaliendorf. Dessen Produktpalette reicht von einfachen Differenzregelungen über Mehrkreisregler für Solar- und Pumpenmanagement bis hin zum frei programmierbaren Multitalent für fast alle Anwendungen. Genau das suchte die Albert Kohl GmbH, eine Regelung, die nicht mit ungefragten Funktionen überfrachtet ist und damit anfällig reagiert, sondern maßgerecht auf den Anwendungsfall zugeschnitten wird.

## Belohnung durch die Augsburger Stadtwerke

Ihre Sensorik entscheidet beispielsweise, ob das Pufferwasser direkt in die Fußboden-Rohrstrahlen und in die Radiatoren strömt oder ob der oder die Kessel Wärme nachschieben müssen. Das Pufferwasser im 300-l-Speicher hat nicht ständig 70 oder 80 °C. Im Winter reicht die Generator-Abwärme nicht aus, um Behaglichkeit im Wohnhaus sicherzustellen. Der Boiler lädt sich dann vielleicht auf nur 30 oder

40 °C auf. Der Nahwärme-Strang führt deshalb generell durch einen der beiden Kessel, gleichgültig, ob der anspringen soll oder nicht.

Aufgrund der Wärmerückgewinnung, des erneuerten Getriebes, des intelligenten Schaltschemas und einem Invest, das oberhalb 50 Prozent einer Neuanlage lag, korrigierten die Stadtwerke Augsburg die spezifische Einspeisevergütung. Die „Alte Mühle“ fällt jetzt unter das EEG Erneuerbare-Energien-Gesetz als auch unter das EEWG Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz. Damit kletterte die Vergütung von 7,65 auf 9,67 ct/kWh. Bei jetzt jährlich rund 400 000 Kilowattstunden Stromerzeugung fließen heute rund 40 000 Euro zurück, 8 000 Euro mehr als vor zwei Jahren. Davon darf sich der Baunach-Mischer ein Teil zugute halten, in jedem Fall aber die eingesparten 55 000 kWh Gasreduktion.

Johannes Jacob: „Was wir vorfanden, war minimaler Komfort bei hohem Verbrauch. Mit der neuen Regelungsstrategie und den ‚Rendemix‘-Einheiten konnten wir



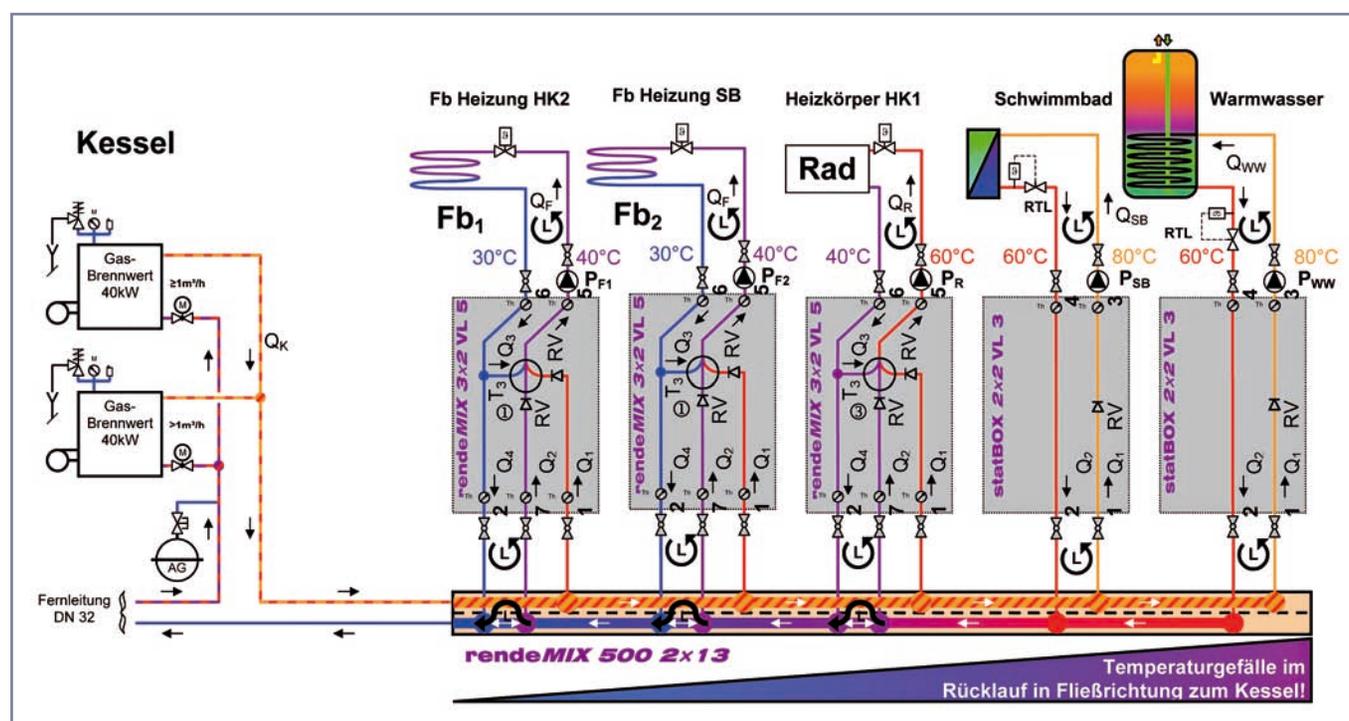
Hausherr Walter Settele vor dem 76-kW-Generator der Francis-Turbine

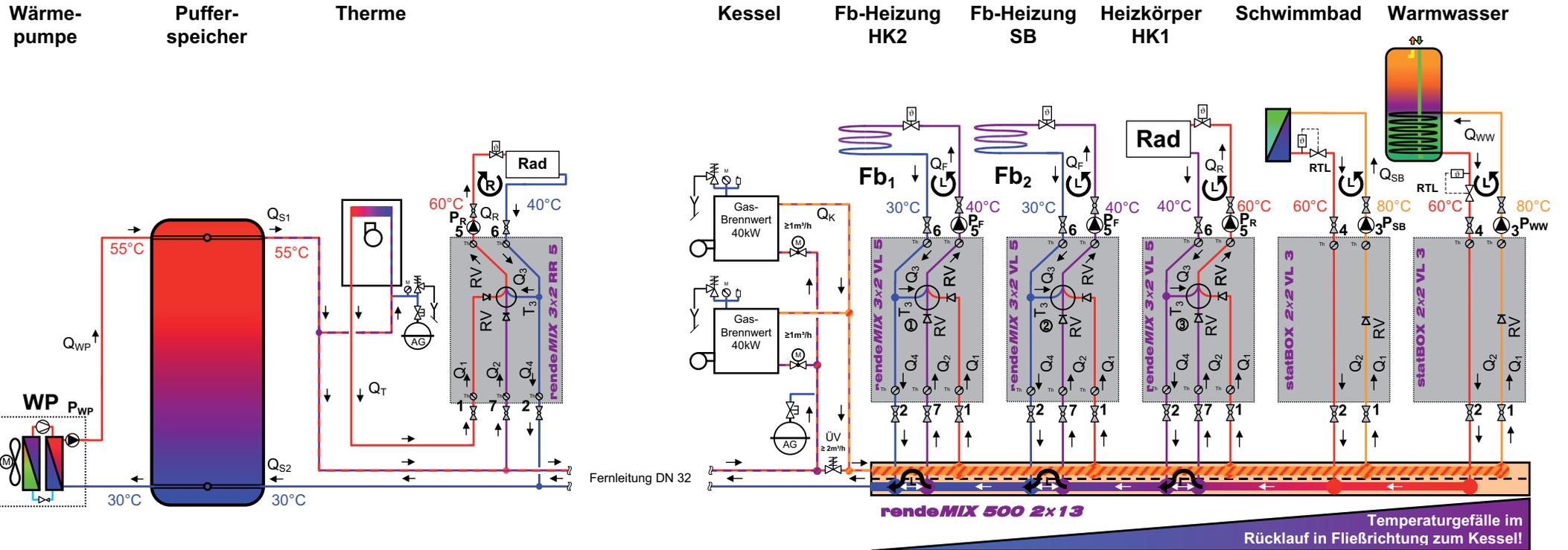
die Anlage zum Typus ‚minimaler Wärmeverbrauch bei maximalem Komfort‘ umbauen. Besser und vor allem sicherer kann man vermutlich sein Geld nicht anlegen.“

Bernd Genath

[www.baunach.net](http://www.baunach.net)

Wärmeversorgung der Anlage. Erläuterung im Text





$P_{WP}$ : Pumpe Wärmepumpe  
 $P_R$ : Pumpe Radiatoren

$P_F$ : Pumpe Fußbodenheizung  
 $P_{SB}$ : Pumpe Schwimmbad

$P_{WW}$ : Pumpe Warmwasserbereitung  
 $RTL$ : Rücklaufverteilter

$RV$ : Rückflußverhinderer  
 $SB$ : Schwerkraftbremse

$Q_{WP}$ : Durchfluß Wärmepumpe  
 $Q_T$ : Durchfluß Therme

$Q_{S1}$ : Durchfluß Speicher heiß  
 $Q_{S2}$ : Durchfluß Speicher kalt

$Q_1$ : Durchfluß Eingang heiß  
 $Q_2$ : Durchfluß Eingang warm  
 $Q_3$ : Durchfluß Eingang kalt  
 $Q_4$ : Durchfluß Rücklauf Mischkreis

$Q_K$ : Durchfluß Kessel  
 $Q_R$ : Durchfluß Radiatoren  
 $Q_F$ : Durchfluß Fußbodenheizung  
 $Q_{SB}$ : Durchfluß Schwimmbad  
 $Q_{WW}$ : Durchfluß Warmwasserbereitung

Abb.: Kesselanlage ohne hydraulische Weiche mit Wärmeverteilung für 5 Heizkreise, davon  $n = 3$  Kreise an **rendeMIX** Rücklaufnutzung mit **rendeMIX 3x2 VL 5** und **statBOX 2x2 VL 3**. Der **rendeMIX** gibt den Rücklauf unverschnitten an den Wärmeerzeuger zurück.