

Die Haustechnik im Passivhaus – Konzepte für Lüftung, Restheizung und Warmwasserbereitung

Vortrag auf dem Heidelberger Praxisseminar Passivhäuser
14. November 2001

Ralf Bermich
Stadt Heidelberg, Amt für Umweltschutz, Energie und Gesundheitsförderung
Kornmarkt 1, 69117 Heidelberg
Tel.: 06221 / 58 - 1827, Fax: 06221 / 58 – 1829
E-mail: ralf.bermich@heidelberg.de

Einleitung

Der extrem niedrige Restwärmebedarf für die Beheizung von Passivhäusern stellt besondere Anforderungen an die Haustechnik und ermöglicht zugleich neuartige Systemlösungen. Im Ergebnis ist die Haustechnik von Passivhäusern anders aber keinesfalls komplizierter als bei konventionellen Gebäuden oder Niedrigenergiehäusern. Die Lüftung mit Wärmerückgewinnung stellt darüberhinaus eine enorme Komfortsteigerung dar, weshalb auch von Komfortlüftung gesprochen wird. Wie bei den Wärmedämm- und Fenstersystemen hat auch bei den Passivhaus-geeigneten Haustechniksystemen in den letzten Jahren eine beispiellose Entwicklungsdynamik eingesetzt. Inzwischen sind Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnungsgraden von 80 oder mehr Prozent und stromsparenden Ventilatoren von zahlreichen Herstellern auf dem Markt verfügbar. Gleiches gilt für Lösungen zur Deckung des Restwärmebedarfes.

Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Die Zufuhr von frischer Luft und der Abtransport von Gerüchen und Feuchtigkeit ist ein Grundbedürfnis für Gesundheit und Wohlbefinden. Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung ermöglichen es, die hygienisch erforderliche Luftmenge gefiltert, ohne Zugluft zuzuführen und Gerüche gezielt am Ort ihrer Entstehung abzuführen. Besonders angenehm ist, dass Essen- und Toilettengerüche sowie die Feuchtigkeit von Duschen und Baden kontinuierlich abgeführt werden, auch wenn die Bewohner das Haus verlassen. Lüftungsanlagen tauschen die Luft in Passivhäusern innerhalb von rund 3 Stunden einmal aus, was einer Luftwechselrate von 0,3-0,4 1/h entspricht. Sie stellen daher – im Gegensatz zu Lüftungsanlagen in Veranstaltungsräumen, die einen Spitzenbedarf abdecken und die manchmal durch unangenehme Zugluft auffallen – eine Grundlüftung dar. Sie sorgen damit für eine gleichbleibend gute Luftqualität und ausgeglichene Luftfeuchte.

Die Lüftung mit Wärmerückgewinnung ist aber auch unverzichtbar, um die Anforderungen des Passivhausstandards mit einem Heizwärmebedarf von jährlich maximal 15 kWh einzuhalten. Der hygienisch erforderliche Luftwechsel führt ohne Wärmerückgewinnung zu einem jährlichen Lüftungswärmebedarf von rund 30 kWh/m². Am Beispiel des Passiv-Reihenhauses Darmstadt-Kranichstein würde durch den Verzicht auf Lüftungswärmerückgewinnung der jährliche Heizwärmebedarf von 14 auf 36 kWh/m² steigen und damit den Passivhausstandard weit verfehlen.

Den schematischen Aufbau des Lüftungssystems zeigt Abbildung 1. In allen Wohn- und Schlafräumen wird Frischluft eingeblasen. In Bädern, Toiletten und Küche, also den Räumen mit der höchsten Feuchte- und Geruchsbelastung wird die Luft abgesaugt. Die Verteilung der Luftmengen auf die verschiedenen Räume geschieht durch Verstellung der Zuluft- und Abluftventile in den Räumen.

Effiziente Ventilatoren

Im Sinne einer sparsamen Stromanwendung werden zunehmend besonders effiziente elektronisch kommutierte Gleichstrommotoren eingesetzt. Ferner sind die Lüftungsrohre so groß zu dimensionieren, dass nur geringe Druckverluste auftreten. Typische Querschnitte sind in Einfamilienhäusern 160 mm für die Hauptlüftungsrohre und 100 mm für die Rohre zu den einzelnen Räumen. Der Druckverlust sollte beim erforderlichen Luftvolumenstrom in der Zu- und Abluft jeweils zwischen 50 und maximal 200 Pa (1 Pascal = 1/100 mbar) liegen.

Konstant-Massenstrom-Regelung

Eine sehr nützliche Entwicklung bei den Lüftungsgeräten, die zur Energieeinsparung beiträgt und gleichzeitig die Einregulierung der Lüftung stark vereinfacht, stellen integrierte Konstant-Massenstrom- bzw. -Volumenstrom-Regelungen dar. Diese sorgen dafür, dass die Zuluft- und die Abluftströme ständig gleich groß sind und damit die „Falschlufmenge“, die durch die verbliebenen Undichtigkeiten ein- oder ausströmt und dadurch nicht an der Wärmerückgewinnung teilnimmt, so gering wie möglich gehalten wird. Dadurch sind die Gesamtluftmengen trotz veränderlichem Filterwiderstand und auch bei Verstellung der Zuluft- und Abluftventile konstant (Abb. 3).

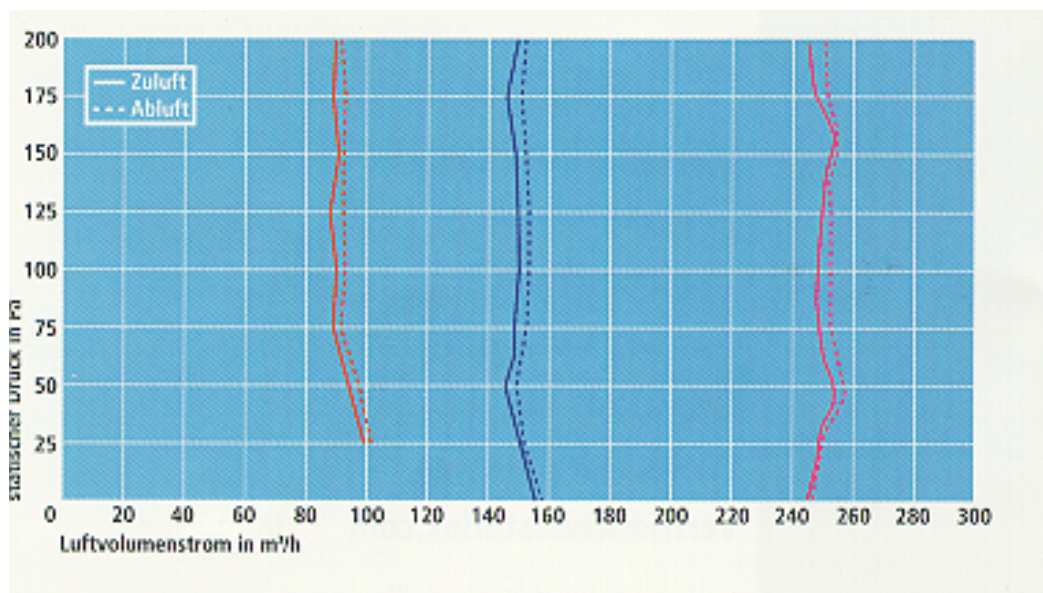


Abbildung 3: Wirkung der Konstant-Volumenstrom-Regelung: Trotz Änderungen des Druckverlustes bleiben die Volumenströme konstant und die Balance zwischen Zu- und Abluft ausgeglichen.

Quelle: Westaflex

Dunstabzug in der Küche

Auf ein Detail des Lüftungskonzeptes möchte ich noch eingehen: den Dunstabzug in der Küche. Ein direkter Anschluss der Dunstabzugshaube an die Lüftungsanlage sollte keinesfalls erfolgen. Um Schwaden und Gerüche einigermaßen einzufangen muss die Dunstabzugshaube kräftig rauschen: Dabei saugt sie rund 500 m³ Luft pro Stunde. Dies ist das 3- bis 5-fache der Abluftmenge der gesamten Wohnung. Die Lüftungsanlage derart überzudimensionieren wäre unsinnig. Zudem würden die Luftkanäle mit Fett verschmutzt. Persönlich haben wir sehr gute Erfahrungen mit einer Umluft-Dunstabzugshaube gemacht, die völlig unabhängig von der Lüftungsanlage arbeitet.

Heizwärmeverteilung

Die gute Wärmedämmung von Passivhäusern und damit die hohen Oberflächentemperaturen verhindern einen Kaltluftabfall an den Umfassungsbauteilen, insbesondere den Fenstern. Dadurch kann die erforderliche Restwärme an beliebiger Stelle in die Räume geführt werden. Für die Heizwärmeverteilung gibt es zwei erprobte Konzepte: die Frischluftheizung und das „konventionelle“ Verteilsystem über Heizwasserleitungen.

Frischluftheizung

Beim ersten Konzept wird die Wärme mit der Frischluft – keine Umluft ! – zugeführt. Bei dem Restwärmebedarf eines Passivhauses von jährlich maximal 15 kWh/m² bzw. einer maximalen Heizleistung von 10 W/m² ist die zugeführte Luftmenge ausreichend, um den gesamten Heizwärmebedarf mit der Frischluft zu transportieren. Dabei ist berücksichtigt, dass die Luft nie auf mehr als 50°C erwärmt wird, um Staubverschmelzung und damit den typischen Heizungsluftgeruch auszuschließen. Der große Vorteil dieses Systems liegt in der Einfachheit und den geringen Kosten: Ein separates Heizwärmeverteilungssystem kann vollständig entfallen, ebenso raumweise Regelgeräte. Ein gewisser Mehraufwand und Platzbedarf entsteht bei diesem Konzept durch die zumindest teilweise erforderliche Wärmedämmung der Lüftungsrohre.

Lediglich in den Ablufträumen – vor allem in den Bädern – müssen zusätzliche Wärmequellen vorgesehen werden: Heizkörper, die durch einen Miniaturheizkreis oder durch den Rücklauf der Warmwasserzirkulation versorgt werden, gezielte ungedämmte Verlegung der Zuluftleitungen in Decken oder Wänden der Bäder oder auch elektrische Systeme.

Die Erfahrungen mit der Frischluftheizung sind überwiegend positiv, vor allem im Massivbau. Durch die geringe Wärmedämmwirkung der massiven Innenwände sind die Temperaturunterschiede zwischen den verschiedenen Räumen gering und die zentrale Regelung ermöglicht ein einheitliches Raumtemperaturniveau. Der häufig geäußerte Wunsch nach kühlen Schlafzimmern entpuppt sich in der Praxis vielfach als Bedürfnis nach frischer Luft, die durch die Lüftung gewährleistet ist – und die Sommerbettdecken werden ganzjährig genutzt.

Problematischer ist die reine Frischluftheizung in Holzhäusern, bei denen die Wärmedämmung der Innenwände infolge des Baustoffes Holz und vor allem der eingesetzten Schalldämmmatten zu einem weitaus geringeren Temperaturengleich innerhalb des Hauses führt. Hier können je nach Sonnenlichteinfall, Nutzung elektrischer Geräte und Personenzahl mehrere Grad Temperaturunterschied zwischen den Räumen auftreten.

Heizwärmeverteilung mit Wasser als Wärmeträger

Das zweite ebenfalls zahlreich erprobte Konzept besteht aus einer Heizwärmeverteilung mit Wasser als Wärmeträger, die jedoch aufgrund der geringen Heizleistung wesentlich kostengünstiger und platzsparender ausfallen kann als bei konventionellen Gebäuden und Niedrigenergiehäusern. So können kleine Heizkörper hinter oder über den Zimmertüren oder an der Decke installiert werden. Alternativ können Zuluftelemente mit integriertem Nachheizregister eingesetzt werden. Vorteil dieses Konzeptes ist die bessere individuelle Regelbarkeit.

Häufig wurden auch Mischformen dieser beiden Wärmeverteilungskonzepte realisiert, bei denen die Grundbeheizung über Zulufterwärmung erfolgt und einzelne Räume, vor allem Wohnzimmer und die Ablufträume, zusätzlich über kleine Heizkörper verfügen.

Pellet-Ofenheizung

Für offen gestaltete Wohnungsgrundrisse kann als Einfachstversion ein automatisch geregelter Holz-Pelletofen – keinesfalls ein Stückholzofen – zum Einsatz kommen. Nötig hierfür ist eine raumluftunabhängige Verbrennungsluftzufuhr, die bei mehreren Herstellern seit kurzem angeboten wird oder in Vorbereitung ist, und eine dichte Konstruktion des Ofens.

Die ausschließliche elektrische Direktbeheizung sollte – trotz der geringen Investitionskosten – nicht in Betracht kommen, da hierdurch ein großer Teil der Betriebskosten- und CO₂-Einsparung wieder aufgezehrt wird.

Wärmeerzeugung und Wärmemanagement

Für die Wärmeerzeugung steht eine große Bandbreite von bewährten Systemlösungen zur Verfügung, von denen die interessantesten kurz dargestellt werden sollen. Grundsätzlich sind alle Standardlösungen zur Wärmeerzeugung auf Basis von effizienten Erdgas-Brennwertkesseln oder Ölkesseln anwendbar, jedoch in Ihrer Leistung nicht an den niedrigen Bedarf von Passivhaus-Wohneinheiten angepasst – und damit wirtschaftlich nicht optimal.

Um einen stabilen Betrieb zu ermöglichen und die Solarenergie zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung zu nutzen, betreibt man die Heizkessel in der Regel in Kombination mit einem Solarspeicher, der als Wärmemanagement-Zentrale dient.

Eine Weiterentwicklung dieses Prinzips – allerdings noch ohne Leistungsanpassung an das Passivhaus – stellt die Integration des Gaskessels in den Solarspeicher dar (Abb. 4).

Vereinzelt wurden in Passivhäusern Flüssiggasheizungen aus dem Campingbereich eingesetzt.

Nach Ansicht des Verfassers wird die Integration solcher Kleinst-Gasheizungen in Lüftungsgeräte eine der zukunftssträchtigen Systemlösungen sein.

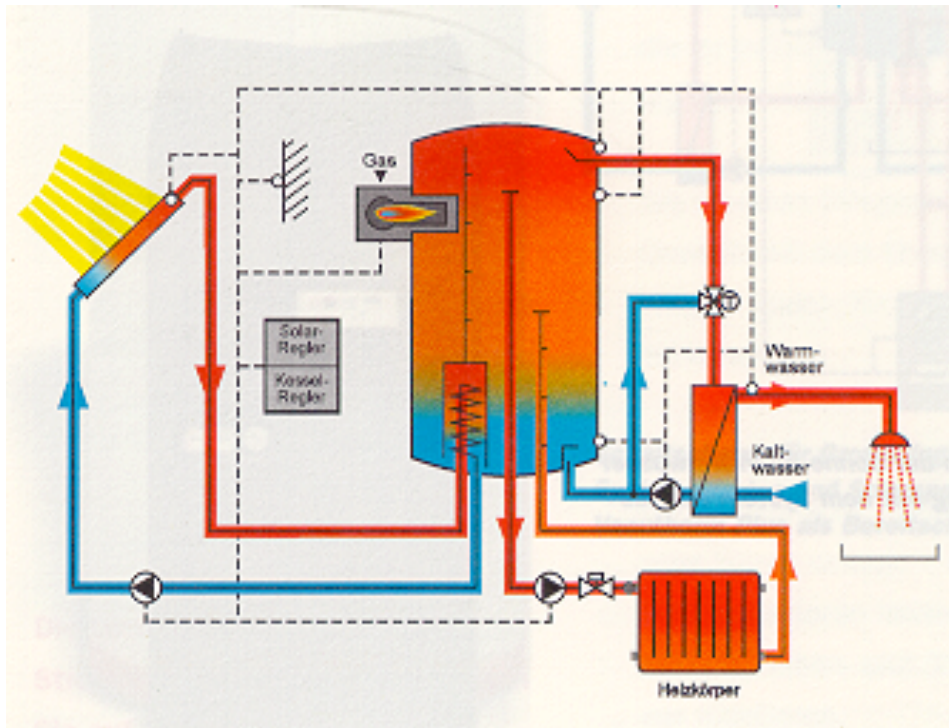


Abbildung 4:
Solarspeicher mit
integriertem
Heizkessel,
SolarMax
Quelle: Solvis

Kompaktaggregate

Die interessanteste Neuentwicklung zur Wärmebereitstellung speziell für Passivhäuser sind die Kompaktaggregate mit integrierter Wärmepumpe, die die bereits durch den Gegenstrom-Wärmetauscher abgekühlte Abluft als Wärmequelle nutzen. Alle drei Haustechnik-Funktionen: Lüftung, Heizung und Warmwasserbereitung werden von einem Gerät übernommen. Auf diese Weise wird die gesamte Energieversorgung eines Passivhauses elektrisch abgedeckt. Die Anschlusskosten für Gas oder die Tankkosten für Flüssiggas bzw. Heizöl entfallen. Durch die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe, die in den untersuchten Projekten mit rund 3,2 gemessen wurde, werden der hohe Primärenergieaufwand der Stromerzeugung und der höhere Preis der Kilowattstunde Strom im Vergleich zu Erdgas ausgeglichen.

Das Aerex-Kompaktaggregat der österreichischen Firma Drexel, das von Maico weiterentwickelt und in Deutschland vertrieben wird, stellte den ersten Vertreter dieses neuen Gerätetyps dar (Abb. 5).

Das Aerex-Gerät ist für eine Frischluftheizung konzipiert. Über einen Raumthermostat wird vorrangig die Zuluft durch die Wärmepumpe erwärmt. Wenn keine Heizwärme angefordert wird, steht die Wärmepumpe zur Brauchwassererwärmung zur Verfügung. Mit einer Heizleistung der Wärmepumpe von 1400 Watt ist das Gerät für Passivhäuser bis ca. 120 m² Wohnfläche geeignet.

Kompaktaggregate mit Elektrowärmepumpe sind inzwischen von weiteren Herstellern vorgestellt worden. Die Geräte der Firmen Paul Wärmerückgewinnung und EMB Passivhaus GmbH übertragen die gesamte Wärme in einen Solarspeicher, der der Heizung und Warmwasserbereitung dient. Diese Geräte weisen eine höhere Heizleistung auf, die durch einen zusätzlichen Außenluftstrom ermöglicht wird, der nicht der Gebäudelüftung sondern nur als Wärmequelle für die Wärmepumpe dient.



Abbildung 5: Kompaktaggregat für Frischluftheizsysteme mit Solarspeicher zur Warmwasserbereitung

Quelle: Drexel Solarlufttechnik

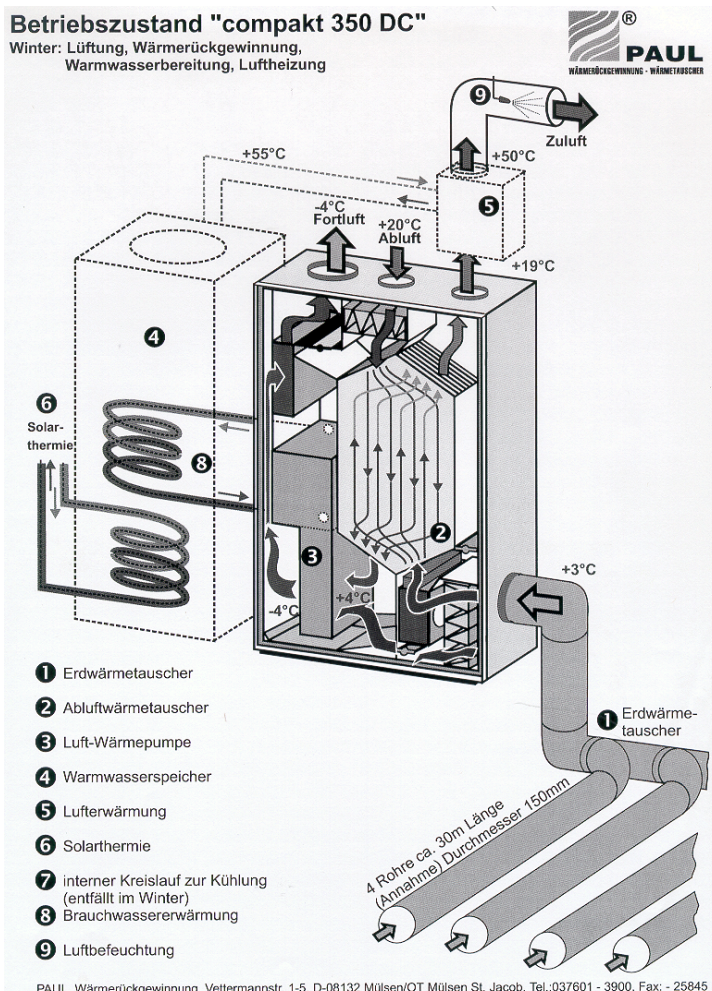


Abbildung 6: Kompaktaggregat compact 350 DC zur Warmwasserbereitung und Heizung über Solarspeicher für Frischluftheizung und Heizsysteme mit Wasserkreislauf

Quelle: Fa. Paul Wärmerückgewinnung

Holz-Pelletöfen mit Kesseleinsatz

Als weiteres innovatives Konzept zur Wärmeerzeugung sollen Holz-Pelletöfen mit Kesseleinsatz genannt werden. Holzpellets ermöglichen einen automatischen und modulierenden Betriebs von Zentralheizungskesseln und Einzelöfen. Während bei konventionellen Festbrennstoffkesseln und Öfen bei Drosselung der Leistung ein extrem hoher Schadstoffausstoß die Folge ist, weisen Pelletkessel auch bei modulierter Leistung noch eine vergleichsweise saubere Verbrennung auf. Pelletöfen mit Kesseleinsatz und raumluftunabhängiger Verbrennungsluftzuführung (s.o.) können direkt in den Wohnräumen aufgestellt werden und ermöglichen so, dem Wunsch nach dem Blick in die Flammen nachzukommen. Der größte Teil von 80 bis zu 90 % der Feuerungswärme wird jedoch nicht direkt dem Raum zugeführt, sondern in einen Warmwasserspeicher übertragen, wo sie für Heizung und Warmwasserbereitung zur Verfügung steht auch wenn der Ofen gerade nicht brennt.

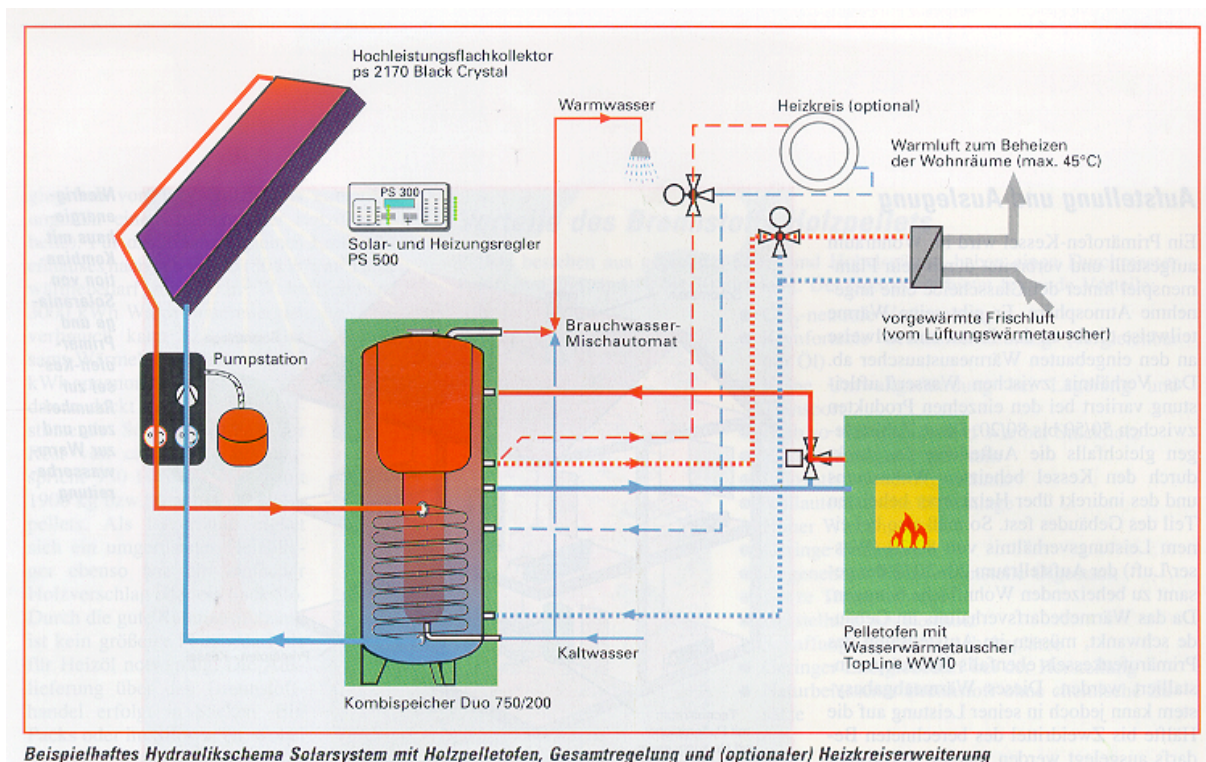


Abbildung 7: Pelletofen im Wohnraum mit integriertem Heizkessel als zentraler Wärmeerzeuger
Quelle: Wodke

Fazit

Bei aller – womöglich zunächst verwirrenden – Vielfalt der in Passivhäusern realisierten Haustechniksysteme und der hohen Innovationsdynamik, die künftig zu technisch und wirtschaftlich weiter optimierten Lösungen führen wird, bleibt festzuhalten:

- Funktionierende und erprobte Passivhaus-geeignete Haustechnik-Systeme sind heute Stand der Technik.
- Die niedrigen errechneten Energieverbräuche haben sich in der Praxis bestätigt und die Komfortsteigerung ist Realität.

Nutzen wir diese Erfahrungen!