



*Reinhard Weiss  
Ing., Geschäftsführer  
drexel und weiss  
energieeffiziente haustechnik-  
systeme .  
Wolfurt, Österreich*

## **Energieeffiziente Haustechniksysteme – Stand der Technik**

**Energie –efficient building manage-  
ment services – state of the art**

**L'efficienza energetica dei sistemi  
d'impianti domestici – Conoscenze  
tecnologiche odierne**

**Dokument in Deutsch**



# Energieeffiziente Haustechniksysteme – Stand der Technik

## 1 Einführung

Die Technologie des Passivhauses und des Kompaktgerätes als dessen Herz durchläuft eine bemerkenswerte Entwicklung. Bereits in sehr früher Phase, als an ein Massenprodukt noch nicht zu denken war, standen die ersten Kompaktgeräte zur Verfügung und konnten sich beweisen: hocheffizient – das zeigen heute noch Monitoring-Programme, die sich langjährig mit der Effizienz der Gebäude und der Geräte der ersten Generation beschäftigen – und praxistauglich. Heute ist diese Technologie Stand der Technik.

## 2 Erfahrungen und Erkenntnisse mit der Passivhaustechnik im Bereich Komfort und Effizienz

### 2.1 Beheizbarkeit

Die Beheizung bei ungünstigsten Außenbedingungen auf 20°C ist bei den allermeisten Passivhäusern unproblematisch – vorausgesetzt, die Gebäudehülle hält, was sie verspricht. In der Regel ist es auch gut möglich, 22 oder 23°C zu halten, allerdings nur, wenn in der Berechnung (die meist auf 20°C basiert), eine entsprechende Reserve berücksichtigt wurde. Ist dies nicht der Fall, wünscht sich der Bewohner oft nachträglich die Möglichkeit, eine geringfügig höhere Leistung einzubringen.

Augenscheinlich wird bei geringer Anwesenheit oft der Einfluss der internen Gewinne: steht die Wohnung tagsüber leer (kein Kochen, kein Licht, keine Personenabwärme, etc.), kann der Bedarf an Raumwärme durchaus einige hundert kWh höher sein, als bspw. im Familienhaushalt mit Kleinkindern. Nur bei extrem geringer Anwesenheit und gleichzeitiger hoher Heizlast kann das Fehlen von internen Gewinnen die Beheizbarkeit beeinträchtigen.

Die Erlaubnis zum Fenster öffnen darf mehr denn je jenen erteilt werden, die diesen Vorgang immer noch für ein KO-Kriterium für das Funktionieren eines Passivhauses halten. „Auch wenn das Fenster mal eine halbe Stunde geöffnet wird, unser Haus kühlt deswegen kein bisschen aus..“

### 2.2 Luftqualität

In aller Regel wird nichts so ausnahmslos und nachhaltig positiv bewertet, wie die Luftqualität. Es handelt sich um eine neue Dimension des Wohnkomforts. Aufgrund der fehlenden Temperaturunterschiede im Haus (kalte Fensterflächen, warme Radiatoren) ist auch die Luftbewegung geringer als gewohnt. Die durch die Komfortlüftung verursachte Strömung ist mit wenigen cm/s weit unterhalb der Wahrnehmungsgrenze anzusiedeln.

### 2.3 Akustik

Bei fachgerechter Planung und Ausführung ist die Komfortlüftung praktisch nicht zu hören. Achtung jedoch bei Kompaktgeräten im Wohnbereich – Schalldruckpegel im Aufstellraum von 40-45 dB(A) sind kaum zu unterschreiten, dementsprechend wichtig ist eine akustische Trennung von zumindest 20 dB zwischen Aufstell- und Wohnraum einzuplanen. Telefonischall wird auf wirkungsvolle Art und Weise unterbunden.

## 2.4 Luftfeuchtigkeit

Was ebenso bei fachgerechter Planung und Ausführung gilt: die relative Luftfeuchtigkeit wird von der Komfortlüftungsanlage nicht relevant beeinflusst. Der aus hygienischen Gründen erforderliche Luftwechsel (im Winter mit entsprechender Abfuhr von Feuchtigkeit verbunden) steht der Feuchtelast in der Wohnung gegenüber, unabhängig davon, ob der Luftwechsel mechanisch, oder via Fensterlüftung erfolgt. Wichtig ist natürlich, dass der Luftwechsel nicht zu hoch gewählt wird – negative Erfahrungen in diesem Bereich gibt es genug. Bei Einhaltung aller Richtlinien ist in der kältesten Zeit mit Raumluftfeuchten zwischen 30 und 40% zu rechnen. Dies wird von Hygienikern begrüßt, da in diesem Klima Schimmelsporen und Hausstaubmilbe nicht überleben können. Grundsätzlich ist die Komfortlüftung auch dazu da, um den „Schadstoff“ Feuchtigkeit abzutransportieren. Richtig geplante und Komfortlüftungen führen nicht zu trockener Luft wie dies oft fälschlicherweise behauptet wird.

## 2.5 Warmwasser

Die Kompaktgeräte beinhalten einen 200 Liter Speicher, welcher hocheffizient mit der Kleinstwärmepumpe erwärmt wird. In der klassischen Passivhaustechnik wird dabei auf das energetische Potential der Abluft zurückgegriffen. Die Enthitzungswärmeverluste (Abfallprodukt einer Wärmepumpe) werden bei den aerosmart Geräten zur Gänze im Warmwasser genutzt.

Das Volumen von 200 Liter, das vorrangig nacherwärmt wird, ermöglicht je nach Zapfprofil Tages-Schüttleistungen von 300 Liter und mehr.

## 2.6 Steuerung

Es gibt Kunden, die ein solches System ein mal einstellen und danach nur noch wohnen wollen. Und es gibt Kunden, die täglich die Betriebsstundenzähler ablesen und die aktuellen Systemtemperaturen abfragen wollen. Beide Bedürfnisse müssen befriedigt werden – im Anbieten eines sehr einfachen, analogen Bediengeräts, aber auch eines digitalen Geräts mit Display und allen Funktionen ist dies ermöglicht.

## 2.7 Energieeffizienz

Hohe Energieeffizienz ist zuallererst eine Frage der Verlustminimierung. Auch hier gilt das Motto „just in time“: die Wärmeerzeugung sollte möglichst zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort, also möglichst ohne Speicher-, Übertragungs-, Transport- und Verteilverluste erfolgen. Das bestätigt zunächst das ursprüngliche Konzept des Kompaktgerätes. Die Beweisführung erfolgte in hunderten Gebäuden eindrucksvoll. Auch die Gegenüberstellung mit bspw. zentralen Wärmeerzeugungen fiel deutlich zugunsten des Kompaktgerätes aus. Geringfügige Verbesserungen waren jedoch im Bereich des Wärmepumpenkreises, des rekuperativen Wärmerückgewinners, sowie der Ventilatoren möglich.

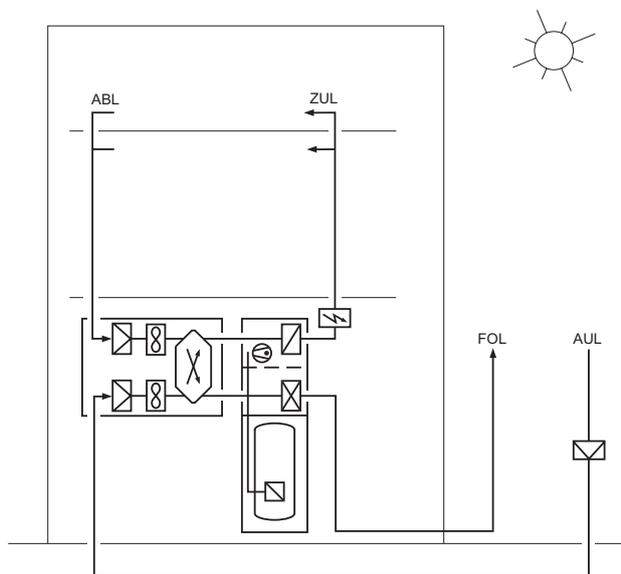
## 2.8 Funktionsweise des Kompaktgeräts

Die Abluft, deren Wärme in der Wärmerückgewinnung der Lüftung bereits teilweise auf die Zuluft übertragen wurde, enthält immer noch nutzbare Energie. Durch den (erforderlichen) Einsatz eines Erdwärmetauschers bleibt auch das Temperaturniveau der Abluft mit 5 bis 10°C so hoch, dass diese noch vorhandene Energie mit Hilfe der Kleinstwärmepumpe nutzbar ist.

Diese Energie wird nun vorrangig dem Warmwasser (im 200-Liter-Speicher) zugeführt, wofür die Wärmepumpe jedoch nur wenige Stunden täglich benötigt. Der große Rest steht für die Raumheizung in Form von erwärmter Zuluft zur Verfügung. Die Wärmepumpe arbeitet dabei mit zwei in Serie schaltbaren Kondensatoren, einer davon als doppelwandiger Wärmetauscher direkt im Warmwasser, der andere als luftdurchströmter Wärmetauscher in der Zuluft. Bei reiner Warmwasserbereitung ist nur der erste Kondensator durchströmt; bei Heizbetrieb werden beide Kondensatoren in Serie betrieben, was im Warmwasser die wertvolle Enthitzungswärme des Heißgases nutzbar macht. Dies ermöglicht Warmwasser-Temperaturen, die oberhalb der Kondensationstemperatur liegen, was die Gesamteffizienz des Systems deutlich erhöht.

Auf der Raumheizungsseite sind nun die Möglichkeiten vielfältig: eine mehr oder weniger große Grundlast wird immer durch die Wärmepumpe abgedeckt. Im klassischen Passivhaus genügt dies zusammen mit einer kleinen elektrischen Nachheizung im Zuluftrohr, um die gesamte erforderliche Wärmemenge einzubringen; in manchen Fällen ist eine kleine Zusatzheizung in einem oder mehreren Räumen sinnvoll; als weitere Möglichkeit steht ein Pellet- oder Stückholzofen als Zusatzheizung zur Verfügung. Die Systemauswahl erfolgt in Abhängigkeit des Gebäudes, bzw. nach den individuellen Kundenwünschen.

## 2.9 Die klassische Passivhaustechnik



Für Gebäude im Passivhaus-Standard konzipiert, stellt dieses System das einfachste Konzept dar. Reicht eine Heizleistung von ca.  $10 \text{ W/m}^2$  aus, um das Gebäude warm zu halten, werden keinerlei Zusatzheizungen benötigt.

Die für gute Luftqualität ohnehin erforderliche Frischluftmenge wird über einen Erdwärmetauscher auf  $4\text{-}10^\circ\text{C}$  vorgewärmt und dann der statischen Wärmerückgewinnung zugeführt. So kann die Wärme der verbrauchten Abluft auf einfachste Art und Weise genutzt werden. Durch die hohe Effizienz des Gegenstrom-Plattentauschers wird die frische Luft ohne Energieeinsatz bereits annähernd auf Raumtemperatur erwärmt. Die Abluft hingegen kühlt sich auf ca.  $5\text{-}10^\circ\text{C}$  ab, so

dass ihr noch weitere Wärme entzogen werden kann, und zwar mit Hilfe der Kleinst-Wärmepumpe. Diese kühlt die Abluft weiter ab (auf bis zu  $-5^\circ\text{C}$ ) und führt die Wärme dem Brauchwasser, bzw. der Zuluft zu. Die Innovation dabei: durch Nutzung der Enthitzungswärme im Brauchwasser wird sozusagen ein Abfallprodukt des Heizbetriebs verwendet, was die gesamthafte Effizienz des Systems weiter erhöht. Die kleine elektrische Spitzenlast-Abdeckung sitzt deshalb nicht im Boiler, sondern raumseitig (im Zuluftrohr oder in einzelnen Räumen).

Als optionale Ergänzung bietet sich eine solare Stromerzeugung (Photovoltaik) an – eine Fläche von ca.  $10 \text{ m}^2$  erntet mit etwa  $900 \text{ kWh/a}$  jenen Beitrag, der via Wärmepumpe das Brauchwasser für das ganze Jahr liefert.

### 3 Charakteristik des Kompaktgerätes

Passivhaustaugliche Geräte für Lüftung, Wärmerückgewinnung, Heizung und Warmwasserbereitung – kurz Kompaktgeräte – leben von Ihrer Einfachheit: Wärme wird möglichst dort erzeugt, wo sie benötigt wird; ohne Übertragungs- und Zirkulationsverluste; mit minimierten Speicherverlusten (in der Regel innerhalb der thermischen Gebäudehülle). Der Verlustminimierung wird ebenso viel Beachtung geschenkt wie der Effizienz-Optimierung einzelner Komponenten. Auf diese Art und Weise ist es möglich, den gesamten für die Haustechnik eingesetzten Strom wesentlich niedriger zu halten, als bei vergleichbaren, modular aufgebauten Konzepten, auch wenn Komponenten dieses Systems im einzelnen höhere Effizienzen aufweisen (bspw. Leistungsziffer einer Erdreichwärmepumpe vs. Kleinstwärmepumpe).

Dieselbe Einfachheit sorgt aber auch für schlanke und übersichtliche Konzepte. Der damit verbundene Kostenvorteil wird mit größer werdendem Markt und ansteigenden Stückzahlen an Bedeutung gewinnen.

Das Kompaktgerät in der bekannten Konzeption stößt beim Verlassen des klassischen Passivhauses an seine Grenzen. Die über die Zuluft einbringbare Wärmemenge ist ebenso beschränkt, wie das energetische Potenzial der Abluft. Leistungs- und damit verbundene Luftmengenerhöhungen zugunsten der Beheizbarkeit haben fatale Folgen, weshalb das Kompaktgerät in so mancher missbräuchlicher Anwendung auch durchaus Schiffbruch erlitt.

#### 3.1 Das Bedürfnis

Das Passivhaus hat sich als Speerspitze des energieeffizienten Wohnbaus mittlerweile etabliert. Gleichzeitig fanden aber zwei weitere Entwicklungen statt:

Einerseits hat sich das Klientel des Passivhauses verändert, es ist breiter, heterogener geworden. Raumtemperaturen von 23 oder 24°C sind kein Tabu mehr; die hochkompakte Bauweise wird nicht mehr als die einzige Bauform angenommen; Passivhäuser werden teilweise größer und individueller. Im speziellen bei großzügigen Gebäuden mit geringer Personendichte ist die Sinnhaftigkeit des klassischen Kompaktgerätes zu hinterfragen.

Andererseits hat das Passivhaus eine neue Dynamik in den Fortschritt des Bauens gebracht: wer vor einigen Jahren noch ambitioniert an ein „Energiesparhaus“ mit einem HWB von 60 kWh/m<sup>2</sup>a gedacht hat, tut sich heute leicht, ein Gebäude mit dem halben Bedarf zu errichten. Dementsprechend ist auch der Leistungsbedarf mit 2 bis 3 kW gering – oft auch für das kleinste konventionelle Produkt zu gering.

Das sich daraus ableitende Bedürfnis ist die geringfügig höhere Leistungsfähigkeit der Kleinst-Wärmepumpe bei Beibehaltung der Vorteile (Verlustminimierung, schlankes Konzept).

#### 3.2 Die Lösung und Ergänzung

Im neuen Kompaktgerät aerosmart XLS arbeitet eine Kleinst-WP mit einer maximalen Leistung von 3 kW. Die Wärmeeinbringung erfolgt nur noch zu einem Teil über die Zuluft; rund zwei Drittel werden in Form von Niedertemperatur-Wärme über statische Flächen abgegeben. Weiters wird nicht auf das erschöpfte Energie-Potenzial der Abluft zurückgegriffen, sondern auf jenes des Erdreichs. Gewonnen wird diese Wärme via Sole-Kreis, der aufgrund der verhältnismäßig geringen Leistung entsprechend klein und kostengünstig gestaltet werden kann.

Und weil mit dem Sole-Kreis bereits ein taugliches Medium zur Verfügung steht, wird auch die Außenluft auf diese Art und Weise vorgewärmt, um den Wärmeübertrager frostfrei zu halten. Angenehmer Nebeneffekt: Effiziente Kühlung der Zuluft im Sommer durch den gleichsowise großzügigen Sole-Kreis bei gleichzeitiger Regeneration des Erdreichs.

Diese hocheffiziente Technik mit breiter Anwendbarkeit eröffnen dem PH-Profi, aber auch den Vorsichtigen, den Zweiflern und den Abwartenden neue Lösungen. Die Passivhaustechnik wird, was den hocheffizienten Wohnbau anlangt, „barrierefrei“.

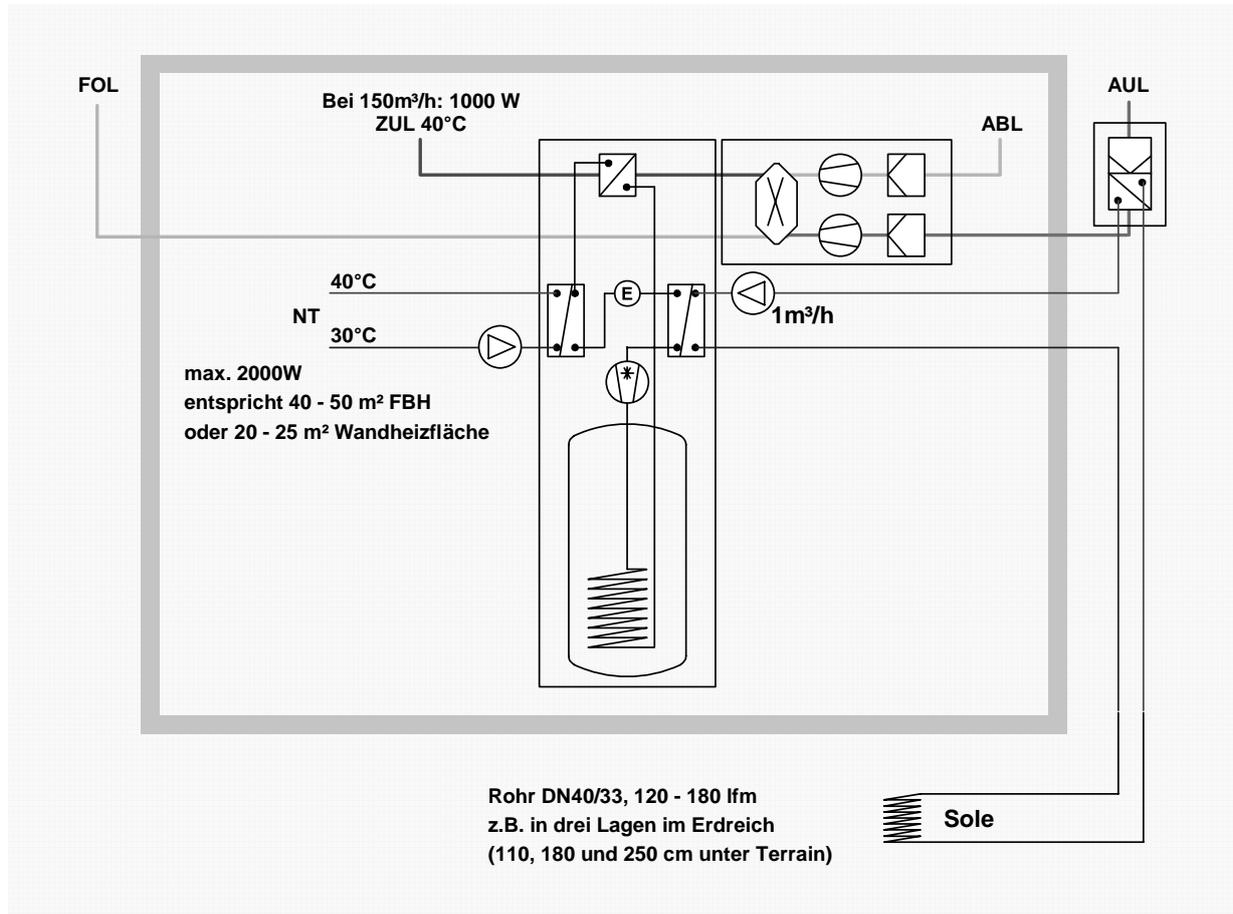


Abbildung 1: Schematische Darstellung der patentierten Kompaktgeräte- Systemlösung