

Die Erfindung bezieht sich auf eine Wärmepumpen-Kompaktvorrichtung zur geregelten Lüftung und Wärmeenergieversorgung von Niedrig-Energie-Gebäuden oder Passivhäusern, in die ein Außenluft- und ein Gebäudeabluftstrom einströmt und vermittelt Wärmerückgewinnung aus dem zugeführten Gebäudeabluftstrom die eingeströmte Außenluft erwärmt und als ausströmende Gebäudezuluft dem Gebäude zugeführt wird, mit mindestens einem Wärmetauscher, der der Gebäudeabluft Wärmeenergie entzieht und an die Gebäudezuluft abgibt und mindestens einer dem Wärmetauscher nachgeschalteten Wärmepumpe, die durch weitere Entwärmung der den Wärmetauscher durchströmten Gebäudeabluft eine zusätzliche Erwärmung der Gebäudezuluft bewirkt oder einer Brauchwassererwärmung oder beidem dient.

Stand der Technik

Vorrichtungen der vorstehend beschriebenen Gattung dienen einer geregelten Lüftung mit Wärmerückgewinnung, der Brauchwassererwärmung und der Heizung von Niedrig-Energie-Gebäuden oder Passivhäusern.

In Deutschland wird ein Drittel der Primärenergie für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser in den privaten Haushalten eingesetzt. Die Ressourcen der überwiegend eingesetzten fossilen Energieträger sind begrenzt. Die Aufnahmefähigkeit der Atmosphäre für das bei Verbrennungsprozessen freiwerdende CO₂ zeigt Grenzen. Die Bundesregierung hat das Ziel der Senkung des CO₂-Ausstoßes um ein Viertel bis zum Jahre 2005 gesetzt. Zur Umsetzung dieses Vorhabens ist es von großer Bedeutung, die nachgewiesenermaßen hohen Einsparpotentiale im Wohnbereich zu erschließen.

Der Heizenergiebedarf liegt im Wohnungsbestand bei Werten von 250 bis 300 kWh/(m²a). Dieser Wert soll zum Ende des Jahrzehnts im Rahmen der Energiesparverordnung auf 40 bis 70 kWh/(m²a) gesenkt werden. Darüber hinaus gehende Maßnahmen zur Senkung des Heizenergiebedarfs lassen sich meist nicht mehr aus den eingesparten Energiebezugskosten refinanzieren. Hierfür ist eine Einsparung im Bereich der Investitionskosten notwendig.

Mit dem Konzept der Passivhäuser wird dieser Weg eingeschlagen. Sie zeichnen sich durch eine sehr gute Dämmung und hohe passive Solargewinne aus. Sie haben stets eine kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung. Der Heizenergiebedarf wird bis zu dem Punkt gesenkt, an dem deutliche Vereinfachungen in der Haustechnik der Gebäude möglich werden. Diese Gebäude stellen stark veränderte Anforderungen an das System zur Restwärmebereitstellung. Die benötigten Jahresenergiemengen sind ebenso wie die Heizleistung für den Auslegungsfall gering. Gute Wärmedämmung des Gebäudes führt zu einem trägen thermischen Verhalten. Der Leistungsbedarf für die Brauchwassererwärmung und ein eventuelles Aufheizen des Gebäudes nach einer Abkühlphase bestimmen das Heizsystem. Bei einem Jahrerestheizwärmebedarf unter 15 kWh/m² und einer maximalen Heizlast von 10 W/m² kann auf ein konventionelles Heizsystem verzichtet werden. Solarsysteme mit Pufferspeichern bieten gute Möglichkeiten zur Kopplung leistungsschwacher Wärmequellen mit höheren Bereitstellungsleistungen.

Durch die Entwicklung hierauf abgestimmter, kostengünstiger Systeme können Investitionskosten aus dem Bereich der Haustechnik in die Verbesserung der Gebäudehülle verlagert werden. Dadurch werden die investiven Mehrkosten des verbesserten Baustandards zum Teil ausgeglichen. Damit ergibt sich ein kostengünstiges Gesamtkonzept bei hoher Primärenergieeinsparung.

Im Rahmen von Forschungsprojekten wurde gezeigt, daß unter mitteleuropäischen Rahmenbedingungen mit vorhandener Technik Gebäude gebaut werden können, die einen Restheizwärmebedarf von 10 bis 20 kWh/(m²a) haben. Aufgrund dieses, gegenüber mit konventioneller Bauweise errichteten Gebäuden, deutlich reduzierten Energiebedarfs von Passivhäusern oder Niedrig-Energie-Gebäuden werden erfolgreich Lüftungs- und Heizsysteme eingesetzt, die die in der Gebäudeabluft gespeicherte Wärmeenergie durch Wärmerückgewinnung nutzen, um bspw. die Gebäudezuluft zu heizen, das Brauchwasser zu erwärmen und darüber hinaus durch Verwendung und Integration von Solaranlagen in den Wärmekreislauf des Gebäudes und/oder durch zusätzliche Nutzung von Erdwärme weitere natürliche Wärmequellen zur Wärmeversorgung nutzbar machen.

Mit diesen Maßnahmen kann ein konventionelles Heizsystem, das im wesentlichen auf der Basis von Primär- und Sekundärenergie arbeitet, weitgehend überflüssig gemacht werden.

Maßgeblich für die Auslegung derartiger Lüftungs- und Heizsysteme für Gebäude ist der Leis-

tungsbedarf, der für die Brauchwassererwärmung sowie für die Gebäudeheizung nach einer Abkühlphase erforderlich ist.

Die heute bekannten Lüftungs- und Heizsysteme für Passivhäuser bestehen aus einem Kompaktgerät, das der Lüftung des Gebäudes, der Brauchwassererwärmung sowie der Gebäudeheizung dient. Dem Kompaktgerät ist in der Regel ein Erdreichwärmetauscher vorgeschaltet. Überdies weisen Lüftungs- und Heizsysteme einen Brauchwasserwärmespeicher und vorzugsweise eine thermische Solaranlage auf, wodurch die Energieeffizienz der Systeme weiter gesteigert werden kann.

Dem, aus einem Plattenwärmetauscher sowie einer Wärmepumpe bestehenden Kompaktgerät wird zum einen die Gebäudeabluft sowie frische Außenluft, die vorzugsweise über einen Erdwärmetauscher geleitet wird, zugeführt. Der Erdwärmetauscher dient der Vorwärmung der Frischluft in der Heizperiode und glättet darüber hinaus extreme Kältespitzen. Der Plattenwärmetauscher, der eine hohe Rückwärmezahl aufweisen sollte, überträgt einen Teil der Wärmeenergie der Gebäudeabluft auf die zugeführte Frischluft. Die dem Plattenwärmetauscher nachgeschaltete Wärmepumpe nutzt die in der, den Wärmetauscher verlassene Gebäudeabluft noch enthaltene sensible sowie einen großen Teil der latenten Restwärmeenergie durch Entwärmung dieser Abluft bis hin zur Vereisungsgrenze des Verdampfers, um die den Wärmetauscher bereits durchströmte frische Zuluft und gegebenenfalls Brauchwasser innerhalb des Brauchwasserwärmespeicher weiter zu erwärmen. Vorzugsweise weist die Wärmepumpe zwei Kondensatoren auf, von denen der erste der Gebäudezulufterwärmung und der zweite der Brauchwassererwärmung dient.

Die auf diese Weise erwärmte frische Zuluft verläßt als Gebäudezuluft das Kompaktgerät und gelangt direkt in das Gebäude.

Die thermische Solaranlage erwärmt das im Brauchwasserwärmespeicher enthaltene Brauchwasser und vermag im Sommer den Betrieb der Wärmepumpe vollständig zu ersetzen. Der Brauchwasserwärmespeicher dient dabei der Speicherung von Wärmeenergie, die von der Wärmepumpe und zusätzlich von der Solaranlage geliefert wird und besitzt darüber hinaus einen Heizstab, mit dem eine elektrische Wärmeaufbereitung des Speichermediums möglich ist. Das beschriebene Lüftungs- und Heizsystem ermöglicht eine automatisch geregelte Lüftung der Gebäude typischerweise mit 0.4 bis 0.5 Luftwechsell pro Stunde.

Am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE wurden mit dem Simulationsprogramm TRNSYS Untersuchungen zur Jahreswärmebilanz am Beispiel eines als Passivhaus ausgeführten Reihenmittelhauses unter Verwendung des vorstehend beschriebenen Lüftungs- und Heizungssystems und unter Zugrundelegung eines bestimmten Nutzerverhaltens, das während der Heizperiode nach Möglichkeit keine oder nur seltene Lüftungen bei offenem Fenster vorsehen sollte, durchgeführt. Dabei gelten folgende Rahmenbedingungen. Das betrachtete Reihenmittelhaus weist eine Wohnfläche von 121 m² auf und wird von 4 Personen bewohnt. Die inneren Wärmequellen betragen 3.35 W/m². Die Feuchteproduktion beträgt 120 g/(h Person). Die Lüftungsanlage ist auf einen Volumenstrom von 125 m³/h eingestellt. Die Infiltration verursacht einen Luftwechsel von 0.05 pro Stunde.

Figur 2 veranschaulicht in einer Diagrammdarstellung diesbezügliche Untersuchungsergebnisse. Entlang der Ordinate ist der Energiebedarf des betrachteten Hauses für Lüften, Warmwasserbereitung und für die Heizung inklusive aller Hilfsaggregate pro Woche in Einheiten kWh/w aufgetragen. Entlang der Abszisse ist die Monatsabfolge mit einer Diskretisierung von jeweils einer Woche aufgetragen.

Die im Diagramm eingetragenen, unterschiedlich markierten Säulen pro Woche entsprechen dem wochenweisen Energiebedarf und setzen sich jeweils zusammen aus den entsprechend gekennzeichneten Beiträgen des Solareintrags (S), der Wärmepumpe (W) und des Heizstabs (H). Die Kurve (G) beschreibt die Einhüllende der Gesamt-Wochenenergiewerte. Dadurch wird deutlich, daß der wochenweise Energiebedarf in den Sommermonaten (Juni bis August) ca. 50 kWh/w beträgt, wohingegen in den Wintermonaten (Dezember bis Februar) ein im Vergleich zu den Sommermonaten dreifacher Wert, nämlich ca. 150 kWh/w angenommen wird. Während in den Sommermonaten der Energiebedarf ausschließlich aus dem Solareintrag (S) gedeckt werden kann, wird der Solarbeitrag in den Wintermonaten verschwindend gering. Der in der Winterszeit deutlich erhöhte Wärme wird zum überwiegenden Anteil durch die Wärmepumpe (W) gedeckt, der verbleibende Anteil durch den elektrischen Heizstab (H) im Brauchwasserspeicher. Das Integral der

Kurve (G) über das ganze Jahr liefert den jährlichen Gesamtenergiebedarf für Rest-Heizung und Warmwasseraufbereitung und beträgt im untersuchten Fall 4.097 kWh/a. Das Integral über die Einzelenergiebeiträge S, W, H über das Jahr, liefert deren jeweiligen Beitrag zum jährlichen Gesamtenergiebedarf, diese liegen für den Solareintrag bei 1.494 kWh/a, für die Wärmepumpe bei 2.287 kWh/a und für den Heizstab bei 316 kWh/a.

Die Kurve (B) stellt den jährlichen Verlauf des Energiebedarfs für die Brauchwassererwärmung sowie die Energieverluste dar, die über das gesamte Jahr einen annähernd konstanten Energiebedarf von ca. 50 kWh/w ausmachen. Bildet man das Integral der Kurve (B) über das Jahr, so beträgt der jährliche Gesamtenergiebedarf für Warmwasseraufbereitung und Verluste 2.757 kWh/a. Aus der Differenz der jeweiligen Integrale von G und B über das Jahr ergibt sich der jährliche Gesamtenergieaufwand für die Rest-Heizung, der 1.340 kWh/a beträgt.

Weitergehende Auswertungen zeigen überdies, daß der jährliche Gesamtenergiebedarf inkl. Speicherverlusten zu 67 % von der Brauchwassererwärmung verursacht wird. Die Solaranlage trägt mit 36 %, die Wärmepumpe mit 56 % und der Heizstab im Brauchwasserwärmespeicher mit 8 % zur Deckung des jährlichen Gesamtwärmebedarfs bei. Der Jahresstrombedarf für Lüftung, Brauchwassererwärmung und Heizung liegt bei ca. 1 kWh/m² und unter 10 kWh/m². Dies entspricht mit dem Primärenergiefaktor für bundesdeutschen Netzmix für Haushaltskunden nach GEMIS 3.01 dem Einsatz von 29.7 kWh_{PE}/(m²a). Dies liegt deutlich unter der Anforderung von maximal 60 kWh_{PE}/(m²a) für Passivhäuser.

Weicht das Nutzverhalten jedoch von dem vorgesehenen ab, kann der Gesamtwärmebedarf zum Beheizen von Passivhäusern stark ansteigen. Besonders kritisch ist dies beim Lüftungsverhalten. Während der Heizperiode sollte in einem Passivhaus nach Möglichkeit nicht oder nur selten über die Fenster gelüftet werden, da die durch die Fenster weggelüftete Abwärme nicht zurückgewonnen werden kann und die Frischluft mit Außentemperatur in die Wohnräume gerät und somit zu einem starken Ansteigen des Wärmebedarfs führt.

Figur 3 veranschaulicht die Simulationsergebnisse bei einem relativ starken zusätzlichen Luftwechsel von 0.6 h⁻¹ durch die Fensterlüftung des vorstehend betrachteten Reihenmittelhauses. Die Graphik ist analog der in Figur 2 aufgebaut und beschriftet. Deutlich erkennbar ist der durch das zusätzliche Lüften hervorgerufene Mehrenergiebedarf für Heizung H. Der Gesamtenergiebedarf für Heizung und Warmwasser beträgt nun 8.172 kWh/a, während der Energieaufwand für die Brauchwassererwärmung sich annähernd unverändert zu 2.699 kWh/a bestimmt. Der Beitrag der verschiedenen Energiequellen zu dem jährlichen Gesamtenergiebedarf beträgt für den Solareintrag 1.531 kWh/a, für die Wärmepumpe 4.527 kWh/a und für den Heizstab 2.115 kWh/a. Der Gesamtjahresstrombedarf liegt bei 29.7 kWh/m².

Der zusätzlich erforderliche Heizbedarf kann nur zu einem geringen Teil von der Wärmepumpe abgedeckt werden. Fast die gesamte zusätzliche Wärmeanforderung muß direktelektrisch abgedeckt werden. Der Strombedarf wie auch der Primärenergieeinsatz verdreifacht sich dadurch und liegt mit fast 90 kWh_{PE}/(m²a) deutlich über der Forderung für Passivhäuser.

Aus der AT 396 833 B ist einen Wärmetauscher zu entnehmen, mit dem die zur Gebäudeversorgung benötigte Frischluft vorgewärmt werden kann. Die Erwärmung erfolgt hierbei durch die Gebäudeabluft, der ein regelbarer Anteil eines Abgases aus einem brennerbeheizten Heizgerät zugemischt wird. In dieser Druckschrift wird lediglich die Zumischung der Verbrennungsgase zur verbrauchten Raumluft in einer Kammer vor dem Wärmetauscher vorgeschlagen.

Die DE 297 05 465 U1 beschreibt eine Lüftungsanlage, in der sowohl eine Wärmepumpe als auch ein Wärmetauscher integriert sind. Der Kompressor der Wärmepumpe ist in Bezug auf die Abluft- bzw. Zuluftströmung hinter dem Wärmetauscher und vor dem Kondensator angeordnet. Das hierin beschriebene Heizsystem zeichnet sich dadurch aus, dass die im Kompressor entstehende Wärme zur Vorwärmung der Frischluft vor dem Erreichen des Kondensators verwendet werden kann. So wird beschrieben, dass die Frischluft nach Reinigung in einem Filter im Wärmetauscher vorgewärmt, am Kompressor ggf. weitere Wärme aufnimmt und schließlich im Kondensator auf die gewünschte Endtemperatur gebracht wird. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Frischluft nach dem Kondensator als fertig aufbereitete Zuluft vorliegt.

Der EP 0 097 216 A1 ist ein Luftheizungssystem zu entnehmen, wie es bspw. in großen Wohn- oder Bürogebäuden zum Einsatz kommt. In einer zentralen Einheit wird die in das Gebäude einströmende Frischluft mit Hilfe eines Rekuperators vorgewärmt. Bei dem Rekuperator handelt es

sich um ein drehbares Rad, auf das ein spezielles Absorptionsmittel, in der Regel Silica-Gel, aufgebracht ist, so dass neben dem Wärmetausch auch ein Stoffaustausch stattfindet. Auf diese Weise wird die Frischluft vorgewärmt und gleichzeitig der Feuchtegehalt auf einen gewünschten Wert eingestellt. Derartige Systeme sind unter dem Begriff Desiccant-Systeme bekannt und werden aus wirtschaftlichen Gründen und auf Grund des Platzbedarfes vornehmlich für große Wohn- und Bürogebäude eingesetzt. Die be- oder entfeuchtete Frischluft wird anschließend mittels einer Wärmepumpe weiter erwärmt und über ein Verteilersystem den beheizbaren Räumen zugeleitet. In den Räumen befinden sich zusätzliche, dezentrale Heizelemente, die als elektrische Zusatzheizungen ausgeführt sind, so dass die Temperatur in den unterschiedlichen Räumen je nach Nutzerverhalten einstellbar ist.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 derart weiterzubilden, daß eine energetisch effizientere und kostengünstigere Deckung der erforderlichen Zusatzheizleistung möglich wird. Insbesondere soll das Heizsystem dem Nutzer eine direkte Möglichkeit bieten, die Auswirkungen unökonomischen Nutzerverhaltens unmittelbar zu erfahren. Ferner soll der Wirkungsgrad der Vorrichtung verbessert, der für die Zusatzheizleistung erforderliche Primärenergieeinsatz reduziert und eine unmittelbare Rückkoppelung zwischen Nutzerverhalten in Bezug auf Lüftung und Wärmeenergieverbrauch und den damit zusammenhängenden Kosten erreicht werden.

Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist Gegenstand des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß ist eine Wärmepumpen-Kompaktvorrichtung zur geregelten Lüftung und Wärmeenergieversorgung von Gebäuden, vorzugsweise von Niedrig-Energie-Gebäuden oder Passivhäusern, mit einem Wärmetauscher und einer dem Wärmetauscher nachgeschalteten Wärmepumpe (6), wobei ein Außenluftstrom sowie ein Gebäudeabluftstrom in den Wärmetauscher einströmen, und als Zuluftstrom und Wärmetauscherfortluftstrom aus dem Wärmetauscher austreten und in die Wärmepumpe einmünden, aus der diese Ströme als Gebäudezuluftstrom, der in das Gebäude mündet, sowie als ein ins Freie strömender Fortluftstrom austreten, derart weitergebildet, daß wenigstens eine Primärenergie-Wärmequelle im Gebäudeabluftstrom vorgesehen ist, die den Gebäudeabluftstrom vor Eintritt in den Wärmetauscher erwärmt.

Durch die Integration einer Primärenergie-Wärmequelle, vorzugsweise eines Flüssiggasbrenner, in die Wärmepumpen-Kompaktvorrichtung derart, daß der Flüssiggasbrenner im Gebäudeabluftstrom dem Wärmetauscher vorgeschaltet ist, sind eine Reihe von Vorteilen verbunden:

- Es steht eine leistungsstarke, kurzfristig verfügbare Wärmequelle zur Verfügung, die über den Plattenwärmetauscher einen großen Teil der Brennstoffenergie an die Gebäudezuluft abgeben kann und durch die Erhöhung des Temperaturniveaus und des Feuchtegehalts das sensible und latente Wärmepotential der Wärmequelle der Wärmepumpe erhöht und so eine effektive Brennwertnutzung des Flüssiggases ermöglicht.
- Durch diese Wärmequelle kann die Spitzenanforderung des Wärmebedarfs im Winter bei weitgehendem Ersatz des elektrischen Heizbedarfs gedeckt werden. Dies steigert die Energieeffizienz des Gesamtsystems.
- Es vereinfachen sich die Sicherheitsanforderungen an den Brenner, da entstehendes Abgas nicht in die Wohnräume gelangen kann.
- Die Wärmeenergie der Flüssiggasbrennersabgase können auch für das Abtauen des Verdampfers der Wärmepumpe verwendet werden, wodurch der große energetische Aufwand für die Heißgasabtauung überflüssig wird.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung soll insbesondere mit handelsüblichen Flüssiggasflaschen zur Versorgung des Brenners betrieben werden, zumal bei dem projektierten Wärmeverbrauch eines Passivhauses zur Deckung der Spitzenlast der Wärmeenergie der Energieinhalt einer handelsüblichen 33 kg Flasche Flüssiggas ausreicht. Damit wird eine unmittelbare Rückkoppelung zwischen dem Nutzverhalten in Bezug auf Lüftung und Wärmeenergieverbrauch und der Notwendigkeit der Bestellung einer neuen Flasche bzw. den damit verbundenen Kosten erreicht.

Es ist auch vorteilhaft den Küchenherd an die Flüssiggasversorgung anzuschließen um so eine weitere Energiedienstleistung im Haushalt primärenergetisch effizient zu erbringen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 Prinzipdarstellung der erfindungsgemäßen Integration eines Flüssiggasbrenners in das Wärmepumpen-Kompaktgerät,
 Fig. 2 Jahreswärmebilanz in Wochenwerten für ein typisches Passivhaus mit Kompaktgerät und Solaranlage bei vorteilhaftem Nutzerverhalten und
 10 Fig. 3 Jahreswärmebilanz in Wochenwerten für ein typisches Passivhaus mit Kompaktgerät und Solaranlage bei zusätzlicher Fensterlüftung mit 0.6-fachem Luftwechsel pro Stunde.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

15 In Figur 1 ist das erfindungsgemäße Prinzip der Integration einer Primärenergie-Wärmequelle in das Wärmepumpen-Kompaktgerät (16) am Beispiel eines Flüssiggasbrenners (7) dargestellt.

Das Wärmepumpen-Kompaktgerät mit Flüssiggasbrenner (7) dient der geregelten Lüftung und Heizung des dargestellten Passivhauses (15), indem es die in der Gebäudeabluft (2) enthaltene Wärmeenergie sowie die durch den Flüssiggasbrenner (7) erzeugte Wärmeenergie einerseits zur Erwärmung der einströmenden Außenluft (1), die das Gerät als Gebäudezuluft (3) wieder verläßt
 20 und andererseits zur Brauchwassererwärmung (4) nutzt. Das dargestellte Wärmepumpen-Kompaktgerät (16) besteht aus einem Wärmetauscher (5), einer Wärmepumpe (6) sowie dem Flüssiggasbrenner (7).

Die Gebäudeabluft (2) wird zunächst durch den Flüssiggasbrenner (7) stark erwärmt, indem die
 25 Verbrennungsabgase des Flüssiggasbrenners in die Gebäudeabluft eingespeist werden, wodurch die sensible Wärmeenergie der Gebäudeabluft (2) stark erhöht wird. Durch die Verbrennungsabgase wird der Feuchtegehalt ebenfalls erhöht, was zu einer Erhöhung der latenten Wärmeenergie im Gebäudeabluftstrom nach dem Flüssiggasbrenner (7) führt. In dem nachfolgend durchströmten Wärmetauscher (5) wird ein großer Anteil der sensiblen Wärmeenergie auf die dem Wärmepumpen-Kompaktgerät (16) zugeführte Außenluft übertragen. Nach Verlassen des Wärmetauschers (5)
 30 wird die Gebäudeabluft (2) in Form eines Wärmetauscherfortluftstroms (17') zur Nutzung der darin noch enthaltenen Restwärmeenergie als Wärmequelle einer Wärmepumpe (6) zugeführt, bevor sie als Fortluft (17) in die freie Atmosphäre strömt. Das sensible und latente Wärmepotential der Gebäudeabluft (2) vor der Wärmepumpe (6) ist, im Vergleich zum Wärmepumpen-Kompaktgerät ohne Flüssiggasbrenner deutlich größer. Dies bewirkt eine effizientere Energieumsetzung in der
 35 Wärmepumpe (6) und eine zusätzliche Wärmerückgewinnung mit Brennwertnutzung aus dem Abgas des Flüssiggasbrenners (7). Die Wärmepumpe (6) kann eine Entwärmung der Gebäudeabluft (2) bzw. Fortluft (17) bis zur Vereisungsgrenze des integrierten Verdampfers erreichen. Die Wärmepumpe (6) weist zwei Kondensatoren auf, von denen einer für die Gebäudezulufterwärmung bei Heizbedarf sorgt und der zweite der Brauchwassererwärmung (4) dient. Zwischen beiden
 40 Kondensatoren kann mit Hilfe von Magnetventilen entsprechend umgeschaltet werden.

Dem Wärmepumpen-Kompaktgerät (16) ist ein Erdwärmetauscher (9) vorgeschaltet durch den die Außenluft während der Heizperiode erwärmt wird und der so extreme Kältespitzen der Außenluft glättet.

Zur Speicherung von Wärmeenergie und zur Aufbereitung des Brauchwassers ist eine Brauchwasserspeichereinheit (10) vorgesehen. Das Brauchwasserspeichervolumen wird an der tiefsten
 45 Stelle mit einströmendem Kaltwasser (13) versorgt. Über die Brauchwassererwärmung (4) der Wärmepumpe (6) wird das Kaltwasser im Brauchwasserspeicher erwärmt. Als weitere Wärmequelle ist ein Elektroheizstab (12) im Brauchwasserspeicher (10) vorgesehen. Die Warmwasserversorgung (14) des Hauses wird im oberen Teil des Brauchwasserspeichers abgenommen.

50 Die Energieeffizienz des Systems kann durch die Kombination mit einer thermischen Solaranlage (11) weiter gesteigert werden. Dieses System nutzt die direkte Solarenergie und dient ebenfalls der Brauchwassererwärmung (4). Durch entsprechende Auslegung kann im Sommer dadurch der Betrieb der Wärmepumpe (6) überflüssig gemacht werden.

Grundsätzlich läßt sich die erfindungsgemäße Vorrichtung zur geregelten Lüftung und Wärmeenergieversorgung in allen Gebäuden zur Reduzierung des Primärenergiebedarfs einsetzen.
 55

Besonders hohe Einsparungen an Primärenergie werden jedoch in Gebäuden mit guter Wärmedämmung und hohen Solarenergiegewinnen, sogenannten Passiv- oder Niedrig-Energie-Häusern erreicht. Für Passivhäuser und sehr gute Niedrigenergiehäuser kann mit dem Gerät die gesamte Wärmeversorgung gedeckt werden.

Die erfindungsgemäße Integration einer Primärenergie-Wärmequelle in ein Wärmepumpen-Kompaktgerät, vorzugsweise eines Flüssiggasbrenners, der mit konventionellen Flüssiggasflaschen betrieben wird, eignet sich zur unmittelbaren Rückkoppelung zwischen Nutzerverhalten in Bezug auf Gebäudelüftung und Wärmeenergieverbrauch und den damit in Zusammenhang stehenden Aufwendungen.

Bezugszeichenliste

1	Außenluftstrom
2	Gebäudeabluftstrom
3	Gebäudezuluftstrom
3'	Zuluftstrom
4	Brauchwassererwärmung
5	Wärmetauscher
6	Wärmepumpe
7	Flüssiggasbrenner
8	Flüssiggasflasche
9	Erdwärmetauscher
10	Brauchwasserspeichereinheit
11	Thermische Solaranlage
12	Elektroheizstab
13	Kaltwasserzufluß
14	Warmwasserabfluß
15	Passivhaus
16	Wärmepumpen-Kompaktgerät
17	Fortluft
17'	Wärmetauscherfortluftstrom
S	Energiebeitrag durch thermische Solarenergie
W	Energiebeitrag durch die Wärmepumpe
H	Energiebeitrag durch den Elektroheizstab
G	Gesamtenergiebedarf für Heizung und Warmwasseraufbereitung
B	Gesamtenergiebedarf für Warmwasseraufbereitung inklusive der Verluste

PATENTANSPRÜCHE:

- Wärmepumpen-Kompaktvorrichtung (16) zur geregelten Lüftung und Wärmeenergieversorgung von Gebäuden (15), vorzugsweise von Niedrig-Energie-Gebäuden oder Passivhäusern, mit einem Wärmetauscher (5) und einer dem Wärmetauscher (5) nachgeschalteten Wärmepumpe (6), wobei ein Außenluftstrom (1) sowie ein Gebäudeabluftstrom (2) in den Wärmetauscher (5) einströmen, und als Zuluftstrom (3') und Wärmetauscherfortluftstrom (17') aus dem Wärmetauscher (5) austreten und in die Wärmepumpe (6) einmünden, aus der diese Ströme als Gebäudezuluftstrom (3), der in das Gebäude (15) mündet, sowie als ein ins Freie strömender Fortluftstrom (17) austreten, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens eine Primärenergie-Wärmequelle (7) im Gebäudeabluftstrom (2) vorgesehen ist, die den Gebäudeabluftstrom (2) vor Eintritt in den Wärmetauscher (5) erwärmt.
- Wärmepumpen-Kompaktvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Primärenergie-Wärmequelle ein Gasbrenner (7), vorzugsweise ein Flüssiggasbrenner ist, der mit handelsüblichen Flüssiggasflaschen (8) betreibbar ist.

3. Wärmepumpen-Kompaktvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher (5) ein Plattenwärmetauscher ist.
4. Wärmepumpen-Kompaktvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß der Außenluftstrom (1) über einen Erdwärmertauscher (9)
dem Wärmetauscher (5) zuführbar ist.
5. Wärmepumpen-Kompaktvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß zur Speicherung thermischer Energie eine Brauchwasser-
speichereinheit (10) vorgesehen ist, zu deren Erwärmung Verbindungsleitungen zur Wär-
mepumpe (6) vorgesehen sind.
6. Wärmepumpen-Kompaktvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß die Verbrennungsabgase des Gasbrenners (7) in den Ge-
bäudeabluftstrom (2) einmünden.

15

HIEZU 3 BLATT ZEICHNUNGEN

20

25

30

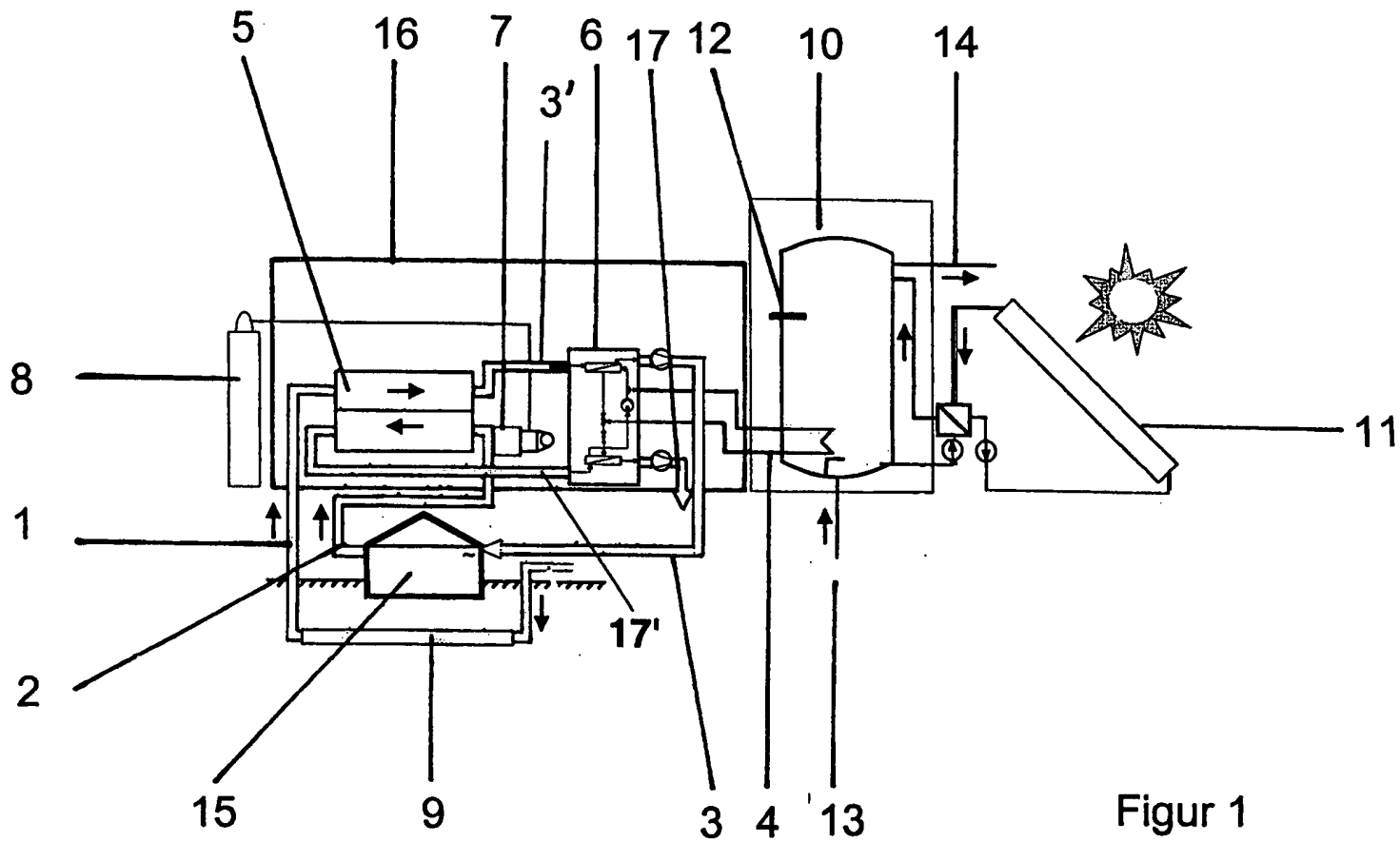
35

40

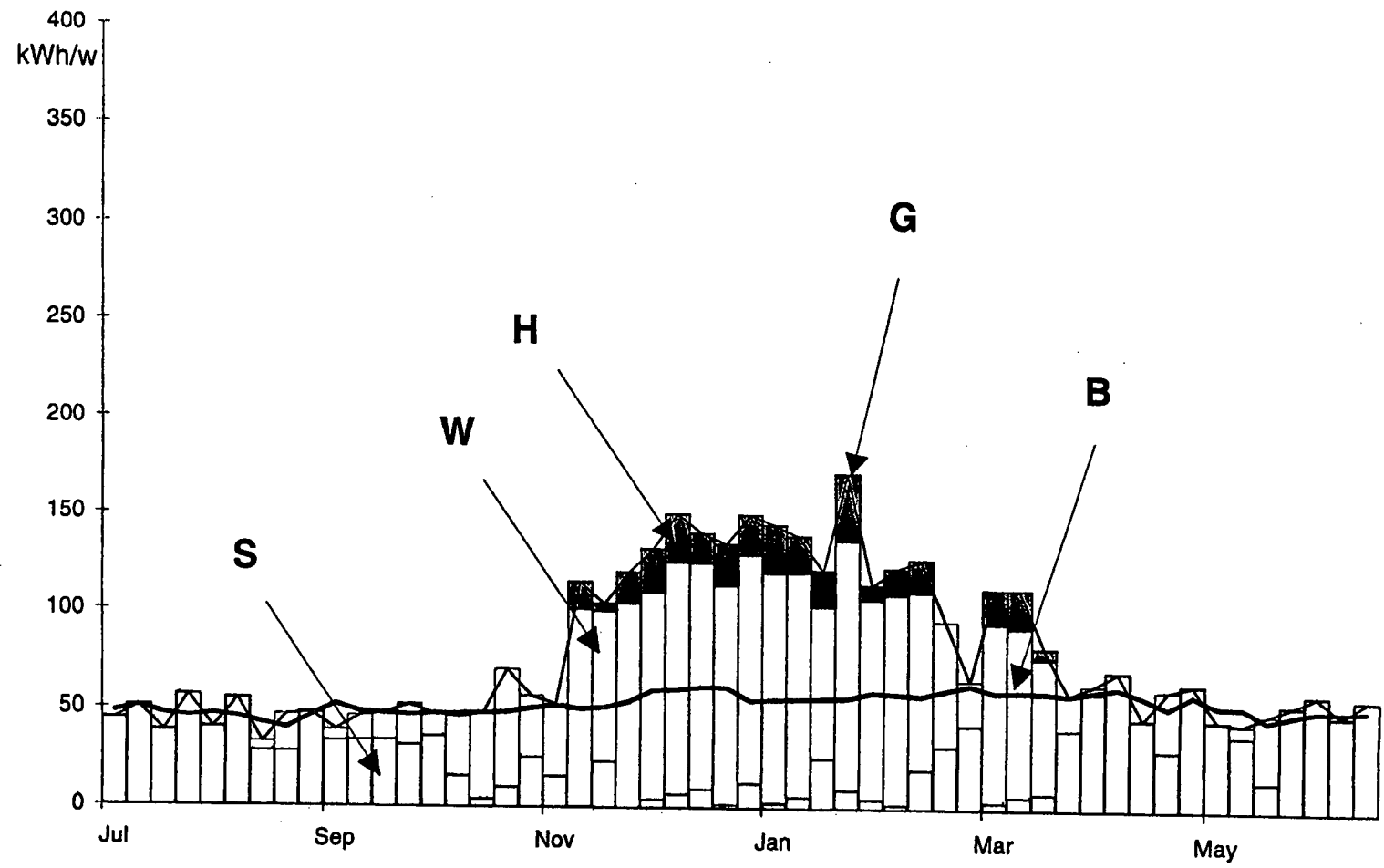
45

50

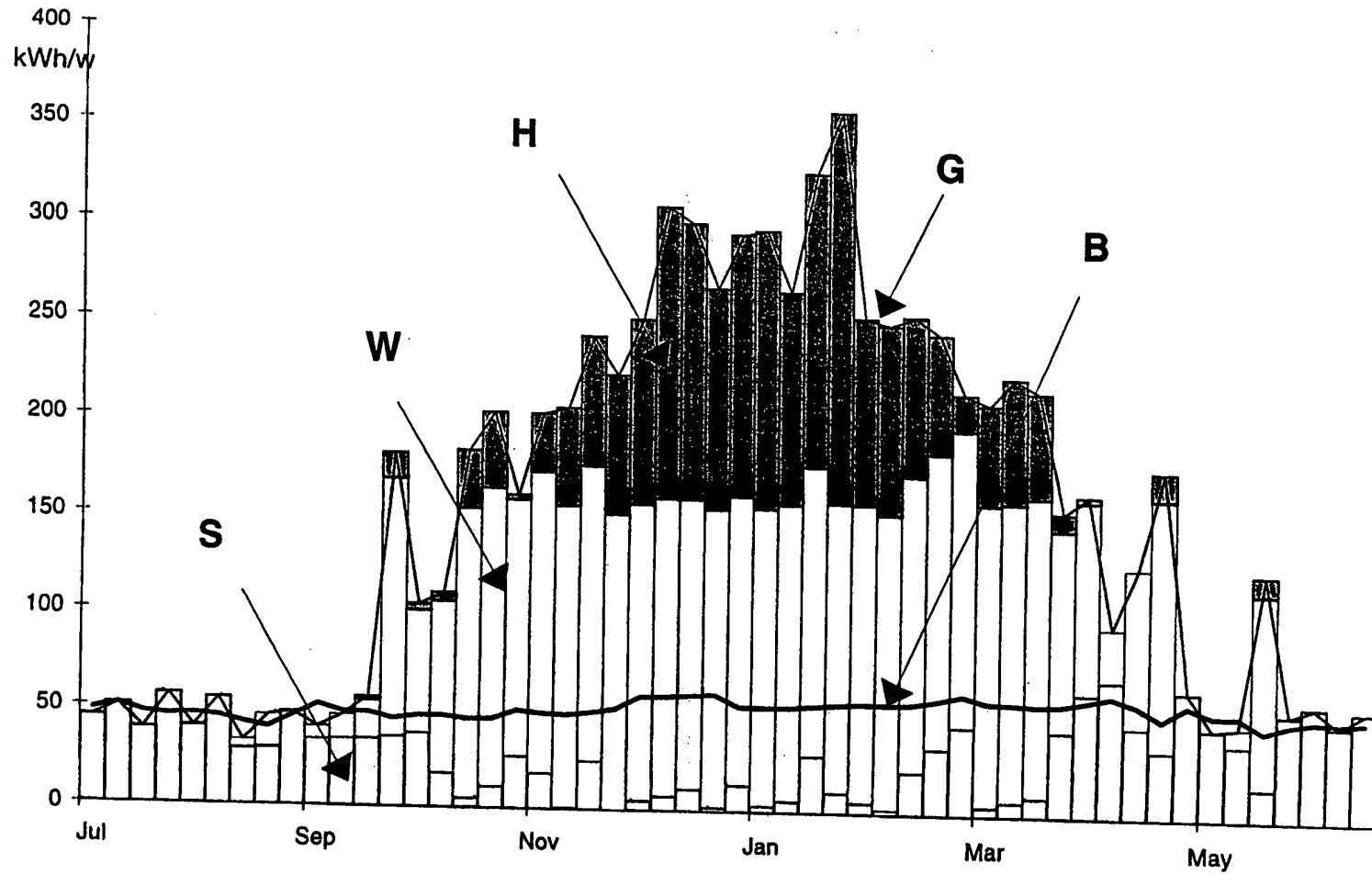
55



Figur 1



Figur 2



Figur 3