

Visionäres Energiekonzept mit geringen Lüftungswärmeverlusten

Wolfgang Schäfer

Das Haus der Zukunft steht in Berlin – zumindest wenn sich die ambitionierten Absichten des Projekts auf die Realität künftigen Bauens übertragen lassen. Das auf Basis der Elektrizität energieautarke Gebäude verkörpert die Vision der Netzautorität im Kleinen. Dabei ist es so leistungsstark, dass Stromüberschüsse für die Elektromobilität genutzt werden können.



Foto: Menerga

Das Forschungsprojekt des BMVBS evaluiert energetische Synergien von häuslicher Stromerzeugung und Elektromobilität.

Mit dem Effizienzhaus Plus in Berlin-Charlottenburg erforscht das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) zukunftsweisende Baukonzepte. Gesucht werden Möglichkeiten, wie sich neu gebaute Gebäude ab 2019 klimaneutral betreiben lassen könnten. Im Fokus dieses Projekts steht das Haus als Strom produzierendes Kraftwerk. Als autarke Einheit erzeugt es selbst die für Licht, Heizung und Lüftung benötigte Energie. Hierzu wird Sonnenenergie über eine Fotovoltaik-Anlage genutzt. Ihre Leistungskapazität ist so bemessen, dass sich Überschüsse für das Beladen von Elektrofahrzeugen nutzen lassen.

Auch die Gebäudetechnik ist im Effizienzhaus Plus auf Energieeffizienz ausgerichtet. Bestückt mit aktuellen Innovationen zeigt sie den Stand der Technik.

Zurzeit nutzt eine vierköpfige Familie das Projekt. Als Tester wohnen sie 15 Monate kostenfrei und liefern dafür empirisch belastbare Daten.

Die Planung des Forschungsprojekts wurde 2010 im Anschluss eines Architekturwettbewerbs gestartet und schon im Dezember 2011 erfolgte die Fertigstellung des Effizienzhauses. Das Planungskonzept wurde unter Leitung von Prof. Werner Sobek sowie dem Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren



Foto: BMVBS

Das als Kubus erstellte und frei stehende Haus wurde mit vorgefertigten Modulen in Holzbauweise erstellt.

(ILEK) der Universität Stuttgart entwickelt. Auf zwei Etagen verteilt verfügt das als Kubus ausgebildete Haus über eine Wohnfläche von etwa 130 m². Das in Holzbauweise erstellte Gebäude ist hochgedämmt und teils mit großen Glasflächen ausgestattet. Mit seiner Transparenz soll das Objekt auch Besucher für das energieeffiziente Bauen interessieren. Zusätzlich lassen sich die solaren Einträge über die Glasfront für die Beheizung nutzen. Auf dem Dach sowie an den nach Südwest ausgerichteten Fassaden sind PV-Module montiert. Ein Energiemanagementsystem übernimmt die bedarfsorientierte Verteilung des Stroms. Erfolgt lokal kein Energieverbrauch, werden die verfügbaren Überschüsse in einem Batteriepaket gespeichert. Auch die Stromabgabe in das öffentliche Netz ist möglich. Die Evaluierung zu einer netzorientierten Steuerung der Einspeisung ist ebenfalls Bestandteil des Forschungsprojekts.

Effizienz auch in der Gebäudetechnik

Das zweigeteilte Energiekonzept besteht aus Strom- und Wärmeerzeugung. Die PV-Module können jährlich 16.000 kWh Strom erzeugen. Davon sind rund 10.000 kWh für den Betrieb des Gebäudes vorgesehen – also für die gesamte Haustechnik inklusive Beleuchtung. Die Erzeugung der Heizwärme und die Warmwasserbereitung erfolgen über eine elektrisch angetriebene Luft/Wasser-Wärmepumpe. Zur Wärmeverteilung wurden Flächenheizsysteme eingesetzt. Bezogen auf den Wärmebedarf ist die Reduzierung der Wärmeverluste ein wichtiger Faktor. Zur Begrenzung der Lüftungswärmeverluste wurde daher ein Lüf-

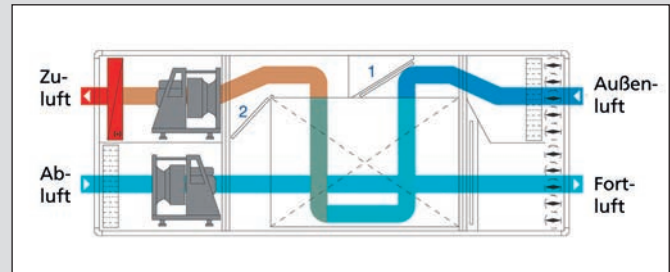
Der Autor

Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Schäfer,
Menerga Baden-Württemberg GmbH

Rekuperative Energierückgewinnung

Das Prinzip der rekuperativen Energierückgewinnung zählt zu den effizientesten Technologien der Lüftungs- und Klimatechnik, wenn es darum geht, Energie zu sparen. Die Energie (in Form von in der Abluft enthaltenen Wärme) wird über Plattenwärmeübertrager zurückgewonnen. Diese sind so konzipiert, dass die warme und die kalte Luft immer getrennt ist (siehe Schema). Hygienisch hat das den großen Vorteil, dass keine Stoffübertragung erfolgt, also weder Gerüche noch Schadstoffe der Zuluft beigemischt werden. Die Effizienz dieser Energierückgewinnung erreicht Wirkungsgrade von über 80 %.

Analog hierzu werden CO₂-Emissionen gemindert. Darüber hinaus lassen sich Lüftungsgeräte mit rekuperativer Wärmerückgewinnung mit innovativen Technologien zu einem Komfort-Klimagerät erweitern, beispielsweise mit dem natürlichen Verfahren der Verdunstungskühlung.



Hierbei wird ohne direkten Kontakt die zugeführte frische Luft gekühlt, indem die Abluft mit einem Wassernebel befeuchtet wird. Diese Technologie lässt sich optimal in Kombination mit Plattenwärmeübertragern nutzen. Im Hinblick auf eine CO₂-neutrale Klimatisierung ergibt sich ein energetischer Vorteil, weil die Kühlung auf Grundlage physikalischer Gesetzmäßigkeiten erfolgt – ohne zusätzlichen Einsatz elektrischer Energie.

tungsgerät benötigt, das hohe Wärmerückgewinnungsgrade erzielen und auf die Gebäudeleittechnik aufgeschaltet werden konnte.

Hier entschied man sich für ein Trisolair Komfort-Klimagerät von Menerga. Es ist mit einem rekuperativen Wärmerückgewinnungssystem ausgestattet, das Temperaturwirkungsgrade von mehr als 80 % erzielt. Der dreistufige Plattenwärmeübertrager ist eine Weiterentwicklung der Doppel-Plattenrekuperatoren und für die Funktion als Gegenstrom-Wärmeübertrager um eine Umlenkzone erweitert. Die rekuperative Wärmerückgewinnung erfolgt hierbei in getrennten Luftwegen. Dies hat vor allem hygienische Vorteile, weil beim Luftaustausch weder Gerüche noch Schadstoffe übertragen werden. Der Ausgleich der restlichen Lüftungswärmeverluste erfolgt über ein Pumpen-Warmwasser-Heizregister (PWW), das von der Wärmepumpe gespeist wird. Aufgrund der hohen Wärmerückgewinnungsleistung wird lediglich eine Anschlussleistung von 0,8 kW benötigt, um bei einer Außentemperatur von -12 °C die Zuluft auf 22 °C zu konditionieren. Das von dem Klimatechnikspezialisten entwickelte Gerät verfügt zudem über eine neue Abtaumöglichkeit, die bei niedrigen Außentemperaturen das Vereisen der Übertragerflächen

verhindert. Überdies sorgen hocheffiziente Ventilatoren mit EC-Motoren (Electronically Commutated) für einen sparsamen Stromverbrauch. Die Ventilatoren arbeiten modulierend, wobei als Führungsgröße der bedarfsorientierte Luftvolumenstrom herangezogen wird. Mit Sicht auf den Energieverbrauch gehört diese Ventilorteknik zur höchsten Effizienzkategorie.

Lüftung in das Energiemanagement eingebunden

Im Effizienzhaus Plus ist die Luftleistung des Komfort-Klimageräts auf 400 m³/h ausgelegt. Eine energieverbrauchsrelevante Führungsgröße der kontrollierten Wohnungslüftung ist die Dimensionierung und Ausgestaltung der Luftkanäle. Bedingt durch kleine Rohrdurchmesser und vergleichsweise viele Umlenkungen, stellen sich in kleinen Gebäuden meist relativ hohe Druckverluste ein. Im Forschungsvorhaben wurden diese soweit reduziert, dass die externen Druckverluste im Auslegungspunkt des Geräts auf 50 Pa begrenzt werden konnten.

Für den Betrieb in den Übergangszeiten sowie im Sommer bietet das Komfort-Klimagerät optional die Möglichkeit zur freien Kühlung. Der Luftaustausch erfolgt bei dieser Betriebsweise über eine oberhalb des Rekuperators integrierte Bypassklappe, die



Foto: Menerga

Ein Komfortklimagerät sorgt im Effizienzhaus Plus in Berlin für geringstmögliche Lüftungswärmeverluste.



Foto: BMVBS

Die Lüftungsleitungen im Effizienzhaus Plus wurden so verlegt, dass möglichst geringe Druckverluste entstehen.

von Temperatursensoren gesteuert arbeitet. Bei steigenden Außenlufttemperaturen wird zunächst das Heizregister herunterregelt. Je weniger Wärmerückgewinn benötigt wird, desto weiter öffnet sich die Klappe, bis sich die erforderliche Zulufttemperatur einstellt. Die Regelbreite reicht bis zur völligen Umgehung des Rekuperators auf der Außenluft-/Zuluftseite zur Betriebsweise einer freien Kühlung.

Wie bei Forschungsprojekten üblich, wird auch das Berliner Modell mit einem Monitoring begleitet. Dementsprechend sind die im Technikraum zusammengefassten Komponenten der Haustechnik mit einer zentralen Leitstelle verbunden.

Das Komfort-Klimagerät verfügt hierzu über mehrere Schnittstellen zur Einbindung in digitale Anlagensteuerungen. Bei diesem Projekt wurde es über den ModBus mit der GLT verbunden. Neben der Funktion für das Monitoring können so die Bewohner auch sämtliche Funktionen des Hauses (z. B. Heizung und Lüftung) direkt beeinflussen oder optional via Smartphone von unterwegs aus steuern. Als Verbindungsstelle zwischen Strom-

Effizienzhaus Plus

Erbaut: 2011

Planungs- und Bauzeit: ca. 12 Monate

Nettogrundfläche: 147 m²

Wohnfläche: 130 m²

Heizwärmebedarf: 21,1 kWh/m² a

Heiztechnik: Luft/Wasser-Wärmepumpe; Komfort-Klimagerät mit PWW

Heizleistung gesamt: 5,8 kW

Lüftungsvolumen: 400 m³/h

Wärmerückgewinnung: >80 %

Warmwasserspeicher: 288 l

Fotovoltaikanlage

- Module Dach: 98,2 m²; 214,1 kWp
- Module Fassade: 73 m², 28 kWp

Energiebilanz (Plan)

Energieerzeugung: 16.625 kWh/a

Energieverbrauch (inkl. E-Mobilität): 16.200 kWh/a

Überschuss: 415 kWh/a

Fahrleistung Elektromobilität: 30.000 km/a

erzeugung und -verbrauch übernimmt die Leittechnikzentrale auch das bedarfsorientierte Laden der Elektrofahrzeuge. Die Nutzer können dabei festlegen, wann und in welchem Umfang sie die Fahrzeuge nutzen möchten.

Für die Evaluierung der Nutzerdaten hat im März 2012 eine vierköpfige Familie das Objekt bezogen. Die Nutzung ist für sie kostenfrei und begrenzt bis zum Mai 2013. Von der 15-monatigen Testphase erhofft sich das BMVBS Erkenntnisse für das Bauen und Wohnen sowie die Mobilität der Zukunft. Nach Ende der Forschungsarbeiten wird das Haus wieder demontiert. Es ist größtenteils recycelbar, könnte aber auch an anderer Stelle wieder aufgebaut werden.

Bei der Konstruktion und beim Bau wurde deshalb darauf geachtet, dass sich die verschiedenen Bauteile wieder problemlos trennen lassen. Das Projekt dient auch als Informationsplattform für interessierte Bauherren. Auf der Internetseite des BMVBS können zudem die aktuelle Stromerzeugung sowie die aktuellen Energieverbräuche eingesehen werden. Dazu passend wurde im August 2011 ein Förderprogramm aufgelegt, das Bauherren motivieren und bei Vorhaben zu Effizienz-Plus-Häusern unterstützen soll.

Fazit

Unabhängig von den Forschungsergebnissen des Projekts, wird die Energieeffizienz das Bauen der Zukunft bestimmen. Von Bedeutung sind künftig reduzierte Transmissions- und Lüftungswärmeverluste über die Dämmung der Gebäudehülle und durch den Einsatz effizienter Wärmerückgewinnungssysteme in der kontrollierten Lüftung. Dies gilt unabhängig vom Standort für alle Gebäude. Die Energieerzeugung wird individuell unterschiedlich sein müssen.