

Das Gebäude als Kraftwerk

Netto - Plusenergiegebäude mit Elektromobilität



Die Idee	Seite 3
Architektur	Seite 4 - 7
Energiedesign	Seite 8
Gebäudehülle	Seite 9
Energieerzeugung	Seite 10
Stromspeicherung	Seite 11
Heizungs- und Lüftungstechnik	Seite 12 - 13
Betriebs- und Stromlastmanagement	Seite 14
Monitoring	Seite 15



Ein Wohnhaus, das den Menschen Freude macht darin zu leben, das geringe Folgekosten hat, werthaltig bleibt und die Umwelt möglichst wenig belastet waren Ziele des Bauherrn Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch.

Leitmotiv war von der ersten Planungsskizze an, durch die lokale Nutzung der Sonne mehr Energie zu gewinnen als das Gebäude benötigt und somit einen hohen solaren Eigenstromnutzungsanteil zu erzielen. Im Laufe des Planungsprozesses kam das Thema Elektro-Mobilität als weitere Idee dazu und vervollständigte das Gesamtkonzept.

Es entstand kein energieautarkes Haus, sondern vielmehr ein „Stromhaus“ das mit dem öffentlichen Stromnetz intelligent kommuniziert – ein Smart Building für die zukünftigen Smart Grids. Das realisierte Energiekonzept nimmt den durch die EU bzw. die BRD angestrebten Neubaustandard um mehr als ein Jahrzehnt vorweg, so dass die Zukunft schon heute beginnt.

Das Ende 2010 fertiggestellte Einfamilienhaus fügt sich auf einem knapp 900 m² großen Südhanggrundstück in die bestehende Bebauungsstruktur ein.

Der Baukörper mit einer Wohnfläche von rd. 267 m² gräbt sich mit dem Untergeschoss nördlich in den Hang ein und öffnet sich mit einer großzügigen Fensterfront südlich zur Talseite. Die Nord-, Ost- und Westfassade sind dagegen deutlich opaker gehalten.

Durch die Hanglage orientieren sich alle Wohnräume nach Süden. Im EG die raumhoch verglasten Kinder- und Gästezimmer und im 1. OG der großzügige zusammenhängende Koch-, Ess- und

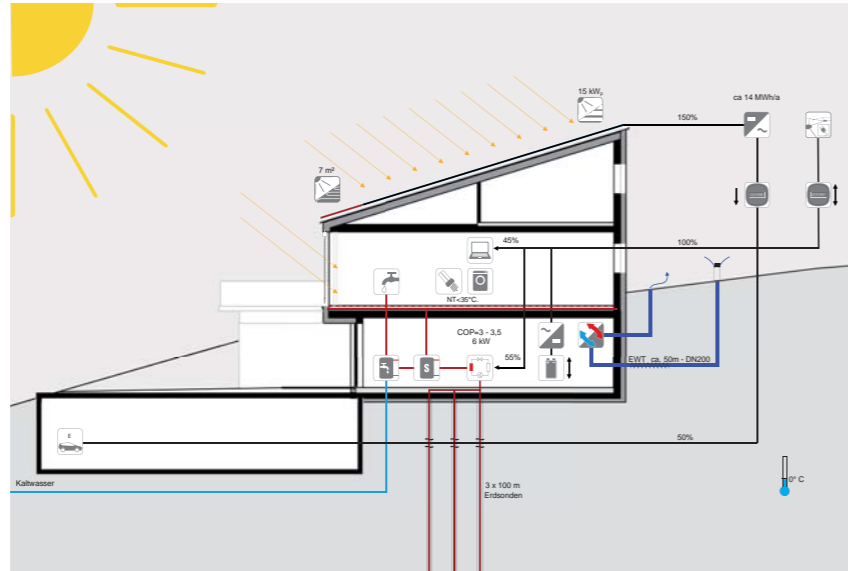


Wohnbereich, welcher direkt an die im Südwesten liegende Terrasse angrenzt. Die zueinander versetzten Geschosebenen bilden durch die Auskragung einen baulichen Sonnenschutz für das Erdgeschoss. Nebenräume, wie Badezimmer, Wirtschafts- und Haustechnikraum befinden sich auf der Nordseite. Durch die Reduzierung der Materialien auf einige wenige wie Glas, Stahl und Holz und die klare Formsprache wirkt der Innenraum des Gebäudes geordnet und harmonisch.

Erschlossen wird das Gebäude von der tiefer liegenden Straße über eine im Hang integrierte Steintreppe, bzw. unterirdisch durch die Garage.



Wesentliches Ziel des Energiekonzeptes ist, dass die jährliche Energielieferung durch die Solaranlagen (Photovoltaik, Solarthermie) größer ist als der Gesamtenergiebedarf (Raumheizung, Warmwasser, Beleuchtung, Lüftung, Haushaltsgeräte, IT, etc.) des Gebäudes. Darüber hinaus wird eine hohe solare Eigenstromnutzung von mind. 50% angestrebt. Erreicht werden soll dies durch eine entsprechend abgestimmte Gebäudehülle, Gebäudetechnik, Stromspeicherung und ein intelligentes Stromlast-Management. Die Kombination aus PV-Anlage und elektrischer Wärmepumpe und das NT-Flächenheizsystem spielen dabei eine Schlüsselrolle.



Um die Wärmeverluste über die Gebäudehülle des in Massivbauweise errichteten Gebäudes zu reduzieren, wurde bei der Bauteilerauswahl und -ausführung auf exzellente Dämmeigenschaften (U-Wert Außenwand: $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, U-Wert Dach: $<0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) und wärmebrückenreduzierte sowie luftdichte Konstruktionen und Anschlüsse geachtet. Die Fenster sind im gesamten Haus als Dreischeibenverglasung ausgebildet (U-Wert Fenster: $<0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$). Um die architektonische Gesamtkonzeption nicht zu stören, wurden die Fensterrahmen in die massive Gebäudehülle integriert. So entsteht ein harmonischer Übergang zwischen Glasflächen und Fensterlaibungen.

Zur aktiven Solarenergienutzung ist das 18 Grad südgeneigte Pultdach flächendeckend mit einer Photovoltaikanlage (ca. 15 kWp) sowie einer solarthermischen Anlage (ca. 7 m² hocheffiziente Flachkollektoren) ausgestattet. Neben der Photovoltaikanlage wird die Stromversorgung des Gebäudes durch den Anschluss an das öffentliche Netz sichergestellt. Ein großer passiver Solarenergiegewinn wird durch die großen südorientierten Glasflächen erreicht. Durch eine abgestimmte Auswahl an Verglasung (g-Wert zwischen 0,35 bis 0,5) und außenliegender Verschattung ist der sommerliche Wärmeschutz gewährleistet und es kommt zu keiner Überwärmung der Wohnräume.



Durch ein Backup-System mittels zwei Blei-Säure Batterien, die eine Speicherkapazität von 7 bzw. 20 kWh besitzen und über Wechselrichter ins Wechselstromnetz des Gebäude eingebunden sind werden die Haushaltgeräte sowie die Beleuchtung, IT, etc.versorgt.

Der überschüssige Strom wird zum Beladen der Batterie des E- Rollers und des E- PKW (10 kWh Li-Ion) genutzt. Lade-Stationen sind in der Garage des Wohnhauses vorhanden. Die voraussichtliche Fahrleistung des Elektro- Smarts beträgt etwa 10.000 - 12.000 km/a und ermöglicht den Nutzern die Mobilität unabhängig von fossilen Treibstoffen.

Die Wärmeerzeugung des Netto-Plusenergiegebäudes übernimmt eine elektrische Wärmepumpe (2,2 bis 3,5 kW_e), die als Energiequelle drei vertikale Erdsonden mit je 100 m Länge nutzt. Die über die Sonden aufgenommene Erdreichwärme wird durch die Wärmepumpe genutzt und erzeugt Warmwasser je nach Bedarf von 35 bis 50 °C, welches in einem Pufferspeicher mit 800 l gespeichert ist. Über diesen Speicher sind die Fußbodenheizung und die Trinkwasser-Durchflussstation angebunden. Die Wärmepumpe und die Verbraucherkreise werden vom MSR-Schaltschrank in der Technikzentrale gesteuert und geregelt.



Das gesamte Gebäude wird zur Reduzierung der Lüftungswärmeverluste mechanisch be- und entlüftet. Die freie Fensterlüftung ist dadurch nicht eingeschränkt. Ein Kompaktlüftungsgerät mit einem Volumenstrom von ca. 300 m³/h und einem Kreuzstromwärmetauscher sowie Filtereinheiten ist in der Technikzentrale installiert und versorgt die Wohn- und Schlafräume mit frischer Außenluft. Gleichzeitig wird die Abluft zur Wärmerückgewinnung aus den Nebenräumen, Küche, Bad und WC abgesaugt. Ein Erdreichwärmetauscher (Luftkollektor) übernimmt die Vorkonditionierung der Außenluft, im Winter werden frostfreie 3°C erreicht. Im Sommer bei sehr hohen Außentemperaturen kann damit eine moderate Kühlung erreicht werden.

Das intelligente Stromlastmanagement hat Verbindung zu allen gebäudeinternen Stromverbrauchern. Die Idee dahinter ist, den von der PV-Anlage gelieferten Strom möglichst direkt zu nutzen. Um dieses zu erreichen werden folgende Maßnahmen umgesetzt:

Die Wärmepumpe wird nur in Ausnahmefällen (während der Heizperiode) nachts mit Netzstrom betrieben. Haushaltsgeräte wie Geschirrspüler, Waschmaschine, Wäschetrockner, etc. werden vorzugsweise nur tagsüber betrieben. Gefrier- und Kühlschrank werden nachts einige Stunden (Überwachung über Innenraumtemperatur) nicht mit Strom versorgt, dafür erfolgt tagsüber mit Solarstrom eine Art „Unterkühlung“.



Zur Evaluierung der Betriebsergebnisse sowie zur Optimierung des Gebäudebetriebs ist ein umfangreiches Monitoring-System mit Stromzählern, Wärmemengenzählern, Temperatur- und Feuchtefühlern sowie einer Wetterstation installiert. MSR- und GLT-Technik bilden eine komplette Einheit. Unterstützt wird dies zusätzlich durch den Einbau eines digitalen intelligenten Zweirichtungs-Stromzähler (Smart Metering). Die Auswertung der Ergebnisse und die Betriebsüberwachung des Gesamtsystems erfolgt durch das Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS) der Technischen Universität Braunschweig.



Herausgeber:

Technische Universität Braunschweig
Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS)
Univ.-Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch
www.igs.bau.tu-bs.de

Der Bauherr dankt den folgenden Förderern:

Alsecco GmbH, Wildeck
BASF SE, Ludwigshafen
ENBW Vertrieb GmbH, Stuttgart
Fermacell GmbH, Olching
FRERICHS GLAS GmbH, Verden
IMTECH Deutschland GmbH & Co.KG, Karlsruhe
Ludwig Häußler GmbH, Speyer
Maico Haustechnik Systeme, Villingen-Schwenningen
REHAU AG + Co, Renningen
SCHIEDEL AG, Wien
SMA Solar Technology, Niestetal
SolarWorld AG, Bonn
STO AG, Stühlingen
WAREMA Renkhoff SE, Marktheidenfeld
WILO SE, Dortmund
Zehnder GmbH, Lahr
