

2012

ZWEI ENERGIEAUTARKE HÄUSER IN FREIBERG

INTELLIGENTE EIGENVERSORGUNG
MIT WÄRME, STROM UND MOBILITÄT AUS DER SONNE

WWW.DAS-ENERGIEAUTARKE-HAUS.DE

STAND 5. AUGUST 2012



DEUTSCHER SOLARPREIS 2011



Mehr als ein Grundstein für Nachhaltigkeit und Energieeffektivität

Entwicklung durch die Projektgruppe das „Energieautarke Haus“ der HELMA Eigenheimbau AG unter Leitung von Timo Leukefeld

Derzeit entstehen in Freiberg zwei energieautarke Häuser in direkter Nachbarschaft. Das Konzept dieser Häuser entwickelte eine Projektgruppe der Helma Eigenheimbau AG unter Leitung von Timo Leukefeld im Jahr 2011. Das so entstandene Gebäude fand als erstes bezahlbares und tatsächlich energieautarkes Haus Europas eine große Medienresonanz zum Beispiel bei ZDF, MDR, RTL, dpa, Stern, FAZ, LVZ, DNN u.v.a.

Das EnergieAutarke Haus ist unsere Antwort auf die drängenden Fragen zukünftiger Energieversorgung: Wie werden wir in Zukunft wohnen? Wie sehen Häuser aus, die sich energetisch selbst versorgen? Wie müssen sie konzipiert sein, um ohne Anschlüsse an das öffentliche Energieversorgungssystem auszukommen?

Die beiden Häuser, die derzeit in Freiberg entstehen, setzen bei Wärme- und Stromerzeugung auf die Nutzung den kostenfreien und krisensicheren Rohstoff Sonne. So erreicht sie größtmögliche Unabhängigkeit von Öl-, Gas- und Strompreissteigerungen.

Baugebiet Franz Mehring Platz in Freiberg



Abb. 1: Baugebiet am Franz Mehring Platz in Freiberg. Hier werden auch die beiden energieautarken Häuser gebaut.



Abb. 2: Animation der beiden geplanten energieautarken Häuser in Freiberg am Franz-Mehring-Platz.

Diese beiden Gebäude entstehen in Freiberg sozusagen an der Wiege der Nachhaltigkeit. Hans Carl von Carlowitz, Oberberghauptmann am kursächsischen Hof in Freiberg (Sachsen), forderte 1713 in seinem Werk "Sylvicultura oeconomica", dass stets nur so viel Holz geschlagen werden sollte, wie durch planmäßige Aufforstung, durch Säen und Pflanzen wieder nachwachsen konnte. Sein Werk ist die Antwort auf die großflächige Abholzung der Wälder in der Region, die vom Bergbau lebte und reich wurde. Erzschnmelze und Stollenausbau benötigten sehr viel Holz. Als Folge des Raubbaus an den Wäldern kam der Bergbau fast zum Erliegen; die wirtschaftliche Grundlage einer ganzen Region war in Gefahr. Die rettende Idee kam von Carlowitz mit der „continuirlich beständigen und nachhaltenden Nutzung“ der Wälder. Nachhaltigkeit steht im Mittelpunkt der Gebäudekonzeption des energieautarken Hauses.

Wissenschaftliche Begleitung

Die Technische Universität Bergakademie Freiberg begleitet dieses Projekt mit Diplom- und Studienarbeiten sowie einem umfangreichen dreijährigen Monitoring-Programm. So wird die Optimierung des Hauskonzeptes sichergestellt.

Kooperationspartner die beiden EnergieAutraken Häuser in Freiberg:

- Technische Universität Bergakademie Freiberg
- Fa. Timo Leukefeld – Energie verbindet
- Wienerberger GmbH
- SunStrom GmbH
- SOLARWATT AG
- DRECHSLER Haustechnik GmbH
- Jenni Energietechnik AG Schweiz
- Buschbeck Solartechnik GmbH

Freiberg – traditionell nachhaltig

Freiberg kann gewissermaßen als Wiege der Nachhaltigkeit bezeichnet werden. Hans Carl von Carlowitz, seines Zeichens Oberberghauptmann am kursächsischen Hof zu Freiberg, sah sich mit der, dem Bergbau geschuldeten, großflächigen Abholzung der Wälder in Sachsen konfrontiert. In seinem Werk "Sylvicultura oeconomica" forderte er 1713 daher, dass stets nur so viel Holz geschlagen werden sollte, wie durch planmäßige Aufforstung wieder nachwachsen konnte. Er begründete damit das Prinzip der Nachhaltigkeit.

Energieautarkie als Zukunftsbild

Ein System wird als energieautark (altgriech. αὐτάρκεια autarkeia „Selbstständigkeit“) bezeichnet, wenn es alles, was es verbraucht, aus eigenen Ressourcen selbst erzeugt. Es kann eigenständig funktionieren und unabhängig von anderen betrieben werden, notfalls auch ohne öffentlichen Stromanschluss.

Vorbetrachtungen

Motivation

Steigende Kosten für Heizung, Stromverbrauch und Mobilität lassen die Menschen zunehmend sparsamer werden. Verzicht und Einschränkung sind häufig die Folge. Zwar spart zum Beispiel die Reduzierung der Wohnraumtemperatur auf 19°C auf der einen Seite Öl-, Gas oder Strom, senkt auf der anderen Seite jedoch gleichfalls die Lebensqualität. Hausbesitzer würden eigentlich am liebsten die Heizung aufdrehen und trotzdem sparen.

Ohne die Bereitschaft in Energiespartechniken und alternative Energien zu investieren, ist dieses Dilemma nicht zu lösen. Wer bei der Wärme- und Stromerzeugung ausschließlich auf die Nutzung der Sonnenenergie setzt, hat damit die größtmögliche Unabhängigkeit von Öl-, Gas- und Strompreissteigerungen. Dazu hat McKinsey in der Studie „Die Energiewende in Deutschland – Anspruch, Wirklichkeit und Perspektiven“ vom Mai 2012 klar nachgewiesen, dass die Versorgungssicherheit mit Strom weiter sinken wird, das Risiko eines Stromausfalls zunimmt, die Kosten der Energiewende bis 2020 um 60% vor allem über den Strompreis steigen. Der Stromverbrauch soll laut dieser Studie weiterhin ansteigen.

Das energieautarke Haus bietet seinen Bewohner vor allem Sicherheit und Unabhängigkeit, auch bei Stromausfällen.

Alles dreht sich um die Sonne

Die Sonne ist die einzige kostenlos zur Verfügung stehende Energiequelle und darauf basierend ist die Solarthermie die mit Abstand natürlichste und nachhaltigste Form der Wärmeerzeugung. Sie ist zum Heizen wärmstens zu empfehlen. Die solarthermisch erzeugte Heizenergie benötigt nur zu einem Hundertstel Hilfsenergie in Form von Strom. Aus einer Kilowattstunde Strom für Pumpen, Stellventil und Regler werden in diesem Konzept über 150 Kilowattstunden natürliche Sonnenwärme erzeugt.

Langfristig stehen nicht mehr genügend fossile Brennstoffe zur Verfügung, um damit zu heizen. Das erfordert Gebäude mit geringen Wärmeverlusten, die Sonnenwärme und -strom erzeugen, speichern und nutzen und so ihren Wärme- und Strombedarf direkt und vor Ort mit der Sonne decken. Die Produktion und der Verbrauch von Energie rücken damit räumlich zusammen und verringern so Abhängigkeiten. Speicher und intelligente Verbrauchssteuerung machen die Strom- und Wärmeversorgung in diesen Häusern auch in Bezug auf Stromausfälle noch sicherer und günstiger. Der selbst erzeugte und gespeicherte Solarstrom deckt bei diesem Konzept nicht nur den Bedarf an Haushaltsstrom, sondern treibt zusätzlich das Elektroauto an. Darüber hinaus bietet ein solches Haus eine sinnvolle, werthaltige und sichere Möglichkeit der Altersversorgung: In Zukunft verlieren Einnahmen (die zum Beispiel durch den Verkauf von selbst erzeugtem Strom erzielt werden) auf Grund der sinkenden Einspeisevergütung, Inflation sowie steigender Besteuerung an Wert (Kaufkraft). Im Gegensatz dazu vergrößert sich der Betrag der steuerfreien Einsparungen (die zum Beispiel durch die vollständige Eigennutzung von selbst erzeugtem solarem Strom bzw. Wärme entsteht) durch die jährlichen Energiepreissteigerungen und die Kaufkraft gewinnt auf diese Weise an Wert.

Unabhängigkeit bietet Handlungsfähigkeit

Der Energiekostendruck verstärkt den Wunsch vieler Menschen, sich gänzlich unabhängig, das heißt: autark, zu machen. Das hat zum Beispiel Österreich erkannt, was sich bis 2050 energieautark machen möchte und Vereine, Studiengänge sowie Tagungen zum Thema Energieautarkie initiiert und unterstützt. Die real in Deutschland derzeit verfügbaren, bezahlbaren Möglichkeiten für eine komplette solare Eigenversorgung mit Strom und Wärme sind eingeschränkt und energiepolitisch nicht gewünscht. Ziel der Forschung der HELMA Projektgruppe war es, möglichst vielen Menschen eine bezahlbare Alternative im Neubaubereich zu bieten. Mit einem energieautarken Haus, das sowohl Wärme als auch Strom aus Sonne erzeugt, die Energie speichert und sich damit selbst versorgt, können sich die Bewohner unabhängig machen. Das Haus bietet somit eine bezahlbare Alternative. Die fortschreitende Zerstörung unserer natürlichen Lebensgrundlagen und die damit wahrgenommene Erschöpfung des Planeten ist für viele Menschen schwer zu

ertragen. Mit diesem innovativen Haus machen die Hausbewohner wieder eine neue Erfahrung der Handlungsfähigkeit, die auch mit dem Erlernen sich selbst zu erhalten und zu versorgen zusammenhängt. Unabhängigkeit bringt Handlungsfähigkeit.

Konzept

Die Basis: Ein Sonnenhaus

Das energieautarke Haus basiert auf dem hohen Standard des Sonnenhaus-Instituts. Die Solarspezialisten bezeichnen Gebäude als Sonnenhäuser, die über 50% ihres Jahreswärmebedarfs für Heizung und Warmwasser mit Sonnenenergie decken, den Rest zumeist mit Holz. Dieser Idee folgend deckt auch das „energieautarke Haus“ ganzjährig seinen Bedarf an Heizung und Warmwasser weitestgehend mit der Sonne. Am Standort Freiberg erreicht es eine solare Deckungsrate von über 60 Prozent. Dafür ist es mit einem 9 m³ Langzeitwärmespeicher (Wasser) und 46 m² Kollektorfläche ausgestattet. Der zusätzliche Wärmebedarf wird mit einem Kaminofen und etwa 2-3 fm Stückholz (für etwa 150-200 €) pro Jahr gedeckt. Der Primärenergieverbrauch liegt bei 5 kWh/m²a und damit etwa 90 Prozent unter einem Standard EnEV 2009 Einfamilienhaus und zirka 80 Prozent unter einem typischen Standard Passiv-, Nullenergie- oder Plusenergiehaus.

Strom – zu kostbar zum Verheizen

Zusätzlich erzeugt das Haus mit der Sonne seinen eigenen Strom (Photovoltaik + Akkuspeicher). Dafür sind 8 kWp Photovoltaik in das Dach integriert und entsprechende Stromspeichertechnik vorgesehen, die eine vollständige solare Deckung des Strombedarfes ermöglichen. Eventuell erzeugter solarer Überschussstrom (von Februar bis November) steht der Familie darüber hinaus zum Laden ihres Elektroautos zur Verfügung. Auf diese Weise kommt das Haus vollständig ohne Stromnetzanschluss aus.

Eine vierköpfige Familie verbraucht in Deutschland durchschnittlich 4.000-5.000 kWh Elektroenergie im Jahr. Ein solch hoher Stromverbrauch macht eine autarke Eigenstromversorgung mit Photovoltaik und Akkus nahezu unmöglich. Wichtigste Voraussetzung für die Projektierung der Stromautarkie für dieses Einfamilienhaus war deswegen die Senkung des Haushaltstromverbrauchs auf unter 2.000 kWh/a für eine normale (verschwenderische) Familie mit zwei Kindern. Diese Optimierung ist der Projektgruppe gelungen. Um dies zu erreichen, wurde nicht nur in Bezug auf Heizenergie vermieden, Strom in Wärme zu wandeln (Wärmepumpen), sondern darüber hinaus auch bei den Haushaltsgeräten (Waschmaschine, Geschirrspüler etc.). Die Verhinderung von standby- Verbrauch der Haushaltsgeräte, der Einsatz eines hydraulischen Pumpsystems mit geringsten Widerständen im Heiz- und

Solarkreislauf sowie der Einsatz eines stromsparenden Lichtkonzeptes führt ebenfalls zur Reduzierung des Stromverbrauchs.

Die komplette Eigennutzung des erzeugten Solarstroms vor Ort hat darüber hinaus den weiteren Effekt, dass die öffentlichen Stromnetze entlastet statt durch Einspeisung von Strom belastet zu werden. Natürlich kann das Haus auch an das Stromnetz angeschlossen werden, um zum Beispiel den Überschussstrom im Sommerhalbjahr ins Netz einzuspeisen und damit Geld zu verdienen. Außerdem erhöht ein Stromanschluss die Sicherheit im Falle eines technischen Anlagendefektes. Vorrang hat allerdings die Eigennutzung. Die Solarthermie- und die Photovoltaikanlage sind dachintegriert ausgeführt. Dieses so genannte Solardach ersetzt den Dachziegel und stellt einen vollwertigen, dichten Dachersatz dar. Damit hat das Haus eine anspruchsvolle/ansprechende, hochwertige Optik. Die Solaranlagen sind durch die Gebäudeintegration Teil der Außenhülle und wirken nicht wie sonst oft üblich aufgesetzt.

Der feine Unterschied mit großer Wirkung – oder: Sind Nullenergie- und Plusenergiehaus auch energieautarke Konzepte?

Bis heute setzen Passivhäuser mittels Extremdämmung hauptsächlich darauf, Heizenergie einzusparen. Der Effizienzansatz lautet: wenig Wärme verbrauchen. Den jährlichen Gesamtstromverbrauch zu minimieren steht demgegenüber nicht im Fokus des Konzeptes. Ein so genanntes Nullenergie- oder Plusenergiehaus ist daher i.d.R. ein extrem gut gedämmtes Gebäude, zumeist mit Luft-Wärmepumpenheizung, einer sehr großen Solarstromanlage (Photovoltaik) auf dem Dach und einem öffentlichen Stromanschluss. Die Solarstromanlage erzeugt jährlich (vor allem im Sommer) so viel Strom, wie das Haus ganzjährig (vor allem im Winter durch die Wärmepumpe) wieder verbraucht. Ein Anschluss an das öffentliche Stromnetz ist dafür essentiell: Über diesen Anschluss wird überschüssiger Solarstrom ins Netz eingespeist und an die Energieversorger teuer verkauft. Im Winter muss jedoch Strom aus dem Versorgungsnetz wieder entnommen werden, um die Wärmepumpe zu betreiben. Je nachdem, wie viel Strom die Photovoltaikanlage jährlich erzeugt, spricht man für den Fall, dass die jährliche Strombilanz auf dem Papier ausgeglichen ist, von einem Nullenergiehaus. Oder von einem Plusenergiehaus, wenn es im Sommer eine Überschussproduktion gibt.

All diese Konzepte, wie Passivhaus, Plusenergiehaus, Nullenergiehaus, Energetikhaus100, Bioenergiehaus etc., sind immer von der öffentlichen Stromversorgung in hohem Maße abhängig – Autarkie ist unmöglich. Fällt der Strom einmal aus, gibt es keine dauerhafte Stromversorgung, selbst mit Photovoltaikanlage auf dem Dach, da sich alle netzgekoppelten Solarstromanlagen bei Stromausfall selbst abschalten müssen. Kein Kühlschrank, keine Heizung, kein Fernseher, kein Licht, keine Solarthermieanlage funktionieren mehr.

Rein wirtschaftlich betrachtet wurden in Plusenergiehäusern mit Wärmepumpenheizung die jährlichen Einnahmen aus dem Solarstromverkauf an den Energieversorger gegen die jährlichen Ausgaben für den Hausenergieverbrauch (Strom) aufgerechnet. Dies ergab in der Vergangenheit einen Gewinn und im ersten Jahr eine ausgeglichene Energiebilanz. Da einerseits die Einnahmen aus dem Solarstromverkauf stark sinken, besteuert werden müssen, durch die Inflation jedes Jahr weniger wert sind (Kaufkraft) und andererseits der eingekaufte Strom für Haushalt und Wärmepumpe jedes Jahr teurer wird, kann man bei einem Null- oder Plusenergiehaus von einem Haus mit jährlich steigenden Heizkosten sprechen. Der antizyklische Energiefluss (die Sonne produziert den Solarstrom vor allem im Sommer, die Wärmepumpe braucht ihren Strom vor allem im Winter) wirkt sich auf das gesamte öffentliche Stromnetz aus: Da Energieerzeugung und Energieverbrauch zeitlich nicht übereinstimmen, ist das Stromnetz im Sommer überlastet. Im Winter müssen die Energieversorger, um den hohen Energiebedarf bei Zuschaltung vieler Wärmepumpen zu decken, den fossilen Kraftwerkspark hochfahren.

Durch Solarthermie zur Stromautarkie?

Immer häufiger wird darüber diskutiert, im Neubau eine Wärmepumpe ganzjährig mit Photovoltaikstrom zu betreiben. Der überwiegende Teil des Solarstroms wird allerdings im Sommerhalbjahr erzeugt. Im Gegensatz dazu verbraucht die Wärmepumpe ihren Antriebsstrom hauptsächlich im Winterhalbjahr. Angebot und Nachfrage stimmen nicht überein. Das Diagramm zeigt den antizyklischen Energiefluss beim klassischen Neubau-Plusenergiehaus mit Wärmepumpe.

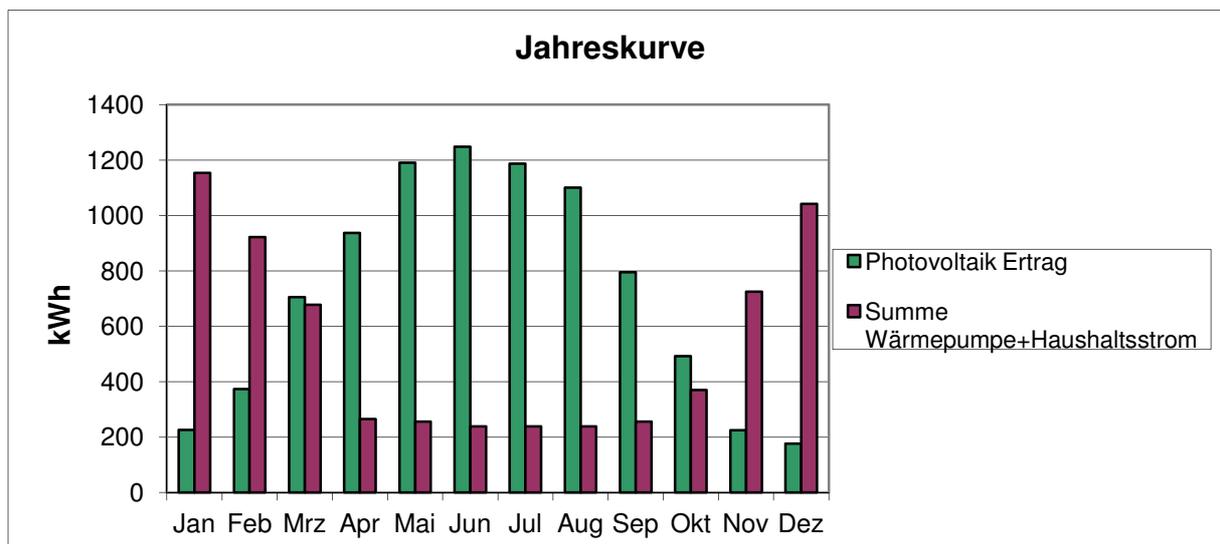


Abb. 3: Ertrag einer 8 kWp Photovoltaikanlage sowie Stromverbrauch für Luft-Wärmepumpe und Haushaltsstrom bei einem KfW 55 Haus mit 162 m² Wohnfläche am Standort Hannover. Deutlich erkennbar: der antizyklische Energiefluss. Solarstromerzeugung im Sommer, Wärmepumpenstrombedarf im Winter. 6 Monate eigene solare Elektromobilität, von Oktober bis März wäre das Elektroauto nicht mit Solarstrom zu laden und keine Eigenversorgung mit Solarstrom möglich.

Wird die Wärmepumpe durch das Sonnenhauskonzept (Solarthermie und Biomasse) ersetzt, sinkt der Strombedarf vor allem im Winter drastisch. Das steigert die Eigenstromversorgung mit Photovoltaik maßgeblich.

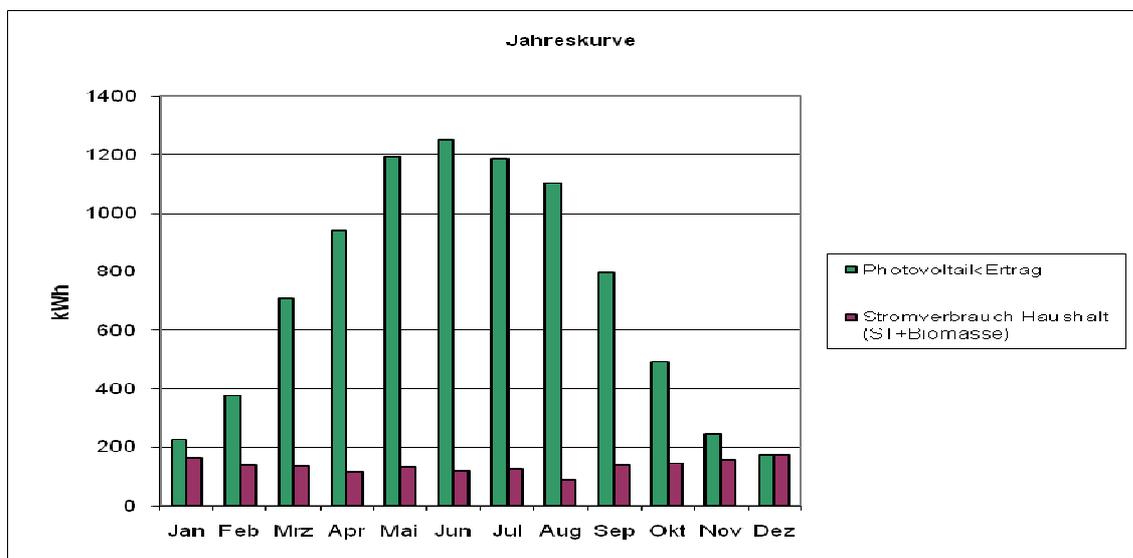


Abb. 4: Ertrag einer 8 kWp Photovoltaikanlage sowie optimierter Stromverbrauch für Haushaltsstrom bei einem KfW 55 Haus mit 162 m² Wohnfläche am Standort Hannover. Die Wärmepumpe wurde durch Solarthermie und Holzheizung ersetzt. Deutlich erkennbar: 10 Monate eigene solare Elektromobilität möglich, nur im Dezember und Januar ist das Elektroauto nicht mit eigenem Solarstrom zu laden. Eine Eigenversorgung mit Solarstrom für den Haushaltstrombedarf ist ganzjährig möglich.

Bleibt die Einspeisevergütung für Solarstrom weiterhin so gering und sinkt noch weiter, entfällt in Zukunft der wirtschaftliche Anreiz in Plusenergiehäusern mehr Strom zu produzieren, als benötigt wird. Photovoltaikanlagen werden viel kleiner und bedarfsgerechter ausgelegt. Das klassische Plusenergiehausmodell, in dem die Einnahmen aus dem Solarstromverkauf die Ausgaben für den Stromeinkauf (Haushalts- und Wärmepumpenstrom) abdecken sollen ist ein Auslaufmodell.

Intelligentes Verschwenden möglich?

Das energieautarke Haus begnügt sich nicht lediglich mit der Prämisse, durch die Senkung des Heizenergieverbrauchs effizient und damit weniger (umwelt)schädlich zu sein, wie dies bei Passivhäusern, Plusenergiehäusern, Nullenergiehäusern o.ä. der Fall ist. Diese belasten dennoch die Umwelt, weil sie die Stromnetze belasten und realistisch betrachtet im Winter mit überwiegend fossilem Strom heizen. Das Konzept des energieautarken Hauses baut auf den kostenfreien, krisensicheren und regenerativen Rohstoff Sonne zur Eigenversorgung mit Strom und Wärme. Seine Bewohner entscheiden sich gegen den Verbrauch endlicher Ressourcen, sondern für eine Kultur des Gebrauchs. So ist intelligente Verschwendung möglich ohne den Geldbeutel der Bewohner und ohne die Umwelt zu belasten. Die Bewohner können die Heizung aufdrehen, auch mal das Licht brennen lassen, lustvoll mit selbst erzeugtem Solarstrom Autofahren und trotzdem sparen.

Kosten, auch im Vergleich zu anderen innovativen Konzepten

Das energieautarke Haus mit zirka 162 m² Wohnfläche kostet schlüsselfertig 398.000 Euro ohne Keller ohne Grundstück. Das ist im Bezug auf die Gesamtkosten, die Autarkie und den niedrigen Primärenergieverbrauch eine revolutionäre Entwicklung, besonders mit Blick auf andere interessante Forschungskonzepte im Markt. Hier werden beispielhaft einige davon aufgeführt:

1992 Freiburg: kein Netzanschluss erforderlich (Fraunhofer Institut)



Abb. 5: energieautarkes Solarhaus in Freiburg, **Baukosten etwa 1.400.000 €**,
Bildquelle: www4.architektur.tu-darmstadt.de

2008 Bad Saarow: Netzanschluss erforderlich (Dr. Bodo Wolf)



Abb. 6: Energetisches Aktivhaus (Plusenergiehaus) mit Photovoltaik und gebäudeintegrierter Windkraftnutzung in Bad Saarow
Dr. Bodo Wolf BW Energiesysteme GmbH, **Baukosten ? €**, Bildquelle: EA EnergieArchitektur GmbH

2010 Leonberg: Netzanschluss erforderlich (Prof. Dr. Fisch)



Abb. 7: Netto-Plusenergiehaus mit 260 m² von Prof. Dr. Fisch in Leonberg, Wärmepumpe, 15 kWp Photovoltaik, 7 m² Solarthermie, Akku 7 kWh, Messungen 2011: Stromverbrauch 9.027 kWh/a, solare Deckungsrate 32%, 62 kWh/m²a Primärenergieverbrauch, **Baukosten etwa 945.000 €**, Bildquelle: www.heinze.de

2011 Lehrte: kein Netzanschluss erforderlich (HELMA Eigenheimbau AG)



Abb. 8: das energieautarke Haus von HELMA in Lehrte/Hannover, 5 kWh/m²a Primärenergieverbrauch, solare Deckung Strom 100% / Wärme 65%, **Baukosten 398.000 €**, Bildquelle: Timo Leukefeld

2011 Entwurf: Netzanschluss erforderlich (TU Dresden)



Abb. 9: 2. Platz des offenen interdisziplinären Wettbewerbs von Hochschulen Ende 2010: Plusenergiehaus Planungsentwurf der TU Dresden, **geplante Baukosten etwa 980.000 €**, Bildquelle: BINE

2011 Berlin: Netzanschluss erforderlich (Prof. Sobek)



Abb. 10: Gewinner des offenen interdisziplinären Wettbewerbs von Hochschulen Ende 2010: Plusenergiehaus Planungsentwurf von Prof. Sobek für Standort Berlin, **Baukosten > 1.000.000 €**, Bildquelle: Timo Leukefeld

Visuelle Eindrücke vom ersten energieautarken Haus in Lehrte, was am 5. Mai 2011 eingeweiht wurde



Abb. 11: Südostansicht



Abb. 12: Südwestansicht



Abb. 13: Westansicht



Abb. 14: Nordostansicht [Quelle: HELMA Eigenheimbau AG]



Abb. 15: Nordansicht [Quelle: HELMA Eigenheimbau AG]



Abb. 16: Wohnen [Quelle: HELMA Eigenheimbau AG]

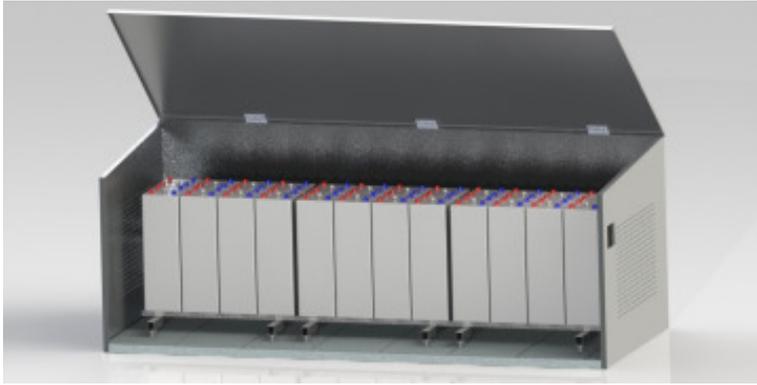


Abb. 17: Akkuspeicher für Solarstrom außen aufgestellt [Quelle: Sunstrom GmbH]



Abb. 18: Elektromobilität am energieautarken Haus.

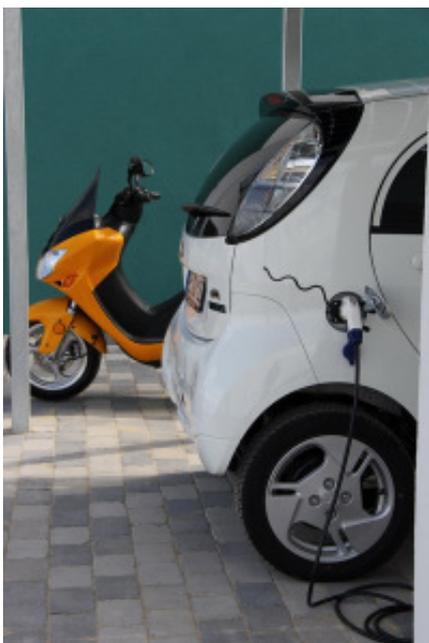


Abb. 19: Ladevorgang auch am Abend durch leistungsstraken Akku möglich. Im Hintergrund E-Roller .

Freiberg: Das EnergieAutarkeHaus in Zahlen

beheizte Wohnfläche	161 m ²
Gebäudenutzfläche nach EnEV	AN = 239,60 m ²
beheiztes Gebäudevolumen	748,82 m ³
KfW Effizienzhaus	55
Jahresheizwärmebedarf	38,77 kWh/m ² a
Wärmebedarf für Heizung Hz und Warmwasser WW laut EnEV	Heizung 9.344 kWh/a max. Warmwasser 3.500 kWh/a
Stromverbrauch	2.000 kWh/a
Primärenergiebedarf	5 kWh/m ² a (90 % unter EnEV 2009, 80 % unter Passivhaus)
Kollektorfläche (dachintegriertes System)	46 m ²
Dachneigung	45°
Langzeitwärmespeicher/Schichtspeicher	9 m ³
Solare Deckung	Wärme > 60 % und Strom 100 %
Kaminofen (Naturzugholzvergaser mit Wärmeübertrager)	25 kW
Brennstoffbedarf Buche	2-3 rm/a
Jährliche Brennstoffkosten	150-200 €/a
PV – Modulfläche (dachintegriertes System)	8,4 kWp (58 m ²)
Erzeugter Solarstrom	ca. 8.000 kWh/a (das Vierfache des jährl. Stromverbrauches)
Stromspeicher	58 kWh
Wärmeverteilung	Fußbodenheizung
Intelligente Steuerung der Energietechnik	Strom und Wärme
Intelligente Produkte, Farbe die die Luft reinigt via cradle to cradle Prinzip (von der Wiege zur Wiege)	Teppichboden, Wandfarbe
Mauerwerk ohne zusätzliche Dämmung	42 cm monolithische Ziegelwand mit U – Wert 0,18 W/m ² K
Kosten	398.000 €

AUTOR & COPYRIGHT BY:
PROF. DIPL.-ING. TIMO LEUKEFELD
 FIRMA TIMO LEUKEFELD – ENERGIE VERBINDET
 HALSBRÜCKER STR. 34, D-09599 FREIBERG
 TEL.: +49(0)3731 / 41 93 860, FAX: 41 93 861
 I-MEHL: POST@TIMO-LEUKEFELD.DE, INTERNET: WWW.TIMO-LEUKEFELD.DE

