

Drei- bis fünftausend Liter Heizöl mussten die Grünigs jedes Jahr bestellen – je nach Witterung und Befüllungszeitpunkt. Heute benötigen sie für dieselbe Energiedienstleistung 3600 kWh Elektrizität pro Jahr. Der Quantensprung ist möglich durch bauliche Massnahmen und eine raffinierte Haustechnik. **Othmar Humm**

# Faktor 10 am Sonnenhang



Haus Grünig in Küttigen  
(AG-395)

An bevorzugter Wohnlage steht das Einfamilienhaus von Annelise und Kurt Grünig in Küttigen, drei Kilometer nördlich von Aarau. Der Südhang über dem Aaretal bietet Weitsicht und reichlich Sonne. Beides ist für ein zukunftsfähiges Bauen von grossem Nutzen. Denn die Sonne ist der wichtigste Energielieferant. Zudem setzen nachhaltige Bauweisen mittel- und langfristige Perspektiven voraus. Beispielsweise die drohende Verknappung fossiler Energien – mit der damit verbundenen Preisentwicklung.

## Architektur der 70-er Jahre

Das Haus ist in mehrfacher Hinsicht typisch: Baujahr 1976, drei Jahre nach dem Ölpreisschock, zweigeschossig mit Pultdach, am Dorfrand der Aargauer Gemeinde

gelegen, doppelschaliges Mauerwerk und Ölheizung sind die Stichworte dazu. Für die ersten beiden Jahre ist ein Heizölverbrauch zwischen 4 000 und 5 000 Liter pro Jahr dokumentiert. Durch Absenkung der Raumlufttemperatur während der Nacht sowie – aufgrund beruflicher Abwesenheit – tagsüber unter der Woche resultierte eine Verbrauchsminderung auf unter 3 000 Litern Heizöl. In Anbetracht des Dämmniveaus und der Haustechnik ist dieser Verbrauch moderat. Erst im Vergleich mit dem heutigen Verbrauchswert fragen sich viele, auch die Grünigs: Wieso ist diese Art der intelligenten Sanierung von Wohnbauten nicht weiter verbreitet?

## Bauhülle und Haustechnik

Was heisst intelligent? Im wesentlichen ist es die Kombination von konsequenter Wärmedämmung der ganzen Bauhülle und einer effizienten Wärmeerzeugung. Auf die Aussenwand mit zweimal Backstein und 3 cm eingelegtem Vetroflex als Kerndämmung wurden 20 cm Wärmedämmung montiert. Mit  $0,154 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  beträgt der Wärmedurchgang (U-Wert) heute weniger als ein Fünftel als vor der Sanierung (U-Wert:  $0,81 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ). In ähnlicher Art sind Dach und Boden nachgedämmt worden. Zudem wurden im ganzen Haus Wärmeschutzfenster montiert. Das Resultat: Der Heizwärmebedarf, die Schlüsselgrösse zur Bewertung der Bauhülle, liegt heute bei  $70 \text{ kWh/m}^2$  und damit 27 % unter der Primäranforderung von Minergie (2006). Apropos Sonne: sie deckt über die Fenster mit 4580 kWh fast ein Viertel der Transmissions- und Lüftungswärmeverluste (Tabelle). Und sie liefert über die Photovoltaikanlage weit mehr als die gesamthaft notwendige Elektrizität für die Wärmepumpe, für Beleuchtung und Geräte des Gebäudes.

## Kompaktgerät für die Haustechnik

Heizen, kühlen, Wasser erwärmen und die Luft erneuern: das sind die vier Funktionen des Haustechnik-Kompaktgerätes «Zehnder Comfobox». Die Box hat die Grösse eines kleinen Kleiderschranks, daneben steht der Warmwasserbehälter, ein «Beistellboiler», die Heizverteilung hängt an der Wand. Die platzsparende Einrichtung ist im ehemaligen Tankraum untergebracht, im ursprünglichen Heizungsraum sind die Wechselrichter der Photovoltaikanlage installiert und ausserdem bleibt Platz für ein Archiv. Im unteren Teil der Comfobox ist die Wärmepumpe installiert, darüber das Lüftungsgerät. Im Warmwasserbetrieb alimentiert die Wärmepumpe den Boiler, im Heizbetrieb geht die Wärme über die Register der Bodenheizung in die Räume. Primärseitig hängt die WP an einer 102 m tiefen Erdwärmesonde; sie wurde im Zuge der Sanierung auf dem Parkplatz vor dem Haus abgeteuft – ein praktischer Standort zur Positionierung des Bohrgerätes. Über diese Sonde lässt sich – bei Umgehung der Wärmepumpe – das Haus in Direktschaltung kühlen. Ein grosser Bedarf für die

Kühlung besteht im Haus Grünig allerdings nicht, denn die Fenster sind mit motorisch bedienbaren Sonnenstoren ausgerüstet. «Interessant ist die Kühlfunktion erst bei Sommertemperaturen über  $26^\circ\text{C}$ », meint Kurt Grünig dazu, «dann läuft nur die Umwälzpumpe, was wenig Energie benötigt.»

## Effizienz höher als veranschlagt

Die Comfobox erzeugt Raumwärme mit einer Jahresarbeitszahl von fast 4. Das ist eine Werkangabe, wird aber durch Messungen mehr als bestätigt. Denn statt des rein rechnerischen Verbrauches, unter Berücksichtigung der JAZ von 3,96, von 4781 kWh pro Jahr, wurden in den letzten drei Jahren tatsächlich lediglich 3600 kWh verbraucht. Der effektive Minderverbrauch von 24,7 % hat zwei Gründe: Zum einen liegt der Aufwand für die Wassererwärmung um 311 kWh pro Jahr tiefer als veranschlagt, weil die tatsächliche Belegung durch Personen nicht der Standardnutzung gemäss Norm SIA 380/1 entspricht und die der Berechnung als Basis dient. Die Messwerte zeigen aber auch, dass die Wärmepumpe effizienter arbeitet, als dies der Nachweis und die Werkangaben dokumentieren. Zusammen mit der Wärmeerzeugung benötigen die Bewohner gut 5000 kWh Elektrizität pro Jahr. Mehr als das Doppelte erzeugen sie auf dem Dach selbst. Dort ist eine Photovoltaikanlage mit einer (Spitzen-) Leistung von 11,3 kW installiert. Der jährliche Ertrag beträgt 11000 kWh.

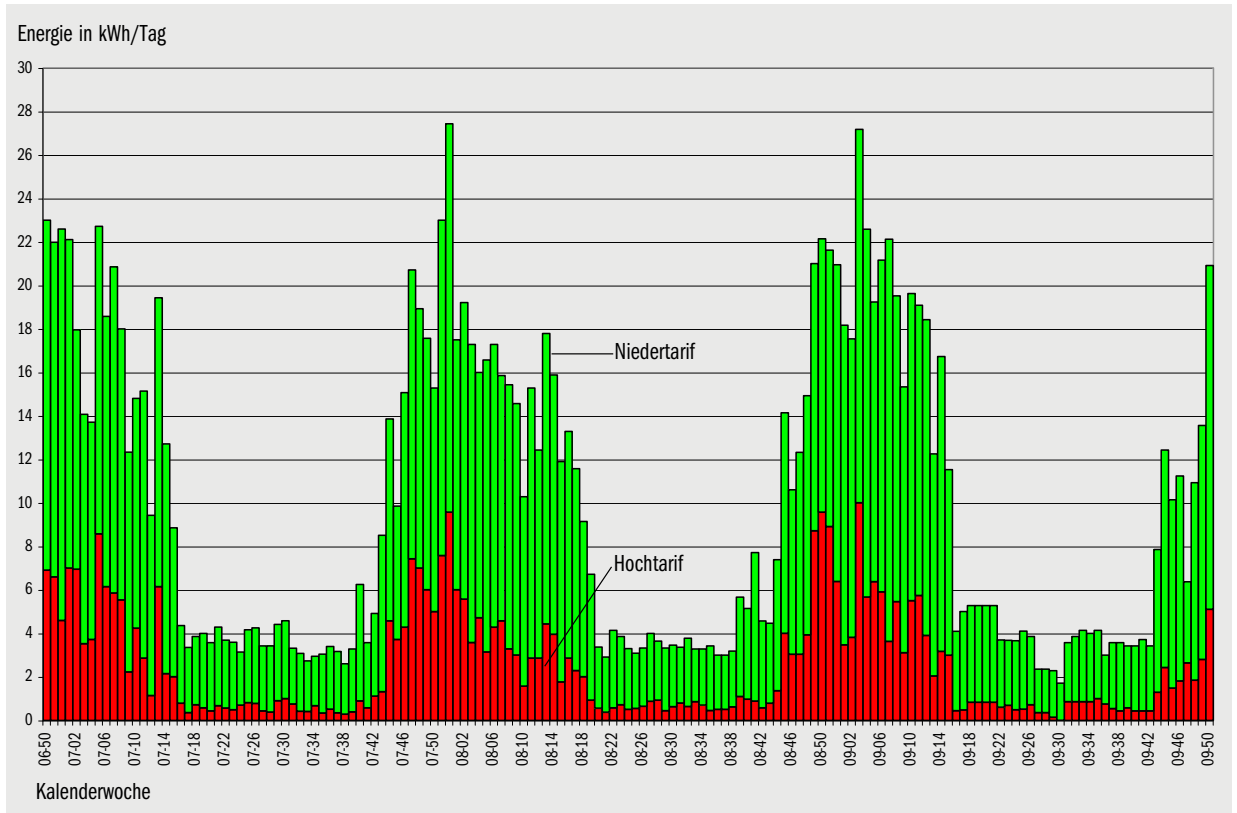
### Zehnder Comfobox

Die Haustechnik kommt vorgefertigt auf die Baustelle, in einem Kasten von 1,9 m Höhe, 0,6 m Tiefe und 1,1 m Breite. Die Einbringmasse erlauben also noch etwas Spielraum. Sowohl Heiz- und Kühlleistung als auch die Luftmenge sind in einem breiten Spektrum variierbar. Frei ist der Planer und Installateur in der Ausgestaltung der Primär- und der Sekundärseite. Die Comfobox kann also mit einer Abwärmenutzung verbunden sein, mit einer Erdwärmesonde, sie arbeitet auf Bodenheizregister ebenso wie auf Radiatoren oder auf Nachheizregister von Lüftungsanlagen, auch der Anlage innerhalb der Comfobox. Als Kältemittel zirkuliert in der Wärmepumpe R134a oder R410a.

### Daten am Beispiel des Gerätetyps 5:

Heizleistung ( $0^\circ\text{C}/35^\circ\text{C}$ und $0^\circ\text{C}/50^\circ\text{C}$ )	4,9 und 4,8 kW
Kühlleistung ( $0^\circ\text{C}/35^\circ\text{C}$ und $0^\circ\text{C}/50^\circ\text{C}$ )	3,8 kW und 3,3 kW
Leistungszahl COP ( $0^\circ\text{C}/35^\circ\text{C}$ und $0^\circ\text{C}/50^\circ\text{C}$ )	4,2 und 3,0

Elektrizitätsverbrauch der Zehnder Comfobox vom 1. Dezember 2006 bis 30. November 2009 für Heizen, Wassererwärmung, Lüfterneuerung und Kühlung. Der zum Hochtarif bezogene Strom (dunkel eingefärbt) ist in der Summenkurve enthalten. Insgesamt beträgt der Strombedarf im Mittel 3 600 kWh pro Jahr. (Grafik: Kurt Grünig)



Rechts ist die Comfobox sichtbar, dahinter der Warmwasserbehälter.  
Bild: Kurt Grünig

### Und die Kosten?

Kurt Grünig verfolgte mit dem Umbau vor allem zwei Ziele: ein verbesserter Komfort und eine langfristige Werterhaltung. Von den gesamten Kosten von mehreren hunderttausend Franken entfallen rund 180 000 Franken auf energetisch relevante Massnahmen. Davon entfallen 106 000 Fr., entsprechend 59 %, auf die Gebäudehülle, 34 % oder 62 000 Fr. auf die Haustechnik ohne PV-Anlage und 12 000 Fr. (7 %) auf die Planung. Mit der Energiekosteneinsparung lässt sich dieses eingesetzte Kapital verzinsen. Und auf die Steuern wirkt sich die Bauerei ebenfalls mindernd aus. Denn ein happiger Teil der Kosten ist steuerlich absetzbar. Nicht verwunderlich, dass Kurt Grünig eine positive Bilanz zieht: «Ohne Umtriebe ging das nicht über die Bühne», meint Grünig, «aber es hat sich gelohnt».

#### Beteiligte

##### Bauherrschaft

Kurt und Annelise Grünig, 5024 Küttigen

##### Planung der Modernisierung

Architekturbüro Setz, 5102 Rapperswil

##### Haustechnik

Zehnder Comfosystems, 8820 Wädenswil

## Daten Einfamilienhaus Grünig, Küttigen (2006)

<b>Gebäude</b>		Solare Wärmegewinne	28,3 kWh/m <sup>2</sup>
Standort	Oesterweg 16, Küttigen	Nutzungsgrad der Gewinne	0,89
Baujahr	1976	<b>Wärmeerzeugung: Wärmepumpe (JAZ)</b>	
Modernisierungszeitraum	2. August bis 28. November 2006	WP im Heizbetrieb	3,94
Minergiezertifikat	AG-395	WP im Warmwasserbetrieb (JAZ: Jahresarbeitszahl)	2,76
Energiebezugsfläche	181,8 m <sup>2</sup>	<b>Lufterneuerung</b>	
Gebäudehüllzahl	2,27	Nennluftvolumenstrom	150 m <sup>3</sup>
Verhältnis Fenster und Türen zu EBF	18,2%	Elektrische Leistung aller Ventilatoren	71 W
<b>Heizwärmebedarf</b>		Wärmerückgewinnungsgrad	80%
Grenzwert Norm SIA 380/1	113 kWh/m <sup>2</sup>	<b>Gewichtete Energiekennzahl (ungewichtet/gewichtet)</b>	
Primäranforderung Minergie	96,9 kWh/m <sup>2</sup>	Strombedarf Lüftungsanlage	3,4 / 6,8 kWh/m <sup>2</sup>
Objektwert mit		Strombedarf Heizen	17,9 / 35,8 kWh/m <sup>2</sup>
■ Standardluftwechsel	78,9 kWh/m <sup>2</sup>	Strombedarf Warmwasser	5,0 / 10,0 kWh/m <sup>2</sup>
Norm SIA 380/1		Energiekennzahl	26,3 / 52,7 kWh/m <sup>2</sup>
■ effektivem Luftwechsel	70,5 kWh/m <sup>2</sup>	Anforderung Minergie	- / 80,0 kWh/m <sup>2</sup>
Thermisch wirksamer		Rechnerischer Stromverbrauch für die Hasutechnik	4 781,3 kWh/a
Aussenluftvolumenstrom		<b>Gemessener Verbrauch</b>	
Wärmebedarf Warmwasser	0,31 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	Mittel der Jahre 1976 bis 2006	30 220 kWh/a (Heizöl)
<b>Energiebilanz</b>		Mittel der Jahre Dezember 2006 bis November 2009	3 600 kWh/a (Strom)
Transmissionswärmeverlust	100,8 kWh/m <sup>2</sup>		
Lüftungswärmeverlust	9,4 kWh/m <sup>2</sup>		
Interne Gewinne (Personen und Geräte)	15,8 kWh/m <sup>2</sup>		

Gut eingepackt: Das Haus Grünig während der Renovation und danach.

