

# Komfort – ohne Fremdenergie

## Nullenergiehaus setzt Massstäbe



## Einfamilienhaus in Dintikon

### Besondere Merkmale

---

- Erstes Minergie-P-Haus der Schweiz
- Passivhaus-Zertifikat
- Minimaler Wärmebedarf dank sehr guter Wärmedämmung
- Photovoltaikanlage
- Sonnenkollektoren für Warmwasser
- Ausgeglichene Jahres-Energiebilanz

### Objektdaten

---

- Baujahr: 2003
- Anzahl Zimmer: 5 ½ ausbaubar zu 6 ½-Zimmer
- Energiebezugsfläche: 220 m<sup>2</sup>
- Baukosten BKP 2 (nur Gebäude ohne unbeheizte Nebenbauten): 700 000 Fr.



## Ausgangslage

Die Bauherrschaft stellte hohe Anforderungen an ihr zukünftiges Einfamilienhaus: Zertifizierung nach Minergie-P, eine ausgeglichene Energiebilanz, eine gute Kombination von passiver und aktiver Sonnenenergienutzung, eine moderne und ökologische Bauweise, eine Fassadenverkleidung mit FSC-zertifiziertem Holz und eine umweltgerechte Umgebungsgestaltung. Zusammen mit dem Architekten suchten sie nach einem geeigneten Bauplatz in der Grossregion Zürich. Fündig wurde man im aargauischen Dintikon. Das Grundstück liegt nordseitig an einer Kantonsstrasse und westseitig an einer Zufahrtsstrasse zum Gemeindewerkhof. Gegen Süden grenzt es an unverbaubares Landwirtschaftsland, so ist auch längerfristig garantiert, dass keine Verschattung durch Neubauten auftritt. Die Nachteile der viel befahrenen Kantonsstrasse nimmt die Bauherrschaft in Kauf, da zumindest die Lärmimmissionen durch die dichte Hülle und die mechanische Wohnungslüftung kein Problem darstellen.

## Gebäudehülle

Einfamilienhäuser haben generell ein schlechtes Verhältnis zwischen Aussenfläche und Energiebezugsfläche. Dies macht es schwierig, den Minergie-P-Standard zu erreichen. Dank der kompakten Bauweise und einer wärmebrückenfreien und luftdichten Bauhülle mit sehr guter Wärmedämmung konnte dies trotz einer Gebäudehüllziffer von 2,06 erreicht werden. Der Boden im Erdgeschoss – das Gebäude ist nicht unterkellert – ist über der Bodenplatte mit 28 cm mächtigen Polyurethanplatten gedämmt und erreicht einen U-Wert von  $0,09 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Der Holzrahmenbau ist in Elementbauweise gefertigt. Die Aussenwände verfügen über eine Mineralwolldämmung von 38 cm, woraus ein U-Wert von  $0,11 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  resultiert. Das Flachdach schliesslich weist eine 40 cm mächtige Wärmedämmung und einen U-Wert von  $0,11 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  auf. Die dreifach verglasten

*Die Nordfassade grenzt an eine viel befahrene Strasse. Dank guter Dämmung und mechanischer Lüftung ist der Lärm jedoch kaum ein Problem. (Bild Tom Stocker)*



2 Fenster mit Krypton-Gas-Füllung verfügen über einen gedämmten Aluminium-Holz-Rahmen. Sie erreichen einen U-Wert von  $0,74 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Dank der gut gedämmten Fenster ist der Netto-Solarstrahlungsgewinn über die Glasflächen grösser als die Verluste. Über 40 % der gesamten Wärmeverluste des Gebäudes werden über die passive Sonnenenergienutzung kompensiert. Somit beläuft sich der Heizwärmebedarf auf nur  $12,5 \text{ kWh/m}^2$ . Für das Haus mit einer beheizten Fläche von  $220 \text{ m}^2$  ergibt das rund 300 l Heizöl pro Jahr.

## Heizen über die Luft

Aufgrund des sehr tiefen Heizwärmebedarfs kann auf eine hydraulische Wärmeverteilung verzichtet werden. Die Wärme wird von einer Wärmepumpe bereitgestellt und den Räumen über die Lüfterneuerungsanlage zugeführt. Die Frischluft strömt zuerst über ein zweimal 42 m langes Erdregister. Weil der Bau nicht unterkellert ist, wurde das Erdregister unter dem Haus verlegt. Anschliessend wird die Zuluft im Lüftungsgerät an einem Gegenstrom-Wärmetauscher durch die Abluft erwärmt. Die Wärmerückgewinnung erreicht einen Wirkungsgrad von 80 % – der Heizwärmebedarf senkt sich dadurch von  $24,2 \text{ kWh/m}^2$  auf  $12,5 \text{ kWh/m}^2$ . Im Winter wird die Zuluft zum Heizen über eine Wärmepumpe im Kompaktlüftungsgerät auf maximal  $52 \text{ °C}$  erwärmt. Als Wärmequelle dient die Abluft aus der Lüftungsanlage nach der Wärmerückgewinnung. Aus Behaglichkeitsgründen kann im Badezimmer nach Bedarf ein Elektrostrahler zugeschaltet werden. Eine besondere Herausforderung ist bei einem Minergie-P-Bau die Leitungsführung. In Aussenwänden verlegt, können die Leitungen zu Wärmebrücken führen und die Luftdichtigkeit der Gebäudehülle reduzieren. Der Platzbedarf der mit 50 mm gedämmten Zuluftrohre ist gross, weshalb alle Leitungen im Gangbereich verlaufen, wo die Decke rund 20 cm heruntergehängt ist. Im Obergeschoss sind die Leitungen in den Einbauschränken integriert.

*Die knapp  $50 \text{ m}^2$  grosse Photovoltaikanlage sollte jährlich etwa 5700 kWh Strom liefern. (Bild Architekturbüro Setz)*





## Sonnenenergienutzung

Das Warmwasser, das bei einem Minergie-P-Haus rund die Hälfte des Wärmebedarfs ausmacht, wird zu über 60 % mit Sonnenkollektoren erwärmt. Die 4,5 m<sup>2</sup> Flachkollektoren sind auf dem Flachdach auf Betonständern in einem Winkel von 30° montiert. Um den Boiler und das Solarsystem im Sommer vor Überhitzung zu schützen, entleeren sich die Kollektoren beim Erreichen der gewünschten Temperatur automatisch – wird Wärme benötigt, startet der Kollektorkreislauf wieder. Die Vorteile dieses Systems: Es entstehen bei hohen Temperaturen keine Druckbelastungen in den Kollektoren, die zu Schäden führen können. Die Umwälzpumpe muss über Nacht nicht laufen, um das System auszukühlen – somit sinkt der Stromverbrauch. Weil sich das System auch bei tiefen Temperaturen entleert, ist weniger Frostschutzmittel notwendig – so erhöht sich der Wirkungsgrad der Kollektoren. Allerdings muss die Umwälzpumpe genug stark sein, um das Wasser nach der Entleerung wieder hochzupumpen. Dank einer Höhendifferenz von nur 5 m reicht bereits eine geringfügig stärkere Umwälzpumpe als bei einer herkömmlichen Anlage.

Der 320 Liter fassende Boiler ist thermisch geschichtet. Im untersten Teil befinden sich die Wärmetauscher des Kollektorkreislaufs. Reicht die Sonnenenergie nicht mehr aus, schaltet sich automatisch die Wärmepumpe aus dem Kompaktlüftungsgerät zu und versorgt das vorgewärmte Wasser im Boiler auf einem höheren Niveau mit zusätzlicher Wärme. Aufgrund der tiefen Leistung kann die Wärmepumpe allerdings nicht gleichzeitig die Luft heizen und das Wasser erwärmen. Für extreme Lastspitzen ist deshalb im oberen Teil des Boilers ein Elektrostab eingebaut.

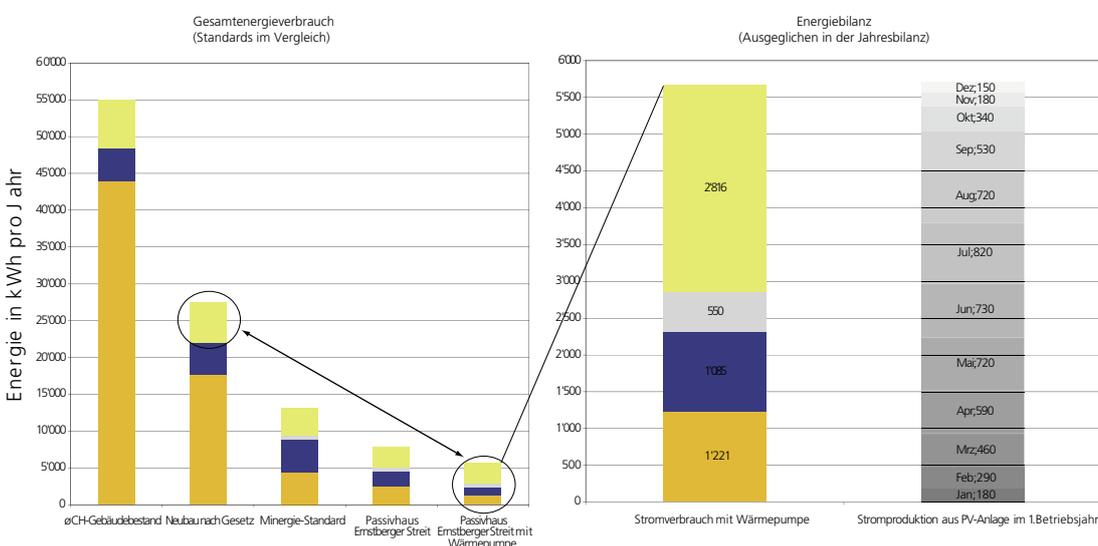
Auf dem Flachdach des Minergie-P-Hauses ist eine 49,5 m<sup>2</sup> grosse Photovoltaikanlage installiert. Die 57 monokristallinen Module erreichen eine Leistung von 6,27 kW<sub>p</sub> und sollen in einem Jahr einen Ertrag von 5700 kWh erbringen.

## Ausgeglichene Energiebilanz

Um den Stromverbrauch tief zu halten, wurde bei der Beleuchtung und bei den Haushaltsgeräten nur das effizienteste Material gewählt. Trotzdem macht der Energiebedarf für diesen Teil 50 % des Gesamtenergiebedarfs für Heizung, Warmwasser, Lüfter- und Haushaltsstrom aus. Insgesamt beträgt der jährliche Elektrizitätsbedarf knapp 5700 kWh. Übers Jahr betrachtet, liefert die Photovoltaikanlage also genügend Strom für das ganze Einfamilienhaus. Der Wegweisende Bau beweist, dass ein Nullenergiehaus möglich ist und dass die Dachfläche eines Hauses ausreicht, um den Jahresenergiebedarf vollständig zu decken. Deshalb ist das Objekt ein Pilot- und Demonstrationsprojekt von EnergieSchweiz und Minergie und wurde mit dem Schweizerischen Solarpreis 2003 ausgezeichnet.

## Kosten

Der gesamte Bau kostete nach BKP 2 (inklusive Solaranlagen, ohne unbeheizte Nebenbauten) rund 700 000 Fr., bei einem Volumen von 862 m<sup>3</sup>, was einem Kubikmeterpreis von gut 800 Fr. entspricht. Wäre das Haus unterkellert, würde der Kubikmeterpreis auf unter 700 Fr. fallen – rund 550 bis 600 Fr./m<sup>3</sup> sind bei einem Haus nach gesetzlichem Energiestandard die Regel. Für das Erreichen des Minergie-P-Standards schätzt der Architekt den Mehraufwand gegenüber einem Neubau nach Gesetz auf 80 000 Fr. Insbesondere die Dämmung, die etwa doppelt so teuren Fenster und höhere Planungskosten schlagen dabei zu Buche. Ausserdem sind noch da und dort teurere Bauteile notwendig, wie etwa die Haustüre oder die Geräte. Bis zum Nullenergiehaus kommen noch einmal 70 000 Fr. hinzu. Die Photovoltaikanlage alleine kam auf 60 000 Fr. zu stehen. Trotz Wertsteigerung der Liegenschaft und jährlichen Einsparungen bei den Energiekosten von schätzungsweise 1500 Fr. amortisieren sich die Mehrkosten in der Lebenszeit des Hauses kaum – ausser die Energiepreise steigen.



*Der Gesamtenergiebedarf im Minergie-P-Haus Dintikon ist nicht höher als der Haushaltsstrom in einem konventionellen Haus. Übers Jahr gesehen, vermag die Photovoltaikanlage den Strombedarf zu decken – die Jahresenergie-Bilanz ist ausgeglichen. (Quelle Grafik Otmar Spesch)*

## Erfahrungen

Das Haus ist seit März 2003 bewohnt. Im Jahrhundertsommer stiegen die Temperaturen nie über 27°C, dies obwohl eine Tür in den Garten wegen der Hunde tagsüber immer geöffnet blieb. Bis Mitte Oktober wurde die Heizung nie eingeschaltet, trotzdem erreichte die Innenraumtemperatur immer 23°C. Die Photovoltaikanlage, seit Februar 2003 in Betrieb, hatte dank dem aussergewöhnlich sonnigen Sommer Ende August 2003 ihr Jahressoll schon fast erreicht.

## Gebäudedaten

Energiebezugsfläche	220 m <sup>2</sup>
Gebäudehüllziffer	2,06
Wärmeleistungsbedarf nach Minergie-P	9,67 W/m <sup>2</sup>
Heizwärmebedarf 380/1	
ohne WRG, Elektrizitätsverbrauch nach Standardnutzung 380/1 (80 MJ/m <sup>2</sup> )	22,5 kWh/m <sup>2</sup>
ohne WRG, Elektrizitätsverbrauch reduziert nach Minergie-P (60 MJ/m <sup>2</sup> )	24,2 kWh/m <sup>2</sup>
mit WRG, mit Minergie-P-Standardluftwechsel (0,27 m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup> )	13,6 kWh/m <sup>2</sup>
mit WRG, mit eff. thermisch wirksamen Aussenluftvolumenstrom 0,21 m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup>	12,5 kWh/m <sup>2</sup>
Luftdichtheit n <sub>50</sub>	0,33 /h
Nennluftvolumenstrom	0,84 m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup>
Elektrizitätsbedarf Lüftung	2,7 kWh/m <sup>2</sup>
Photovoltaikanlage	
Fläche	49,5 m <sup>2</sup>
Leistung	6,27 kWp
Stromproduktion	5700 kWh

## Adressen

### Bauherrschaft

Marianne Ernstberger, Adrian Streit, Dintikon

### Architektur, Bauleitung

Architekturbüro Setz, Obermatt 33, 5102 Rapperswil,  
Tel: 062 889 22 60, [www.setz-haus.ch](http://www.setz-haus.ch)

### Gebäudestatik, Systembau

Renggli AG, Gleng, 6247 Schötz, 062 748 22 22,  
[www.renggli-haus.ch](http://www.renggli-haus.ch)

### Energiekonzept, Haustechnik, Luftdichtheitsprüfung

Otmar Spescha, Untere Mangelegg 3, 6430 Schwyz,  
Tel: 041 811 40 70, [www.passivhaus.ch](http://www.passivhaus.ch)

### Planung Sonnenkollektoren und Photovoltaikanlage

Hauri Energietechnik, Gartenlaubenstrasse 16, 6430 Schwyz, Tel: 041 811 81 44

Rüesch Solartechnik AG, Bleicheweg 5, 5605 Dottikon,  
Tel: 056 616 77 00, [www.rueschsolar.ch](http://www.rueschsolar.ch)

## Informationen, Literatur

### Minergie-P-Zertifizierungsstelle

Technikumstrasse 21, 6048 Horw  
Kontaktperson: Reto von Euw,  
[minergie-p@minergie.ch](mailto:minergie-p@minergie.ch), Tel. 041 349 32 76

**Mit Minergie-P ein Plus an Bauqualität**, Informationen für Planer und Bauherrschaften über den fortschrittlichen Baustandard Minergie-P. Broschüre Minergie. Bezug: Geschäftsstelle Minergie, Tel. 031 350 40 60, [info@minergie.ch](mailto:info@minergie.ch)

**Die neue Herausforderung:** Das Passivhaus heisst in der Schweiz Minergie-P, Othmar Humm, erschienen in: tec dossier Minergie, Sonderheft von tec 21. Juni 2003

## EnergieSchweiz

Bundesamt für Energie BFE, Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern  
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · [office@bfe.admin.ch](mailto:office@bfe.admin.ch) · [www.energie-schweiz.ch](http://www.energie-schweiz.ch)