

Ein Meilenstein des energieeffizienten Bauens



Impressum

Verfasser

Dr. Ruedi Kriesi

Quelle

Erfahrungen aus 25 Jahren Betrieb der ersten Minergie-Siedlung, vom Null-Heizenergie-Demonstrationsprojekt zum Minergie-A-Haus. Ruedi Kriesi, Dr. sc. techn., Kriesi Energie GmbH. AWEL 2016

Fotos

Nick Brändli

Kontakt

AWEL, Abteilung Energie, energie@bd.zh.ch, Telefon 043 259 42 66 September 2016

Trend gesetzt

Mit «null Heizenergie» sind die Boller-Häuser weit über die Schweiz hinaus bekannt geworden. Heute, 25 Jahre später, lassen sich Stärken und Unzulänglichkeiten dieser Siedlung benennen.

Das Projekt «Im Boller» in Wädenswil mit 5 Doppelhäusern wurde 1990 als Pilot- und Demonstrationsprojekt durch den Autor als Energietechniker initiiert und zusammen mit dem Architekten Ruedi Fraefel und zehn damals jungen Familien gebaut. Die technischen Möglichkeiten der damals verfügbaren energieeffizientesten Produkte sollten breit dargestellt werden. Geplant war ein Energieverbrauch um den Faktor 12 unter dem des damaligen durchschnittlichen Neubaus. Das ambitionierte Ziel wurde auch erreicht, wie Messungen der EMPA von 1991 bis 1994 zeigten, und liegt immer noch um einen Faktor 4 unter dem Standard Minergie-P.

Wärmebedarf reduzieren

Die Siedlung sollte so weit wie möglich mit Sonnenenergie beheizt werden. Zur Minimierung der Kosten wurde mit allen verfügbaren Mitteln der Bedarf reduziert, weil die Massnahmen dazu, vor allem Wärmedämmung und Lüftung mit Wärmerückgewinnung, im tiefen Winter weit kostengünstiger sind als Sonnenenergie. Walter Schiesser, damals Redaktor der NZZ, nannte dies in einem Artikel über das Projekt sehr treffend «Senkung des Wärmebedarfs bis zur Solartauglichkeit».

Um die Mehrkosten tief zu halten, wurden nur zwei Doppelhäuser für fast null Heizenergie konzipiert. Deren Ziel war nicht maximale Wirtschaftlichkeit, sondern minimaler Verbrauch. Näher am wirtschaftlich vertretbaren Mass lagen die drei Niedrigener-

gie-Doppelhäuser. In diesen wurden die gleichen Massnahmen zur Reduktion des Verbrauchs umgesetzt, aber nur kleine Solaranlagen installiert.

Die ausgezeichnete Wärmedämmung, die konsequent luftdichte Bauhülle und die Komfortlüftung waren vor 25 Jahren
noch ganz neu. Diese Massnahmen senken aber nicht nur den
Wärmebedarf im Winter, sondern erhöhen auch ganz erheblich den Wohnkomfort. Dieser Zusammenhang wurde in den
ersten Betriebsjahren in der Siedlung erkannt. Zur Verbreitung
der neuen Erkenntnisse hat der Autor, in enger Zusammenarbeit mit dem Betriebswirtschafter Heinz Uebersax, die Marke
Minergie geschaffen und eingeführt, die für Energieeffizienz,
Lebensqualität und Werterhaltung steht.

Vergleich der Massnahmen

Die Siedlung wird inzwischen 25 Jahre bewohnt. Im Auftrag der Energiefachstelle des Kantons Zürich hat der Autor einen Vergleich der eingesetzten Massnahmen mit dem heutigen Baustandard durchgeführt. Vieles, was bei der Entstehung noch ganz neu war, wird heute breit eingesetzt. Einiges hat sich zwar gut bewährt, wird von der Bauwirtschaft erstaunlicherweise aber kaum beachtet. Anderes ist durch die Entwicklung überholt worden.



Das Doppelhaus mit den Fassadenkollektoren (links); für die Bewohner gewährt das Konzept gute Sicht auf den Zürichsee.

Technik und Wirkung

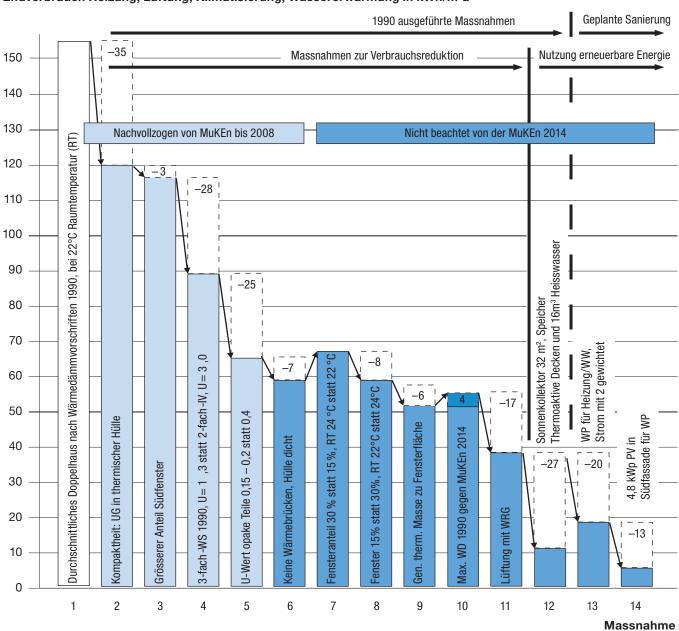
Mit folgenden Massnahmen wurde der geringe **Energieverbrauch erreicht.**

- Massnahme (Grafik): Ausgangspunkt 1990 ist die Hälfte eines Doppeleinfamilienhauses mit 199 m² Energiebe-U-Werten der opaken Teile von 0,4 W/m²K, beheizt auf 22 °C.
- Durch Aussendämmung des UG mit XPS-Platten steigt seren Einfluss. die Aussenfläche leicht um die Fläche der Kellerwände, die Energiebezugsfläche steigt aber um 37% auf 273 m², die Energiekennzahl sinkt markant.
- Trotz beeindruckender Aussicht gegen Norden auf den zahl ist beeindruckend. Trotz beeingruckender Aussicht gegen.

 Zürichsee werden 18 m² oder fast 50 % der Fenster gegen Süden gerichtet; der Einfluss im Vergleich zu einer gleichmässigen Ausrichtung ist gering.
- 3-fach-Wärmeschutz-Verglasungen eingesetzt.
- Daches mit Steinwolle realisiert.
- tigkeit der Hülle erreicht. Dazu gehört z.B. die doppelte Wand beide Reparaturen sehr teuer wären, ist eine Nachrüstung bezur Garage zur Abstützung der kalten Garagendecke, mit XPS- reits eingeleitet. Platten gedämmt (als verlorene Schalung im Zwischenraum).
- Ein 2014 erstellter Neubau hätte deutlich grössere Fens-Fenstern müsste die Raumtemperatur auf etwa 24°C erhöht d.h. neu bei niederem Elektrotarif respektive verfügbarem werden.
- Mit dem kleinen Fensteranteil bietet die Siedlung bei 22°C den erwarteten thermischen Komfort.
- Dank grosser thermischer Masse und moderater Fenster-Ifläche überheizt der Raum in den Wintermonaten nicht, d.h. die eingestrahlte Wärme ist vollständig für die Heizung verfügbar.

- Gegenüber den Einzel-U-Werten der neusten Vorschriften (MuKEn 2014) ist der im Baujahr 1990 noch zugsfläche, 38 m² Fensterfläche mit U-Wert 3,0 W/m² K und extreme Dämmstandard bereits knapp ungenügend - eine Überbewertung der Dämmung. Denn andere Massnahmen, wie die Fenstergrösse oder die Wohnungslüftung, haben weit grös-
 - Die Lüftung mit geführter Zu- und Abluft und Wärmerückgewinnung war 1990 im Wohnbau in der Schweiz ganz unbekannt. Ihre Wirkung auf Komfort und Energiekenn-
- Der Sonnenkollektor in der Südfassade erreicht seine maximale Wirkung bei tiefem Sonnenstand im Winter, liefert im Sommer aber genug zur Wassererwärmung. Anstelle immer noch zulässiger 2-fach-Isolier- werden Kurze, sonnenarme Phasen werden durch thermoaktive Böden überbrückt, längere durch einen grossen Heisswasserspeicher. Heute ist das Ende der Nutzungsdauer des Sonnenkollektors Die Aussendämmung der Wände wird mit XPS, des absehbar; die als Abdeckung eingesetzte transparente Wärmedämmung bildet Spalten. Gleiches ist auch für den Stahlspeicher zu erwarten, weil Inox-Stahl der Qualität V2A statt V4A ge-Mit einer grossen Zahl von Massnahmen wurden alle wählt wurde, der in den Schweissnähten punktuell korrodieren Wärmebrücken vermieden und eine erstklassige Dich- kann. Daraus ergibt sich ein grosses finanzielles Risiko. Weil
 - Die Sonnenkollektoren werden durch Wärmepumpen ersetzt. Die thermoaktiven Böden erlauben weiterhin • ter erhalten. Zur Kompensation des Kaltluftabfalls an den die Wärmezufuhr zum günstigsten Zeitpunkt im Tagesverlauf, Strom aus der PV-Anlage. Die Funktion des Langzeitspeichers und des bisher zur Spitzendeckung eingesetzten Holzofens übernehmen die Erdsonden und - solange Nachtstrom auch im Winter günstig bleibt - das Elektrizitätsnetz. Der Einbau einer Batterie, als Kurzzeitspeicher zur Verwendung des tagsüber produzierten Stroms am Abend und am frühen Morgen, ist später immer möglich.
 - Der Ersatz des Sonnenkollektors durch Photovoltaik-Module in der Südfassade optimiert weiterhin die Energieproduktion im Winter. Trotzdem wird im Sommer noch ein Überschuss von 1200 kWh entstehen, mit dem der Bezug an Haushaltstrom je nach Nutzer um 30 % bis 50 % reduziert wird. Mittelfristig wird Sommerstrom wegen der erwarteten stark erhöhten Kapazität an photovoltaischer Stromerzeugung in Europa wenig Wert haben. Dann werden die vertikalen, gegen Süden gerichteten Gewinnflächen in der Fassade optimal sein.

Endverbrauch Heizung, Lüftung, Klimatisierung, Wassererwärmung in kWh/m²a



Die Darstellung zeigt die energetische Wirkung der auf Seite 4 beschriebenen 14 Massnahmen; sie sind jeweils zwei Gruppen zugeordnet: 1990 ausgeführte sowie heute geplante neue Massnahmen; Massnahmen zur Minimierung des Wärmebedarfs sowie zur Gewinnung erneuerbarer Energien; Massnahmen als Vollzug der Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich, MuKEn 2008, sowie Massnahmen, die in der neuen MuKEn-Fassung 2014 nicht thematisiert werden.

Effektive Verbrauchswerte

Die Unterschiede im Verbrauch, insbesondere der sechs Niedrigenergiehäuser, sind enorm gross, variieren teilweise aber auch im gleichen Haus überraschend stark.

allenfalls durch Probleme in der Haustechnik erklären.

Solaranlagen setzt sich aus einem gemessenen elektrischen 2014 vorgeben - gegenüber dem spezifischen Fensteranteil und einem geschätzten Holzverbrauch zusammen. Nur Haus 3 zu suboptimalen Lösungen führt. Dies zeigt sich in der Diskrehat für die Zusatzheizung ausschliesslich Holz eingesetzt. In panz zwischen der Berechnung des Heizwärmebedarfs nach den übrigen drei Häusern wurde während vielen Jahren aus- Norm SIA 380/1 von Bauten mit einem grossen Fensteranteil schliesslich elektrisch nachgeheizt, weil deren Holzöfen zu we- und deren tatsächlichem Heizwärmeverbrauch. Denn die normnig Wärme an die Wassererwärmung und die Bodenheizung gerechte Berechnung unterschätzt die relativ grossen Verluste, abgeben. Der Wärmeverbrauch dieser Bauten unterschreitet die durch zu hohe Temperaturen in Räumen mit grossen Fensdie Anforderungen des strengen Minergie-A-Standards.

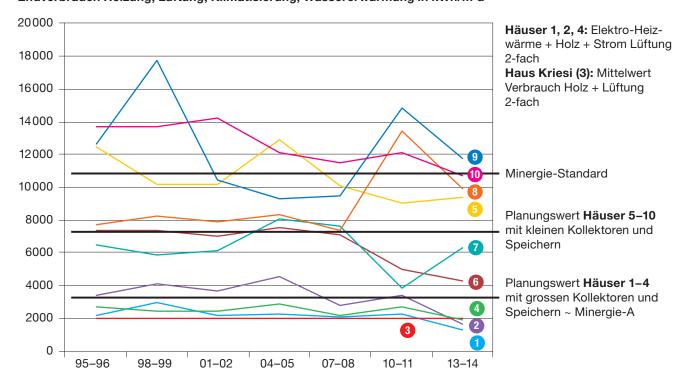
terfläche von lediglich 15% und einer Massivbauweise wäh-SIA 380/1 rechnet selbst bei 2- bis 3-mal grösseren Fenstern des U-Wertes. und heruntergehängter Decke mit einer fast vollständigen Nut- Der geplante Ersatz der thermischen Sonnenkollektoren und giebedarf führt als berechnet.

Die 1990 gewählte Dämmung und die Lüftung mit Wärmerück- nicht zulässt. gewinnung senken den Restverbrauch so weit, dass er sich fast

Einzelne Jahre mit gleichartigen Ausschlägen sind nicht zu vollständig mit Sonnenenergie oder einem Minimum an elektribeobachten; deshalb lassen sich die Unterschiede im Ver- scher Energie über eine Wärmepumpe decken lässt. Trotzdem brauch nicht durch Klimaschwankungen, sondern nur durch das erfüllt die Dämmung nicht mehr alle Einzelanforderungen der Benutzerverhalten und eine variierende Zahl von Bewohnern, MuKEn 2014. Das Konzept «Boller» mit der sehr leistungsfähigen Wärmedämmung belegt, dass die Priorisierung des Wär-Der Verbrauch an Fremdenergie der vier Häuser mit grossen meschutzes - wie dies die Mustervorschriften der Kantone teranteilen entstehen. Werden Räume zu warm, öffnen respek-Ein Teil der Häuser hat die Planungswerte erreicht oder sogar tive beschatten die Nutzer die Fenster. Damit entfällt der für unterschritten, weil die Sonneneinstrahlung aufgrund der Fens- die Wärmebilanz des Fensters wichtige solare Gewinn, der den im Vergleich zu einer gedämmten Wand weit grösseren Verlust rend der ganzen Heizperiode die Raumtemperatur nie über kompensieren soll. Wer also ein gutes Gebäudekonzept ver-25°C steigen lässt und deshalb vollständig für die Raumhei- bessern will, senkt den Fensteranteil – beispielsweise von 30 % zung nachts und an Folgetagen genutzt werden kann. Die Norm auf 15 %. Das bringt sehr viel mehr als eine weitere Reduktion

zung der Sonneneinstrahlung. Berechnungen zeigen aber, dass des grossen Heisswasserspeichers durch eine Wärmepumpe diese Häuser damit stark überhitzen würden. Benutzer solcher mit Erdwärmesonde und Photovoltaikanlage ist eine logische Bauten senken entweder Storen oder regeln die Raumtempera- Folge der drastisch gesunkenen Preise von Photovoltaik-Motur mit offenen Fenstern, was zu einem deutlich höheren Ener- dulen. Umso überraschender ist es, dass die MuKEn 2014 die Anrechnung von PV-Strom in der Wärmebilanz ausdrücklich

Endverbrauch Heizung, Lüftung, Klimatisierung, Wassererwärmung in kWh/m²a



Endverbrauch für Heizung, Lüftung, Klimatisierung und Wassererwärmung der zehn Doppeleinfamilienhäuser in kWh. Teilweise unterscheiden sich die tatsächlichen Verbrauchswerte bei den Häusern 5 bis 10 deutlich von den Planungswerten (Hausnummern entsprechen nicht der örtlichen Gebäude-Reihenfolge).

Gute Erfahrungen

Wohn- und Arbeitskomfort machen Massnahmen zur Effizienzsteigerung von Gebäuden attraktiv. Das zeigt das Beispiel «Boller» besonders eindrücklich. Möglich sind diese Qualitäten mit einfacher und bewährter Technik.

Vorteile für Nutzer

durch Schimmel gefährdet. Im Grunde wird damit nur der den und auf der Wandaussenseite gedämmt werden.

senwand sinkt die Temperatur kaum, so dass nie ein Risiko für 20 % der beiden Autos in der Garage beträgt? Kondensation oder Schimmel besteht.

bleiben draussen.

Einfach und 25 Jahre erprobt

Günstige Nutzflächenvergrösserung durch Kelleraussendäm- Die Komfortlüftung hat einen wesentlichen Einfluss auf den mung: Dank Aussendämmung sind die Kellergeschosse den Energieverbrauch und im Unterschied zur Photovoltaik wirkt ganzen Winter nahe 20°C, ohne dass diese Räume beheizt sie auch am sonnenlosen Wintertag und verbessert erst noch werden. Damit vergrössert sich die Energiebezugsfläche zu den Komfort. Der technische Aufwand dafür ist - zumindest minimalen Kosten um 37 % auf 273 m². Der Einfluss auf den im Neubau - minimal. Hundert Meter Kunststoffschlauch, zwei Energieverbrauch ist sehr gering. Trotz knappem natürlichen Ventilatoren und ein Paket Kunststofffolien zur Wärmeübertra-Licht ist der Nutzen des gedämmten Kellers zur Lagerung gung sind die wesentlichen Elemente. Das entspricht etwa der von Möbeln, Kleidern, trockenen Esswaren, Sportgeräten, als Komplexität einer zentralen Warmwasserversorgung. Umso-Heimbüro. Bastel- oder Fitnessraum oder zum Trocknen von mehr erstaunen die Diskussionen um Rückbesinnung auf die Wäsche aber gross. Im kalten Keller wären alle Gegenstände Fensterlüftung mit dem Argument zu grosser Komplexität neuer

früher übliche Lagerraum im kalten Estrich ersetzt. Die alte Vor- Auch die starke Wirkung auf den Energieverbrauch durch eine stellung vom unbeheizten Kellergeschoss zur Lagerung von moderate Fenstergrösse mit angepasster thermischer Raum-Wein und Gemüse ist durch die heutige Lebensweise der meis- masse, die kaskadenartige Luftverteilung in der Wohnung, die ten Bewohner überholt. Hierfür genügt meist ein kleiner Raum tiefe Vorlauftemperatur der Wärmepumpe (d.h. der korrekten ausserhalb des Dämmperimeters oder - oft noch günstiger - Speichereinbindung!) oder effiziente Haushaltgeräte und Beein Weinschrank. Entsprechend ist unverständlich, dass immer leuchtungen sind gut bekannt, ausnahmslos technisch sehr noch viele Neubauten an der Kellerdecke statt unter dem Bo- einfache Massnahmen. Statt diese mit sofortiger Wirkung systematisch einzusetzen, wird auf künftige Forschungsresultate Dicke Dämmung der gesamten Gebäudehülle: Dank der verwiesen und werden kurzlebige, komplizierte fernbedienbare unterbruchfrei auten Dämmung der opaken und transparenten Steuerungen angeboten – wozu soll man sich während der Ski-Hülle ist die Raumtemperatur auch in der Nähe der Fassade ferien mit der Absenkung der Raumtemperatur beschäftigen, komfortabel. Selbst hinter einem dicken Schrank an der Aus- wenn der Jahresverbrauch der Hausheizung ohnehin nur noch

Vor 25 Jahren waren Mehrkosten von energetisch relevanten Automatisch frische Luft durch Komfortlüftung: Die Kom- Massnahmen im Vergleich zur damals üblichen Praxis ein zenfortlüftung erlaubt, die Fenster geschlossen zu halten. Die Luft- trales Thema. Die fakultativen Massnahmen wie Kompaktheit qualität im Raum bleibt unabhängig vom Benutzerverhalten des Gebäudes, kleinere Fenster und korrekte Einbindung der gut. Weil das Fenster zum Lüften geschlossen bleiben kann, Wärmepumpe sind aber sogar günstiger als die übliche Baugibt es im Zimmer keinen kalten Luftzug. Staub, Pollen und weise, die Mehrkosten von Wärmepumpe und Komfortlüftung Aussenlärm des Strassenverkehrs oder des - damals über Wä- sind klein und letztere lässt sich sogar durch den zusätzlichen denswil noch fiktiven, heute aber alltäglichen - Flugverkehrs Komfort finanzieren. Nach wie vor teuer, auch mit Photovoltaik-Modulen, ist Sonnenenergie; sie ist aber sehr beliebt, weil sie gut sichtbar und einfach verständlich ist. Was nach wie vor fehlt, auch nach 20 Jahren Minergie, sind ausreichend Kenntnisse der Fachleute!



