

2000 WATT: DIE VISION IST REALITÄT

Die 1350 Menschen auf dem Hunziker Areal in Zürich-Leutschenbach verbinden den Wunsch nach einer sozialen und urbanen Lebensweise mit den Nachhaltigkeitszielen einer 2000 Watt-Gesellschaft. Die 2015 fertiggestellte Überbauung ist nicht nur ein Experimentierfeld für neue Lebensformen, sondern auch ein Labor für innovative Gebäudetechnologien. Seit dem Bezug werden die 13 Gebäude im Rahmen eines BFE-Leuchtturmprojekts von einem wissenschaftlichen Monitoring begleitet. Nach zwei Heizperioden liegen teilweise brisante Erkenntnisse vor, die unter Gebäudeexperten für Diskussionsstoff sorgen dürften.

Früher stand auf dem 40'000 m² grossen Grundstück unweit des Radio- und Fernsehstudios im Züricher Stadtteil Leutschenbach die Betonfabrik Hunziker. Heute leben hier 1200 Menschen in 400 Wohnungen, 150 weitere arbeiten in zwei Restaurants, einem Hotel, einer Bäckerei und einer Behindertenwerkstatt, oder sie sind beispielsweise als Coiffeuse, Geigenbauerin oder Grafiker tätig. Teil des neu entstandenen Quartiers sind eine heilpädagogische Schule, zwei Kitas und ein Kindergarten. Ein Stück gelebter Stadt also, getragen von der Genossenschaft «mehr als wohnen», die hier im Baurecht



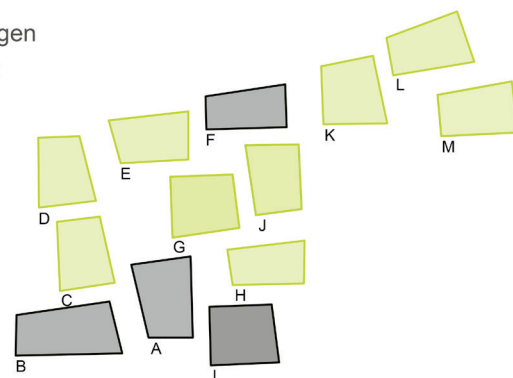
Alle Häuser des Hunziker Areals sind erstklassig gedämmt nach dem Minergie-P-Standard. Foto: Genossenschaft mehr als wohnen

auf einem städtischen Grundstück eine soziale und nachhaltige Mustersiedlung errichtet hat. Sozial bedeutet unter anderem, dass man eine Vier-Zimmer-Wohnung für 2000 Fr. (inkl. Nebenkosten) bekommt – für Zürich ein fairer Preis. Überdies ist jede fünfte Wohnung zusätzlich von Stadt und Kanton Zürich mit Mitteln der Wohnungsbauförderung vergünstigt. Die Neubausiedlung hat Platz für kinderreiche Familien ohne Schweizer Pass; der Anteil der Nicht-Schweizer liegt bei 47%. Auch hinsichtlich des Alters der Bewohnerinnen und Bewohner strebt die Genossenschaft eine gute Durchmischung an.

Zielmarke 2000 Watt

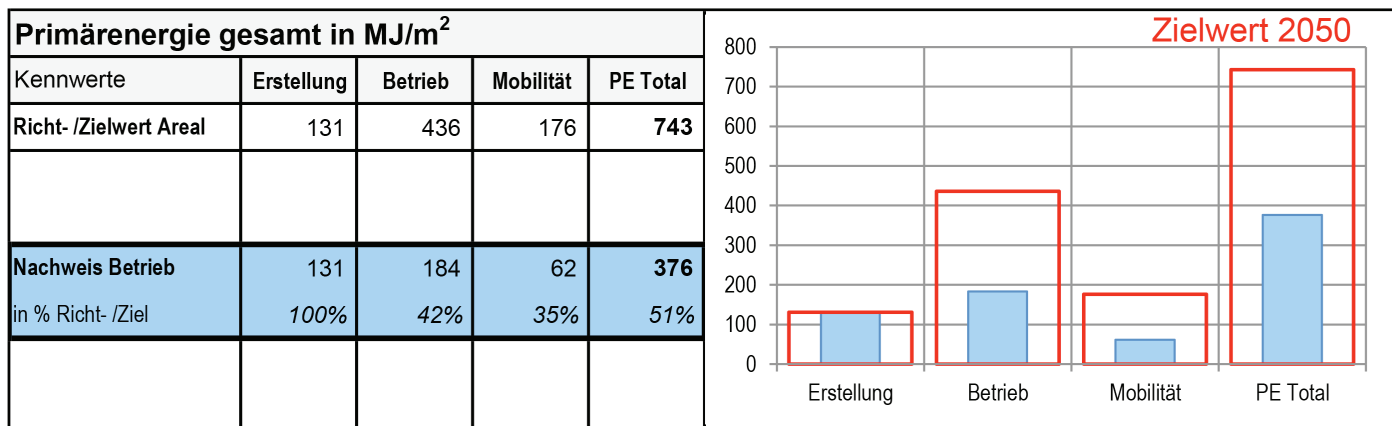
Nicht weniger ambitioniert sind die Ziele bei der Nachhaltigkeit. Als Richtwert dient das in den frühen 1990er Jahren an der ETH Zürich entwickelte Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft, das 2008 mit einer Volksabstimmung in der Zürcher Gemeindeordnung verankert wurde. Der Energieverbrauch pro Person soll von 6300 Watt (resp. 8.7 t CO₂) im Jahr 2005 auf 3500 Watt (resp. 2 t CO₂) im Jahr 2050 und auf 2000 Watt (resp. 1 t CO₂) als Langfristziel bis ins Jahr 2100 reduziert werden. Ein Mensch, der mit 2000 Watt auskommen will, muss den Energieverbrauch bei Konsum/Ernährung einschränken, aber auch bei Wohnen/Mobilität. Um die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft auf die Bereiche Wohnen (Erstellung/Betrieb) und standortinduzierte Alltagsmobilität (Mobilität, welche durch die Nutzenden eines Gebäudes «verursacht» wird) herunter zu brechen, wurde vor fünf Jahren das Label «2000-Watt-Areal» geschaffen: Das Label hat die Vorgaben in den erwähnten Bereichen auf Planungsziele umgerechnet, die Planer, Architekten und Betreiber pro Quadratmeter Energiebezugsfläche erreichen müssen.

Komfortlüftungen
Abluftanlagen

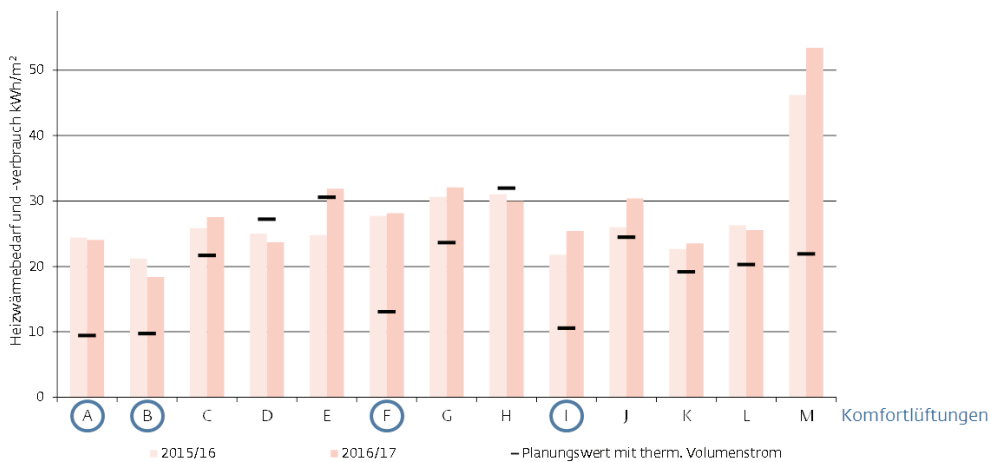


Vier der 13 Häuser sind mit Komfortlüftung ausgerüstet, die übrigen mit Abluftanlagen. Um mehr Spielraum für die Erprobung neuartiger Energiekonzepte zu haben, folgten die Planer des Hunziker Areals nicht in jedem Punkt den Vorgaben des Minergie-P-Standards. Die Überbauung wurde daher auch nicht nach dem Minergie-P-Standard zertifiziert. Grafik: Schlussbericht Lemon Consult AG

Auf dem Hunziker Areal liegt der Energieverbrauch für Wohnen und Mobilität mit 376 MJ pro Quadratmeter Energiebezugsfläche unter den Vorgaben der 2000-Watt-Gesellschaft für das Jahr 2050 (743 MJ/m²). «Wer allerdings die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft insgesamt erreichen will, muss seinen Lebensstil rigoros einschränken: Kein Fleisch essen zum Beispiel», sagt Andreas Hofer, Mitglied der Geschäftsleitung der Genossenschaft «mehr als wohnen». «Wir haben wohl drei, vier Personen auf dem Hunziker Areal, die einen solchen Lebensstil pflegen. Damit die 2000-Watt-Gesellschaft aber breit gelebt werden kann, braucht es umfassende gesellschaftliche Veränderungen, die wir als Wohnbaugenossenschaft weder umsetzen können noch umsetzen wollen», betont Hofer.



Die Grafik zeigt, dass das Zwischenziel der 2000-Watt-Gesellschaft von 3500 Watt/Person (entspricht umgerechnet für das Hunziker Areal einem Jahresverbrauch für Erstellung, Betrieb und gebäudeinduzierter Mobilität von 743 MJ pro Quadratmeter Energiebezugsfläche – siehe rote Markierung) im Hunziker Areal in Zürich bereits heute stark (nämlich um 49 %) unterschritten wird. Das bedeutet, dass die Bewohner des Areals bereits heute bezüglich Gebäudeinfrastruktur und Mobilität die sehr ambitionierten Vorgaben der 2000-Watt-Gesellschaft erfüllen. Die Zahlen stammen aus dem ersten Betriebsjahr, das die Grundlage für die Zertifizierung bildete. Die Zahlen des zweiten Betriebsjahres liegen minimal höher. Grafik: Schlussbericht Lemon Consult AG



Das Hunziker Areal nutzt (mit Ausnahme von Gebäude M) die Abwärme des benachbarten städtischen Rechenzentrums, das über eine zentrale Wärmepumpe in Heizwärme und Warmwasser aufbereitet wird. Die Spitzenlast wird mit Fernwärme aus der ebenfalls benachbarten Kehr-richtverbrennungsanlage gedeckt, die für Bedarfsspitzen Gas nutzt. Bei den mit Komfortlüftung ausgerüsteten Gebäuden (A, B, F, I) liegt der Heizwärmeverbrauch deutlich über den Planungswerten. Grafik: Schlussbericht Lemon Consult AG

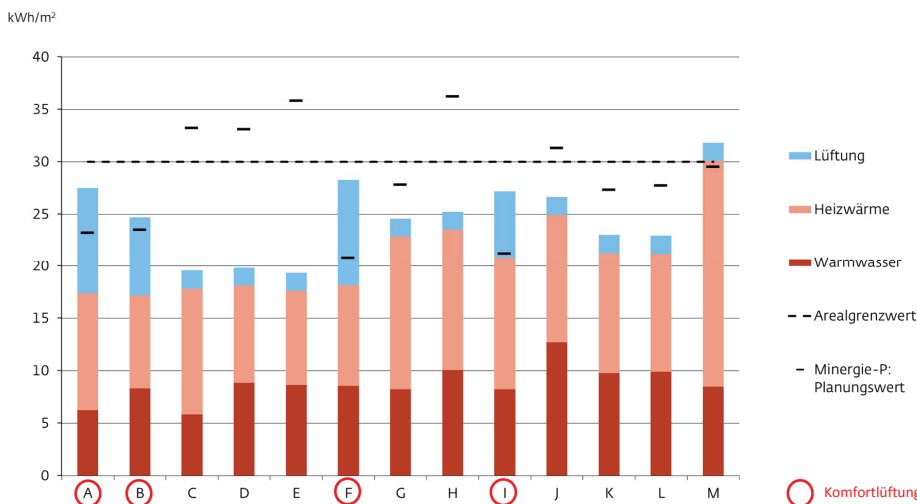
Performance gap bei Komfortlüftungen

Um den Anforderungen des <2000-Watt-Areal>-Labels zu genügen, haben sich die Planer des Hunziker Areals an den Anforderungen des Minergie-P-Standards orientiert. In den 13 Häusern wurden verschiedene innovative Gebäudetechnikkonzepte installiert. Was die einzelnen Komponenten bringen, hat das beratende Ingenieurbüro Lemon Consult AG (Zürich), das auf Energieeffizienz und Nachhaltigkeit spezialisiert ist, in einem Monitoringprogramm im Rahmen eines BFE-Leuchtturmprojekts evaluiert. Die Auswertungen der ersten zwei Heizperioden lassen eine Reihe interessanter Schlüsse zu.

Ein erster betrifft die Heizwärme: Praktisch alle Gebäude schneiden beim Heizwärmeverbrauch sehr gut ab (20 bis 30 kWh/m²/a). Nicht erfüllt hat sich indes die Hoffnung der Planer, dass die vier mit Komfortlüftungen ausgestatteten Gebäude diese Verbrauchswerte nochmals deutlich unterschreiten würden. Die bisherigen Messungen zeigen vielmehr,

dass Gebäude mit Komfortlüftung nicht weniger Heizwärme brauchen als Gebäude mit einer Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung (vgl. Grafik oben).

Woher dieser *performance gap* rühren kann, fanden die Energieexperten der Lemon Consult AG mit thermografischen Aufnahmen der Fassaden heraus: Offenbar ist in ca. 15% der Wohnungen ein Fenster geöffnet, was den energetischen Vorteil mindert (nach Einschätzung der Energieexperten um 30 bis 40% bezogen auf die vier untersuchten Häuser). «Vermutlich hatten die Bewohner zu warm, weil sich die Temperatur in den einzelnen Räumen nicht regeln lässt und in der Nacht nur durch Fensteröffnen gesenkt werden kann», sagt Martin Mühlebach, Projektleiter bei Lemon Consult. «Was immer die Beweggründe für das Fensteröffnen sind: Die Wirksamkeit der Wärmerückgewinnung mit der Komfortlüftung wurde hier klar überschätzt», fasst Mühlebach eine wichtige Erkenntnis pointiert zusammen.

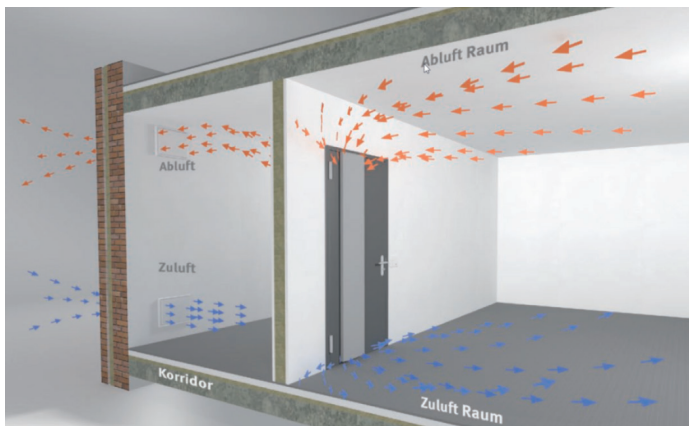


Auswertung für die Heizperiode 2016/17: Die vier mit einer Komfortlüftung ausgestatteten Häuser (A, B, F und I) weisen einen relativ hohen Energieverbrauch für die Lüftung auf. Dies trägt dazu bei, dass die vier Häuser beim aufsummierten Energieverbrauch für Warmwasser, Heizung und Lüftung über dem Planungswert liegen (gewichtete Energiekennzahl nach Minergie-P). Die meisten Häuser mit Abluftanlagen liegen dagegen deutlich unter dem Planungswert. Grafik: Schlussbericht Lemon Consult AG

Überambitionierte SIA-Norm zur Lüftung

Wie zu erwarten, weisen die vier mit einer Komfortlüftung ausgestatteten Häuser einen relativ hohen Stromverbrauch für die Lüftung auf. Weil die Häuser mit Komfortlüftung – wie oben dargestellt – beim Heizenergieverbrauch nur durchschnittlich abschneiden, resultiert bei ihnen ein vergleichsweise hoher Gesamtenergieverbrauch (vgl. Grafik S. 3 unten). Die vier Häuser überschreiten bei der gewichteten Endenergie für Lüftung, Heizen und Warmwasser denn auch den Planungswert. «Diese Häuser brauchen viel Strom, um den von den SIA Normen vorgeschriebenen Luftwechsel zu erreichen», sagt Martin Ménard, Partner bei Lemon Consult. «Wir haben den Frischluftanteil in den meisten Häusern deutlich reduziert, ohne das Komfortempfinden der Bewohner zu beeinträchtigen. Damit sinkt der Heizwärmebedarf und der Strombedarf der Lüftung massiv.»

Ménard verweist auf den CO₂-Gehalt, der als Indikator für die Qualität der Raumluft gilt. Der Ingenieur ist überzeugt, eine angemessene Luftqualität lasse sich auch mit reduzierter Luftmenge erreichen. Als die Zuluftventilatoren der Komfortlüftungen auf 70% gedrosselt wurden, herrschte in den Innenräumen immer noch nahezu Aussenluftqualität, wie CO₂-Messungen zeigten. Selbst als in Haus A die Komfortlüftung auf die Hälfte reduziert wurde, sank die Luftqualität in den Räumen nur unwesentlich. «Die SIA-Normen verlangen aktuell eine sehr hohe Luftmenge; dies sollte überdacht werden», fordert Ménard.



Schema einer Verbundlüftung: Die Zuluft wird in die zentralen Räume der Wohnung eingebracht und in Küche, Bad und WC abgesaugt. Über kleine Ventilatoren in den Zimmertüren wird die Luft in den angrenzenden Räumen ausgetauscht, jedoch nur, wenn die Türe geschlossen ist. Die Ventilatoren in den Türen haben einen sehr geringen Stromverbrauch verglichen mit einem zentralen Lüftungsgerät, da sie nur geringe Druckdifferenzen überwinden müssen.

Illustration: Erich Keller AG

Lemon Consult hat im Zuge der Begleitforschung auch eine Umfrage bei den Bewohnerinnen und Bewohnern des Hunziker Areals durchgeführt. 85% der Rückmeldungen beurteilten Wärme, Luftqualität und Lärmschutz als «gut» bis «sehr gut». Das sei für den Gebäudekomfort ein gutes Zeugnis, sagen die Ingenieure. Gewisse Probleme bereitet allerdings die Zugluft. Die Bewohner der neun Häuser, die nicht mit einer Komfortlüftung, sondern mit einer Abluftanlage ausgerüstet sind, bei der die in die Wohnung einströmende Luft nicht vorgewärmt wird, beklagten sich deutlich häufiger über Zugscheinungen. Dieser Befund ist für die Energieexperten von Lemon Consult unbefriedigend.

Als nicht optimal stufen die Ingenieure auch die Verbundlüfter ein, welche in Haus I des Hunziker Areals eingebaut sind (vgl. Illustration unten). Verbundlüfter sind zwar energetisch vorteilhaft, weil die Luftumwälzung in den Nachtstunden auf einzelne Räume beschränkt werden kann, was Strom spart. Allerdings verursachen Verbundlüfter Zugluft und zusätzlich Lärm. Hier seien weitere technische Innovationen wünschbar, sagen die Projektverantwortlichen.

Herausforderung hydraulischer Abgleich

Die Häuser des Hunziker Areals sind bei Wärmedämmung und Energieverbrauch top – und daraus ergeben sich für die Gebäudetechnik neue Herausforderungen, wie Erfahrungen in Zürich-Leutschenbach vor Augen führen. Messungen zeigen, dass die Temperaturen zwischen den Wohnungen desselben Hauses stark differieren – mitunter um 3 bis 4 Grad. So kann z.B. die Wintersonne eine Wohnung binnen einer halben Stunde um gut und gern 2 Grad erwärmen. Die Ursache liegt vermutlich bei einem mangelhaften hydraulischen Abgleich der einzelnen Heizleitungen und Wohnungsverteiler.

Um dieses Problem in den Griff zu bekommen, müsste die Heizwärme unterschiedlich stark auf die einzelnen Wohnungen bzw. Räume verteilt werden können. «Eine Verbesserung dieser Situation ist gerade aus energetischer Sicht wünschbar, denn wegen der hydraulischen Unausgeglichenheit müssen wir Häuser um ca. 1 Grad überheizen, was den Heizwärmebedarf um 12 bis 15% nach oben treibt», sagt Martin Ménard. «Die Heizungsbranche muss nach neuen Lösungen für den hydraulischen Abgleich suchen. Es kann ja nicht sein, dass der Hausmeister tagelang durch das Haus rennt und die Ventile nachjustiert.»

PHOTOVOLTAIK HÄTTE NOCH MEHR POTENZIAL

Verteilt auf die 13 Dachflächen verfügt das Hunziker Areal über eine Photovoltaikanlage mit 504 kWp Leistung. Mit einer Jahresproduktion von 459 MWh (2016/17) wurde ein Deckungsgrad von 26% des gesamten Stromverbrauchs (exklusive Wärmepumpen) erzielt. Gemäss Auswertung der ersten beiden Betriebsjahre wurden 91% des Solarstroms selber verbraucht (bei Arealbilanzierung). Dieser sehr gute Wert für den Eigenversorgungsgrad erklärt sich zum einen durch die Mischnutzung (Gewerbe und Wohnungen) auf dem Areal, was auch tagsüber zu einem relativ hohen Stromverbrauch führt, zum anderen aber auch durch den Umstand, dass die für PV genutzten Dachfläche im Vergleich zur Energiebezugsfläche relativ klein sind. Die Energieexperten von Lemon Consult leiten daraus die Empfehlung ab, bei künftigen Überbauungen noch konsequenter auf PV zu setzen: Auf den Dächern sollte mehr Platz für PV-Module geschaffen werden, indem beispielsweise die Technik der Lüftungsanlagen nicht auf dem Dach platziert (Bild), sondern im Untergeschoss eingebaut wird.



Nach Auskunft von Lemon Consult liesse sich der ohnehin schon tiefe Stromverbrauch auf dem Areal (21 kWh/m² für Wohn- und Allgemeinstrom im Vergleich zum CH-Durchschnitt von 27 kWh/m²) um weitere 8% senken, beispielsweise durch Vermeidung von Standby-Verlusten in den Wohnungen und den Einsatz von LED-Lampen. BV

Die Betreiber des Hunziker Areals durften das Label «2000-Watt-Areal im Betrieb» im Juli 2017 entgegennehmen. Das Zertifikat wird ab Anfang 2018 wirksam. Die Überbauung im Norden der Stadt Zürich ist eines von fünf im Betrieb zertifizierten 2000-Watt-Arealen in der Schweiz. Für die Bewohnerinnen und Bewohner wird sich mit dem Jahreswechsel nichts ändern. Sie haben sich bereits an die vielen Besucherinnen und Besucher aus aller Welt gewohnt, die dieser energetischen Mustersiedlung einen Besuch abstatten, um sich mit Ideen für energetisch innovative Projekte inspirieren zu lassen und von den Erfahrungen zu lernen.

➤ **Auskünfte** zu dem Projekt erteilen Marc Köhli (koehli[at]enerconom.ch), stellvertretender Leiter des BFE-Forschungsprogramms Energie in Gebäuden, und Dr. Men Wirz (men.wirz[at]bfe.admin.ch), BFE-Sektion Cleantech.

➤ **Auskünfte** zum 2000-Watt-Areal erteilen Projektleiter Heinrich Gugerli (heinrich.gugerli@2000watt.ch) und Programm-Verantwortlicher Ricardo Bandli (Ricardo.Bandli@bfe.admin.ch), BFE-Sektion Gebäude.

➤ Weitere **Fachbeiträge** über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Gebäude und Städte unter www.bfe.admin.ch/CT/gebaeude.

PILOT-, DEMONSTRATIONS- UND LEUCHTTURMPROJEKTE DES BFE

Das Hunziker Areal in Zürich-Leutschenbach gehört zu den Leuchtturmprojekten, mit denen das Bundesamt für Energie (BFE) die Entwicklung von sparsamen und rationellen Energietechnologien fördert und die Nutzung erneuerbarer Energien vorantreibt. Das BFE fördert Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte mit 40% der anrechenbaren Kosten. Gesuche können jederzeit eingereicht werden.

➤ www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration

➤ www.bfe.admin.ch/leuchtturmprogramm