

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 129 (2003)  
**Heft:** 47: Fenster zur Nachhaltigkeit

**Artikel:** Wirtschaftliche Nachhaltigkeit: Wirtschaftlichkeit, Nutzen und Nachhaltigkeit beim Neubauen und Sanieren nach Minergie  
**Autor:** Ott, Walter / Gugerli, Heinrich  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-108871>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 18.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



Walter Ott und Heinrich Gugerli

## Wirtschaftliche Nachhaltigkeit

Wirtschaftlichkeit, Nutzen und Nachhaltigkeit beim Neubauen und Sanieren nach Minergie

**Der Gebäudesektor ist ein zentraler Pfeiler der schweizerischen Nachhaltigkeitsstrategie. Die Realität sieht etwas anders aus: Der mittlere Endenergieverbrauch von Neubauten ist immer noch viel zu hoch, und bei Gebäudeerneuerungen werden zu viele «Pinselrenovationen» ohne energetische Verbesserungen vorgenommen. Dass sich nachhaltige Bauten wirtschaftlich lohnen können, zeigt dieser Artikel.**

Im Kanton Zürich betrug der mittlere Endenergieverbrauch von Neubauten in den Jahren 2000 und 2002 hohe  $370 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ . Minergie-Neubauten erreichen dagegen  $150 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ . Bei Minergie-Sanierungen sind  $280 \text{ MJ/m}^2\text{a}$  möglich. Daher deklariert die Stadt Zürich im Masterplan «Energie» ihren Willen, über das baurechtlich vorgeschriebene Mass hinaus energetisch vorbildliche Bauten zu erstellen. Was dies konkret bedeutet, ist in den «sieben Meilenschritten» zum umwelt- und energiegerechten Bauen des Hochbaudepartementes der Stadt Zürich festgelegt ([www.energie.stzh.ch](http://www.energie.stzh.ch)): Neubauten müssen den Minergie-Standard

erreichen (Bild 1). Bei Gebäudesanierungen wird er wann immer möglich umgesetzt (Flächenanteil 25 %, Bild 2). Der Elektrizitätsbedarf aller Beleuchtungsanlagen soll zu dem 25 % unter dem Grenzwert der Empfehlung SIA 380/4 liegen. Bei allen Bauten ist der Einsatz erneuerbarer Energien zu prüfen, und es werden Pilotprojekte für relevante Technologien durchgeführt. Darüber hinaus gelten verschärfte Anforderungen an Bauökologie und Raumluftqualität. Die Nachhaltigkeit wird zum Entscheidungskriterium in Architekturwettbewerben und Studienaufträgen. Die Gebäudebewirtschaftung erfolgt nach ökologischen Grundsätzen. Diese Ziele wurden von den städtischen Bauprojekten im Jahre 2002 erreicht.

1

**Das Schulhaus am Kugeliloo in Zürich ist ein Minergie-Neubau und teurer als ein konventionelles Gebäude (Bild: Stadt Zürich)**





2

**Die Heilpädagogische Schule (HPS) an der Gotthelfstrasse in Zürich ist nach Minergie saniert worden – mit finanziellem Erfolg (Bild: Stadt Zürich)**

Umwelt- und Energieziele müssen nicht à priori (betriebs-) wirtschaftlich sein, aber mit möglichst effizienten Massnahmen erreicht werden. Schon 1998 beschloss der Stadtrat, dass die Verwaltung im Sinne einer gesamtwirtschaftlicheren Sicht bei Wirtschaftlichkeitsrechnungen auch die externen Kosten der Energie (ungeddeckte Umweltkosten) gemäss der Empfehlung des Bundesamtes für Energie (BfE) in ihre Entscheidungen einbeziehen soll (Bild 3).

### Lohnen sich Investitionen in die Nachhaltigkeit?

Als Hauptgrund für das Auseinanderklaffen der technischen Möglichkeiten und der Anzahl realisierter Bauten wird unter anderem das Fehlen nachhaltiger Wirtschaftlichkeitsüberlegungen angeführt. Zu oft basieren Variantenentscheide auf dem Vergleich der Investitionsausgaben statt auf umfassenden Wirtschaftlichkeitsüberlegungen. Nachhaltige Wirtschaftlichkeitsrech-

nungen umfassen alle Kosten und Nutzen während der Lebensdauer der Investitionen – auch die Amortisationen, die externen Umweltkosten, die Betriebs-, Unterhalts- und Instandsetzungskosten, aber auch die so genannten Zusatznutzen. Letztere sind allerdings oft nicht direkt quantifizierbar.

Die Berechnungen können mit unterschiedlichen Annahmen für Zinsen, Preise, Preissteigerungen und Nutzungszeit vorgenommen werden (Bild 3). Viele kleine Abweichungen bei den Annahmen können zu relevanten Unterschieden im Ergebnis führen.

### Drei Beispielbauten

Im Sinne einer Standortbestimmung hat das Amt für Hochbauten der Stadt Zürich die Wirtschaftlichkeit von drei städtischen Minergie-Projekten (zwei Sanierungen und ein Neubau) mit entsprechenden Standard-Referenzprojekten verglichen (Bild 4). Diese drei Beispiele liefern aufschlussreiche Hinweise auf die Faktoren, die bei der Massnahmen- und Investitionsentscheidung zu beachten sind.

Der Minergie-Neubau Schulhaus Kugeliloo (Bild 1) ist mit einer mechanischen Lüftungsanlage und einem Erdregister zur Vorkonditionierung der Aussenluft ausgerüstet und wird mit einer elektrischen Wärmepumpe beheizt. Für das Standard-Referenzprojekt wird angenommen, dass es gasbeheizt wäre, keine Lüftungsanlage hätte und bezüglich Wärmeschutz die aktuellen Vorschriften erfüllen würde. Dies wäre zwar kostengünstiger, würde aber einen geringeren Komfort aufweisen (schlechtere Raumluftqualität, Aussenlärm bei Fensterlüftung).

Bei der Minergie-Sanierung Schulhaus HPS (Bild 2) ist wegen des Aussenlärms eine mechanische Lüftung ein-

	Variante Stadt Zürich	Variante Entwurf SIA 480	Untersuchung Minergie
Berechnungsart / Zinssatz	Real 2,5 %	Real 3 %	Nominal 6 % / Teuerung 4 %
Energiepreise			
– Öl	42 (44,6) Fr. / 100 Liter	39,5 (44,6) Fr. / 100 Liter	42 (–) Fr. / 100 Liter
– Gas	3,8 (3) Rp. / kWh	4,8 (3) Rp. / kWh	3,8 (–) Rp. / kWh
– Holzschnitzel	35 (1,2) Fr. / Schütt-m <sup>3</sup>	35 (1,2) Fr. / Schütt-m <sup>3</sup>	35 (–) Fr. / Schütt-m <sup>3</sup>
– Elektrizität	17,7 / 10,8* (5) Rp. / kWh	16,8 (5) Rp. / kWh	18 (–) Rp. / kWh
Teuerung real			
– Öl	1,5 %	1,5 %	5 %
– Gas	1 %	1 %	5 %
– Holzschnitzel	0,5 %	0,5 %	5 %
– Elektrizität	1 %	0 %	5 %
Nutzungszeit			
– Haustechnik	6 bis 40 Jahre	15 bis 50 Jahre	30 Jahre
– Gebäudehülle	15 bis 30 Jahre	15 bis 30 Jahre	30 Jahre
Wartung / Unterhalt	Anteil Investitionskosten	Anteil Investitionskosten	Effektiv
– resultierende Kosten	hoch	hoch	tief
Referenzprojekt	Effektiv, mindestens Wärmedämmvorschriften Kanton Zürich	Effektiv, mindestens Wärmedämmvorschriften Kanton Zürich	Mittelwert Schweiz

\* spezieller Wärmepumpentarif, () externe Kosten

3

**Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsrechnungen gemäss internen Richtlinien der Stadt Zürich, dem Normentwurf SIA 480 und der Untersuchung des Minergie-Vereins**



gebaut, was aber auch beim Standard-Referenzprojekt gemacht würde. Dies bedeutet, dass die Lüftung keine energetische Investition mehr ist. Die Sichtbetonfassade wird wärmedämmend. Im Referenzprojekt würde eine (gleich teure) Betonsanierung vorgenommen. Aus diesen beiden Gründen ist die Minergie-Sanierung nicht teurer als das Standard-Referenzprojekt.

Bei der Sanierung der Wohnsiedlung Überlandstrasse (Bilder 5 und 6) sind die Mehrkosten durch die mechanische Lüftung bedingt, die an diesem Standort einen grossen Zusatznutzen bringt.

### Kostengünstige Lösungen

Die Evaluation der drei ausgeführten Minergie-Projekte zeigt, dass nachhaltige Investitionen umfassende Wirtschaftlichkeitsüberlegungen voraussetzen, welche den gesamten Lebenszyklus einbeziehen. Reine Investitionskostenvergleiche würden das Bild zu Ungunsten des Nachhaltigkeitsgedankens verzerren. Es ist entscheidend, dass der Spielraum zu Kostensenkungen bei den Investitionen durch kostensenkende Gesamtleistungserbringung (integrierte Planung bei Projektierung und Ausführung) sowie durch kreative Lösungen konsequent genutzt wird (etwa Lüftungsanlage auf dem Dach anstelle einer Anlage im Keller mit sehr vielen aufwendigen Wand- und Deckendurchbrüchen). Darüber hinaus ist der zusätzliche Elektrizitätsverbrauch zu minimieren (Auslegung Lüftungsanlage, Hilfsaggregate, Wärmepumpe), da Strom vergleichsweise teuer ist.

Auch die Zusatznutzen sind unbedingt in die Investitionsentscheidung einzubeziehen. Viele Massnahmen, die heute den Energieeinsparungen angelastet werden, sind primär Komfortmassnahmen und erst in zweiter

Linie energetische Massnahmen (als Beispiel ist die hohe Wirtschaftlichkeit der Sanierung Schulhaus HPS zu erwähnen, bei der die Kosten der mechanischen Lüftung der Lärmreduktion und der Raumluftqualität angerechnet werden, Bild 4). Auch künftige Betriebs- und Unterhaltskosten sowie die Instandsetzungskosten können sehr relevant sein und sind in die Wirtschaftlichkeitsüberlegungen einzubeziehen. Im Einzelfall sind die pauschalen Vorgaben (etwa im Normentwurf SIA 480) zu plausibilisieren und der gegebenen Situation anzupassen. Schliesslich wird die Wirtschaftlichkeit eines Projektes durch die Berechnungsannahmen beeinflusst. So sollte für nachhaltige Investitionen mit den externen Energiepreiszuschlägen und/oder mit einer allfälligen CO<sub>2</sub>-Abgabe gerechnet werden, sonst erscheint der Energieverbrauch als zu billig. Die Energiepreise werden in Zukunft tendenziell steigen. Daneben spielt das gewählte Standard-Referenzprojekt eine wichtige Rolle. Denn Energieeinsparungen gegenüber einem energetisch guten Referenzprojekt sind teurer als solche gegenüber einem energetisch schlechten Projekt. Der Markt für Minergie-Neubauten und besonders für Minergie-Sanierungen ist zurzeit noch klein. Der Know-how-Transfer aus realisierten Projekten zu den Unternehmungen und Planern fehlt noch weitgehend. Zu viele Projekte haben Pilotcharakter. Erst Standardisierungen und mehr Wettbewerb führen zu Kostensenkungen und zur Qualitätsentwicklung und -sicherung. Dies ist die Grundlage für ein weiteres Wachstum des Minergie-Marktes.

Die Stadt Zürich will mit ihrer Neubau- und Sanierungsstrategie auf der Basis des Minergie-Standards einen Beitrag an diese Marktentwicklung leisten. Bereits wird bei allen Minergie-Bauten eine einjährige

	Minergie-Neubau Schulhaus Kugeliloo	Minergie-Sanierung Schulhaus HPS Gotthelfstr.	Minergie-Sanierung Wohnsiedlung Überlandstr.
Minergie-Massnahmen (Mehrinvestitionen)	Elektro-Wärmepumpe, Erdsonde (70 000 Fr.), mech. Lüftung (110 000 Fr.), Erdregister (30 000 Fr.), übrige Mehrkosten (54 000 Fr.)	Fassadensanierung, Wärmedämmung gleich teuer wie Betonsanierung, kontrollierte Lüftung (nicht der Energie angerechnet) (0 Fr.)	gute Wärmedämmung ohne Mehrkosten, kontrollierte Lüftung (356 000 Fr.)
Energiebezugsfläche	2630 m <sup>2</sup>	2734 m <sup>2</sup>	2700 m <sup>2</sup>
Zusatzinvestition Minergie	264 000 Fr. (4,7 % BKP 2)	0 Fr. (0 % BKP 2)	356 000 Fr. (8,7 % BKP 2)
Zusätzliche Kapitalkosten	+ 16 000 Fr./a	0 Fr./a	+ 18 100 Fr./a
Zusätzliche Unterhaltskosten	+ 5862 Fr./a	0 Fr./a	+ 6650 Fr./a
Zusätzliche Energiekosten			
– ohne externe Kosten	+ 4771 Fr./a	0 Fr./a	+ 1766 Fr./a
– mit externen Kosten	+ 6191 Fr./a	0 Fr./a	+ 2292 Fr./a
Reduktion Energiekosten			
– ohne externe Kosten	– 8372 Fr./a	– 4510 Fr./a	– 2524 Fr./a
– mit externen Kosten	– 13 604 Fr./a	– 7328 Fr./a	– 3166 Fr./a
Total Mehrkosten			
– ohne externe Kosten	+ 18 261 Fr./a	– 4510 Fr./a	+ 23 992 Fr./a
– mit externen Kosten	+ 14 449 Fr./a	– 7328 Fr./a	+ 23 876 Fr./a

#### 4

**Mehrkosten für Minergie-Bauten im Vergleich zu einem Standard-Referenzobjekt. Ein Neubau und zwei Sanierungen in der Stadt Zürich aus dem Jahre 2002 wurden zur Berechnung herangezogen (Zinssatz gemäss SIA 480, Energiepreise gemäss Amt für Statistik Stadt Zürich)**





Erfolgskontrolle zum Nachweis der Planungswerte und der Benutzerzufriedenheit durchgeführt. In Zukunft sollen diese Bestrebungen mit dem Aufbau eines energietechnischen und -wirtschaftlichen Benchmarkings verstärkt werden. Benchmarks beschleunigen die Verbreitung von Know-how bei Unternehmungen, Planenden und Bauherren. Sie helfen, unzweckmässige oder zu teure Lösungen zu verhindern.

### Schlüsselfragen bei Bauprojekten

Mehrkosten und Nutzen (inkl. schwer monetarisierbarer Zusatznutzen) sind insbesondere bei Sanierungsvorhaben frühzeitig zu prüfen (in einer Vorstudie oder einem Vorprojekt). Die Schlüsselfragen lauten:

- Wo bringt der eingesetzte Franken am meisten?
- Wo liegt der Benchmark (die Kosten sind nämlich beeinflussbar, etwa Kostenkennwerte, Nutzungsgrade)?

- Sind die Massnahmen sowohl finanziell als auch vom Umfeld her tragbar (etwa höhere Mietzinsen)?
- Stimmt die Massnahme für das vorliegende Bauprojekt, oder wäre ein anderes Objekt im Portfolio besser geeignet?

Im Gebäudesektor braucht es ein Umdenken. Eine ganzheitliche Betrachtung muss den Investitionskostenvergleich ersetzen. Erst dann haben nachhaltige Gebäude gegenüber Standardbauten gleich lange Spiesse oder Vorteile auf dem Markt.

Walter Ott, lic. oec, dipl. El. Ing. ETH, Managing Partner econcept AG, walter.ott@econcept.ch  
Heinrich Gugerli, Dr. Ing., dipl. Bauing. ETH, Fachstelle nachhaltiges Bauen, Amt für Hochbauten der Stadt Zürich, heinrich.gugerli@hbd.stzh.ch



5 + 6

Der Wohnblock an der Überlandstrasse in Zürich vor (unten) und nach (oben) der Sanierung. Mehrkosten gab es wegen der Lüftungsanlage (Bild oben: LB/Red.; unten: Theodor Stalder, visus GmbH)

### Literatur

- Bürgi, H.P.: Wirtschaftliche Minergie-Bauten: Daten, Beispiele, Erkenntnisse. Berner Energie-Apéro, 20. März 2001.
- econcept /CEPE: Zusatznutzen und -kosten von Energieeffizienzmassnahmen im Gebäudebereich. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Programm EWG, erscheint Ende 2003.
- Jakob, M.; Jochem E.: Erneuerungsverhalten im Bereich Wohngebäude. Im Auftrag von BFE, BWO, und den Kantonen AG, BE, BL, TG, ZH, 22. Juni 2003.
- Ott, W.; Steiner, P.: Wirtschaftlichkeit nachhaltiger energetischer Massnahmen im Gebäudebereich. econcept im Auftrag des Amtes für Hochbauten der Stadt Zürich, 27. November 2002. Download [www.energie.stzh.ch](http://www.energie.stzh.ch)
- SIA Normenentwurf 480: Wirtschaftlichkeitsrechnung im Hochbau, SIA, 31.8.2002.