crb

Standards für das Bauwesen

# OAK
# Wohnbauten im Vergleich
# Objektarten Katalog

D/11

# Objektarten-Katalog OAK
# **Wohnbauten im Vergleich**

CRB Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung

## Dokumentierte Objekte

### OAG 1.1.1 Einfamilienhaus

**Haus Etzel**
8634 Hombrechtikon

**Haus Im Bungert**
8162 Steinmaur-Sünikon

**Doppelhaus Köschenrüti**
8052 Zürich-Seebach

### OAG 1.1.2 Mehrfamilienhaus

**Triplexhaus Bernstrasse**
3360 Herzogenbuchsee

**Mehrfamilienhaus Hohmoos**
8051 Zürich-Schwamendingen

**Wohnüberbauung Pilgerstrasse**
5405 Baden-Dättwil

**Wohnüberbauung Haldenächer**
5454 Bellikon

**Wohnüberbauung Stiglenstrasse**
8052 Zürich-Seebach

**Wohnüberbauung Im Dorf**
8854 Siebnen

**Wohnüberbauung Neuhof**
8852 Altendorf

**Wohnüberbauung Brunnenhof**
8057 Zürich-Hirschwiesen

**Wohnüberbauung Werdwies**
8064 Zürich-Grünau

## Einleitung

Mit Arbeitsmitteln wie dem Objektarten-Katalog OAK unterstützt die Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung CRB die Anwender der Norm SN 506 511 Baukostenplan Hochbau.

Im Objektarten-Katalog OAK sind realisierte schweizerische Wohnbauten mit strukturierten Informationen zu Kostendaten und Beschreibungen auf der Basis des Baukostenplans Hochbau dokumentiert. Die einzelnen Objekte werden bezüglich Ausführungsart umfassend beschrieben. Die Kostendaten sind mit indexierten Baukosten versehen, sodass sie auf den aktuellen Kostenstand übertragen werden können. Ergänzt werden die Dokumentationen durch Informationen zu Projektbeteiligten und zur Nutzung sowie durch Vergleichskennwerte zu Flächen, Volumen und Energie.
Auf diese Weise stehen einheitliche Kennwerte und nachvollziehbare Informationen zu Kosteneinflussfaktoren wie Ausbaustandard, Randbedingungen der Realisierung und dgl. als Grundlage für die Arbeit in frühen Planungsphasen zur Verfügung.

Die aufgeführten Energiekennwerte sind hauptsächlich auf aktuelle Aspekte ausgerichtet, wie sie im Merkblatt SIA 2040 "Effizienzpfad Energie" sowie im Merkblatt SIA 2032 "Graue Energie von Gebäuden" beschrieben werden. Im Fokus stehen dabei die planungsrelevanten Aspekte des Primärenergiebedarfs sowie die Gewichtung der grauen Energie im Hinblick auf den geplanten Lösungsvorschlag. Die dokumentierten projektspezifischen Bedarfswerte ermöglichen einen gesamtheitlichen Blick auf die Thematik des energie- und ressourceneffizienten Bauens.

CRB dankt allen beteiligten Eigentümern, Bauherren, Planern und Unternehmern für ihre Unterstützung bei der Erarbeitung des OAK. Die grosszügige Bereitstellung der Daten hat es erlaubt, Objektdokumentationen mit hoher Detaillierung und Transparenz zu erarbeiten. Unser Dank richtet sich insbesondere an folgende Planer und Organisationen:

- aardeplan ag, Architekten ETH SIA, Baar
- Adrian Streich Architekten AG, Zürich
- Aebi & Vincent Architekten AG, Bern
- Amt für Hochbauten der Stadt Zürich
- Allreal Generalunternehmung AG, Zürich
- Bosshard und Partner AG, Zürich
- Gigon/Guyer Architekten AG, Zürich
- Gutknecht Jäger Architektur, Zürich
- HuberSilva Architekten, Zürich
- Metron AG, Brugg
- Schweizerische Unfallversicherungsanstalt SUVA, Luzern

**Impressum**


| | |
|---|---|
| Herausgeber und Vertrieb | CRB<br>Schweizerische Zentralstelle<br>für Baurationalisierung<br>Steinstrasse 21, Postfach<br>CH-8036 Zürich<br><br>Tel. 044 456 45 45 info@crb.ch<br>Fax 044 456 45 66 www.crb.ch |



| | |
|---|---|
| Copyright © 2011 by CRB, Zürich | Alle Rechte vorbehalten, insbesondere ist es nicht gestattet, Änderungen an der Systematik und im Wortlaut vorzunehmen. Nachdruck, fotografische und andere Vervielfältigungen, Mikrofilme, Übersetzungen, Verwendung auf Bildschirm und Datenträgern sind, auch auszugsweise, nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung der Schweizerischen Zentralstelle für Baurationalisierung CRB gestattet.<br><br>CRB übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit der dokumentierten Kennwerte. |



| | |
|---|---|
| Produktion/Entwicklung | Paul Curschellas, CRB |
| Arbeitsgruppe | Rudolf Gebhard, Bauökonom AEC, Zürich<br>Manfred Huber, dipl. Arch. ETH SIA, Baar<br>Florian Kühne, dipl. Arch. ETH, Zürich<br>Christof Messner, dipl. Arch. ETH, Zürich<br>Prof. Dr. Christian Stoy, Dipl.-Ing., Winterthur |
| Produktgestaltung | Christof Messner, CRB |
| Grafik Maske Inhalt | Varga Frei Voegeli, Zürich |
| Grafik Cover | Plasmadesign, Zürich |
| Fotografie | Schaub Stierli Fotografie, Zürich |
| Druck | Sihldruck AG, Zürich<br>1. Auflage 2011-01 |

# Inhalt


**BILDTAFELN** **3**

**GRUNDLAGEN** **35**

**1 Inhaltliche Schwerpunkte** **37**

**2 Kostendaten** **39**
2.1 Definitionen 39
2.2 Erhebung 39
2.3 Indexierung 40

**3 Energiekennwerte** **41**
3.1 Auswertung 41
3.2 GEAK® 41
3.3 Energiekennwerte Heizung und Warmwasser 42
3.4 Primärenergie nicht erneuerbar 43
3.5 Graue Energie 43

**4 Verweise** **45**
4.1 Normen 45
4.2 Weitere Verweise 45

**OBJEKTE IM VERGLEICH** **47**

**5 Kostenkennwerte** **49**
5.1 Anlage-, Erstellungs- und Bauwerkskosten 50
5.2 Bauwerkskosten – Kennwerte der Hauptgruppen 52
5.3 Bauwerkskosten – Kosteneinflussfaktoren 54

**6 Mengenkennwerte** **77**
6.1 Grundmengen nach SIA 416 78
6.2 Formquotienten 80

**7 Energiekennwerte** **82**
7.1 Primärenergie nicht erneuerbar 82
7.2 Graue Energie 84

**OBJEKTDOKUMENTATIONEN** **87**

Literaturverweise 194


© CRB 2011 

# BILDTAFELN

Sämtliche in der Planungsphase vorgenommenen Kosten- und Qualitätsentscheide schlagen sich im Endeffekt in einem konkreten Objekt nieder, welches sich über Jahrzehnte in der täglichen Nutzung zu beweisen hat.
Die nachfolgenen Bildtafeln zeigen die dokumentierten Objekte mit Nutzungs- und Zeitspuren als Momentaufnahme einer gebauten Realität.

© CRB 2011

**WOHNÜBERBAUUNG BRUNNENHOF**
8057 Zürich-Hirschwiesen

Ersatzneubau Wohnüberbauung: 2005–2007
Geschossfläche: 18'535 $m^2$ GF
Bauwerkskosten: 1'272 CHF/$m^2$ GF

 © CRB 2011

> Objektdokumentation Seite 175

 © CRB 2011

# GRUNDLAGEN

Hinweise zu Erhebung und Anwendung der dokumentierten Kostendaten und Energie-kennwerte.

# 1 Inhaltliche Schwerpunkte

Die einheitlich erfassten Baubeschreibungen und Kennwerte können neben den eigenen, bürointernen Kennwerten beispielsweise für die Schätzung des Finanzbedarfs und für die Kostengrobschätzung in frühen Planungsphasen herangezogen werden. Darüber hinaus sind die Kostenkennwerte aber auch für die Plausibilisierung von detaillierten Kostenermittlungen wie die Kostenschätzung oder den Kostenvoranschlag sowie für die Kostenkontrolle und -steuerung geeignet.

Neben den transparent dargestellten Kostenkennwerten und deren aussagekräftigen Beschreibungen können dem Objektarten-Katalog aber auch Flächen- und Energiekennwerte entnommen werden. Die Flächenkennwerte orientieren sich – wie die Definitionen der Kostenkennwerte – am Baukostenplan Hochbau bzw. der Norm SIA 416 Flächen und Volumen von Gebäuden. Die dargestellten Kennwerte sind dabei vor allem für die Beurteilung der Flächenwirtschaftlichkeit anwendbar, die beispielsweise beim Variantenvergleich im Rahmen des Wettbewerbs zu berücksichtigen ist. Die Energiekennwerte wiederum können den Planer bei der Entwicklung des geeigneten Energiekonzepts unterstützen und zeigen darüber hinaus einen direkten Bezug zu den Kosten, zur Nutzung oder zur Baubeschreibung auf. Sie helfen den Architekten und anderen Planungsbeteiligten neben den monetären Grössen, auch die energetisch relevanten Zusammenhänge bei ihrer Entscheidungsfindung zu berücksichtigen. Die dargestellten Energiekennwerte dienen somit der ganzheitlichen Planung, wie sie aktuell unter dem Stichwort des "nachhaltigen Planens und Bauens" diskutiert wird.

# 2 Kostendaten

## 2.1 Definitionen

**Anlagekosten**
Summe der Kosten für die Planung und Realisierung einer baulichen Anlage. Im Baukostenplan Hochbau umfassen die Anlagekosten die Hauptgruppen A Grundstück bis Z Mehrwertsteuer.

**Bauwerkskosten**
Summe der Kosten für die Realisierung des Bauwerks. Im Baukostenplan Hochbau umfassen die Bauwerkskosten die Hauptgruppen C Konstruktion Gebäude bis G Ausbau Gebäude.

**Bezugsmenge**
Die Bezugsmenge wird als Menge definiert, auf die sich eine Kostengruppe des Baukostenplans Hochbau bezieht. Bezugsmengen bestehen somit aus einer Menge, einer Einheit und einer Bezugsgrösse (z.B. 150 $m^2$ Geschossfläche GF) und dienen als Grundlage zur Bildung eines Kennwerts oder Richtwerts.

**Erstellungskosten**
Summe der Kosten für die Planung und Realisierung eines Bauwerks und dessen Umgebung. Das Grundstück, die Reserven und die Mehrwertsteuer sind ausgenommen. Im Baukostenplan Hochbau umfassen die Erstellungskosten die Hauptgruppen B Vorbereitung bis W Nebenkosten.

**Kostenkennwerte**
Der Kostenkennwert ist im Baukostenplan Hochbau als Wert definiert, der das Verhältnis der Kosten zu einer Bezugsmenge darstellt. Es handelt sich hierbei um Erfahrungswerte, die aus abgerechneten Objekten gewonnen werden und die die Marktlage zum jeweiligen Zeitpunkt widerspiegeln. Dies im Gegensatz zu Kostenrichtwerten, denen theoretische Werte oder Richtpreise zugrunde liegen.

## 2.2 Erhebung

Die vorliegenden Dokumentationen wurden aus den von den Planern bzw. der Bauherrschaft zur Verfügung gestellten Unterlagen abgeleitet. Dabei handelte es sich mehrheitlich um Schlussabrechnungen, die nach dem Baukostenplan BKP 2001 gegliedert waren. Diese Abrechnungen wurden in den aktuellen Baukostenplan Hochbau eBKP-H überführt, indem die einzelnen Kostengruppen dem eBKP-H zugeordnet wurden. Zusätzlich mussten einige Kostengruppen, die nicht direkt zugeordnet werden konnten, aufgeteilt und auf diese Weise in Abstimmung mit dem Datenlieferanten umgeschlüsselt werden. Neben den Kostendaten wurden auch die im Baukostenplan Hochbau definierten Bezugsmengen aus den bereitgestellten Planunterlagen ermittelt. Eine Plausibilisierung der Kosten- und Flächenkennwerte erfolgte abschliessend durch die Datenlieferanten und durch einen Quervergleich der Objekte.

Die so erhaltenen Kosten-, Flächen- und Energiekennwerte sind als Orientierungswerte zu verstehen, die für die Ermittlung den projektspezifisch unterschiedlichen Kosteneinflussfaktoren anzupassen sind. Obwohl die Kennwerte mit grösster Sorgfalt ermittelt wurden, entbindet dies den Anwender jedoch nicht davon, diese zu prüfen und gegebenenfalls anzupassen. Für die Richtigkeit der genannten Kennwerte kann CRB keine Haftung übernehmen.

Die Entscheidung für einen bestimmten Kostenkennwert innerhalb der Kostenermittlung zählt zu den anspruchsvollen Arbeitsschritten. Der Objektarten-Katalog bietet für die Bestimmung des Kennwerts eine Vielzahl von Informationen. Die Auswahl eines Kostenkennwerts bzw. die projektspezifische Anpassung ist damit möglich und eine Voraussetzung für die erfolgreiche Kostenplanung gegeben.

## 2.3 Indexierung

Bei den Kostendaten des Objektarten-Katalogs handelt es sich um abgerechnete Objekte, deren Schlussabrechnungen teilweise schon mehrere Jahre zurückliegen. Sie entsprechen in ihrer ursprünglichen Form nicht dem aktuellen Kostenstand. Die Indexierung von Kostendaten bietet an dieser Stelle die Möglichkeit, solche Daten anzupassen und somit aktuell nutzbar zu machen. Dazu werden sogenannte Baukostenindizes herangezogen, die die vom Konjunkturverlauf abhängige Entwicklung von Angebot und Nachfrage widerspiegeln. Somit können sämtliche Kostenkennwerte und Kostenrichtwerte eines laufenden Bauprojekts oder eines dokumentierten Objekts über einen längeren Zeitraum bewirtschaftet und der Baupreisentwicklung angepasst werden.

Eine Anpassung hinsichtlich der kontinuierlichen Veränderung des Baustandards (z.B. Erdbebensicherheits-, Wärmedämmstandard) ist durch eine Indexierung nicht möglich, hierbei sind die einzelnen Kennwerte durch den Anwender anzupassen.

Die Dokumentationen des vorliegenden Objektarten-Katalogs wurden einheitlich mithilfe des schweizerischen Baupreisindex Hochbau (Schweiz gesamt) indexiert, der halbjährlich durch das Bundesamt für Statistik BFS herausgegeben wird. Der Kostenstand aller dokumentieren Kennwerte entspricht April 2010. Sämtliche Objektdokumentationen sind in der Fusszeile mit dem entsprechenden Index versehen und können somit auf den aktuellen Kostenstand übertragen werden. Die Kennwerte der jeweiligen Kostengruppe sind, wie im Baukostenplan Hochbau eBKP-H vorgesehen, ohne Mehrwertsteuer angegeben. Die Mehrwertsteuer der Objekte kann der Hauptgruppe Z Mehrwertsteuer entnommen werden.

 © CRB 2011

# 3 Energiekennwerte

Die dargestellten Energiekennwerte ermöglichen einen gesamtheitlichen Blick auf die Thematik des energie- und ressourceneffizienten Bauens. Der Energiebedarf für Heizung und Warmwasser ist dabei nur ein Bestandteil der Betrachtungen. Er macht bei heutigen Wohnbauten, welche dem Stand der Technik entsprechen (SIA Zielwert 380/1), noch rund 20% des gesamten Primärenergiebedarfs aus. Beleuchtung und Betriebseinrichtungen und vor allem die Erstellung (graue Energie) sowie die Mobiliät sind heute die bestimmenden Faktoren.

Der Primärenergiebedarf für die Wärme kann in naher Zukunft kaum mehr merklich gesenkt werden. Das Augenmerk des architektonischen Entwurfs bezüglich Ressourceneffizienz richtet sich daher insbesondere auf die Reduktion der grauen Energie und die Entwicklung eines intelligenten Beleuchtungskonzeptes mit einem hohen Tageslichtanteil. Schon in der ersten Entwurfsphase sind daher gesamtheitliche Konzepte erforderlich, welche alle Parameter von der Erstellung über den Betrieb bis zur Mobilität berücksichtigen. Das Merkblatt SIA 2040 "Effizienzpfad Energie" bildet dabei die Basis dieser Überlegungen.

## 3.1 Auswertung

Die Auswertung der Energiekennwerte beruht auf den von den Planern bzw. der Bauherrschaft zur Verfügung gestellten Unterlagen. Aufgrund mangelhafter Datenlage konnten nicht alle im vorliegenden Katalog dokumentierten Objekte ausgewertet werden.

Als Grundlage der Auswertung dienten hauptsächlich die behördlichen Energienachweise, die Planunterlagen sowie die Baubeschreibungen. Die Jahresnutzungsgrade und -arbeitszahlen der haustechnischen Anlagen sowie die Primärenergiefaktoren (Primärenergie nicht erneuerbar) der Energieträger beruhen auf den Merkblättern SIA 2031 "Energieausweis für Gebäude" und SIA 2040 "Effizienzpfad Energie". Die Daten für die Erstellung basieren auf dem Merkblatt SIA 2032 "Graue Energie von Gebäuden".

## 3.2 GEAK®

Der GEAK® ist der Gebäudeenergieausweis der Kantone und basiert auf dem Merkblatt SIA 2031 "Energieausweis für Gebäude". Die GEAK®-Bewertung wird durch zertifizierte Experten erstellt und zeigt auf, wie viel Energie ein Gebäude im Normbetrieb benötigt. Bewertet werden dabei die Effizienz der Gebäudehülle sowie die Effizienz Gesamtenergie. Die Effizienz wird in Klassen von A bis G in einer Energieetikette angezeigt, wobei die Effizienz der Gebäudehülle und jene der Gesamtenergie nicht deckungsgleich sein müssen. Neubauten nach den gesetzlichen Anforderungen erreichen die Kategorie B. Bauten, welche dem MINERGIE-P Standard entsprechen, erreichen die Kategorie A.

**Effizienz der Gebäudehülle**
Die Effizienz der Gebäudehülle bringt die Qualität des Wärmeschutzes der Gebäudehülle zum Ausdruck. Diese beinhaltet die Wärmedämmung von Wand, Dach und Boden, aber auch die Qualität der Fenster, einerseits bezüglich ihres Wärmedämmvermögens und ihrer Dichtigkeit, andererseits aber auch bezüglich des Sonnenenergiegewinns, den sie bei richtiger Bedienung ermöglichen. Die Effizienz der Gebäudehülle ist die massgebliche Grösse zur Beurteilung des Heizwärmebedarfs des Gebäudes.

**Effizienz der Gesamtenergie**
Die Effizienz der Gesamtenergie des Gebäudes setzt sich aus dem Energiebedarf für Heizung und Warmwasser sowie einem standardisierten Strombedarf für feste Einrichtungen des Gebäudes zusammen. Die verschiedenen Energieträger werden mit den nationalen Energie-Gewichtungsfaktoren (z.B. 2 für Strom) bewertet. Diese unterscheiden sich von den Primärenergiefaktoren des Merkblattes SIA 2031. Der Einsatz erneuerbarer Energien (auch von Umweltwärme mittels Wärmepumpen) führt zu einer besseren Kategorieeinteilung.

## 3.3 Energiekennwerte Heizung und Warmwasser

Die Gesamtenergiekennzahl $E_{HW}$ bezeichnet die Energiemenge, welche dem Heiz- und dem Warmwassersystem zugeführt werden muss, um den Wärmebedarf zu decken. Die Art der Wärmeerzeugung und die Verteilverluste sind dabei berücksichtigt. Die Berechnungen des Wärmebedarfs für Heizung und Warmwasser beruhen auf der Norm SIA 380/1 "Thermische Energie im Hochbau".

Der Heizwärmebedarf $Q_H$ setzt sich aus den Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten ($Q_T$ und $Q_{Veff}$) abzüglich der genutzten internen und solaren Gewinne ($Q_{ugi}$ und $Q_{ugs}$) zusammen. Bei den Lüftungswärmeverlusten wurde der allfällige Einsatz einer Komfortlüftungsanlage berücksichtigt.

**Transmissionsverluste**
Entwurflich bestimmende Grössen des Heizwärmebedarfs sind die Transmissionsverluste sowie die nutzbaren solaren Gewinne. Die Transmissionsverluste setzen sich aus den Verlusten über die opaken Bauteile (z.B. Wand) die transparenten Bauteilen (Fenster mit Rahmen und Verglasung) sowie die Wärmebrücken zusammen. Der Anteil der Wärmedämmung wird dabei oft überschätzt. Die Verluste über die opaken Bauteile sind bei heutigen energieeffizienten Bauten oft geringer als die Summe der Verluste über die Wärmebrücken und die transparenten Bauteile. Die wärmetechnische Qualität der transparenten Bauteile ist sehr stark vom Rahmenanteil der Fenster sowie der U-Werte von Rahmen und Glas abhängig.

Die starke Reduktion der Verluste über die opaken und transparenten Bauteile in den vergangenen Jahren sowie die Reduktion der Lüftungsverluste durch Komfortlüftungsanlagen hat den quantitativen Anteil der Wärmebrücken am Heizwärmebedarf markant steigen lassen. Während bis 2001 der Anteil der Wärmebrücken am Heizwärmebedarf bei 10% lag, beträgt der Anteil der Wärmebrücken heute oft 20% bis 30%.

**Solare Wärmegewinne**
Die nutzbaren solaren Gewinne ($Q_{ugs}$) werden ebenfalls vom Rahmenanteil eines Fensters, dessen Grösse und Orientierung sowie durch feststehende Beschattungen (Reduktion der solaren Einstrahlung durch Nachbargebäude, vorstehende Balkone über Fenstern etc.) beeinflusst. Neben der Art des Fensters und der baulichen Verschattung sind die nutzbaren solaren Gewinne abhängig von der Wärmespeicherkapazität des Baus sowie des Heizwärmebedarfs. Je geringer der Heizwärmebedarf und entsprechend kürzer die Heizsaison desto kürzer ist die Zeitspanne, in der die Sonne als passive Wärmequelle genutzt werden kann. Der solare Ertrag ist dabei unbedingt in Einklang mit dem sommerlichen Wärmeschutz zu bringen. Was im Winter erwünscht ist, kann im Sommer erheblich zur Überhitzung beitragen.

Wie die dargestellten Kennwerte dokumentieren, ist der Heizwärmebedarf eines Gebäudes stark vom architektonischen und konstruktiven Entwurf des Architekten abhängig. Die Dämmung der opaken Bauteile ist dabei heute nur noch ein Aspekt des energieeffizienten Bauens. Zur Reduktion des Heizwärmebedarfs sind beim Entwurf auch der Dämmperimeter, die Wärmebrücken, die transparenten Bauteile, die solaren Gewinne sowie die Lüftungsverluste mindestens gleichwertig zu berücksichtigen.

 © CRB 2011

## 3.4 Primärenergie nicht erneuerbar

Mit Primärenergie wird die Rohenergie bezeichnet, die noch keiner Umsetzung oder Umwandlung und keinem Transport unterworfen worden ist. Beispiele sind Rohöl, Uran in der Erde oder die potenzielle Energie des Wassers. Mit dem Primärenergiebedarf wird die Menge an Rohenergie bezeichnet, die für die Erstellung und den Betrieb sowie für die durch das Gebäude induzierte Mobilität benötigt wird. Der Primärenergiebedarf ist dabei abhängig vom Energieträger sowie dem Wirkungsgrad der damit betriebenen Geräte, Apparate und Maschinen. Die Primärenergiebetrachtungen basieren auf dem Merkblatt SIA 2040 "Effizienzpfad Energie". Dabei wird die nicht erneuerbare Primärenergie betrachtet.

Der Primärenergiebedarf für die Erstellung erfasst zudem die Erneuerung und die Entsorgung eines Gebäudes und wird aufgrund der Amortisationszeit in Werte pro Jahr und $m^2$ Energiebezugsfläche umgerechnet.

Der Primärenergiebedarf für den Betrieb umfasst die Verwendungszwecke Wärme, Lüftung/Klima, Beleuchtung und Betriebseinrichtungen. Der betriebliche Energiebedarf eines Gebäudes kann durch eine Reduzierung des Nutzenergiebedarfs (z.B. Wärme für die Heizenergie, Energie zur Kühlung), effiziente Geräte (z.B. Beleuchtung) und die Wahl des Energieträgers (z.B. Strom) wesentlich durch die Planer beeinflusst werden.

Die Mobilität umfasst die Energie für die standortabhängige Alltagsmobilität und die dazugehörige Infrastruktur (Fahrzeuge, Strassen und Geleiseanlagen). Der Primärenergiebedarf für die Mobilität ist hauptsächlich von der Standortwahl abhängig. Geschickte Mobilitätskonzepte helfen den Bedarf zusätzlich zu senken. Die Berechnungen zur Mobilität beruhen auf dem Merkblatt SIA 2039 "Mobilität – Energiebedarf in Abhängigkeit vom Gebäudestandort".

## 3.5 Graue Energie

Unter der grauen Energie versteht man den kumulierten Aufwand an nicht erneuerbarer Primärenergie zur Herstellung, Erneuerung und Entsorgung eines Gebäudes. Der Bedarf an grauer Energie wird in der vorliegenden Dokumentation in Anlehnung an die Haupt- und Elementgruppen des Baukostenplans Hochbau gegliedert:

| | |
|---|---|
| B6 | Baugrube |
| C1/C2.$1_A$ | Fundament, Aussenwandkonstruktion unter Terrain |
| C2.$1_B$/C3.1 | Aussenwandkonstruktion über Terrain |
| C2.2/C3.2 | Innenwandkonstruktion |
| C4.1/C4.3/C4.4 | Decken-, Dachkonstruktion |
| D | Technik Gebäude |
| E | Äussere Wandbekleidung Gebäude |
| F | Bedachung Gebäude |
| G | Ausbau Gebäude |

Die graue Energie der jeweiligen Bauteile wird – bezogen auf Energiebezugsfläche und Jahr – unter Berücksichtigung der technischen Lebensdauer betrachtet. Grundlage ist das Merkblatt SIA 2032 "Graue Energie von Gebäuden".

Im Gegensatz zu der darin enthaltenen "Berechnungstabelle für Vorstudien und Vorprojekt" werden die Hauptgruppen E Äussere Wandbekleidung Gebäude, F Bedachung Gebäude und G Ausbau Gebäude separat dargestellt und nicht der Hauptgruppe C Konstruktion Gebäude zugewiesen. Zudem werden die Elementgruppen E3 Einbaute, Absturzsicherung zu Aussenwand und F2 Einbaute, Absturzsicherung zu Dach nicht einzeln aufgelistet, sondern der jeweiligen Hauptgruppe zugeordnet. Die Bezugsgrössen des Merkblatts SIA 2032 weichen zum Teil gering von der Norm Baukostenplan Hochbau ab.

# 4 Verweise

## 4.1 Normen

Der vorliegende Objektarten-Katalog baut auf den folgenden Normen auf:

- SN 506 511 Baukostenplan Hochbau
- SN 504 416 / SIA 416 Flächen und Volumen von Gebäuden
- SN 520 380/1 / SIA 380/1 Thermische Energie im Hochbau

## 4.2 Weitere Verweise

- CRB-Standard: Objektarten-Gliederung OAG
- SIA-Merkblatt: 2031 Energieausweis für Gebäude
- SIA-Merkblatt: 2032 Graue Energie von Gebäuden
- SIA-Merkblatt: 2039 Mobilität – Energiebedarf in Abhängigkeit vom Gebäudestandort
- SIA-Merkblatt: 2040 Effizienzpfad Energie

# OBJEKTE IM VERGLEICH

Kosten-, Mengen- und Energie-kennwerte der dokumentierten Objekte im Vergleich.

# 5 Kostenkennwerte

Die zwölf Objektdokumentationen des vorliegenden Objektarten-Katalogs zeigen eine Vielzahl von Kennwerten. Sie zeichnen sich vor allem durch den Objektbezug und strukturierte, detaillierte Beschreibungen aus. Allerdings handelt es sich jeweils um einzelne Darstellungen, die zwar einheitlich aufgebaut sind, aber nur schwer Kennwertvergleiche gestatten. Das nachfolgende Kapitel widmet sich insbesondere den Vergleichen und stellen die folgenden Kennwertgruppen dar:

- Kostenkennwerte auf übergeordneter Ebene und auf Hauptgruppenebene nach Baukostenplan Hochbau
- Mengenkennwerte der Grundmengen nach SIA 416 und der Formquotienten nach Baukostenplan Hochbau
- Energiekennwerte zu nicht erneuerbarer Primärenergie und grauer Energie

Im Rahmen der Kennwertvergleiche werden die Objektdokumentationen in ihrer Gesamtheit betrachtet. Dabei werden die Vergleiche einerseits textlich beschrieben, indem die hervorstechenden Kennwerte und die jeweiligen Objekteigenschaften erläutert werden. Andererseits werden die Kennwertvergleiche durch das Benennen der jeweiligen Mittelwerte, Mediane, unteren und oberen Quartile sowie der Minimum- und Maximumwerte hinterlegt. Diese beschreibenden, statistischen Werte finden sich auch in den zugehörigen Abbildungen, die im Allgemeinen als Boxplots bezeichnet werden.

Zusätzlich liefert das nachfolgende Kapitel tabellarische Gegenüberstellungen für die Kostenkennwerte auf Hauptgruppenebene nach Baukostenplan Hochbau. Diese Tabellen sind einheitlich aufgebaut und zeigen alle Objekte mit:

- Kostenkennwert der jeweiligen Hauptgruppe
- Grafische Bewertung der Kostenkennwerte der zugehörigen Elementgruppen (hoch, mittel, tief, im Vergleich zu den übrigen Objekten)
- Grafische Bewertung der zugehörigen Elementgruppen hinsichtlich der Mengen (hoch, mittel, tief, bezogen auf die jeweilige Bezugsmenge der Hauptgruppe)
- Baubeschreibung der jeweiligen Hauptgruppe
- Erläuterung der Kosteneinflussfaktoren auf Elementgruppenebene hinsichtlich der Kostenkennwerte und der Mengen

Die grafischen Bewertungen sind an dieser Stelle besonders hervorzuheben. Sie erlauben eine schnelle Einordnung der jeweiligen Objekte hinsichtlich der Hauptgruppen-Kostenkennwerte, indem die Kostenkennwerte und Mengenverhältnisse der zugehörigen Elementgruppen betrachtet werden.

Die Erläuterung der Kosteneinflussfaktoren liefert dabei Informationen, wie der Standard bzw. die Qualität der jeweiligen Elementgruppe zu beurteilen ist. Die Mengenverhältnisse der Elementgruppen sind aber darüber hinaus auch relevant, wenn die Bezugsgrösse der jeweiligen Elementgruppe von der Bezugsgrösse der Hauptgruppe abweicht. In diesen Fällen wird das entsprechende Mengenverhältnis beurteilt. Es ist somit eine quantitative und keine qualitative Beurteilung, wie es bei den Kostenkennwerten der Elementgruppen der Fall ist. Beide Bewertungen ergänzen einander und unterstützen den Kostenkennwertvergleich auf Hauptgruppenebene.

In den folgenden Tabellen werden die Kostenkennwerte der Objekte auf Hauptgruppenebene miteinander verglichen. Die einheitlich aufgebauten Tabellen liefern dabei die folgenden Informationen:

- Kostenkennwert der jeweiligen Hauptgruppe
- grafische Bewertung der zugehörigen Elementgruppen hinsichtlich der Kostenkennwerte und Mengen
- textliche Beschreibung der Kosteneinflussfaktoren auf Elementebene
- Baubeschreibung der jeweiligen Hauptgruppe

Die Bewertung erlaubt eine schnelle Einordnung der jeweiligen Objekte hinsichtlich der Hauptgruppen-Kostenkennwerte, indem die Kostenkennwerte und Mengenverhältnisse der zugehörigen Elementgruppen dargestellt werden. Die Bewertung der Kostenkennwerte auf Elementgruppenebene liefert dabei Informationen, wie der Standard bzw. die Qualität der jeweiligen Elementgruppe zu beurteilen ist.

Die Mengenverhältnisse der Elementgruppen sind aber darüber hinaus auch relevant, wenn die Bezugsgrösse der jeweiligen Elementgruppe von der Bezugsgrösse der Hauptgruppe abweicht. In diesen Fällen wird zusätzlich beurteilt, wie viel von der jeweiligen Elementgruppe verbaut wird, indem das entsprechende Verhältnis beurteilt wird. Die Bewertung der Mengenverhältnisse der Elementgruppen ist somit eine quantitative und keine qualitative Beurteilung, wie es bei der Bewertung der Kostenkennwerte der Fall ist. Beide Beurteilungen ergänzen einander und unterstützen den Kostenkennwertvergleich auf der Hauptgruppenebene.

## C Konstruktion Gebäude

Die Hauptgruppe C umfasst die Konstruktion des Gebäudes sowie die Kanalisations- und Sickerleitungen unter oder an Gebäuden. Sie ist gemäss Baukostenplan Hochbau in die folgenden Elementgruppen gegliedert:

**C1 Fundament**
Bodenplattenfläche (BOF)

**C2 Wandkonstruktion**
Wandfläche (WF)

**C3 Stützenkonstruktion**
Stützenlänge (STL)

**C4 Decken-, Dachkonstruktion**
Decken- und Dachfläche (DDF)

**C5 Ergänzende Leistung zu Konstruktion**
Prozent von D

In Tabelle 4 sind die Kostenkennwerte der Hauptgruppe C Konstruktion Gebäude zusammenfassend dargestellt. Dabei fällt auf, dass die Verteilung der betrachteten Kennwerte unterhalb des Medians wesentlich geringer ist als darüber. Zusätzlich ist ersichtlich, dass einige Kennwerte besonders hoch sind (z.B. Haus Im Bungert). Die Hintergründe dieser Beobachtungen können anhand von Tabelle 4 nachvollzogen werden, die neben den Kostenkennwerten auch die Beschreibungen zum jeweiligen Objekt liefert, wie es in den Dokumentationen für alle Objekte und Kostengruppen der Fall ist.

| Objekt | CHF/m² GF | C1 C2 C3 C4 C5 | Beschreibung/Kosteneinflussfaktoren |
|---|---|---|---|
| **Wohnüberbauung Neuhof**<br>Altendorf | **415** | ◐ ◐ ◐ ◐ ◐<br>○ ◐ ● ◐ ◐ | Kanalisation, Stahlbeton-Fundamentplatte; Stahlbetonwände im Untergeschossbereich, Backstein- und Kalksandstein Aussen- und Innenwände; Metallstützen für Balkone; Stahlbetondecken- und Stahlbeton-Dachkonstruktion; ergänzende Leistungen.<br><br>**Durchschnittlicher Kostenkennwert** für die Hauptgruppe Konstruktion Gebäude (C). Knapp 90% der Kosten in den Elementgruppen Wandkonstruktion (C2) und Decken-, Dachkonstruktion (C4):<br>• Fundament (C1) mit einem geringen Mengenanteil der Bodenplattenfläche an der Geschossfläche<br>• vergleichsweise viele Stützen (C3) im Verhältnis zur Geschossfläche, daneben durchschnittliche Kostenkennwerte auf Elementgruppenebene |
| **Wohnüberbauung Brunnenhof**<br>Zürich-Hirschwiesen | **449** | ○ ◐ ● ◐ ●<br>◐ ◐ ○ ● ○ | Kanalisationsleitungen, Bodenplatte mit Sperrbeton 25/30 cm, Fundamentverstärkungen, Liftunterfahrten; Mauerwerks- und Stahlbetonwände 25/30 cm, teilweise Sperrbeton und Sichtbeton, Lichtschächte; feuerverzinkte Stahlstützen für die Balkone, vorfabrizierte Stahlbetonstützen für die Tiefgarage; Decken aus Stahlbeton, teilweise Sichtbeton, Deckenstirnelemente, Kragankerelemente, Treppenläufe, Balkonplatten, Stahlbeton-Dachkonstruktion; ergänzende Leistungen.<br><br>**Durchschnittlicher Kostenkennwert** für die Hauptgruppe Konstruktion Gebäude (C). Knapp 90% der Kosten in den Elementgruppen Wandkonstruktion (C2) und Decken-, Dachkonstruktion (C4):<br>• Ergänzende Leistung zu Konstruktion (C5) mit erhöhtem Kostenkennwert<br>• überdurchschnittlich viel Decken-, Dachkonstruktionsfläche (C4)<br>• geringer Kostenkennwert bei Fundament (C1) |
| **Wohnüberbauung Werdwies**<br>Zürich-Grünau | **427** | ◐ ◐ ● ◐ ●<br>◐ ◐ ◐ ● ◐ | Kanalisation unter der Bodenplatte, Magerbeton, wasserdichter Beton für Bodenplatten; Stahlbeton-Aussenwände, Betonelemente, schalldämmendes Mauerwerk, Mauerwerk aus Backstein; Aussenstützen als Betonelemente, Sichtbetonstützen im Parkingbereich; Decken und Dächer aus Stahlbeton, Treppenläufe mit Podest als Betonelemente, Parking: Dachkonstruktion als Stahlkonstruktion; ergänzende Leistungen.<br><br>**Durchschnittlicher Kostenkennwert** für die Hauptgruppe Konstruktion Gebäude (C). Knapp 90% der Kosten in den Elementgruppen Wandkonstruktion (C2) und Decken-, Dachkonstruktion (C4):<br>• Stützenkonstruktion (C3) und Ergänzende Leistung zu Konstruktion (C5) mit hohem Kostenkennwert<br>• überdurchschnittlich viel Decken-, Dachkonstruktionsfläche (C4), daneben durchschnittliche Kostenkennwerte und Mengenverhältnisse auf Elementgruppenebene |

# OBJEKTDOKUMENTATIONEN

Objektspezifische Kostenkennwerte und Baubeschreibungen nach Baukostenplan Hochbau eBKP-H. Mengenkennwerte nach SIA 416. Energiekennwerte nach Merkblatt SIA 2040 Effizienzpfad Energie.

# WOHNÜBERBAUUNG BRUNNENHOF

**Ersatzneubau Wohnüberbauung | 8057 Zürich-Hirschwiesen**

**Standort:** 8057 Zürich-Hirschwiesen, Hofwiesen-/Brunnenhofstrasse
**Grossregion:** Zürich
**Bauherrschaft:** Stadt Zürich, vertreten durch das Amt für Hochbauten
**Architektur:** Gigon/Guyer Architekten AG, Zürich
**Landschaftsarchitektur:** Hager Landschaftsarchitektur AG, Zürich
**Baumanagement:** b+p Baurealisation AG, Zürich
**Bauingenieur:** Dr. Lüchinger & Meyer, Zürich
**Elektroingenieur:** Elkom Partner AG, Chur
**HLKS-Ingenieur:** 3-Plan Haustechnik AG, Winterthur
**Bauphysik:** Lemon Consult GmbH, Zürich
**Fassadenplaner:** Metall Bau-Technik, Guntershausen
**Farbkonzept:** Adrian Schiess, Mouans-Sartou/F

**Nutzungskonzept:** 72 Mietwohnungen

| | | |
|---|---|---|
| 7 | 4½-Zimmer-Wohnungen | 110–118 m² |
| 44 | 5½-Zimmer-Wohnungen | 129–153 m² |
| 21 | 6½-Zimmer-Wohnungen | 145–157 m² |

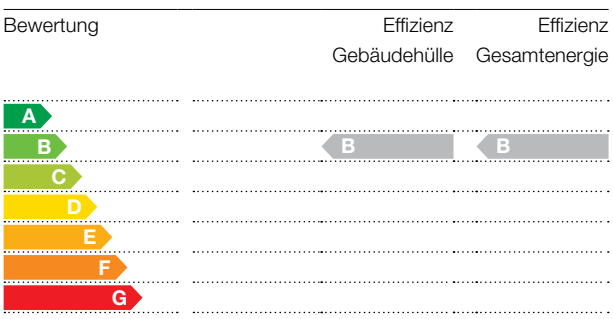
Kindergarten, Kinderhort, Gemeinschaftsraum, Tiefgarage 75 PP

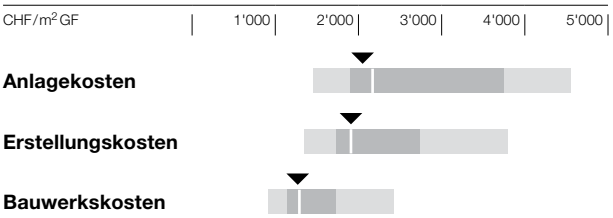
**Wettbewerb:** Herbst 2003
**Baubeginn:** Sommer 2005
**Bezug:** Frühjahr/Herbst 2007

**Projektbeschreibung**

Für den Ersatzneubau der Wohnsiedlung Brunnenhof wurde von der Stiftung "Wohnungen für kinderreiche Familien" 2003 ein Wettbewerb ausgeschrieben.
Zwei leicht geknickte, lang gezogene Baukörper von vier bis sechs Geschossen fassen Park- und Strassenraum ein. Der sechsgeschossige Bau mit 72 Wohneinheiten, Gemeinschaftsraum und Kinderhort reagiert im Grundriss auf die Lärmbelastung der Strasse. Man betritt die Wohnungen über längs angeordnete Treppenhäuser und Loggien, die den Wohnküchen zugeordnet sind und als geschützte, der Abendsonne zugewandte Aussenräume dienen. Sämtliche Schlafzimmer sind zur ruhigen Parkseite hin ausgerichtet. Die Wohnzimmer sind zweiseitig nach Osten und Westen orientiert und haben zur Parkseite hin einen vorgelagerten, tiefen Balkon.
Die Fassaden werden strukturiert durch horizontale Betonbänder und auskragende Balkone. Geschosshohe Fenster und farbige Glaspaneele bilden zusammen mit verschiebbaren Sonnen- und Sichtschutzpaneelen aus Glas ein Spiel der Farbflächen.

**GEAK® Gebäudeenergieausweis der Kantone**




Die dargestellte Streuung beruht auf den Kostenkennwerten der 12 dokumentierten Objekte.

**Baubeschreibung nach Hauptgruppen eBKP-H**

**A Grundstück:** -
**B Vorbereitung:** Abbruch und Entsorgung bestehender Bauwerke. Baustelleneinrichtung, Provisorien, Baugrubenaushub. Erschliessung durch Werkleitungen. Fassadengerüste.
**C Konstruktion Gebäude:** Bodenplatte aus Stahlbeton. Decken und Dach aus Stahlbeton, vorfabrizierte Deckenstirnelemente. Balkonplatten mit Kragankerelementen. Vorfabrizierte Treppenelemente aus Stahlbeton. Wände aus Stahlbeton und Backstein. Feuerverzinkte Stahlstützen für Balkone.
**D Technik Gebäude:** Warmwassererzeugung für Heizung und Brauchwasser über Anschluss an Fernwärmenetz. Bodenheizung. Sanitärapparate und Armaturen. Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung. Abluftanlage für Garage. 7 Personenaufzüge.
**E Äussere Wandbekleidung Gebäude:** Abdichtungen unter Terrain. Fassadensystem mit VSG 2x5 mm, Floatglas, ESG, emailliert, eingebaute Fensterzargen aus Aluminium. Fenster und Fenstertüren aus Holz-Metall, Rafflamellenstoren.
**F Bedachung Gebäude:** Flachdach, extensiv begrünt. Staketengeländer auf Balkonen.
**G Ausbau Gebäude:** Garage: Hartbeton-Bodenbelag. Trittschalldämmung, Zementestrich. Treppenhäuser: Kunststeinplatten. Wohnungen: textiler Bodenbelag und Linoleum bzw. Plattenbelag in Nasszellen. Wände Gipsgrundputz mit Abrieb 0.5 mm. Wände in Nassräumen mit keramischen Platten. Decken mit Weissputz, gestrichen. Garderoben. Einbauküchen.
**I Umgebung Gebäude:** Geländeanpassungen. Gärtnerarbeiten. Beläge und Abschlüsse. Anpassung der Signalisation. Spielplatzausstattung.

**MINERGIE-ECO®**

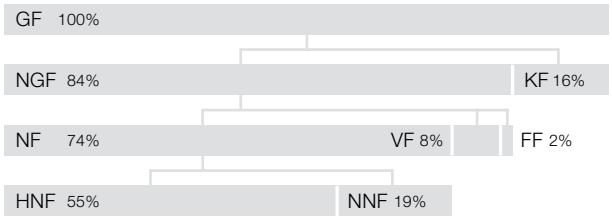
Deckung Restwärmebedarf für Heizung und Warmwasser durch Fernwärme, Reduktion Lüftungsverluste durch Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung und dichte Gebäudehülle. Berücksichtigung von bauökologischen Kriterien.

**Volumen und Flächen nach SIA 416**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Gebäudevolumen** | | | |
| GV | Gebäudevolumen | 59'720 $m^3$ | 100 % |
| **Grundstücksflächen** | | | |
| GSF | Grundstücksfläche | 8'519 $m^2$ | 100 % |
| GGF | Gebäudegrundfläche | 2'829 $m^2$ | 33 % |
| UF | Umgebungsfläche | 5'690 $m^2$ | 67 % |
| BUF | Bearbeitete Umgebungsfläche | 5'690 $m^2$ | 67 % |
| **Gebäudeflächen** | | | |
| GF | Geschossfläche | 18'535 $m^2$ | 100 % |
| KF | Konstruktionsfläche | 2'898 $m^2$ | 16 % |
| NGF | Nettogeschossfläche | 15'637 $m^2$ | 84 % |
| VF | Verkehrsfläche | 1'566 $m^2$ | 8 % |
| FF | Funktionsfläche | 348 $m^2$ | 2 % |
| NF | Nutzfläche | 13'722 $m^2$ | 74 % |
| HNF | Hauptnutzfläche | 10'198 $m^2$ | 55 % |
| NNF | Nebennutzfläche | 3'524 $m^2$ | 19 % |
| AGF | Aussengeschossfläche | 2'612 $m^2$ | 14 % |

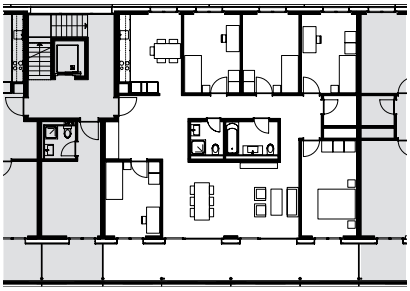
**Formquotienten nach eBKP-H**

| | | |
|---|---|---|
| AWF/GF | Aussenwandfläche/Geschossfläche | 1.21 |
| DAF/GF | Dachfläche/Geschossfläche | 0.47 |



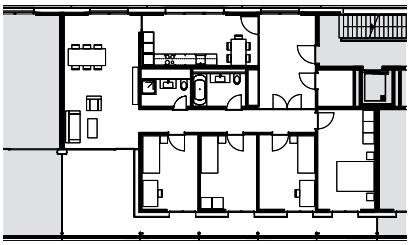

**Kosten nach Hauptgruppen eBKP-H**

| Code | | Bezugsmenge | | Kennwert | Kosten | % B-W | CHF/$m^3$ GV | CHF/$m^2$ GF |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | Grundstück | 8'519 $m^2$ | GSF | 0.00 | 0 | - | 0.00 | 0.00 |
| B | Vorbereitung | 8'519 $m^2$ | GSF | 576.68 | 4'912'731 | 13.9 % | 82.26 | 265.05 |
| C | Konstruktion Gebäude | 18'535 $m^2$ | GF | 449.18 | 8'325'482 | 23.5 % | 139.41 | 449.18 |
| D | Technik Gebäude | 18'535 $m^2$ | GF | 213.61 | 3'959'217 | 11.2 % | 66.30 | 213.61 |
| E | Äussere Wandbekleidung Gebäude | 10'133 $m^2$ | AWF | 400.17 | 4'054'937 | 11.4 % | 67.90 | 218.77 |
| F | Bedachung Gebäude | 4'424 $m^2$ | DAF | 175.92 | 778'288 | 2.2 % | 13.03 | 41.99 |
| G | Ausbau Gebäude | 18'535 $m^2$ | GF | 348.47 | 6'458'913 | 18.2 % | 108.15 | 348.47 |
| H | Nutzungsspez. Anlage Gebäude | 284 $m^2$ | ANGF | 0.00 | 0 | 0.0 % | 0.00 | 0.00 |
| I | Umgebung Gebäude | 5'690 $m^2$ | BUF | 156.55 | 890'758 | 2.5 % | 14.92 | 48.06 |
| J | Ausstattung Gebäude | 13'722 $m^2$ | NF | 1.07 | 14'669 | 0.0 % | 0.25 | 0.79 |
| V | Planungskosten | 30'964'534 CHF | PB | 14.5 % | 4'481'446 | 12.6 % | 75.04 | 241.78 |
| W | Nebenkosten | 18'535 $m^2$ | GF | 84.68 | 1'569'538 | 4.4 % | 26.28 | 84.68 |
| Y | Reserve, Teuerung | 35'445'980 CHF | | 0.0 % | 0 | - | 0.00 | 0.00 |
| Z | Mehrwertsteuer | 35'445'980 CHF | | 7.5 % | 2'641'314 | - | 44.23 | 142.50 |
| | Total | | | | 38'087'294 | 100 % | | |
| **C – G** | **Bauwerkskosten** | | | | **23,6 Mio.** | | **395.–** | **1'272.–** |
| **B – W** | **Erstellungskosten** | | | | **35,5 Mio.** | | **594.–** | **1'912.–** |
| **A – Z** | **Anlagekosten** | | | | **38,1 Mio.** | | **638.–** | **2'055.–** |

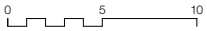


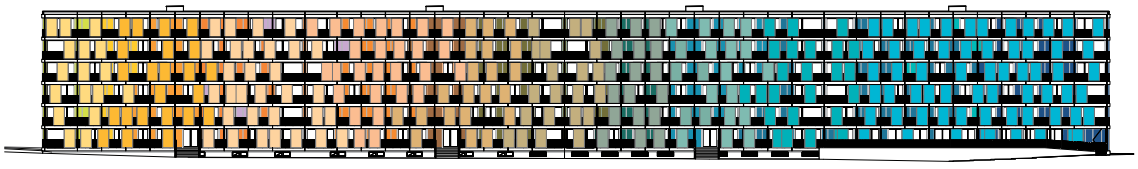
6½-Zimmer-Wohnung (Brunnenhofstrasse)

Situation

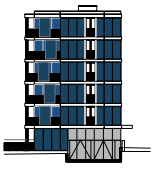


5½-Zimmer-Wohnung (Hofwiesenstrasse)



Ost-Fassade (Park)



Nord-Fassade

Süd-Fassade

West-Fassade (Hofwiesenstrasse)

## Kosten nach Baukostenplan Hochbau, 1./2. Ebene

| Code | | Bezugsmenge | | Kennwert | CHF | CHF/ $m^3$ GV | CHF/ $m^2$ GF | Beschreibung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **A** | **Grundstück** | 8'519 m² | GSF | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | - |
| A1 | Grundstück, Baurecht | 8'519 m² | GSF | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | - |
| A2 | Nebenkosten zu Grundstück, Baurecht | 0 CHF | | 0.0 % | 0 | 0.00 | 0.00 | - |
| **B** | **Vorbereitung** | 8'519 m² | GSF | 576.68 | 4'912'731 | 82.26 | 265.05 | Baugrunduntersuchung, Bestandsaufnahme; Baustellenerschliessung, Kosten für Energie und Wasser, Entsorgung, Baustellenbüro, Baustelleneinrichtung; Provisorien; Werkleitungen, Schächte und Rinnen; Abbruch und Entsorgung bestehender Bauwerke; Aushub und Entsorgung von kontaminiertem Bodenmaterial, Entsorgung von Asbest; Rodungen, Aushub aus offener Baugrube, teilweise Rühlwände, Materialeinbau, offene Wasserhaltung; Injektionsrammpfähle; Fassaden- und Arbeitsgerüste. |
| B1 | Untersuchung, Aufnahme, Messung | 8'519 m² | GSF | 2.88 | 24'558 | 0.41 | 1.32 | Baugrunduntersuchung; Bestandsaufnahme. |
| B2 | Baustelleneinrichtung | 18'535 m² | GF | 51.37 | 952'054 | 15.94 | 51.37 | Baustellenerschliessung; Kosten für Energie und Wasser, fachgerechtes Entsorgen des anfallenden Bauschutts; Baustellenbüro; Baustelleneinrichtung. |
| B3 | Provisorium | 18'535 m² | GF | 0.73 | 13'526 | 0.23 | 0.73 | Provisorien zur Sicherstellung des Betriebs. |
| B4 | Erschliessung durch Werkleitungen | 8'519 m² | GSF | 81.01 | 690'106 | 11.56 | 37.23 | Schmutzwasser-, Meteorwasser- und Wasserleitungen, Schächte und Rinnen. |
| B5 | Rückbau, Entsorgung Bauwerk | 25'000 m³ | RV | 24.57 | 614'143 | 10.28 | 33.13 | Abbruch und Entsorgung bestehender Gebäude, Stützmauern, Strassen, Plätze und dgl.; Aushub und Entsorgung von kontaminiertem Bodenmaterial, Entsorgung von Asbest. |
| B6 | Baugrube | 28'989 m³ | VAF | 61.12 | 1'771'732 | 29.67 | 95.59 | Rodungen; Aushub aus offener Baugrube; Sanierung von Altlasten (kontaminiertes Material 9600 $m^3$); Böschungssicherung und teilweise Rühlwände; Materialeinbau; offene Wasserhaltung mit Pumpensümpfen (Absetzbecken und Neutralisation). |
| B7 | Baugrundverbesserung, Bauwerkssicherung | 4'424 m² | BOF | 142.59 | 630'824 | 10.56 | 34.03 | Injektionsrammpfähle (570 Stück) mit 2 bis 9 m. |
| B8 | Gerüst | 8'185 m² | GERF | 26.36 | 215'788 | 3.61 | 11.64 | Leichte Fassaden- und Arbeitsgerüste. |
| **C** | **Konstruktion Gebäude** | 18'535 m² | GF | 449.18 | 8'325'482 | 139.41 | 449.18 | Kanalisationsleitungen, Bodenplatte mit Sperrbeton 25/30 cm, Fundamentverstärkungen, Liftunterfahrten; Mauerwerks- und Stahlbetonwände 25/30 cm, teilweise Sperrbeton und Sichtbeton, Lichtschächte; feuerverzinkte Stahlstützen für die Balkone, vorfabrizierte Stahlbetonstützen für die Tiefgarage; Decken aus Stahlbeton, teilweise Sichtbeton, Deckenstirnelemente, Kragankerelemente, Treppenläufe, Balkonplatten, Stahlbeton-Dachkonstruktion; ergänzende Leistungen. |
| C1 | Fundament | 4'424 m² | BOF | 167.06 | 739'082 | 12.38 | 39.87 | Kanalisationsleitungen; Tiefgarage: Bodenplatte mit Sperrbeton 25/30 cm, ungedämmt und Fundamentverstärkungen; Wohnbauten: Bodenplatte mit Sperrbeton 25 cm und Liftunterfahrten. |
| C2 | Wandkonstruktion | 19'043 m² | WF | 183.92 | 3'502'400 | 58.65 | 188.96 | Aussenwände: Stahlbeton 25/30 cm, Sperrbeton, Lichtschächte; Innenwände: Stahlbeton 18/20/25 cm, teilweise als Sichtbeton sowie tragende und nicht tragende Mauerwerkswände. |
| C3 | Stützenkonstruktion | 68 m | STL | 469.04 | 31'895 | 0.53 | 1.72 | Feuerverzinkte Stahlstützen für die Balkone (d 10 cm); vorfabrizierte Stahlbetonstützen für die Tiefgarage (25x60 cm). |

 © CRB 2011 

## Energiekennwerte Heizung und Warmwasser

| **Lage** | | | |
|---|---|---|---|
| Höhenlage | h | 450 | m ü.M. |
| Klimastation | Zürich SMA | | |

| **Gebäudelayout** | | | |
|---|---|---|---|
| Gebäudekategorie | I Wohnen MFH | | |
| flächenbezogene Wärmekapazität | schwer | | |
| Energiebezugsfläche | $A_E$ | 13'904 | $m^2$ |
| therm. Gebäudehüllfläche | $A_{th}$ | 13'366 | $m^2$ |
| Gebäudehüllzahl | $A_{th}/A_E$ | 0.96 | |
| Fensterfläche | $A_W$ | 3'774 | $m^2$ |
| Flächenanteil Fenster und Türen | $A_W/A_E$ | 0.27 | |

| **Gebäudehülle** | | | |
|---|---|---|---|
| Dach | $U_w$ | 0.17 | $W/m^2K$ |
| Fassade | $U_w$ | 0.25 | $W/m^2K$ |
| Fenster | $U_{w\ Fenster}$ | 1.30 | $W/m^2K$ |
| Kellerdecke | $U_w$ | 0.26 | $W/m^2K$ |

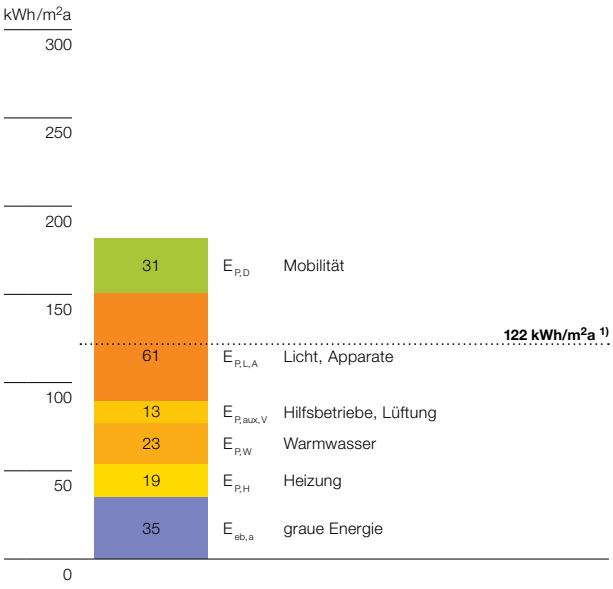
| **Transmissionsverluste** | | | |
|---|---|---|---|
| opake Bauteile | $Q_{T\ opak}$ | 70.2 | $MJ/m^2a$ |
| transparente Bauteile | $Q_{T\ transp.}$ | 126.7 | $MJ/m^2a$ |
| Wärmebrücken | $Q_{T\ Wärmebr.}$ | 6.8 | $MJ/m^2a$ |

**Heizsystem:** Fernwärme KVA
**Warmwasseraufbereitung:** Fernwärme KVA
**Lüftung:** Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung

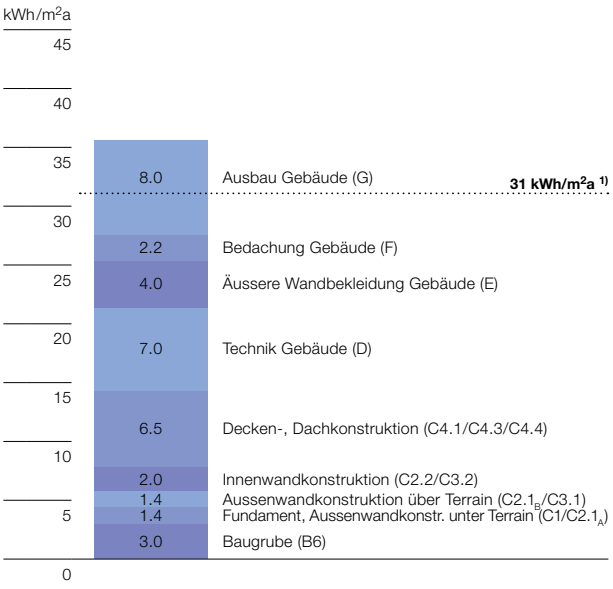
| **Auswertung** | | | |
|---|---|---|---|
| Transmissionsverluste Total | $Q_T$ | 203.7 | $MJ/m^2a$ |
| Lüftungswärmeverluste | $Q_{Veff}$ | 40.6 | $MJ/m^2a$ |
| genutzte interne Wärmegewinne | $Q_{ug\ i}$ | 58.6 | $MJ/m^2a$ |
| genutzte solare Wärmegewinne | $Q_{ug\ s}$ | 100.5 | $MJ/m^2a$ |
| spez. Heizwärmebedarf | $Q_H$ | 113.0 | $MJ/m^2a$ |
| effektiver Heizwärmebedarf | $Q_{Heff}$ | 85.9 | $MJ/m^2a$ |
| Wärmebedarf für Warmwasser | $Q_{WW}$ | 75.0 | $MJ/m^2a$ |
| Gesamtenergiekennzahl | $E_{HW}$ | 189.4 | $MJ/m^2a$ |

## Energiebedarf

### Primärenergie nicht erneuerbar




### Graue Energie




1) Merkblatt SIA 2040 Effizienzpfad Energie, Stand Vernehmlassung 2010: Zielwert Wohnen Primärenergie nicht erneuerbar 122 kWh/m²a, Richtwert graue Energie 31 kWh/m²a

 © CRB 2011