Abbildung 1: Minergie-Eco-Wohnsiedlung in Chur

Einmaleins

Nachhaltig bauen – was heisst das genau?
Dieser Ratgeber zeigt in kompakter Form die wichtigsten Kriterien.

Wirkungsfelder

- Gesundheit und Komfort
- Graue Energie
- Betriebsenergie
- Stoffkreisläufe
- Mobilität
- Flexibilität

Massnahmen

- Gebäudeform
- Bauhülle
- Bauweise
- Ausrüstung
- Standort

Massnahmenliste auf Seite 3

faktor
Architektur Technik Energie
kompakt 03

Wirkungsfelder

Gesundheit und Komfort

Menschen halten sich überwiegend in Räumen auf. Entsprechend wichtig ist die Qualität der Raumluft, der Schutz vor unerwünschten Immissionen wie Lärm und ionisierender Strahlung sowie eine ausreichende Versorgung von Wohn- und Arbeitsräumen mit Tageslicht. Baustoffe bieten Schutz, sind aber nur allzu oft Quelle von Schadstoffemissionen. Typisch dafür sind Klebstoffe, Fugendichtungsmassen und Farbanstriche, deren Emissionen die Raumluft belasten. Für häufige Schadstoffe gelten Richt- und Grenzwerte, die je nach Standard respektive Anforderung der Bauherrschaft in einem Projekt umzusetzen sind. Der Nachweis erfolgt mittels Messung.

Graue Energie – keineswegs vernachlässigbar!

In unserer gebauten Umwelt – in Gebäuden und Anlagen – steckt viel Energie. Je m² Geschossfläche ist mit einem Energieverbrauch für die Herstellung und die Beschaffung von Baumaterialien, Systemen und Komponenten zwischen 400 und 1400 kWh zu rechnen. Das bedeutet für ein 8-Familien-Haus einen Aufwand von einer Gigawattstunde Primärenergie. Umgerechnet auf Jahresraten ergeben sich Werte für die Graue Energie, die der Betriebsenergie von effizienten Bauten entsprechen (Minergie oder Minergie-P).

Zur Quantifizierung der Grauen Energie eines Projektes sind verlässliche Daten verfügbar. Um Vergleiche zwischen verschiedenen Projekten und Bauweisen zu ermöglichen, beispielsweise im Rahmen eines Wettbewerbes oder einer Variantenstudie, sind nicht nur einheitliche Datengrundlagen zu verwenden, auch die Berechnungsmethode hat sich nach einem anerkannten Standard zu richten. Mit dem SIA-Merkblatt 2023 «Graue Energie von Gebäuden» ist diese Basis verfügbar. Anhand dieses Instrumentes lässt sich beispielsweise die Frage beantworten, ob eine Gesamtsanierung einem Rückbau in Verbindung mit einem Ersatzneubau – unter Berücksichtigung der Grauen und der Betriebsenergie – vorzuziehen sei.

Form und Grösse eines Gebäudes beeinflussen den Bedarf an Grauer Energie massgeblich. Besonders ins Gewicht fallen das unterirdische Volumen und der Technisierungsgrad. Geringere Auswirkungen hat die Materialisierung; allerdings sind die Unterschiede zwischen Materialien erheblich. Bestrebungen zur Reduktion der Grauen Energie mindern vielfach die Erstellungskosten und den Betriebsenergiebedarf. Typisch für diesen Effekt sind kompakte Baukörper, die sowohl bezüglich der Grauen Energie als auch der Betriebsenergie und der Investitionskosten sehr gut abschneiden.

Betriebsenergie: grosses Potenzial

Mit bewährten Konzepten, beispielsweise Minergie oder Minergie-P, lassen sich Häuser mit einem Verbrauch von 30 kWh pro m² beheizter Fläche erstellen (Betriebsenergie für Raumheizung und Wassererwärmung). Im Vergleich zum Bestand in der Schweiz sind das 15 %. Sowohl die Materialien und Systeme als auch das Know-how für diese Bauten sind verfügbar – wie viele Beispiele zeigen. Im Zentrum steht eine sehr gut gedämmte und luftdichte Bauhülle, die nur kleine Wärmebrücken aufweist und gleichzeitig hohe Strahlungsgewinne durch Fenster ermöglicht.

Die Kombination von geringen Transmissionsverlusten und grossem solaren Wärmeeintrag bildet – zusammen mit einer kompakten Gebäudeform – die Basis des energieeffizienten Hauses. Zur Deckung des Restenergiebedarfes sind dann nur kleine Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien notwendig – Solaranlagen, Wärmepumpen oder Holzfeuerungen.

In einem effizienten Haus sind auch die Betriebseinrichtungen effizient – oder soll-

faktor
Architektur Technik Energie
kompakt 03

ten es zumindest sein. Dies gilt ganz besonders für die Beleuchtung und für die Hilfsbetriebe der Gebäudetechnik wie Pumpen, Ventilatoren, Storenmotoren, Aufzüge, etc. Bei der Beschaffung von Büro- und Haushaltgeräten sind dieselben Kriterien anzuwenden (mit einem besonderen Augenmerk auf den Standby-Verbrauch). In vielen, vor allem auch in gut gedämmten Bauten übersteigt der Energieverbrauch für Betriebseinrichtungen und Geräte jenen für Heizung und Warmwasser bei weitem. Entsprechend wichtig ist die sorgfältige Planung und Ausschreibung. (www.topten.ch)

Das Haus als Teil des Stoffkreislaufes

Vier Tonnen Rohstoffe werden in der Schweiz pro Einwohner und Jahr für Hochbauvorhaben verwendet. Der immense Bedarf bedingt eine aufwändige Logistik, insbesondere für schwierig zu beschaffende Stoffe aus weit entfernten Regionen. Der Einsatz von gut verfügbaren Baustoffen aus dem lokalen Umfeld ist deshalb eine zentrale Forderung des nachhaltigen Bauens. Besonders gut geeignet sind rezyklierte Stoffe, weil sie in der Regel in kurzer Distanz zur Baustelle anfallen und übliche Rohstoffe substituieren. Um den Anteil rezyklierter Baustoffe signifikant zu erhöhen, sollten Hochbauten auch ein grosses Recycling-Potenzial aufweisen. Durch geeignete Konstruktionen und Materialien – Stichwort: Trennbarkeit – lassen sich beim Rückbau viele Altstoffe wieder in den Kreislauf zurückführen. Die Schliessung von Stoffkreisläufen beginnt im Planungsbüro: Durch Entwicklung und Bestellung trennbarer Systeme und Bauteile ist der wichtigste Schritt getan – der Rückbau ist planbar.

Für den Einsatz von Recycling-Stoffen gibt es viele Beispiele, unter anderem der rasch wachsende Anteil von Recycling-Beton in der Region Zürich. Bereits 10 % des Betonbedarfs wird mit rezyklierter Gesteinskörnung gedeckt.

Tabelle 1: Kriterien des nachhaltigen Bauens, strukturiert nach fünf planerischen Aspekten.

Nachhaltig Bauen: Die wichtigsten Kriterien

Gebäudeform	Bauhülle	Bauweise	Ausrüstung	Standort
▮ Kompakter Baukörper ▮ Wenig geometrische Wärmebrücken (Vor- und rücksprünge in der Fassade und im Übergang zwischen Sockel- und Folgegeschoss vermeiden) ▮ Kompakter Wärmedämmperimeter ▮ Orientierung des Gebäudes: Nutzung von Sonnenenergie ▮ Kleine unterirdische Volumina	▮ Sehr gute Dämmung ▮ Luftdichte Konstruktion ▮ Minimale konstruktive Wärmebrücken (Kragplattenanschlüsse, Deckenstirmen, Fensteranschläge) ▮ Orientierung und Grösse der Fenster (Solarenergie- und Tageslichtnutzung) ▮ Materialisierung und Konstruktion (Beständigkeit) ▮ Sommerlicher Wärmeschutz ▮ Schallschutz	▮ Einfache Tragstruktur mit kleinen Spannweiten ▮ Flexibel nutzbare und erschliessbare Räume ▮ Konsequente Differenzierung zwischen Primär-, Sekundär- und Teritärsystemen ermöglicht differenzierte Erneuerung ▮ Gut zugängliche Installationen ▮ Ausreichend Gebäudemasse (Speicherung Solarenergie) ▮ Einfache Konstruktionen (graue Energie) ▮ Gesundheitlich und ökologisch verträgliche Baumaterialien	▮ Wahl des Energieträgers (geringe CO_2-Emissionen) ▮ Schlanke Haustechnik ▮ Präzis dimensionierte Systeme ▮ Natürliche Kühlsysteme ▮ Erneuerbare Energien ▮ Betriebsoptimierung ▮ Effiziente Gebäudetechnik (Motoren, Storen, Aufzüge, Medientransport) ▮ Effiziente Betriebseinrichtungen und Geräte ▮ Gut zugängliche Räume für Velos und Kinderwagen	▮ Gute Besonnung ▮ Geringe Lärmimmissionen ▮ Gute Erschliessung mit öffentlichem und Langsamverkehr

Abbildung. 2: 2000-Watt-Siedlung Sihlbogen in Zürich-Leimbach.

Mobilität: Kleine Massnahmen mit grosser Wirkung

Knapp ein Fünftel beträgt der Anteil des Verkehrs am gesamten Primärenergieverbrauch in der Schweiz. Von diesen rund 10 000 kWh pro Person und Jahr entfallen 56 % auf Autos, 16 % auf den öffentlichen Verkehr und 28 % auf Flugzeuge. Relevant für das nachhaltige Bauen ist allerdings nur die durch Bauten induzierte Mobilität. Und dieser Aufwand lässt sich durch den Standort des Gebäudes beeinflussen, insbesondere aufgrund einer guten Erschliessung mit dem öffentlichen Verkehr. Neben dem Standort sind bauliche und organisatorische Massnahmen auf dem Areal und am Bau besonders wichtig. Beispiele dafür sind die Kombination von einem üblichen Mietvertrag mit einem Abo des öffentlichen Verkehrs; gut zugängliche, gesicherte und geschützte Parkplätze für Velos, Elektrovelos und Kinderwagen; sofern möglich: Carsharing-Angebote statt individuelle Autoparkplätze.

Flexibilität: Änderungen sind programmiert

Bauten überdauern Jahrzehnte, wenn nicht Jahrhunderte. Und erfahren in dieser Zeit viele Änderungen: Sie werden anders genutzt und intern erschlossen, neu ausgerüstet und renoviert, unterteilt und erweitert. Nachhaltige Häuser ermöglichen diese Anpassungen – sie sind diesbezüglich flexibel. Das hat Konsequenzen in der Primärstruktur, in den Grundrissen, in der Materialisierung und, nicht zuletzt, in der haus- und gebäudetechnischen Ausrüstung der Objekte. Vorbildlich geplante und gebaute Häuser eignen sich auch für die Instandhaltung und den Unterhalt, weil Bauteile und technische Systeme gut zugänglich sind.

Labels und Instrumente

Empfehlung SIA 112/1

Die Bereiche Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft bilden den Grundraster der Empfehlung SIA 112/1 Nachhaltiges Bauen – Hochbau. Hauptinhalt ist ein breit gefasster Kriterienkatalog, in dem gesellschaftliche, ökologische und wirtschaftliche Aspekte des Bauens gleichermassen thematisiert sind. Die Empfehlung dient auch der Verständigung zwischen den an einem Bau Beteiligten und als Vertragsgrundlage.

Lebenszykluskosten als zentrales Beurteilungskriterium

Investitionskosten sind – ohne Berücksichtigung von Folgekosten – eine unzureichende Entscheidungsgrundlage für Bauten und Anlagen. Für Objekte mit langfristiger Perspektive ist der Aufwand für Erstellung, für Betrieb und Unterhalt, für Instandhaltung und Modernisierungen, für spätere Nutzungsänderungen und für einen allfälligen Rückbau, einschliesslich der Entsorgung, also die gesamten Lebenszykluskosten, ausschlaggebend.

2000-Watt-Gesellschaft: Im weltweiten Durchschnitt verbraucht der Mensch rund 2200 Watt oder jährlich 19 300 kWh Primärenergie (2008). In der Schweiz sind es 6300 Watt (55 000 kWh pro Jahr), in anderen Ländern noch mehr. Eine nachhaltige Entwicklung bedingt einen deutlich tieferen Pro-Kopf-Verbrauch, bei gleichzeitig begrenztem CO_2-Ausstoss (1 Tonne pro Person und Jahr). Mit der 2000-Watt-Gesellschaft soll dies möglich werden.

SIA-Effizienzpfad Energie: Der Effizienzpfad des SIA ermöglicht eine gesamtenergetische Betrachtung eines Bauvorhabens. Neben der Betriebsenergie behandelt der Effizienzpfad den Energieaufwand für die Beschaffung von Materialien sowie für die Erstellung und den Rückbau, einschliesslich der Entsorgung, des Gebäudes, der Energiebedarf der Geräte und Betriebseinrichtungen sowie die durch das Objekt ausgelöste Mobilität. (www.sia.ch)

Minergie und Minergie-P: Die beiden gut bekannten Baustandards Minergie und Minergie-P kombinieren einen hohen Komfort mit einem geringen Betriebsenergiebedarf. Zwei Anforderungen stehen im Vordergrund: Der Heizwärmebedarf des Gebäudes unter Standardbedingungen bewertet die Qualität der Gebäudehülle (Primäranforderung) und die gewichtete Energiekennzahl Wärme subsummiert den gesamten für Raumheizung, Wassererwärmung und Raumklimatisierung notwendigen Endenergiebedarf (Tabelle). Während Minergie nur geringfügig strenger ist als die gesetzlichen Anforderungen der meisten Kantone (Musterverordnung der Kantone im Energiebereich, MuKEn 2008) bedingt Minergie-P eine konsequente Umsetzung energieeffizienter Bauweisen. Acht Punkte sind besonders wichtig: Kompakte Gebäudeform; Orientierung des Gebäudes (Solarstrahlung); sehr gute Wärmedämmung; gute Fenster; wenig Wärmebrücken; dichte Bauhülle; erneuerbare Energien und effiziente Geräte. Minergie-P ist der Baustandard, der zum SIA-Effizienzpfad Energie und zur 2000-Watt-Gesellschaft passt. (www.minergie.ch)

Kantonale Bauvorschriften: Die Kantone übernehmen 2009 bis 2011 suksessive die Mustervorschriften im Energiebereich MuKEn 2008; sie sind deutlich strenger bezüglich des Heizwärmebedarfes und des Wärmeenergiebedarfes als frühere Bestimmungen. www.endk.ch

Tabelle 2: Anforderungen an die Minergie-Standards.

Anforderung	Minergie	Minergie-P
an die Gebäudehülle (Heizwärmebedarf, Primäranforderung)	90 % des Grenzwertes der Norm SIA 380/1 (Modernisierung: keine Anforderung)	60 % des Grenzwertes der Norm SIA 380/1 (Modernisierung: 80 % des Grenzwertes für Neubauten)
an den Endenergiebedarf (gewichtete Energiekennzahl Wärme)	38 kWh/m² (Modernisierung: 60 kWh/m²)	30 kWh/m² (Neubau + Modernisierung)

Minergie-Eco: Gesundheitliche und bauökologische Aspekte stehen im Zentrum des Standards Minergie-Eco, der als Ergänzung zum Basisstandard Minergie respektive Minergie-P zu verstehen ist. Dies gilt sowohl für die Planung als auch für die Realisation und Zertifizierung. Die wichtigsten Kriterien sind gute Tageslichtverhältnisse, geringe Lärmimmissionen, geringe Schadstoffbelastung der Raumluft; gut verfügbare Stoffe oder Recycling-Baustoffe mit nur geringer Umweltbelastung einsetzen; einfach rückbaubare Konstruktionen anstreben, die einfach verwertet und entsorgt werden können. (www.minergie.ch)

Gebäudestandard 2008: Der Gebäudestandard 2008 bildet eine Leitlinie für Auftraggeber von Bauleistungen an Objekten der öffentlichen Hand und an Bauten, die durch die öffentliche Hand unterstützt respektive mitfinanziert werden. Der Standard umfasst sieben Empfehlungen: Für Neubauten Minergie; für Sanierungen Minergie-Modernisierung; effizienter Elektrizitätseinsatz; Nutzung von erneuerbaren Energien; Verwendung von gesundheitlich und ökologisch unbedenklichen Materialien und Konstruktionen (für Neubauten Minergie-Eco); Berücksichtigung von Kriterien des nachhaltigen Bauens im Wettbewerbsverfahren und in Studienaufträgen; optimierte Bewirtschaftung. (Energie-Schweiz für Gemeinden)

CO_2-neutral, klimaneutral: Mit einem CO_2-Ausstoss von einer Tonne pro Kopf und Jahr kann eine Gesellschaft «klimaneutral» werden. Diese Emissionsrate ist integrales Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft und der Vision Energie 2050 des Kantons Zürich. Der heutige jährliche Ausstoss an CO_2 beträgt in der Schweiz 8,7 Tonnen pro Person.

Energieformen: Nutzenergie ist jene Energie, die dem Nutzer für eine Energiedienstleistung unmittelbar zur Verfügung steht. Beispiele: Wärme und Kälte in Räumen, Licht, mechanische Arbeit. **Endenergie** ist jene Energie, mit dem ein System zur Umsetzung, zumeist in Nutzenergie, beschickt wird. Beispiele: Heizöl, Holz, Elektrizität. **Primärenergien** sind natürlich vorkommende Energieformen und Energiequellen, die in der Regel nicht direkt eingesetzt werden. Beispiele: Solarstrahlung, Erdöl, Wasserkraft.
kWh oder MJ? Normen, Empfehlungen und Merkblätter des SIA verwenden MJ respektive MJ/m^2; die Anforderungen von Minergie dagegen sind in kWh/m^2 formuliert.

www.faktor.ch

faktor
Architektur Technik Energie
kompakt 03

Autor: Othmar Humm
Stand 2009