

Sommerlicher Wärmeschutz

Klimakomfort im Minergie-Gebäude

Inhalt

Weniger heizen, mehr kühlen	4
Schützen und speichern	6
Sonnenschutz	8
Steuern und bewirtschaften	10
Varianten des Nachweises	12
Integral geplant	14
Ein Haus für morgen	16
Weitere Infos	18

Impressum

Herausgeber

Verein Minergie

Produktion

Konzept und Text: Sandra Aeberhard und Othmar Humm, Faktor Journalisten AG, Zürich; Sebastian El Khouli und Binta Anderegg, Bob Gysin + Partner BGP, Zürich; Christian Dietrich, Gartenmann Engineering AG, Basel; Robert Minovsky, Minergie, Basel

Redaktion: Sandra Aeberhard, Faktor Journalisten AG, Zürich

Grafik: Christine Sidler, Faktor Journalisten AG, Zürich

Druck: Birkhäuser+GBC AG, Reinach

Titelbild: EAWAG Forum Chriesbach Dübendorf, Foto: Roger Frei; **Seite 9:** Glas Trösch; **Seite 11:** BE Netz AG, Griesser AG, Regazzi SA; **Seite 15:** Dominique Wehrli; **Seite 17:** Arento AG



Bauen für morgen

Im vergangenen Jahrhundert sind die Temperaturen in der Deutschschweiz um $1,3^{\circ}$ Celsius angestiegen. Die Prognosen zeigen: Diese Entwicklung geht weiter. Als Folge des Klimawandels werden wir Gebäude künftig weniger heizen, dafür mehr kühlen müssen. Um auch unter diesen Vorzeichen im Sommer und Winter angenehme Innentemperaturen zu haben, bedarf es einer umsichtigen Planung. Denn was wir heute bauen, muss auch den klimatischen Bedingungen in 50 Jahren genügen. Mit einem optimalen Sonnenschutz, einer effizienten Wärmeabfuhr sowie einem angepassten Nutzerverhalten lassen sich auch künftig behagliche Raumtemperaturen erreichen – möglichst ohne Klimaanlage.

Weniger heizen, mehr kühlen

Deutlich mehr Hitzetage

Seit Messbeginn vor 155 Jahren ist die Temperatur in unseren Breitengraden im Jahresmittel um rund 2 °C angestiegen. 2018 war der heisseste je gemessene Sommer in der Schweiz. Die Auswirkungen der Klimaerwärmung sind nebst trockenen Sommern und schneearmen Wintern auch eine Zunahme heftiger Niederschläge und deutlich mehr Hitzetage (Tageshöchsttemperaturen von 30 °C und mehr). Vorausgesetzt, dass weltweit grosse Anstrengungen zum Klimaschutz unternommen werden, ist in der Schweiz bis in 40 Jahren mit zusätzlich 12 Hitzetagen zu rechnen (Verdopplung). Weniger optimistische Szenarien gehen von 22 Hitzetagen aus. Höhere Temperaturen im Winter haben zur Folge, dass der Heizwärmebedarf sinkt. Die Herausforderung wird künftig darin bestehen, die sommerliche Überhitzung der Gebäude zu vermeiden.

Klimakältebedarf steigt exponentiell

In der von der Hochschule Luzern im Auftrag des Bundesamts für Energie durchgeführten Studie «ClimaBau – Planen angesichts des Klimawandels» kommen die Autoren zum Schluss, dass der Klimawandel bedeutende Auswirkungen auf den Energiebedarf und die Behaglichkeit in Gebäuden hat. Verglichen wurden die Perioden «1995» (1980 – 2009) und «2060» (2045 – 2074) anhand von vier Beispielgebäuden (Altbau standard, Altbau geschützt, Neubau massiv, Neubau hybrid).

Der Heizwärmebedarf sinkt, während der Klimakältebedarf exponentiell ansteigt. Behagliche Temperaturen in Innenräumen während Hitzeperioden sind ganz wesentlich von der Fassadengestaltung und der Speicherefähigkeit der Bausubstanz abhängig. Vor allem die Qualität und Grösse, Ausrichtung und Öffnungsmöglichkeit der Fenster, möglichst automatische Beschattungssysteme sowie die Nachtauskühlung sind von Bedeutung.

Mit der Planung fängt es an

Unsere Gebäude haben eine Lebensdauer von 50 bis 100 Jahren. Was wir heute bauen, muss also auch zukünftigen klimatischen Bedingungen gewachsen sein. Ziel sind behagliche Raumlufttemperaturen möglichst ohne aktive Kühlmassnahmen über den gesamten Nutzungszyklus. Entwurfparameter wie Gebäudeausrichtung, Fensterflächen und Speicherefähigkeit des Gebäudes sind entscheidend. Ein beweglicher, gesteuerter, aussenliegender Sonnenschutz für transparente Bauteile verhindert Wärmeeinträge im Sommer, lässt sie aber im Winter zu. Überschüssige Wärme kann mittels Nachtauskühlung über die Fenster (Freecooling) oder Geocooling über die Bodenheizung effizient abgeführt werden.

Ein optimales Konzept zum sommerlichen Wärmeschutz löst mehrere Zielkonflikte. Etwa den Widerspruch zwischen der Reduktion des solaren Wärmeeintrags und der Notwendigkeit einer ausreichenden Tageslichtversorgung oder jenen zwischen den erwünschten solaren Gewinnen im Winter und der Überhitzung im Sommer.

Die Studie «ClimaBau» zeigt die Entwicklung des Heizwärme- respektive Klimakältebedarfs auf. Altbauten bieten in der Regel eine grössere Speichermasse bei gleichzeitig geringerem Glaseanteil in der Fassade (Quelle: HSLU).

Einfluss des Klimawandels – Vergleich der Perioden «1995» und «2060»		
	Altbauten	Neubauten
Reduktion Heizwärmebedarf	ca. 20 %	ca. 30 %
Anstieg Klimakältebedarf	exponentiell, jedoch deutlich geringer als Neubauten	stark, auf ca. 50 % der Heizwärme
Klimakälteleistung Periode 2060	25 % bis 40 % der Heizleistung	bis zum Doppelten der Heizleistung

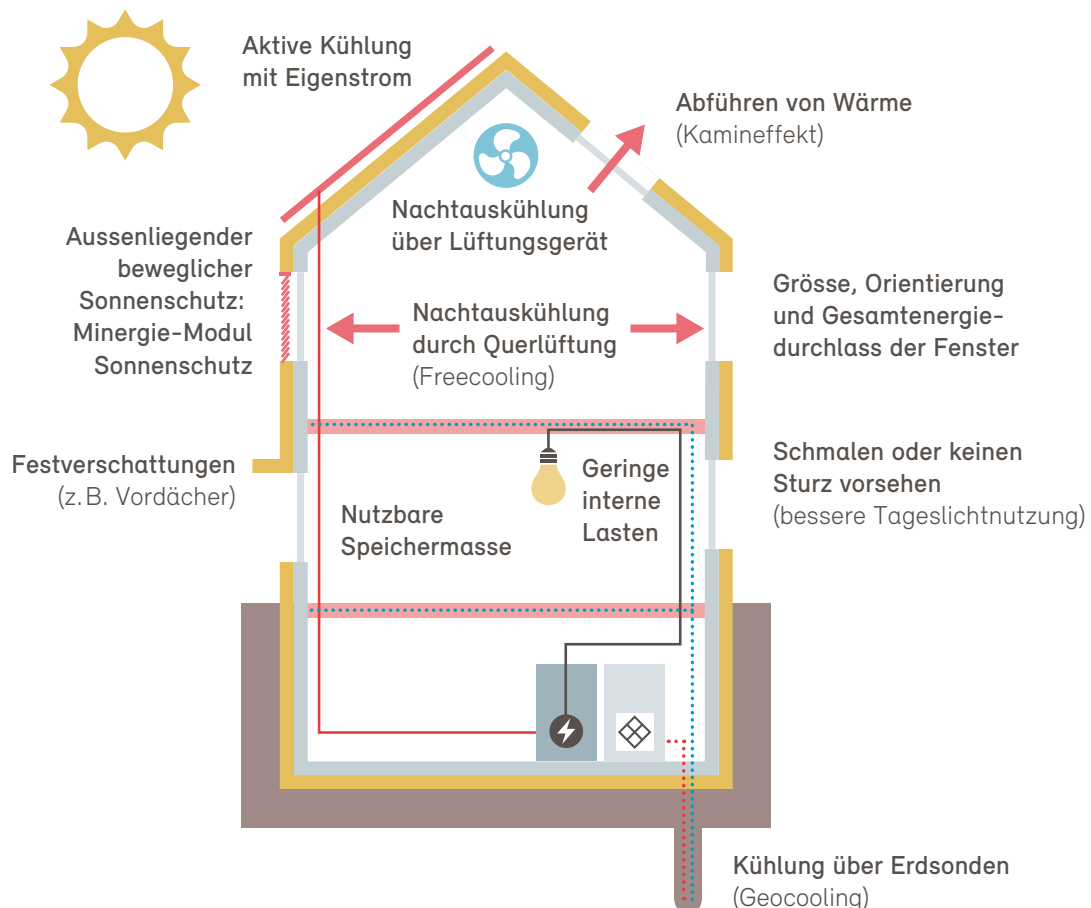
Behaglichkeit

Die thermische Behaglichkeit wird individuell sehr unterschiedlich wahrgenommen. Als optimal gilt derjenige Zustand, der von den meisten Benutzern als neutral, das heisst, weder zu warm noch zu kalt, empfunden wird. Die Norm SIA 180 betrachtet Komfortbedingungen als angemessen, wenn mindestens 90 % der Benutzer unter der Voraussetzung einer normalen Tätigkeit und saisonüblicher Kleidung diese als behaglich empfindet. Als Richtwerte für sommerliche Raumtemperaturen empfiehlt der SIA zwischen 22 °C und 26,5 °C.

Städtebaulicher Kontext

In Städten werden die Temperaturen im Sommer vor allem aufgrund der versiegelten Böden noch stärker ansteigen als in ländlichen Gebieten, wodurch Hitzeinseln entstehen. Wichtig ist, dass natürliche Kaltluftachsen nicht durch bauliche Riegel, etwa in Form grosser Gebäudevolumen, blockiert werden. Auch die Gebäudeumgebung soll mithelfen, die Hitzebildung zu reduzieren. Das heisst: mehr Grün- und Wasserflächen, weniger versiegelte Oberflächen. Auch Dach- und Fassadenbegrünung haben einen positiven Effekt auf die Temperaturentwicklung in Gebäuden.

Sommerlicher Wärmeschutz im Minergie-Gebäude



Schützen und speichern

Sommerlicher Wärmeschutz muss als disziplinübergreifendes Thema von den Architekten geplant werden. Bereits am Anfang sollten grundsätzliche Planungsentscheide gefällt werden, denn Volumetrie und Orientierung eines Gebäudes, aber auch die Ausbildung der Fassade (Öffnungsanteil), sind von städtebaulicher Relevanz. Die vielfältigen Anforderungen und Aspekte des nachhaltigen Bauens – und dazu gehört der sommerliche Komfort – sollen nicht mittels Technologie nachträglich erfüllt werden. Vielmehr sind bauliche und technologische Aspekte eng miteinander zu verflechten.

Grundanforderungen

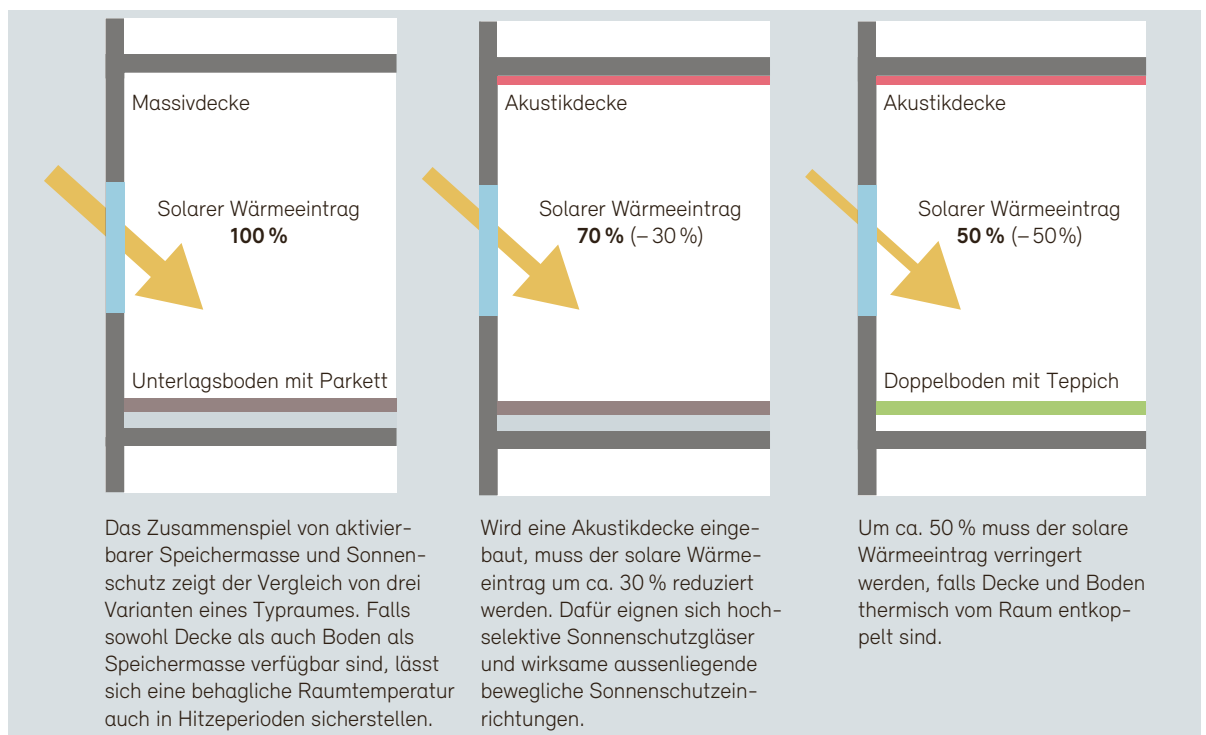
Die Norm SIA 180 verlangt, ein Gebäude so zu planen, dass bei Nutzungen mit mässigen internen Wärmelasten, bei richtiger Bedienung des Sonnenschutzes und natürlicher Lüftung ein behagliches Raumklima ohne aktive Kühlung gewährleistet ist. Dabei gilt es im Grundsatz drei Punkte zu beachten: Im Vordergrund steht die Reduktion externer und interner Wärmelasten. Verbleibende Wärmelasten sollten in Bauteilen zwischengespeichert und anschliessend möglichst effizient abgeführt werden.

Aktive Kühlung kann sinnvoll sein

In naher Zukunft werden sich die saisonalen Unterschiede im Angebot an Elektrizität vergrössern. Während Winterstrom aufgrund der Ausserbetriebnahme von fossilen und nuklearen Kraftwerken knapper wird, steigt die Verfügbarkeit von Sommerstrom aus Photovoltaikanlagen. Die Nutzung von im Haus produzierten PV-Strom zur aktiven Kühlung von Wohn- und Arbeitsräumen während Hitzeperioden kann sinnvoll sein, vor allem weil an diesen Tagen sehr viel Sonnenstrom anfällt, der tendenziell zu einem Überschuss führt.

Wärmelasten reduzieren, Speicher nutzen

Wichtige Stellschrauben sind der solare Wärmeeintrag und die Speicherkapazität von Bauteilen. Ist die Speicherkapazität gering, steigen die Anforderungen an den Sonnenschutz. Umgekehrt lassen höhere Raumspeicherkapazitäten mehr Freiheit bei der Gestaltung der Fassade und des Sonnenschutzes zu. Besondere Aufmerk-



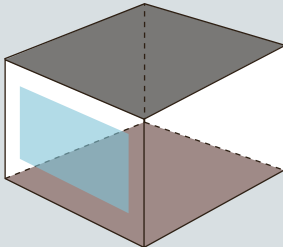
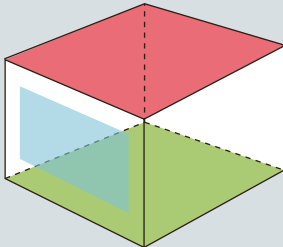
samkeit erfordern Nutzungen, bei denen akustische Massnahmen getroffen werden müssen, da die Speichermassen dadurch reduziert werden können. Wichtig: Die Reduktion der Wärmedämmung trägt nicht zur Verringerung hoher sommerlicher Temperaturen bei.

Da der Sonnenschutz idealerweise nur bei direkter Besonnung geschlossen ist, spielt die Verglasung vor allem bei Räumen mit niedriger Speichermasse und Ausrichtungen mit hohem Diffusstrahlungsanteil eine wichtige Rolle. Für Verwaltungsgebäude sind deswegen oftmals hochselektive Sonnen-Wärmeschutzverglasungen zu empfehlen.

Massnahmen

- Ausgewogene Glasflächenzahl: Wohnungsbau 20 % bis 30 %; Bürobau 30 % bis 40 %
- Geringe U- und g-Werte der Fenster
- Sehr guter, beweglicher Sonnenschutz
- Optimierte Speichermasse: aktivierbare Decken und Böden, keine abgehängten Decken, möglichst rohe Betondecken sowie schwere Innenwände
- Sehr gut gedämmte Gebäudehülle

- Keine Über-Eck-Verglasungen bei hohem Glasflächenanteil und geringer Speichermasse
- Schmäler oder kein Fenstersturz für eine bessere Tageslichtnutzung bei gleichem Wärmeeintrag
- Gute Lichttransmission (τ -Wert oder T_{vis} -Wert)
- Die Fassadenkonstruktion (Massiv- oder Holzbau) spielt bei einem geringen Flächenanteil eine untergeordnete Rolle.
- Minimierung der internen Lasten (effiziente LED-Leuchten und IT-Ausrüstungen, effiziente elektrische Geräte, Energieetikette beachten)

Kennwerte zu zwei typischen Räumen		
	Wohnraum	Bürraum
	Massivdecke  Unterlagsboden mit Parkett	Decke thermisch zu 80 % entkoppelt mit Akustikpaneelen  Doppelboden mit Installationsraum
Schwerpunkt	Speicherfähigkeit	Minderung solarer Wärmeeintrag
g-Wert Verglasung	50 %	27 %
g-Wert total (mit Sonnenschutz)	10 %	7 %
Spezifische Wärmespeicherfähigkeit	50 Wh/m ² K	30 Wh/m ² K

Zwei typische Räume mit einer Nettogeschossfläche von je 25 m², identischem aussenliegendem Rafflamellenstoren und Westausrichtung. Die Glasflächenzahl beträgt für beide Varianten 30 %.

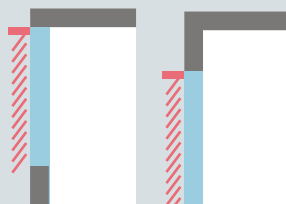
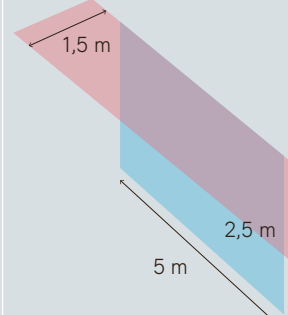
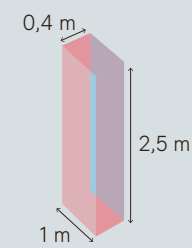
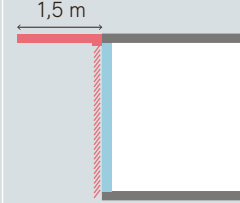
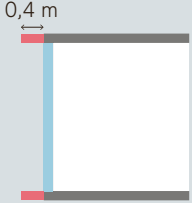
Sonnenschutz

Heute wird der Sonnenschutz üblicherweise über aussenliegende Lamellenstoren oder Markisen gelöst. Auch bauliche Verschattungen wie Balkone können dazu beitragen, solare Lasten zu reduzieren. Solche Lösungen können allerdings die Tageslichtverfügbarkeit massgebend beeinflussen. Bei hohen Verschattungswinkeln sind sie deswegen nicht für alle Nutzungen gleich geeignet und auch die Auswirkungen auf den (gewollten) winterlichen Wärmeeintrag müssen beachtet werden. Dasselbe gilt bei der Verwendung von Sonnenschutzgläsern. Daraus ergibt sich ein Zielkonflikt zwischen Tageslichtnutzung und sommerlichem Wärmeschutz. Architektinnen und Bauherren sollten deshalb diese Massnahmen sorgfältig abwägen.

Verhältnis von Lichttransmission und Gesamtenergiedurchlass (Selektivitätskennzahl)

Eine gute Lichttransmission ist erwünscht, um Elektrizität für die Beleuchtung zu sparen. Der Gesamtenergiedurchlass sollte dagegen möglichst tief sein, um in Bürohäusern den sommerlichen Wärmeschutz sicherzustellen. Im Verhältnis der beiden Grössen zeigt sich eine Qualität der Verglasung, wie sie in Bürobauten sinnvoll sein können, z.B. 2,0 (Selektivität). In Wohnbauten ist der winterliche Solarwärmeeintrag sehr willkommen (hoher g-Wert).

3 Varianten des Sonnenschutzes, Kennwerte

Situation	1,7 m hohes Fenster mit aussenliegendem beweglichem Sonnenschutz	Vordach vor breitem, raumhohem Fenster mit aussenliegendem Sonnenschutz	Schmales, raumhohes Fenster mit umlaufender heller Laibung (ohne aussenliegendem Sonnenschutz)
	<p>Tageslichtnutzung</p> <p>besser schlechter</p> 		
Bauliche Verschattung	keine		
Lichttransmission T_{vis} Verglasung	70%	70%	52%
g-Wert Verglasung	50%	50%	26%
Verhältnis T_{vis} und g-Wert	1,4	1,4	2,0
Glasanteil	30%	50%	30%
g-Wert total	10%	10%	26%

Prinzipien des Sonnenschutzes für einen westorientierten Raum mit unterschiedlichen Glasqualitäten und Glasanteilen. Die spezifische Wärmespeicherkapazität beträgt für alle Varianten $50 \text{ Wh/m}^2 \text{ K}$.

Auswahlkriterien

Bei der Wahl des Sonnenschutzsystems müssen weitere Aspekte beachtet werden:

- Erforderliche Windwiderstandsklasse in Abhängigkeit der Windregion, Geländekategorie und Einbauhöhe
- Erfordernisse eines zusätzlichen Blendenschutzes
- Sichtbezug nach aussen
- Möglicher Vandalismus
- Vermeidung von Schlagschattenbildung

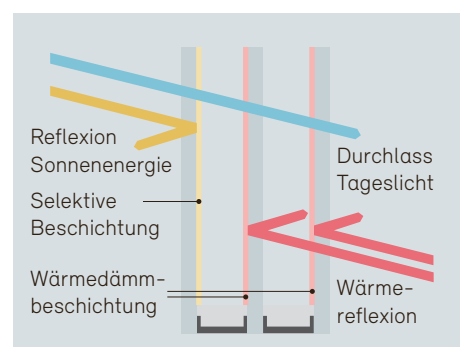
Licht ja, Wärme nein

Sonnenschutzgläser bieten eine Filterfunktion: Die selektive Beschichtung reflektiert langwellige Infrarotstrahlung überwiegend und lässt kurzwellige, sichtbare Strahlen zum grossen Teil passieren. Der Wärmeeintrag in den Raum reduziert sich dadurch, ohne dass die Tageslichtversorgung stark vermindert wird. Die meisten Hersteller von Sonnenschutzverglasungen differenzieren die Beschichtungen, indem sie das äusserste der drei Gläser auf der inneren Oberfläche gegen Solareintrag beschichten, die beiden inneren Gläser auf der äusseren Oberfläche mit einer Wärmeschutzschicht ausrüsten. Sonnenschutzverglasungen sollten also eine möglichst hohe Lichttransmission und einen geringen Gesamtenergiedurchlassgrad aufweisen. Das Verhältnis der beiden Grössen wird in der Fachwelt als Selektivitätskennzahl (S) bezeichnet ($S = \tau/g$). Falls die Verglasung zum Sonnenschutz beiträgt, sollte die Selektivitätskennzahl möglichst gross sein. Zu beachten ist, dass τ -Wert und g-Wert in ihrer Grösse nicht linear korrelieren.

Kleine g-Werte vermindern die passive Sonnenenergienutzung, auch zu Zeiten, in denen Solarwärme sehr willkommen ist. Für Wohnbauten sollte deshalb der solare Wärmegewinn entsprechend hoch gewichtet werden. Bei diesen Bauten lässt sich der sommerliche Wärmeschutz typischerweise mit anderen Massnahmen, vor allem mit einem äusseren beweglichen Sonnenschutz und mit viel Speichermasse realisieren.

Bei der Bestellung von Sonnenschutzverglasungen spielt mitunter der b-Faktor eine Rolle, das Verhältnis der g-Werte einer Sonnenschutzverglasung und einer Verglasung ohne Sonnenschutzbeschichtung (auf einen g-Wert von 80 % normiert).

Beispiel: g-Wert Sonnenschutz 24 %; g-Wert ohne Sonnenschutz 80 %, b-Faktor demnach 0,3.



Aufbau eines Sonnenschutzglases.

Sonnenschutzverglasungen: typische Kennwerte und Grössenbeispiele*

	Hohe Werte	Niedrige Werte	High Performance
Lichttransmission τ	66 %	17 %	52 %
Gesamtenergiedurchlassgrad g	39 %	13 %	26 %
Selektivitätskennzahl	1,7	1,3	2
* Diese typischen Kennwerte beziehen sich auf 3-fach-Sonnen-Wärme-Schutz-Verglasungen.			

Steuern und bewirtschaften

Dem Verhalten von Bewohnerinnen und Nutzer kommt im sommerlichen Wärmeschutz eine grosse Bedeutung zu. In Wohngebäuden erfolgt das «Wärme-management» in der Regel von Hand – sozusagen gemäss dem «gesunden Menschenverstand». In Büro- und Gewerbebauten sowie im Gesundheitsbereich sind automatisierte Systeme sinnvoll. Häufig sind diese Funktionen mit der Gebäudeautomation kombiniert. Das Minergie-Modul Sonnenschutz ist die optimale Lösung für Wohn-, Büro- und Gewerbebauten.

Wärme abführen

Wenn möglich, sollten Wärmelasten natürlich, z. B. über eine Fensterlüftung, abgeführt werden (Freecooling). Insbesondere eine Nachtlüftung kann zur Verbesserung des sommerlichen Innenraumklimas beitragen – Voraussetzung sind entsprechende Raumspeichermassen und eine günstige Geometrie der Fensteröffnung. Hohe Fensteröffnungen sind bei gleicher Öffnungsfläche deutlich effektiver als flache.

Die Grenzen der natürlichen Fenster- nachtlüftung werden aber vor allem im städtischen Umfeld sichtbar: Lärm, Luftqualität und innerstädtische Sommer-temperaturen können den Nutzen einer natürlichen Kühlung über die Fenster teils erheblich einschränken oder gar ausschliessen. Ähnlich ist die Situation, wenn aus Gründen der Sicherheit nur eingeschränkte Möglichkeiten vorhanden sind, Fenster oder Teile der Fassade zu öffnen. Idealerweise wird darauf mit einer Reduktion der solaren Einträge durch bauliche Massnahmen reagiert.

Effiziente und ressourcenschonende technische Lösungen können einen Beitrag zum thermischen Komfort leisten. Die kontrollierte Lüftung allein ist bei verhältnismässig geringen Luftvolumenströmen ohne zusätzliche Massnahmen allerdings meist keine ausreichende Lö-

sung. Ein gängiger Ansatz ist das Geocooling, bei dem «Erdkälte» zur Senkung der Raumtemperatur dient. Grundwasser kann ebenfalls als Kältequelle genutzt werden, ist vor dem Hintergrund einer möglichen Grundwassererwärmung aber mit Vorsicht zu beurteilen. Ist eine Erdsondenheizung vorhanden, dient die Rückführung der Wärme ins Erdreich der Regeneration. Der Wärmeentzug erfolgt meist über die Fussbodenheizregister oder über eine Vorkonditionierung der Zuluft. In beiden Fällen muss die Gefahr einer Kondensatbildung und im Falle einer Fussbodenkühlung auch die Eignung des Bodenbelags berücksichtigt werden. Die effektive Kühlleistung ist deswegen meist begrenzt. Auch die durch PV unterstützte Kühlung ist eine Möglichkeit, das sommerliche Raumklima zu verbessern.

Einfach statt kompliziert

Systeme mit wenig Steuerungstechnik sind komplexeren Lösungen stets vorzuziehen. Mit geringerer Komplexität mindert sich die Wahrscheinlichkeit von fehlerbehafteter Planung und Bedienung. Zudem sind sie günstiger in der Erstellung und verbrauchen oft weniger Energie im Betrieb.

Massnahmen

Neben einem aussenliegenden beweglichen Sonnenschutz, wenn möglich tageslichtabhängig gesteuert (im Bürobau schon weit verbreitet) und mit hoher Windwiderstandsklasse, sind folgende nutzungsspezifische Massnahmen zur Nachtauskühlung möglich:

- Querlüftung ermöglichen
- Dreh-Kipp-Flügel einplanen, allenfalls mit motorischem Antrieb
- Kamineffekt nutzen: Treppenhäuser mit steuerbaren Oberlichtern ausstatten. Wenn möglich in Verbindung mit einbruchssicheren Nachströmungsöffnungen

in der Fassade und brandfallgesteuerten Türen zum Treppenhaus im EG.

- Nutzung von Atrien oder Innenhöfen
- Nachtkühlung über die Lüftungsanlage mit Bypass-Funktion, wenn Nachtauskühlung über Fenster nicht möglich ist (Sicherheit, Lärm, Insekten, Zugserscheinungen in Schlafräumen).
- Betriebliche Instruktionen und Optimierungen (richtig lüften, richtige Bedienung des Sonnenschutzes, richtige Steuerung der Lüftung)

Nutzungsabhängige Lösungen

Wohnungsbau

Ausgangslage: Lange Abwesenheit tagsüber und meist kein gesteuerter Sonnenschutz, geringe interne Wärmelasten, lange Präsenzzeiten nachts (während möglicher Nachtauskühlung).

Massnahmen: Nachtlüftung über Kippfenster oder Lüftungsanlage; Wärmeentzug über Register der Bodenheizung und Erdsonde, einfache Bedienung anstreben. Das Minergie-Modul Sonnenschutz Home bietet eine Gesamtlösung für den Wohnungsbau, eingeschlossen die Regulierung.

Links: Strom von der eigenen PV-Anlage für die Kühlung nutzen.

Mitte: Nach Minergie zertifiziertes Sonnenschutz-Modul.

Rechts: Das Nutzerverhalten trägt viel zum guten Raumklima bei.

Büro- und Gewerbebauten

Ausgangslage: Lange Präsenzzeit tagsüber, grosse interne Lasten, meist Gebäudesteuerung vorhanden, geringe Präsenzzeit nachts während Nachtauskühlungsphase.

Massnahmen: höherer Technisierungsgrad, Übersteuerung der Gebäudeautomation durch Nutzer muss möglich sein für hohe Nutzerzufriedenheit, effektive Nachtauskühlung mit hohen Luftwechselraten notwendig – manuell, automatisiert, allenfalls wassergeführte Systeme wie thermoaktive Bauteilsysteme (TABS) für höheren Wirkungsgrad. Die Wirkung dieser Massnahme bedingte eine ausreichende Speicherkapazität. Konflikte mit Sicherheitsaspekten wie Einbruchschutz und Gewitter beachten. Das Minergie-Modul Sonnenschutz Business ist für gewerbliche Nutzungen optimiert.

Alters- und Pflegezentren

Ausgangslage: Lange Präsenzzeit tagsüber und nachts, teilweise hohe interne Lasten, sensible Nutzerinnen und Nutzer in Bezug auf Behaglichkeit, meist Gebäudesteuerung vorhanden, Präsenzzeit des Personals rund um die Uhr.

Massnahmen: Übersteuerung der Gebäudeautomation durch leitendes Personal muss möglich sein für hohe Nutzerzufriedenheit, effektive Nachtauskühlung mechanisch oder manuell, dabei sind Konflikte mit Sicherheitsaspekten wie Gewitter zu beachten (Kippflügel). Eine Schulung der Mitarbeitenden ist sehr wichtig!



Varianten des Nachweises

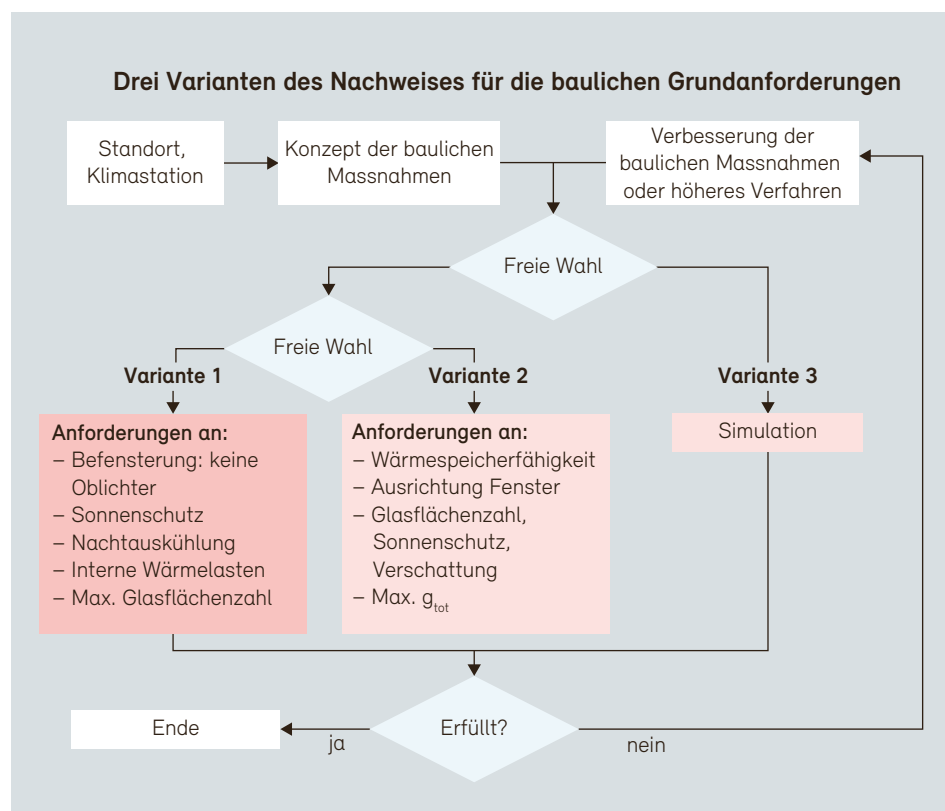
Für den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes gilt die Norm SIA 180 «Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden», subsidiär auch die Normen SIA 382/1, SIA 342 und SIA 416 sowie die Merkblätter SIA 2024 und 2028. Eine Minergie-Zertifizierung bedingt einen Nachweis, der in wesentlichen Punkten von der SIA-Norm abweicht. Im Unterschied zum SIA-Nachweis setzt Minergie bei allen drei Varianten standortbezogene Vorgaben. Wie die SIA-Norm 180 bietet der Minergie-Nachweis drei Varianten an, wobei überwiegend die **Variante 1** mit der «Globalbeurteilung von Standardfällen» ausreichend ist; dies gilt vor allem für Wohngebäude.

Die Variante 2 basiert auf einem raumweisen Systemnachweis, in dem die wesentlichen Stellschrauben – Glasfläche, Wärmespeicherfähigkeit und Sonnenschutz – justiert werden. In Analogie zur SIA-180-Verfahren 3 erlaubt die Minergie-Variante 2 eine Optimierung des Gesamtsystems «Haus» über die Gewerke hinweg, indem beispielsweise eine geringe

Speichermasse des Gebäudes über einen besseren Sonnenschutz oder eine reduzierte Glasflächenzahl ausgeglichen werden kann. Die Variante 2 nach Minergie beurteilt auch – wie Variante 3 – den Komfort (interne Lasten, Nachtauskühlung etc.), insbesondere Raumtemperaturen über 26,5°C während weniger als 100 Stunden. Der Nachweis erfolgt anhand des Hilfstools SoWS, das kostenfrei auf minergie.ch → Zertifizieren verfügbar ist. Die «Anwendungshilfe zu den Gebäudestandards» bietet eine Anleitung für das Hilfstool SoWS. Das Nachweisverfahren eignet sich auch als Planungstool.

Die Variante 3 des Nachweises bedingt eine thermische Gebäudesimulation. Erforderlich ist diese Variante, falls eine aktive Kühlung mittels einer Kältemaschine vorgesehen ist, sowie für Spezialfälle. Die Simulation muss nachweisen, dass Raumtemperaturen über 26,5°C während längstens 100 Stunden pro Jahr wirksam sind. Die Norm SIA 180 lässt teilweise Übertemperaturen während bis zu 400 Stunden zu.

Für den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes bietet Minergie drei Varianten an. Die Variante 1 «Globalbeurteilung von Standardfällen» ist bei den meisten Bauten ausreichend.



Globalbeurteilung von Standardfällen nach Variante 1

Fünf Bedingungen gelten für den Nachweis nach Minergie-Variante 1:

- Befensterung: keine Oblichter
- Sonnenschutz: aussenliegende, bewegliche Rafflamellenstoren oder Rollläden mit einem Gesamtenergiedurchlass g_{tot} von maximal 0,1. Die Windfestigkeit muss mindestens der Windwiderstandsklasse 5 nach Norm SIA 342 entsprechen, was eine Windgeschwindigkeit in abgesenkter Stellung von bis zu 75 km/h erlaubt.
- Nachtauskühlung mit Fensterlüftung muss möglich sein. (Der Einbruchschutz ist nicht Gegenstand der Minergie-Zertifizierung.)
- Die internen Wärmelasten liegen unter den Standardwerten nach Merkblatt SIA 2024. Für die Nutzung «Wohnen MFH» beträgt dieser Standardwert 84 Wh/m²d, was bei einer 100 m² grossen Wohnung einem Wärmeeintrag durch interne Lasten von 8,4 kWh pro Tag entspricht.
- Glasflächenzahl: Je nach Standort und Raumeigenschaften liegt der zulässige Wert zwischen maximal 0,11 und 0,46.

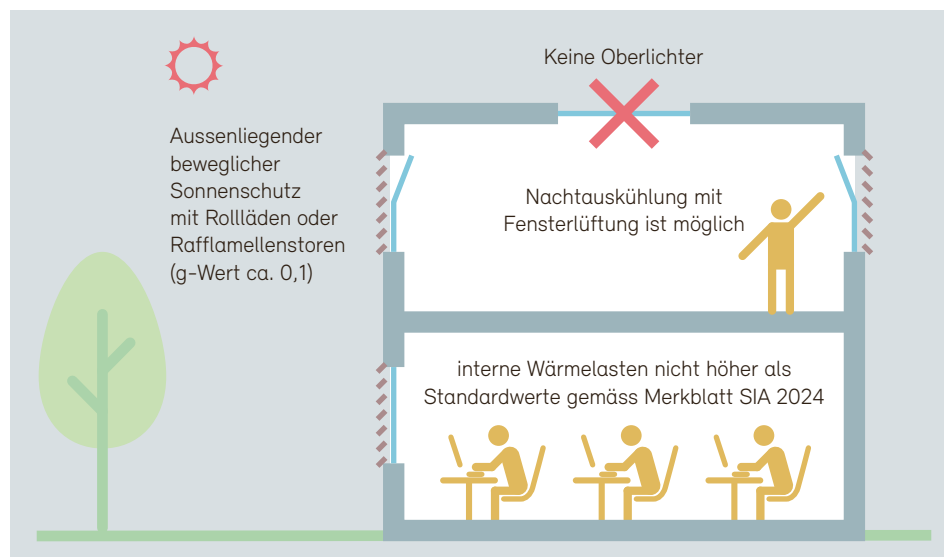
Der Nachweis mit der Variante 1 ist – wie jene der Varianten 2 und 3 – standortabhängig. Um das Klima am Standort des Gebäudes zu berücksichtigen, setzt

Minergie für fünf Klimagruppen und vier Raumtypen maximale Glasflächenzahlen fest. Die Glasflächenzahl z_g ist das Verhältnis der lichtdurchlässigen Glasflächen zur Nettogeschossfläche, also $z_g = A_g / A_{\text{NGF}}$. Die Glasflächenzahl ist nicht zu verwechseln mit dem Glasanteil, bei dem sich die lichtdurchlässige Glasfläche auf die entsprechende Fassadenfläche bezieht.

Klimagruppen. A: Tessin; B: Gebiet Genfer- und Neuenburgersee; C: Unterwallis, Mittelland, Ostschweiz, Zürich; D: Voralpen; E: alpine Standorte.

Raumtypologie. Räume mit einer oder zwei Fassaden, mit Beton- und Holzdecken, Unterlagsboden mit unterschiedlichem Aufbau, mit mehrheitlich freier respektive abgedeckter Betondecke und äusserer Beschattung durch Balkone. Beispiel für ein Gebäude im Mittelland: Ein 20 m² grosser Wohnraum mit bis zu zwei Fassaden und einer über 80% freien Betondecke kann eine Glasfläche von maximal 4,8 m² aufweisen (Glasflächenzahl 0,24). Bei demselben Raum, aber mit einer Holzdecke und einem 6 cm dicken Zementunterlagsboden darf die transparente Glasfläche 3,6 m² nicht übersteigen (Glasflächenzahl 0,18).

Die vollständigen Tabellen sowie weitere Hinweise finden sich in der Minergie-Anwendungshilfe, Abschnitt 8.2.1.



Die fünf Bedingungen für den Nachweis nach Minergie-Variante 1.

Integral geplant

Objekt

Büro und Produktion,
Winterthur

Bauherrschaft

Baltensperger AG und
3-Plan AG, Winterthur

Architektur

Bob Gysin Partner
BGP Architekten ETH
SIA BSA, Zürich

Bauingenieur

Wetli Partner,
Winterthur

Haustechnik

3-Plan, Winterthur

Energie und

Nachhaltigkeit

3-Plan, Winterthur

Sonnenschutz

Griesser AG, Aadorf

Baujahr

2014 – 2017

Standard

Minergie-P
(ZH-414-P)

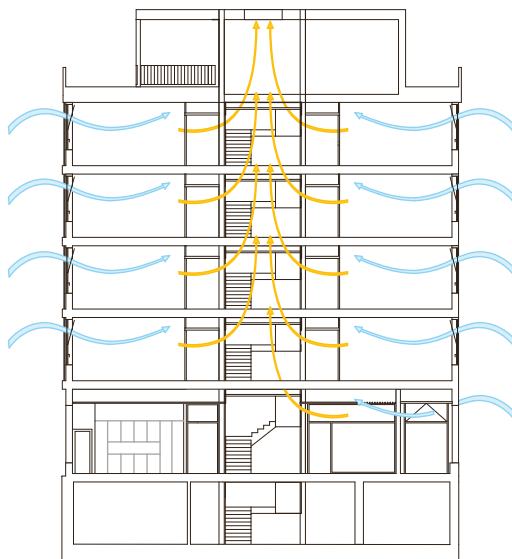
Das Ensemble mit drei unterschiedlichen Gebäuden in Oberwinterthur zeichnet sich durch ressourcenschonende Konstruktionsweise, ein innovatives Energiekonzept ohne fossile Energiequellen und einen hohen Vorfabrikationsgrad aus. Das 100 Meter lange Produktionsgebäude der Zimmerei leitet zum Bürogebäude über. Gestalterisch differenziert, stellt sich ein fünfgeschossiger Büroneubau dazu. Dieser Beton-Skelettbau mit vorgehängten Glasfaserbetonelementen kann in drei Zonen unterteilt werden: aussteifender massiver Kern, konzentrische Zirkulationszone mit Kaffeenischen und aussenliegender, zonierter Open-Space-Arbeitsbereich.

Bauliche und technische Massnahmen

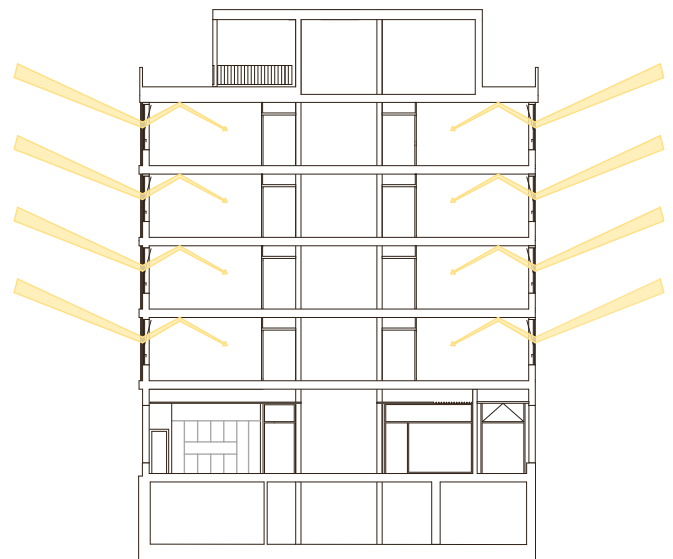
Der thermische Komfort für die Nutzenden war bereits beim Entwurf zentral. Dieser folgt den drei Grundprinzipien, die solare Einstrahlung auf die Fassade zu minimieren, die Masse als Zwischenspeicher zu nutzen und die überschüssige Wärme effizient abzuführen. Ein ausgewogener Fensterflächenanteil von 38 %, eine hochwärmegedämmte Gebäudehülle

und optimale Speichermasse (Decke und Boden) sowie mineralische Oberflächen schaffen optimale bauliche Voraussetzungen für komfortable Innenraumtemperaturen. Für eine effektive Nachtauskühlung nutzt das Gebäude den Kamineffekt. Motorisch gesteuerte Lüftungsflügel im Bereich des Haupteingangs, in der Fassade hinter den Holzlamellen und im Treppenhause ermöglichen im Sommer und bei Bedarf eine natürliche Nachtauskühlung. Mit einem manuellen Lüftungsflügel können die Nutzenden das Raumklima individuell steuern. Zusätzlich wurde ein intelligenter, aussenliegender Sonnenschutz mit einer optimierten Tageslichtnutzung durch Lichtlenkung und Reflexion angebracht. Die internen Lasten werden so gering wie möglich gehalten, unter anderem durch optimierte Geräte und LED-Leuchten. Eine reversible Luft-Wasser Wärmepumpe sichert Sommer wie Winter angenehme Raumtemperaturen. Der Strom zum Heizen oder Kühlen wird durch eine Photovoltaikanlage mit hoher Eigenstromnutzung erzeugt. Dieses innovative Konzept wurde durch eine gesamtheitliche Planung über alle Gewerke möglich.

Effiziente Nachtauskühlung



Optimierte Tageslichtnutzung



Ausreichendes Tageslicht und ein effektiver sommerlicher Wärmeschutz müssen kein Widerspruch sein.



Angemessener Fensteranteil, viel Speichermasse und eine gut gedämmte Hülle sind optimale Voraussetzungen für ein behagliches Raumklima.

Ein Haus für morgen

Objekt
Sonnenpark Plus,
Wetzikon

Bauherrschaft
Arento AG, Hinwil

Architektur
Arento AG, Hinwil

Bauingenieur
Forster & Linsi AG,
Pfäffikon

Gebäudetechnik
Gasser Energy
Oberhasli

Sonnenschutz
Griesser AG, Aadorf

Baujahr
2017 – 2018

Standard
Minergie-P
(ZH-447-P)

Seit Juni 2018 ist das Mehrfamilienhaus Sonnenpark Plus in Wetzikon bewohnt. Das Gebäude mit zehn 4,5- und 5,5-Zimmer-Wohnungen erfüllt hohe Anforderungen an die Energieeffizienz und das Wohnklima. Das optimal auf den Lauf der Sonne abgestimmte Gebäude bildet einen kompakten Körper und ist südseitig mit Photovoltaik-Elementen, nordseitig mit einer vorvergrauten Holzschalung eingefasst.

Lehm als Speicher

In Innern des Hauses wurden rund 25 Tonnen Lehm verbaut, der als Speichermasse dient. Der Baustoff trägt auch zu einem ausgeglichenen Feuchtehaushalt bei, was trockener Raumluft während Hitze- und Heizperioden entgegenwirkt. Grosse Fensteröffnungen schaffen die Verbindung zwischen Innen- und Aussenraum. Die Balkone erstrecken sich über die gesamte Länge des Hauses. Das Minergie-P-Gebäude nutzt Regenwasser und Eigenstrom. Die Photovoltaikanlage auf dem Dach und in der Fassade produziert übers Jahr mehr Energie als für Heizung, Warmwasser und Haushaltsstrom gebraucht wird. Den Bewohnerinnen und Bewohnern steht zudem ein Elektroauto zur Verfügung, das ebenfalls mit Solarstrom betrieben wird.

Konstante Raumtemperaturen

Den sommerlichen Wärmeschutz löste das Planungsteam sowohl mit baulichen als auch technischen Massnahmen. Die grossen Fenster an der Südfassade werden bei hohem Sonnenstand im Sommer durch die Balkone natürlich beschattet. Damit wird vermieden, dass die Räume überhitzen. Bei tiefem Sonnenstand im Winter dient die Sonne als willkommener Wärmelieferant. Die Strahlen dringen durch die Fenster, wodurch sich die massiven Böden aufwärmen können. Die Heizung und Kühlung erfolgt über Lehmwände: Anstelle einer Bodenheizung werden die Räume durch eine Wandheizung auf angenehme Raumtemperaturen gebracht. Im Sommer wird kaltes Wasser (Vorlauf 20 °C, Geocooling über Erdsonde) durch das System geführt. Diese Kühlung kann die Räume auch bei Aussentemperaturen über 30 °C konstant bei rund 23 °C halten – bei äusserst geringem Energieverbrauch. Auch bei der Komfortlüftung besteht die Möglichkeit zur Kühlung, da sich die Frischluft über die Erdsonden leicht kühlen lässt. Nebst dem Kühleffekt ist bei dieser Variante auch der Feuchtegehalt in der Luft angenehmer. Als Massnahme des technischen Wärmeschutzes wurde ein KNX-Steuersystem mit Wettersensoren und Fühlern eingebaut. Dieses aktiviert automatisch den als Lamellenstoren ausgebildeten Sonnenschutz, sobald die definierte Raumtemperatur erreicht wird. Auch wenn die Bewohnerinnen und Bewohner längere Zeit abwesend sind, kann dadurch vermieden werden, dass sich die Räume zu stark aufheizen.



Die eingezogenen Balkone erstrecken sich über die gesamte Länge der Südfassade und dienen als natürliche Beschattung der grossen Fenster.

Weitere Infos

Minergie

Minergie ist seit 1998 der Schweizer Standard für Komfort, Effizienz und Werterhalt. Das Qualitätslabel für Neubauten und Modernisierungen umfasst alle Gebäudekategorien. Im Zentrum steht der Komfort. Ermöglicht wird dieser Komfort durch eine hochwertige Gebäudehülle, eine systematische Lüfterneuerung, einen überdurchschnittlichen Hitzeschutz und eine umfassende Qualitätssicherung. Minergie-Bauten zeichnen sich zudem durch einen sehr geringen Energiebedarf und einen maximalen Anteil an erneuerbaren Energien aus.

Minergie
Bäumleingasse 22
4051 Basel
061 205 25 50
info@minergie.ch
minergie.ch

Fachpublikationen

Tageslicht – Höchste Lichtqualität im Minergie-Gebäude. Download unter minergie.ch/fachpublikationen

Kühlen mit PV – optionale Haustechnik für das Minergie-Gebäude. Download unter minergie.ch/fachpublikationen

Climabau – Planen angesichts des Klimawandels. Energiebedarf und Behaglichkeit heutiger Wohnbauten bis ins Jahr 2100. aramis.admin.ch

Klimaszenarien für die Schweiz
Download unter nccs.admin.ch → Klimawandel und Auswirkungen → Schweizer Klimaszenarien CH2018

Websites

Sommerlicher Wärmeschutz:
minergie.ch/sommerlicher-waermeschutz

Minergie-Liste der zertifizierten Systeme und Anbieter:
storen-vsr.ch → Verband → Minergie-Liste der zertifizierten Systeme und Anbieter

Minergie-Modul Sonnenschutz:
storen-vsr.ch → Verband → Minergie-Modul Sonnenschutz

Minergie

Bäumleingasse 22
4051 Basel

061 205 25 50
info@minergie.ch

minergie.ch

Mit Unterstützung von



Die Minergie Leadingpartner



always the
best climate



Zürcher
Kantonalbank

Publikations-Partner



Der Schweizer Spezialist für Rollläden