

Haus- und Energietechnik im Holzhausbau

Ragonesi · Strobel & Partner AG
Bauphysik und Technische Kommunikation

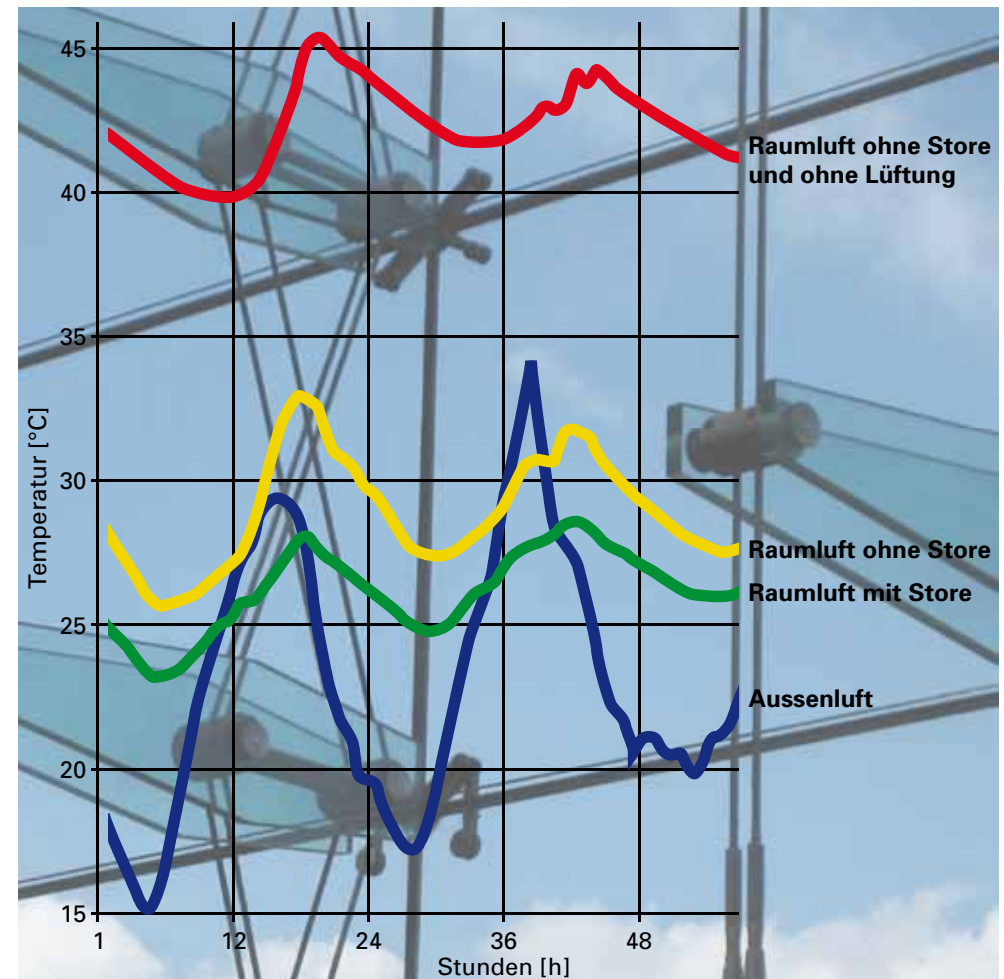
Bleicherstrasse 11
CH-6003 Luzern
Tel. +41 (0)41 269 68 68
Fax +41 (0)41 269 68 60
www.RSP.LU

Komfort - Energie - Ökologie

Sommerlicher Wärmeschutz

Iwan Plüss

Bereichsleiter Gebäudesimulation
041 269 68 72
iwan.pluess@RSP.LU



RSP - Iwan Plüss

- Lehre als Heizungszeichner 1994 - 1998
- Berufsbegleitende Berufsmatura 1998 - 2000



- Studium zum **HLK Ing. FH**, Hochschule Luzern 2000 - 2003

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

- **Zentrum für integrale Gebäudetechnik - ZIG**
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
im Bereich Gebäudesimulation / Energiekonzepte

seit 2003

**HOCHSCHULE
LUZERN**

- **Ragonesi • Strobel & Partner AG**
Mitglied der Geschäftsleitung
Bereichsleiter Gebäudesimulation
 - Sommerlicher Wärmeschutz
 - Gesamtenergetische Optimierungen
 - Nachweis thermischer Komfort in Gebäuden
 - Konzepte und Studien
 - Dokumentationen

seit 2010

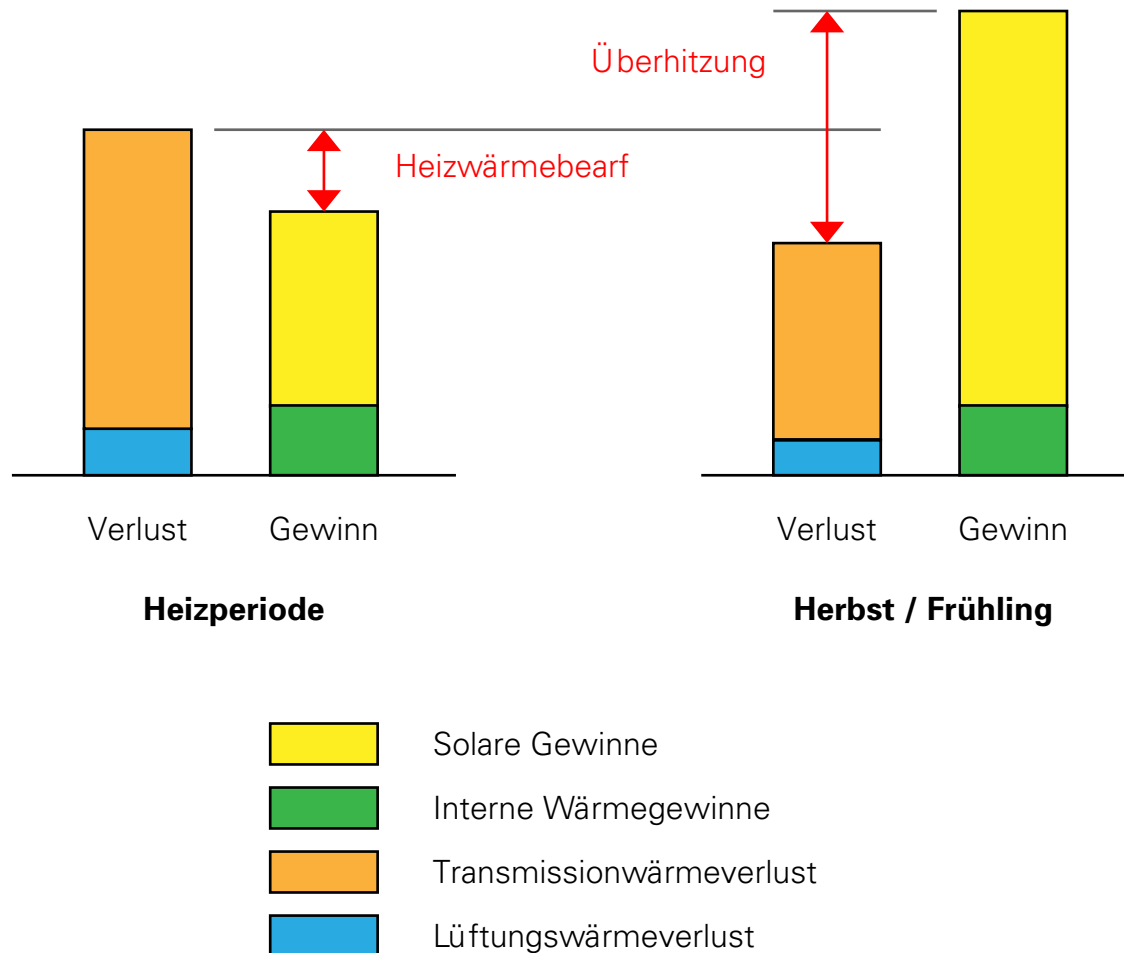


Agenda - Sommerlicher Wärmeschutz



- Abhängigkeiten
- Allgemeine Anforderung
- Nachweisverfahren
- Beispiel Hegianwandweg Zürich
 - Leichte Bauweise
 - Mittlere Bauweise
 - Massive Bauweise
- Das Wichtigste in Kürze (Zusammenfassung)

Abhängigkeiten - Einstieg



«Energieeffizientes Bauen»

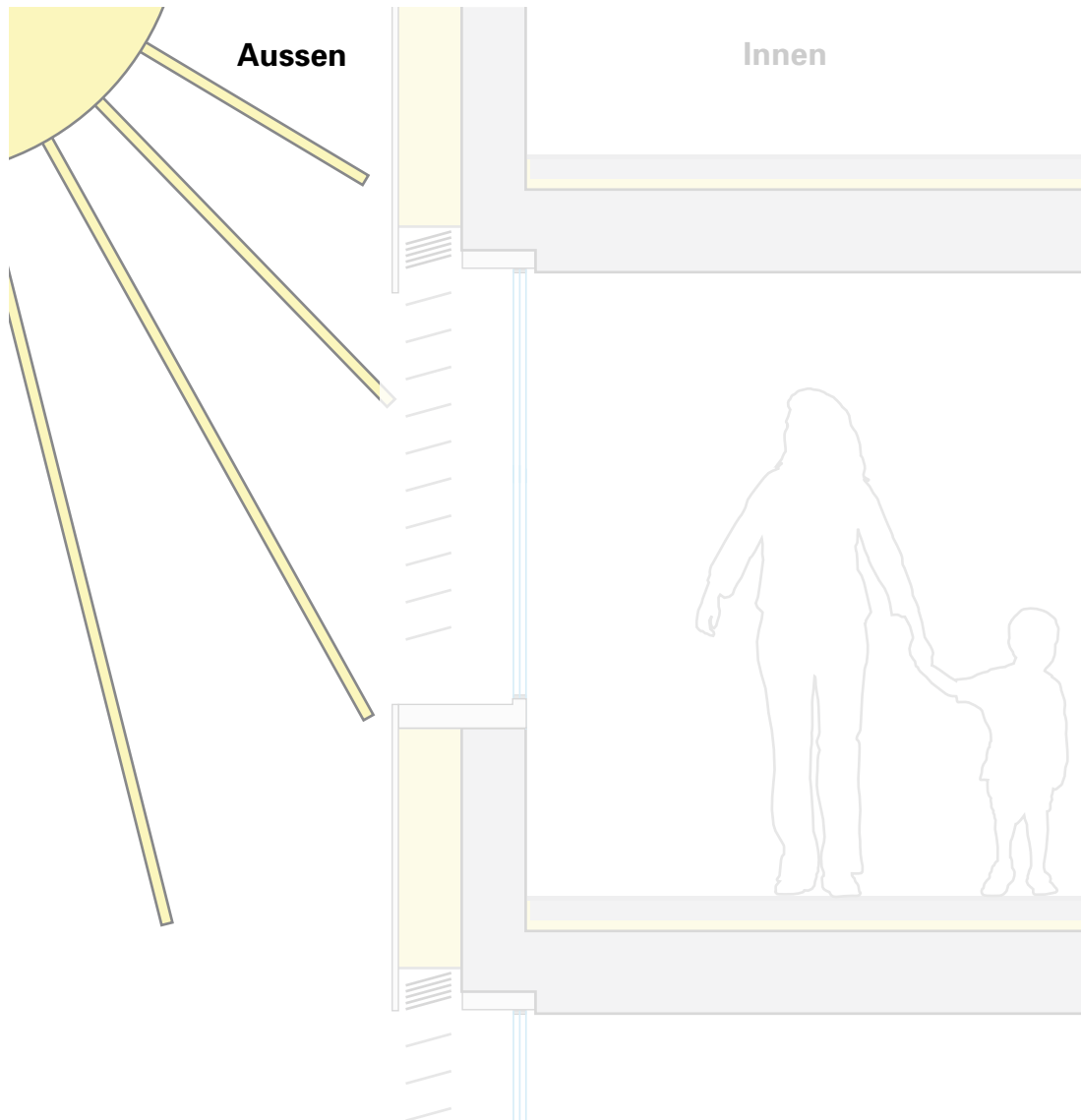
Wer heute «gut» bauen will, ist auf passive solare Wärmegewinne angewiesen. Energiestandards wie Minergie setzen auf die passive Wärmenutzung.

Dies hat zur Folge:

- Bessere Gebäudehülle
- Mehr solare Gewinne

► Überhitzungsprobleme im Sommer

Abhängigkeiten

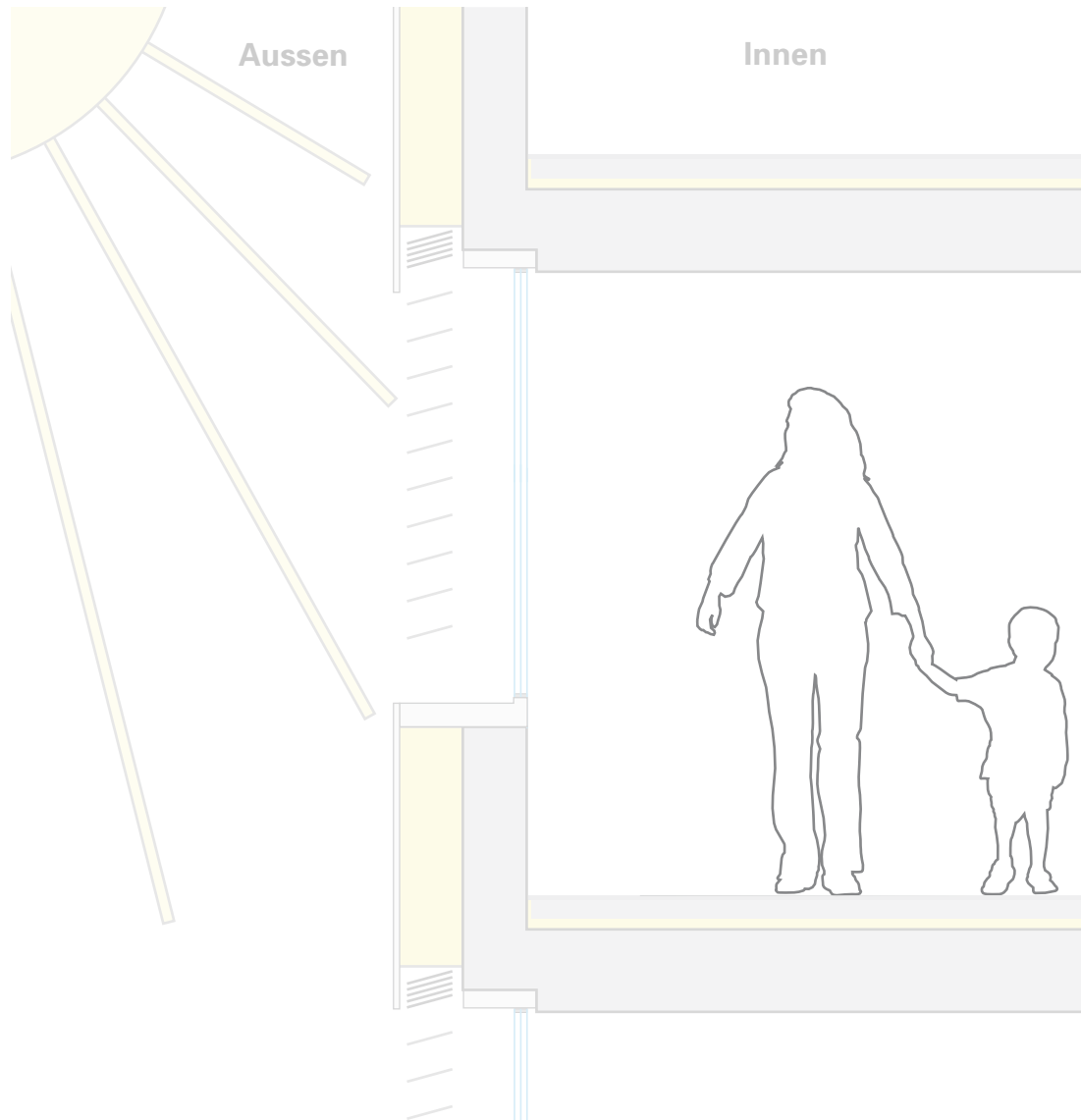


Klima

Auf das Klima kann kein Einfluss genommen werden. Diese Randbedingung ist Fix. Das Planerteam hat die Aufgabe das Beste aus der Situation zu machen.

- Warmes Klima
> Kleiner Wärmebedarf
- Kühles Klima
> Wenig Überhitzungsprobleme

Abhängigkeiten



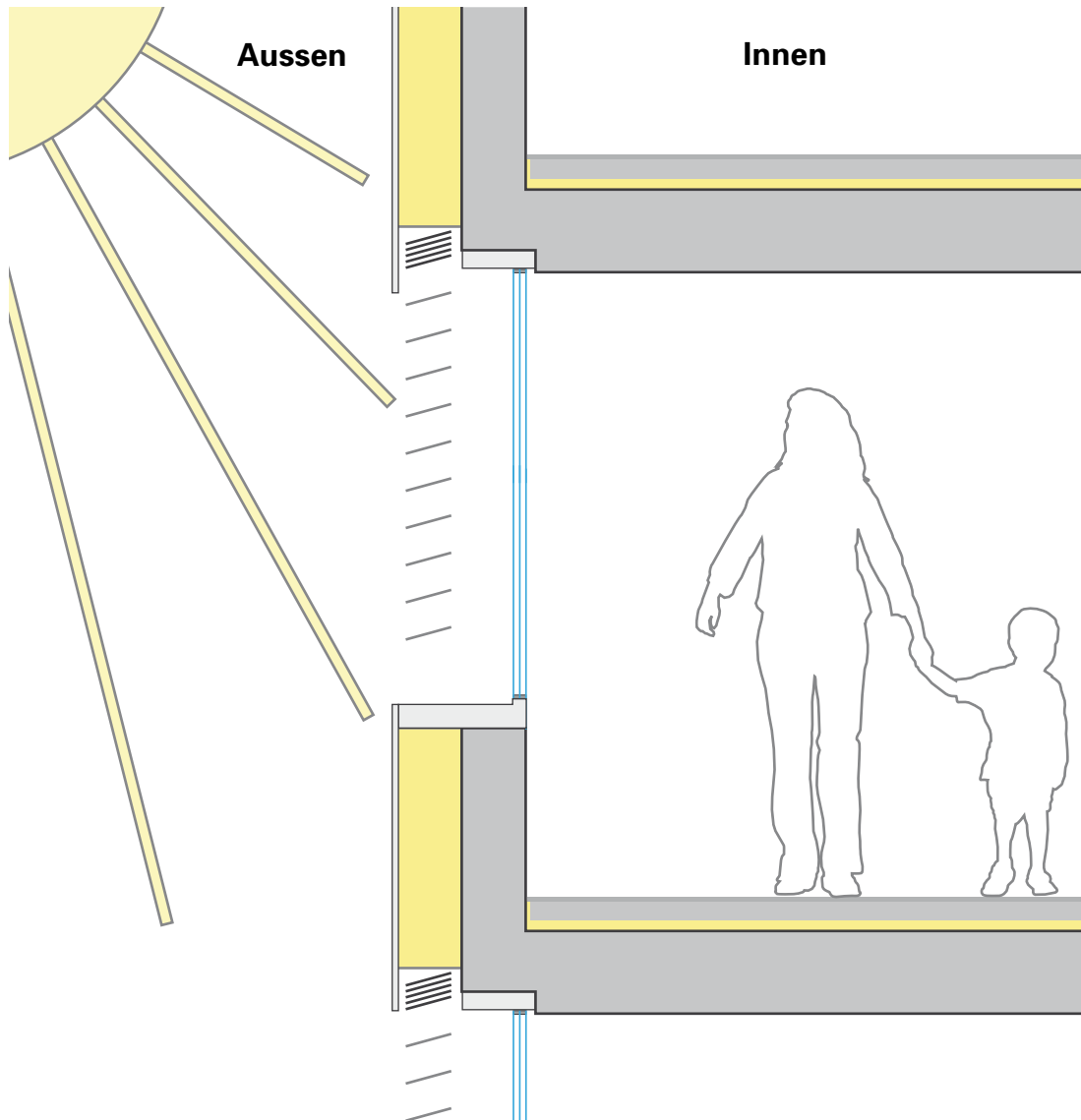
Nutzung

Wie auch das Klima wird die Nutzung vorgegeben.

Interne Lasten

- Personen
Die Wärme- /Feuchteabgabe durch Personen kann nicht variiert werden. Einflussmöglichkeiten bieten lediglich die Belegungsdichten.
- Geräte
Immer mehr Technik und leistungsstärkere Geräte ergeben höhere Gerätelasten. Bei der Planung auf energieeffiziente Geräte achten.
- Beleuchtung
Ist ein grosser Teil der internen Wärmelasten. Dieser kann durch optimale Planung deutlich reduziert werden.

Abhängigkeiten

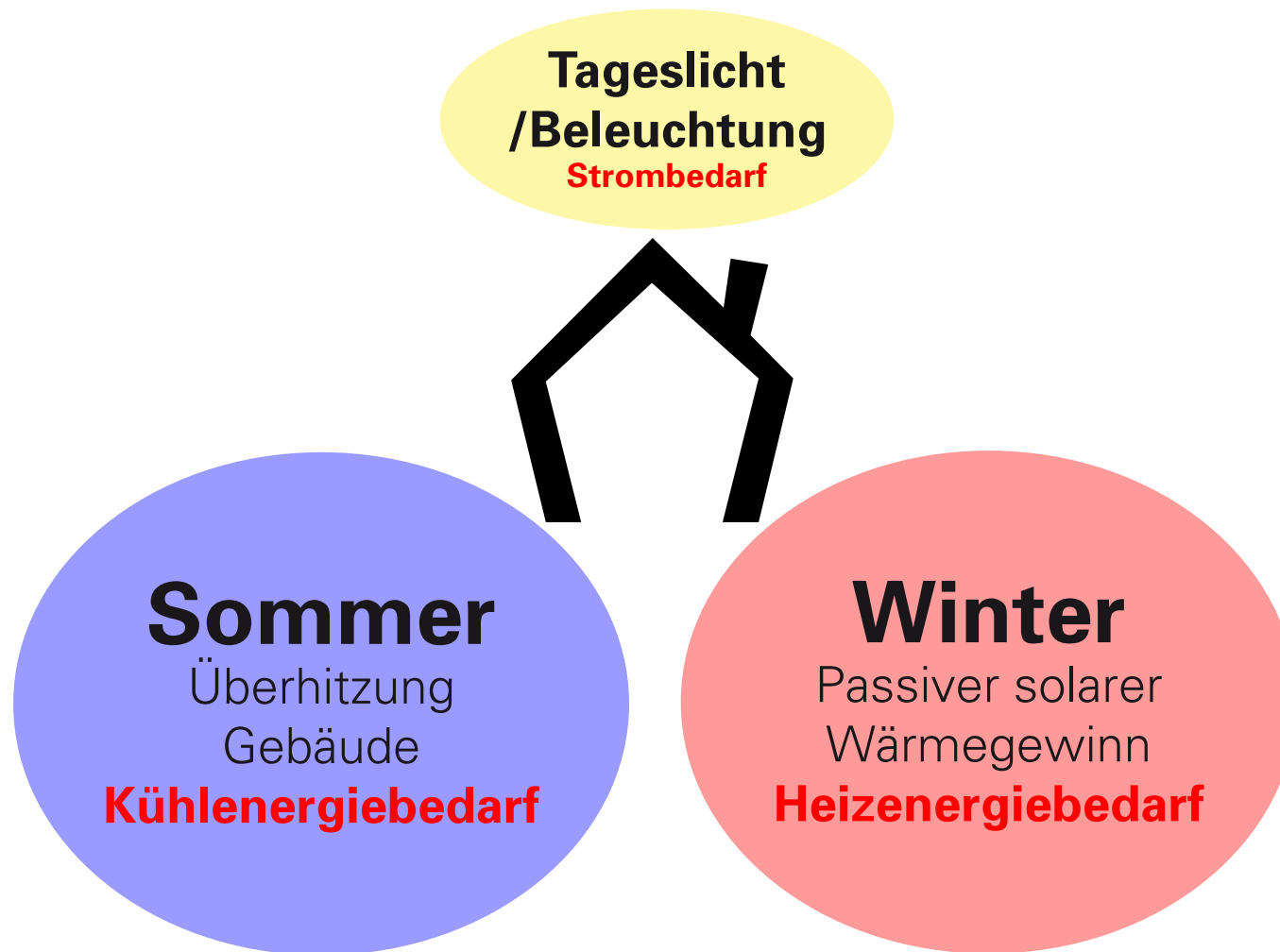


Gebäude

Wird vom Planungsteam definiert. Bei der Planung ist konsequent auf folgende Punkte zu achten:

- **Gebäudeform / Ausrichtung**
(Tageslicht, Wärmegewinn / -verlust)
- **Glasanteil**
(vernünftige Glasanteile)
- **Sonnenschutz**
(beweglicher Sonnenschutz, feststehende Beschattung)
- **Wärmekapazität**
(Speicherfähigkeit der umgebenden Materialien)
- **Abzuführende Wärme**
(Fensterlüftung, Kühlung, Transmission)

Abhängigkeiten - Optimieren



Abhängig von Klima und Nutzung muss das Gebäude optimal auf diese Randbedingungen abgestimmt werden.

Sommer / Winter

Zwischen,

- den solare Wärmegewinnen im Winter,
- hohen solaren Lasten im Sommer,
- das Optimum finden.

Allgemeine Anforderung - Sommerlicher Wärmeschutz

Normen

- **Norm SIA 180**
„Wärme und Feuchteschutz im Hochbau - Innenklima und Behaglichkeit“
- **Norm SIA 382/1**
„Lüftungs- und Klimaanlage – Allgemeine Grundlagen“

Die wichtigsten Punkte

- Äusserer, beweglicher Sonnenschutz
- Konsequente Bedienung des Sonnenschutzes
- Verglasungsanteil
- Speichermasse
- Nachtauskühlung über Fenster
- Lüfterregister als Teil einer Komfortlüftung*
- Sommer-Bypass im Lüftungsaggregat*

* Wenn eine Nachtauskühlung über eine Fensterlüftung nicht erwünscht oder nicht möglich und zudem keine Kühlung über eine Bodenheizung oder Tabs vorhanden ist.

Quelle: Minergie Merkblatt

(www.minergie.ch)

„Sommerlicher Wärmeschutz für Wohnbauten“

Anforderungen / Nachweis

Gesetzlicher Nachweis EnFK EN-2a

- Einfacher gesetzlicher Nachweis

Minergie Variante 1

- Einfacher Minergie Nachweis

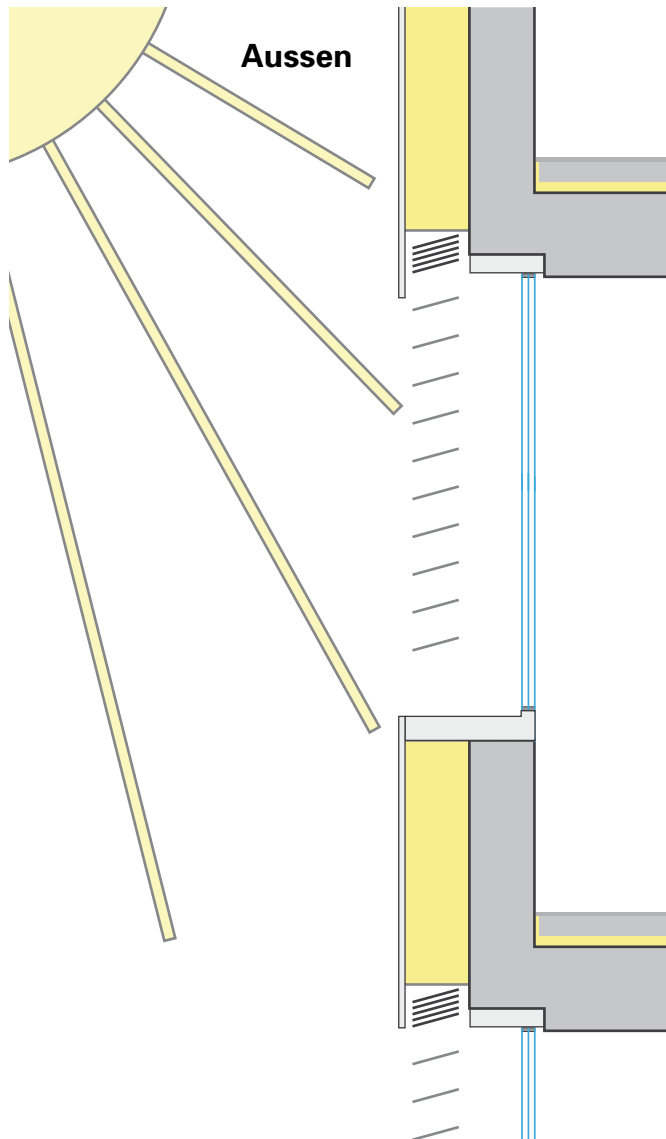
Minergie Variante 2

- Vereinfachter Nachweis
- Berechnung der Anforderungen an g-Wert und bauliche Verschattung

Minergie Variante 3

- Detaillierter rechnerischer Nachweis
- SIA TEC Tool / Simulationen

Allgemeine Anforderung - Bauliche Anforderungen SIA 382/1



Sonnenschutz

- Guter Sonnenschutz bei allen Fenstern
- Anforderungen an g-Wert müssen eingehalten werden.
- Automatische Steuerung notwendig (Strahlung, Wind), wenn Kühlung eingebaut, notwendig oder erwünscht.
- Windfestigkeit: Anforderungsklasse 2, SIA 342

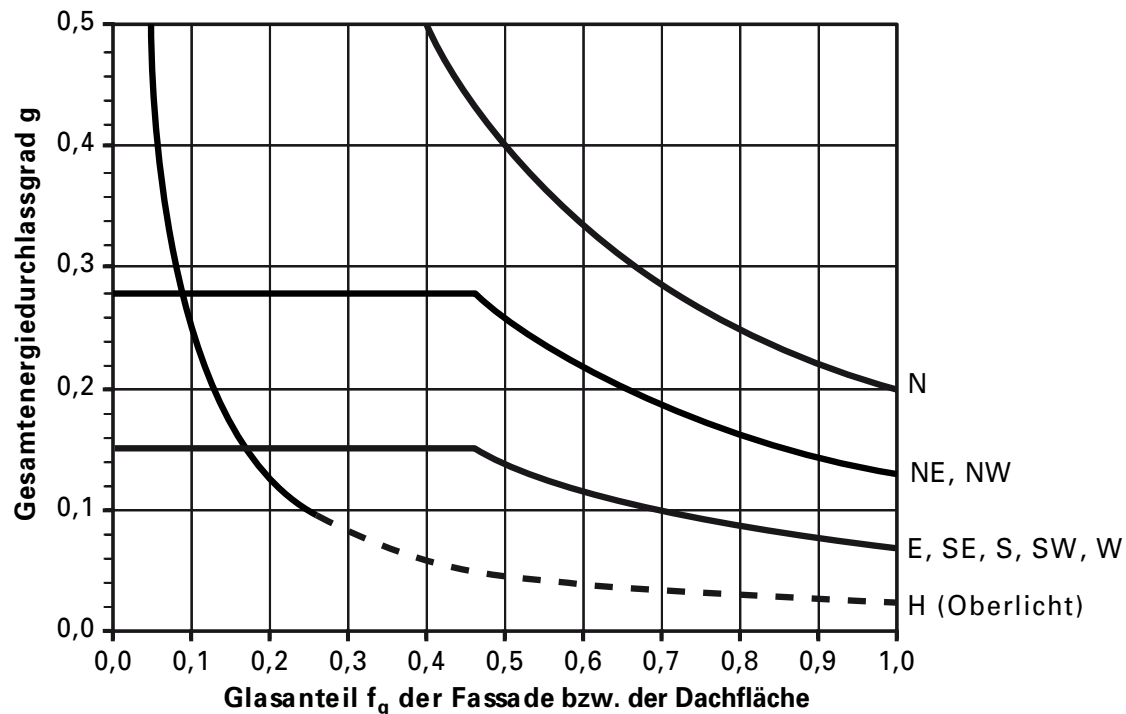
Wärmespeicherfähigkeit

- 80% der Betondecke frei oder
- 30 Wh/m²K Wärmespeicherfähigkeit

Fensterlüftung

- Fensterlüftung vorsehen
- Minimale Lüftungsöffnungen von 3% pro NGF
- Bei Raumtiefen mit mehr als 2.5 x Raumhöhe -> Querlüftung über 2 Fenster / Fassaden vorsehen.

Allgemeine Anforderung - Bauliche Anforderungen SIA 382/1



Quelle: SIA 382/1, Figur 2 / Figur 3

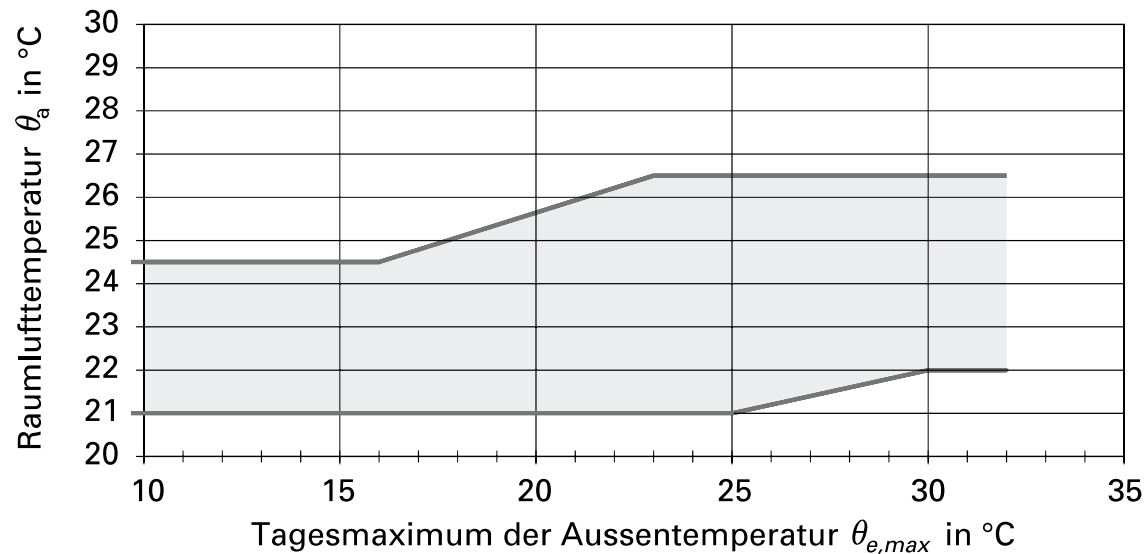
g-Wert Sonnenschutz

(Raumweise Betrachtung)

- Abhängig von Ausrichtung und Glasanteil werden Anforderungen an den g-Wert gestellt. (gemäss SIA 382/1 Ziffer 2.1.3.2)
- Werden die g-Werte eingehalten, müssen keine detaillierten Nachweise erbracht werden.
- Keine gegenüberliegenden Glasflächen
- Keine Oblichter zusammen mit Fenster an der Fassade
- ♦ Werden die Anforderungen nicht eingehalten, müssen detaillierte Berechnung für den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutz durchgeführt werden.

Allgemeine Anforderung - Kühlung / Komfort

Figur 6 Bereich der Raumlufttemperatur je nach Tagesmaximum der Aussentemperatur



Quelle: SIA 382/1, 2.2.3.7, Figur 6

Notwendigkeit einer Kühlung

In der SIA 382/1 wird bei der Notwendigkeit der Kühlung zwischen **3 Bereichen** unterschieden.

Die Unterscheidung erfolgt aufgrund der Anzahl Stunden mit Temperaturüberschreitungen (SIA 382/1, Figur 6)

- **Notwendig:**
> 100 Stunden über der Grenzwertkurve
- **Erwünscht:**
> 0 bis <100 Stunden über der Grenzwertkurve
- **Nicht notwendig:**
Keine Stunden über der Grenzwertkurve

Nachweis - Gesetzlicher Nachweis Bsp. Wohnengebäude

Sommerlicher Wärmeschutz

g-Wert	<input checked="" type="checkbox"/> aussenliegender Sonnenschutz	
	<input type="checkbox"/> Nachweis g-Wert Verglasung und Sonnenschutz gemäss SIA 382/1:2007 beilegen	
	<input type="checkbox"/> g-Wert nicht eingehalten;	Begründung: <input type="text"/>
Kühlung	<input checked="" type="checkbox"/> Nein, weder vorgesehen, «notwendig» oder «erwünscht» gemäss SIA 382/1:2007	
	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Automatische Steuerung des Sonnenschutzes
	<input type="checkbox"/> Nicht automatisch;	Begründung: <input type="text"/>

Typisches Einfamilienhaus

- Fensterlüftung möglich
- Alle Fenster mit aussenliegendem Sonnenschutz
- Sonnenschutz:
typischerweise Lamellenstoren,
deckende Fassaden-Markiesen
- Keine Kühlung

- ♦ **Anforderungen an sommerlicher Wärmeschutz erfüllt.**
- ♦ **Lösung ohne aufwendige Nachweisverfahren.**



BE-064

Nachweis - Gesetzlicher Nachweis Bsp. Verwaltungsgebäude

Sommerlicher Wärmeschutz

g-Wert	<input checked="" type="checkbox"/> aussenliegender Sonnenschutz	
	<input type="checkbox"/> Nachweis g-Wert Verglasung und Sonnenschutz gemäss SIA 382/1:2007 beilegen	
	<input type="checkbox"/> g-Wert nicht eingehalten;	Begründung: <input type="text"/>
Kühlung	<input type="checkbox"/> Nein, weder vorgesehen, «notwendig» oder «erwünscht» gemäss SIA 382/1:2007	
	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Automatische Steuerung des Sonnenschutzes
	<input type="checkbox"/> Nicht automatisch;	Begründung: <input type="text"/>



AG-561

Bürogebäude mit Kühlung

- Mit Kühlung
Nachweis gemäss SIA 382/1 „notwendig“ oder „erwünscht“
 - Alle Fenster mit aussenliegendem Sonnenschutz (SIA 382/1)
 - Sonnenschutz:
typischerweise Lamellenstoren, deckende Fassaden-Markiesen. Bauliche Anforderungen eingehalten (SIA 382/1)
 - Sonnenschutz: mit Automatischer Steuerung (SIA 382/1)
 - Windfestigkeit (Vorsicht bei Fassaden-Markiesen) (SIA 382/1)
- **Anforderungen an sommerlicher Wärmeschutz erfüllt.**
- **Lösung ohne aufwendige Nachweisverfahren.**

Nachweis - Minergie

Variante 1: Globalbeurteilung von Standardfällen für die Nutzungen Wohnen, Einzelbüro, Gruppenbüro, Sitzungszimmer und Lager (ohne Kühlung)

<p>Die Globalbeurteilung gilt für Zonen in denen in allen Räumen folgende Bedingungen eingehalten sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - keine Oblichter oder Dachflächenfenster mit Glasflächen > 0.5 m², grössere Glasflächen können in vertikale Flächen umgerechnet werden -> siehe Anwendungshilfe - aussenliegender beweglicher Sonnenschutz mit Rollläden oder Rafflamellenstoren (z.B. MINERGIE-Module); - Nachtauskühlung mit Fensterlüftung ist möglich; - interne Wärmelasten nicht höher als die Standardwerte im Merkblatt SIA 2024. 				
Zone	1	2	3	4
Erfüllen die Räume in der Zone die Kriterien?				
Wohnen (EFH, MFH), Räume mit 1 Fassade, Betondecke (>80% frei): - Glasanteil <70%	ja	n.a.		
Wohnen (EFH,MFH), Eckzimmer; Betondecke (>80% frei): - Glasanteil pro Fassade <50%	ja	n.a.		
Wohnen (EFH, MFH), 1 Fassade oder Eckzimmer. Holzdecke und Zementunterlagsboden mit min. 6 cm oder Anhydrit min. 5 cm Stärke: - Glasanteil <40%	ja	n.a.		
Wohnen (EFH, MFH), Räume mit 1 Fassade, Betondecke (>80% frei) oder Zement-unterlagsboden mit min. 6 cm oder Anhydrit min. 5 cm Stärke. Süd-Orientierung und Verschattung durch Balkon von min. 1 m Tiefe. - Glasanteil <100%	ja	n.a.		
Einzelbüro, Gruppenbüro, Sitzungszimmer mit 1 Fassade, Betondecke (>80% frei): - Glasanteil <50% und automat. Steuerung des Sonnenschutzes	n.a.	ja		
Einzelbüro, Gruppenbüro, Sitzungszimmer als Eckzimmer, Betondecke (>80% frei): - Glasanteil <35% und automat. Steuerung des Sonnenschutzes	n.a.	ja		
Lager mit geringen internen Wärmelasten	n.a.	n.a.		
<p>"n.a.": Nicht vorhanden. Ein solcher Raumtyp existiert nicht. "ja": Ein solcher Raumtyp ist vorhanden und alle Kriterien sind erfüllt. "nein": Ein solcher Raumtyp ist vorhanden, aber die Kriterien sind nicht erfüllt (z.B. zu hoher Glasanteil)</p>				

Variante 1

Nur zulässig bei folgenden Bedingungen:

- Keine Oblichter > 0.5 m²
- Alle Fenster mit aussenliegendem, beweglichem Sonnenschutz.
- Nachtauskühlung mit Fensterlüftung möglich.
- Internen Lasten nicht höher als Standardwerte gemäss SIA Merkblatt 2024.

- **Anforderungen an sommerlicher Wärmeschutz erfüllt.**
- **Lösung ohne aufwendige Nachweisverfahren.**

Nachweis - Minergie

**Sommerlicher Wärmeschutz im MINERGIE®-Standard
für MINERGIE®/-P®/-A®-Nachweis Version 12 (Zusatzblatt für Variante 2)
Beurteilung nach Kriterien gemäss SIA 382/1**

Zone	1	2	3	4
maximaler g-Wert von Fassadenfenstern gemäss SIA 382/1, Ziffern 2.1.3.1 bis 2.1.3.3				
Kritischer Raum	Wohnen			
Fassade 1: Orientierung	S			
Reflexion von Nachbarfassaden (bei N, NE oder NW)				
Länge der Fassade (nur bei Eckräumen)	l	m	6.5	
Fassadenfläche	A	m ²	16.25	
Glasfläche	A _g	m ²	11.5	
Glasanteil	f _g	-	0.71	0.00
max. g-Wert (Verglasung + Sonnenschutz)	g	-	0.099	
effektiver g-Wert (Verglasung + Sonnenschutz)	g	-	0.090	
Räume mit besonderer Anordnung der Glasflächen, SIA 382/1, Ziffer 2.1.3.5. (alle 3 Kriterien beantworten)				
Kein Raum hat gegenüberliegende Fassaden. Resp. Glasanteil der N, NE oder NW-Fassade <10%.	ja			
Kein Raum hat drei Fassaden. Resp. Glasanteil der 3. Fassade <10%.	ja			
Kein Raum hat gleichzeitig Fassadenfenster und Oblichter.	ja			
Windfestigkeit des Sonnenschutzes, SIA 382/1, Ziffer 2.1.3.9				
Der Sonnenschutz bleibt bis zu einer Windgeschwindigkeit von 75 km/h (bei einer Windrichtung von 90° bis 180°) stehen.	ja			
Der Sonnenschutz ist ausserhalb des Gebäudes montiert.				
Der Sonnenschutz ist ausserhalb des Gebäudes montiert.				
Interne Wärmequellen und Fensterlüftung, SIA 382/1, Ziffer 4.4.3 (entweder C36 bis C38 oder C39 wählen)				
Interne Wärmequellen (s. Merkblatt SIA 2024)	Q _i	Wh/m ² d		
Möglichkeit der Fensterlüftung	Tag + Nacht			
Kühlung notwendig				
Nur für Wohnen, Einzelbüros, Gruppenbüros und Sitzungszimmer: Eine Nachtauskühlung mit Fensterlüftung ist möglich.	ja			
Gemäss Deklaration sind Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz erfüllt.	ja	nein	nein	nein

Variante 2

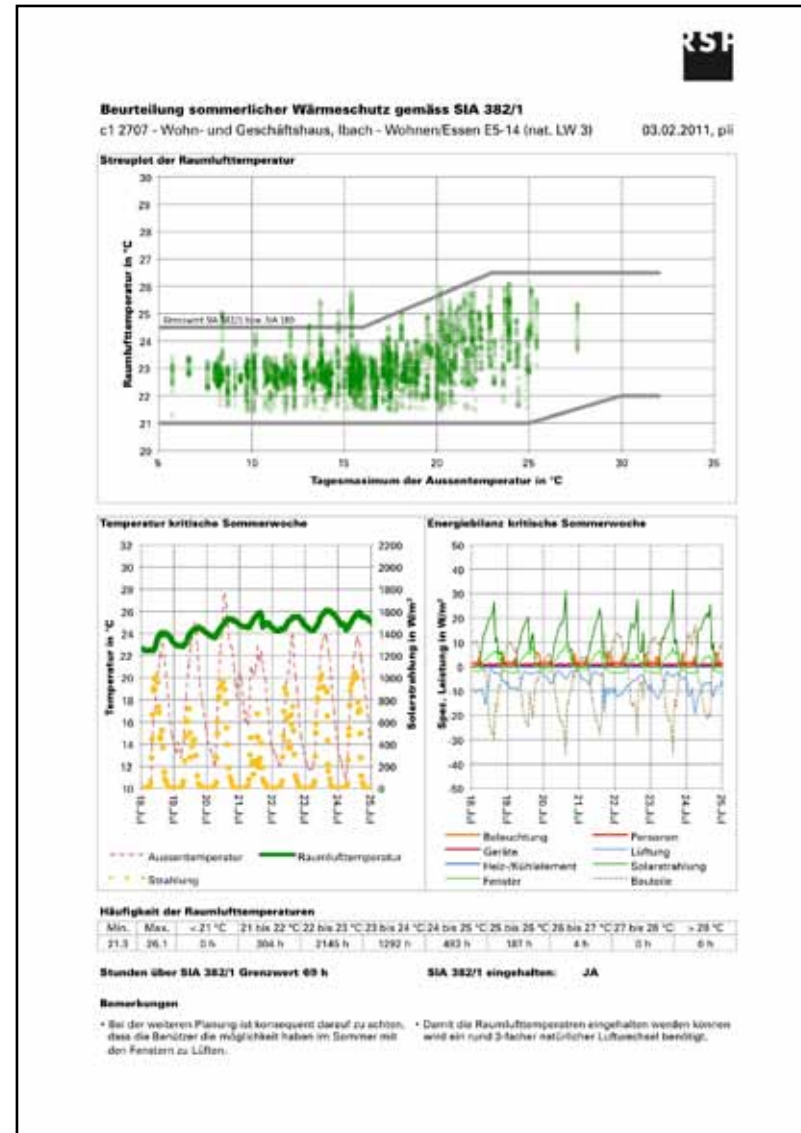
Detaillierterer Nachweis

- g-Wert Berechnung gemäss SIA 382/1

Weitere Anforderungen / Nachweise

- Anforderungen Glasflächen
 - Kein gegenüberliegenden Fenster
 - Max. 2 Fassaden mit Fenster
- Windfestigkeit Sonnenschutz
 - 75 km/h
- Wärmespeicherfähigkeit
 - 80% freie Betonfläche
 - > 30 Wh/m²K
- Interne Wärmequellen
- Fensterlüftung
- **Anforderungen an sommerlicher Wärmeschutz erfüllt.**
- **Lösung ohne aufwendige Nachweisverfahren.**

Nachweis - Dynamische Simulation mit IDA ICE



Detaillierter rechnerischer Nachweis

Grundlagen für die Berechnung
gemäss SIA 382/1

- Häufigkeit der Raumtemperaturen
- Streuplot - Raumlufthtemperatur in Abhängigkeit der Aussenlufttemperatur
- Kritische Sommerwoche:
 - Temperaturen
 - Wärmebilanz
- SIA 382/1 - SIA 180
Erfüllt JA / NEIN

Mit Hilfe der Informationen aus den Wochenverläufen, lassen sich die wichtigsten Zusammenhänge erkennen und die Gebäude/Zonen weiter optimieren.

Bsp Hegianwandweg Zürich



Quelle: www.em2n.ch

Bauherrschaft

Familienheimgenossenschaft FGZ
Zürich

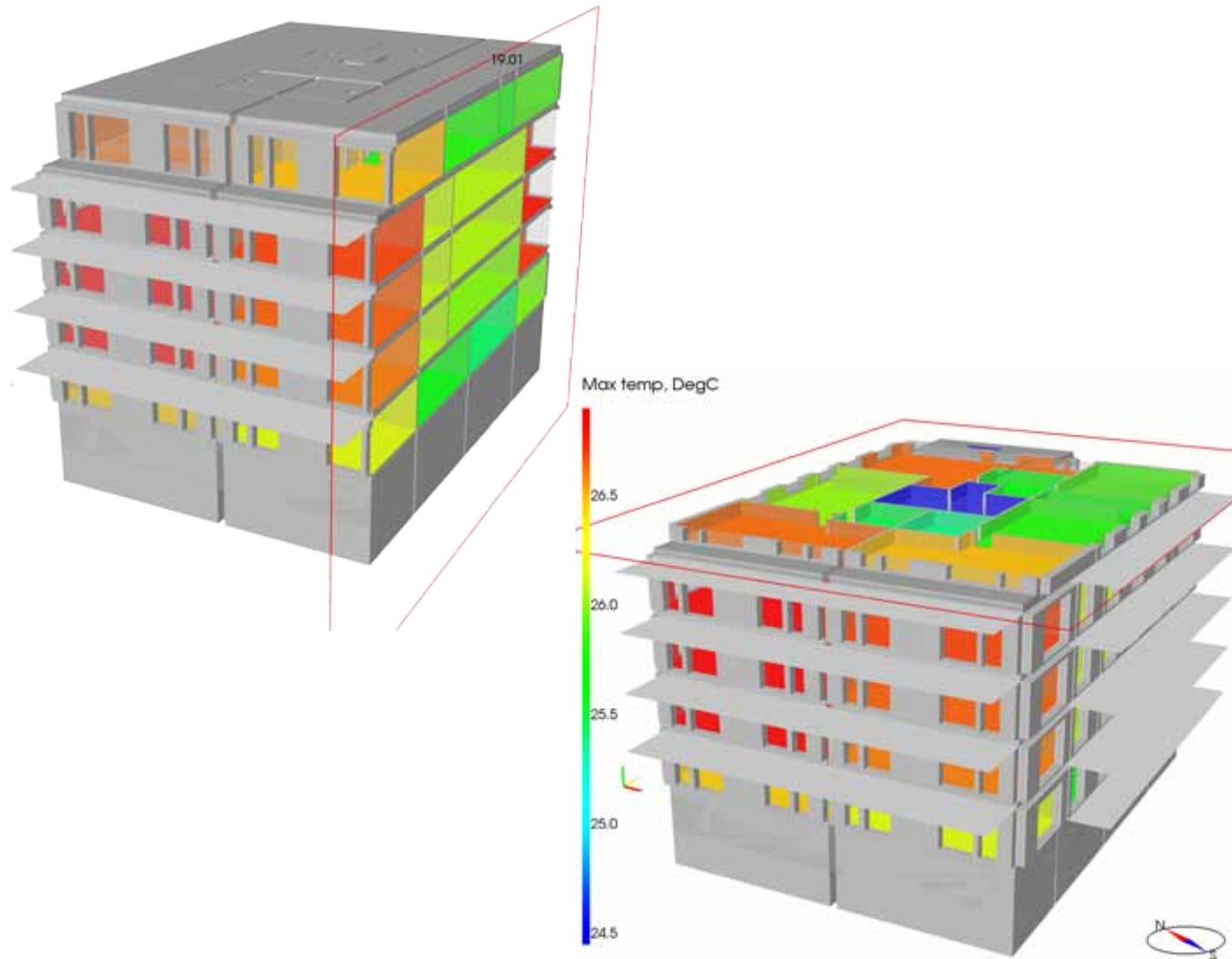
Architektur

EM2N Architekten, Zürich

Baujahr

1999

Bsp Hegianwandweg - Grundlagen



Simulationsmodell

- Programm IDA ICE
- Dreidimensionales Simulationsmodell
- Simulationsmodell mit 60 Zonen

Bauweise

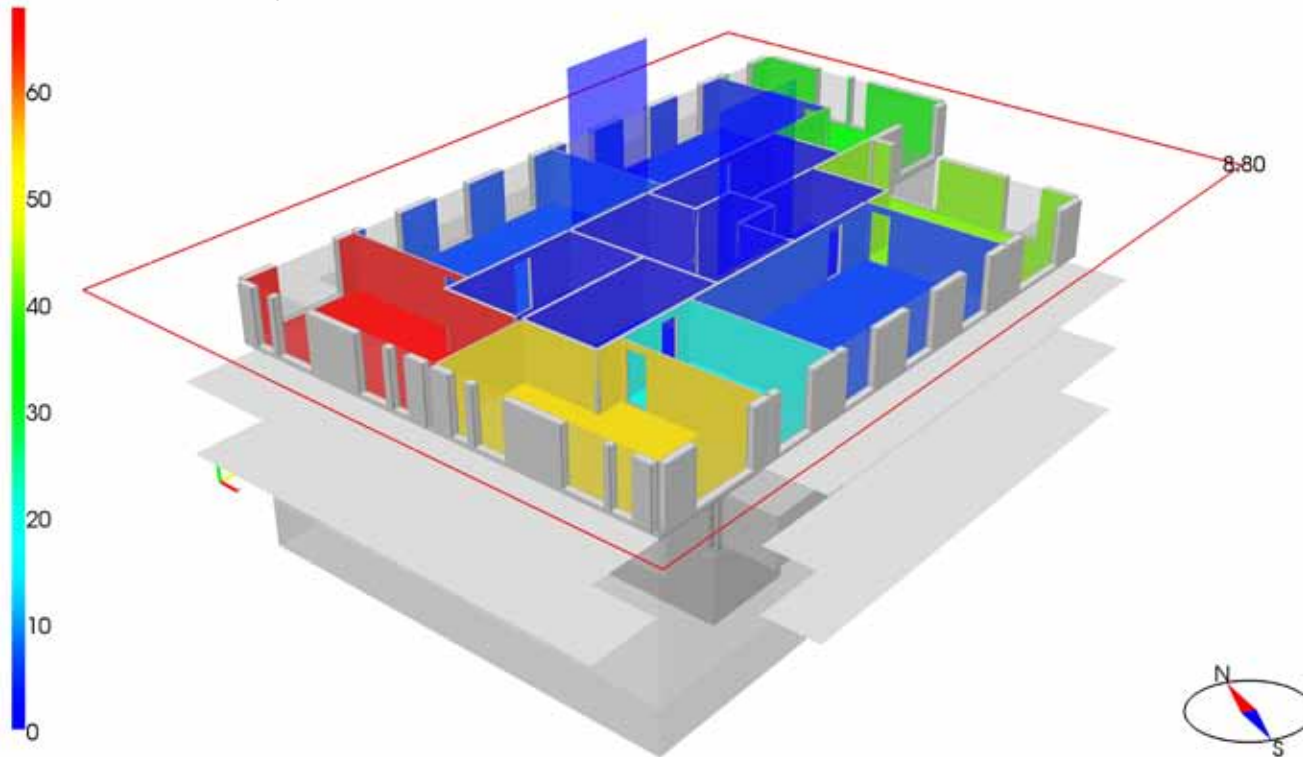
- «leicht»
- «mittel»
- «schwer»

Basisvariante

- Mit Fensterlüftung (24h/d)
- Minergie-P mit mech. Lüftung
- Balkon
- Sonnenschutz geschlossen ab 150W/m^2 (aussen)
- Windfester Sonnenschutz

Bsp Hegianwandweg - Kritischer Raum

Stunden über
26°C Raumlufttemperatur

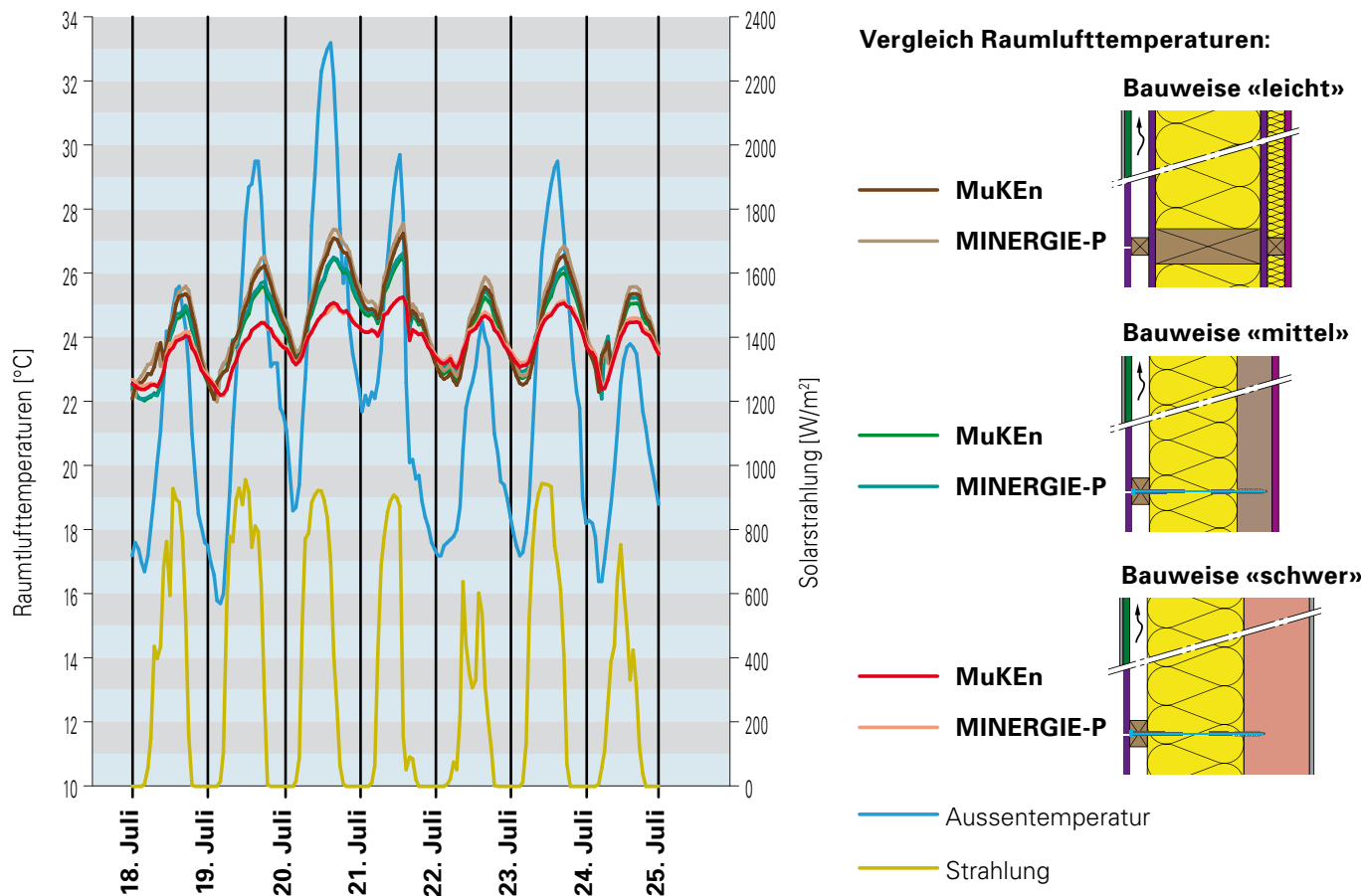


Wohnzimmer

- Süd / West Ausrichtung
- Süden mit Balkon
- Maximale Temperatur: 27.5°C
- Stunden über 26°C: 63 h/a
- Stunden über SIA 382/1
Grenzwertkurve: 33 h/a

Die weiteren Auswertungen zeigen das Verhalten dieses Raumes.

Bsp Hegianwandweg - Vergleich Bauweise



Wochenverlauf

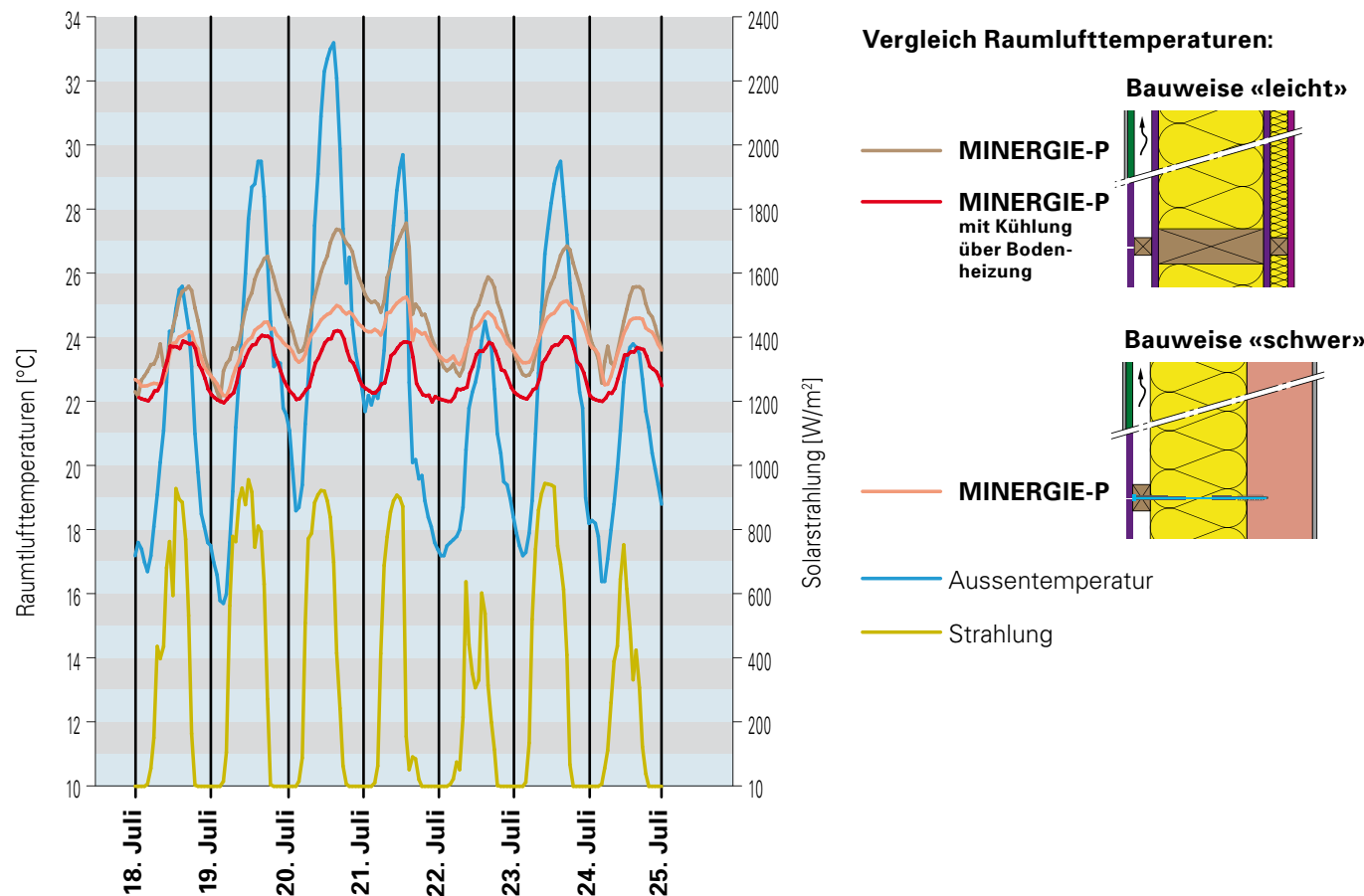
Auf dem Wochenverlauf im Sommer sind die drei unterschiedlichen Bauweisen gut voneinander zu unterscheiden.

Die höchsten Temperaturen werden bei der Bauweise «leicht» erreicht.

Die tiefsten Temperaturen herrschen in der Wohnung mit der Bauweise «massiv».

Die Temperaturen der Bauweise «mittel» liegen dazwischen.

Bsp Hegianwandweg - Vergleich mit / ohne Bodenkühlung

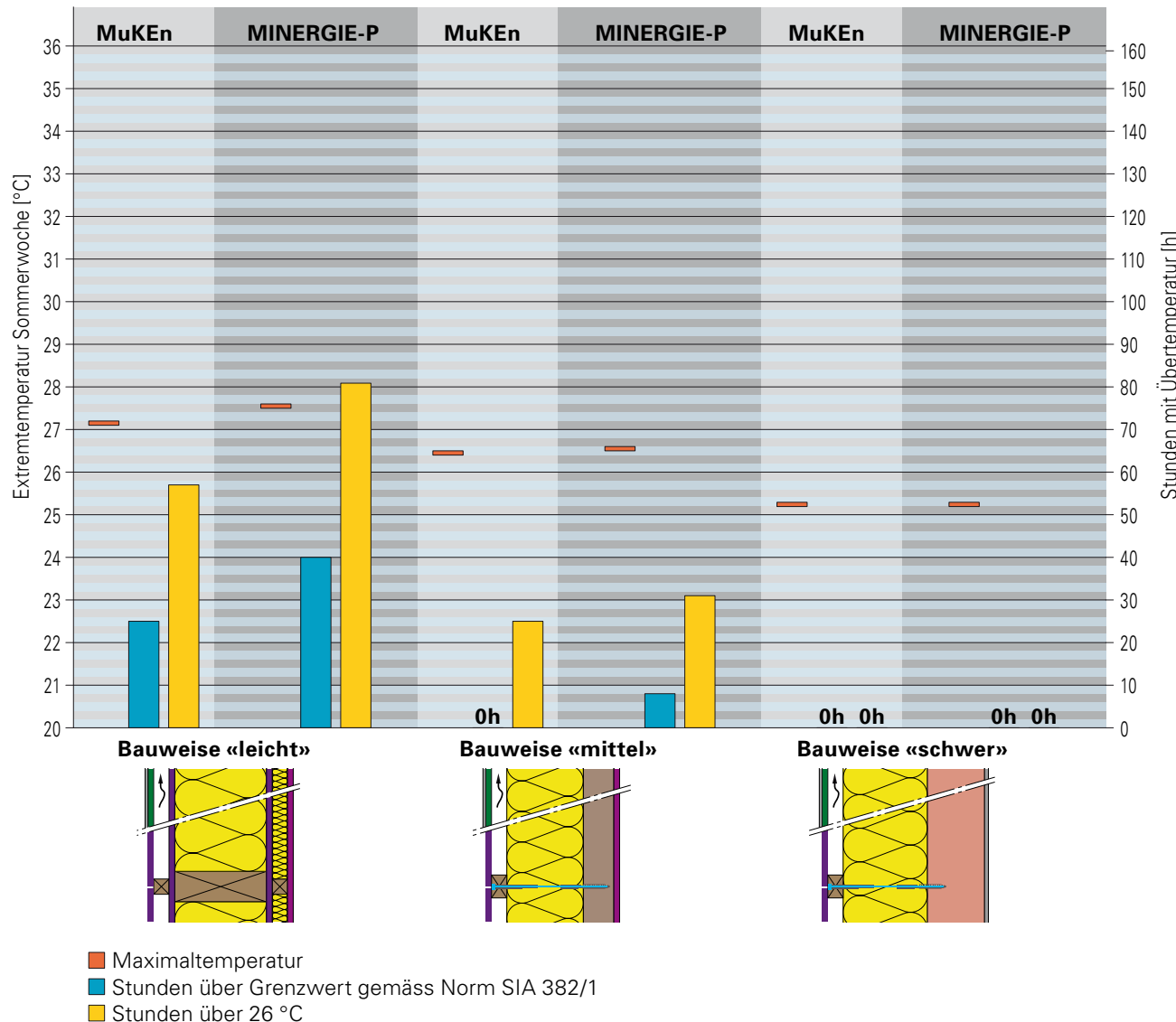


Wochenverlauf

Mit einer «sanften» Kühlung über die Bodenheizung kann die Raumlufttemperaturen bei der Bauweise «leicht» deutlich gesenkt werden. Der thermische Komfort kann bei allen Varianten eingehalten werden. Wird jedoch mit der Bodenkühlung nochmals deutlich verbessert.

Eine Kombination aus Bodenkühlung und Fensterlüftung verbessert das Raumklima deutlich.

Bsp Hegianwandweg - Vergleich Bauweise



Stunden über SIA Grenzwert

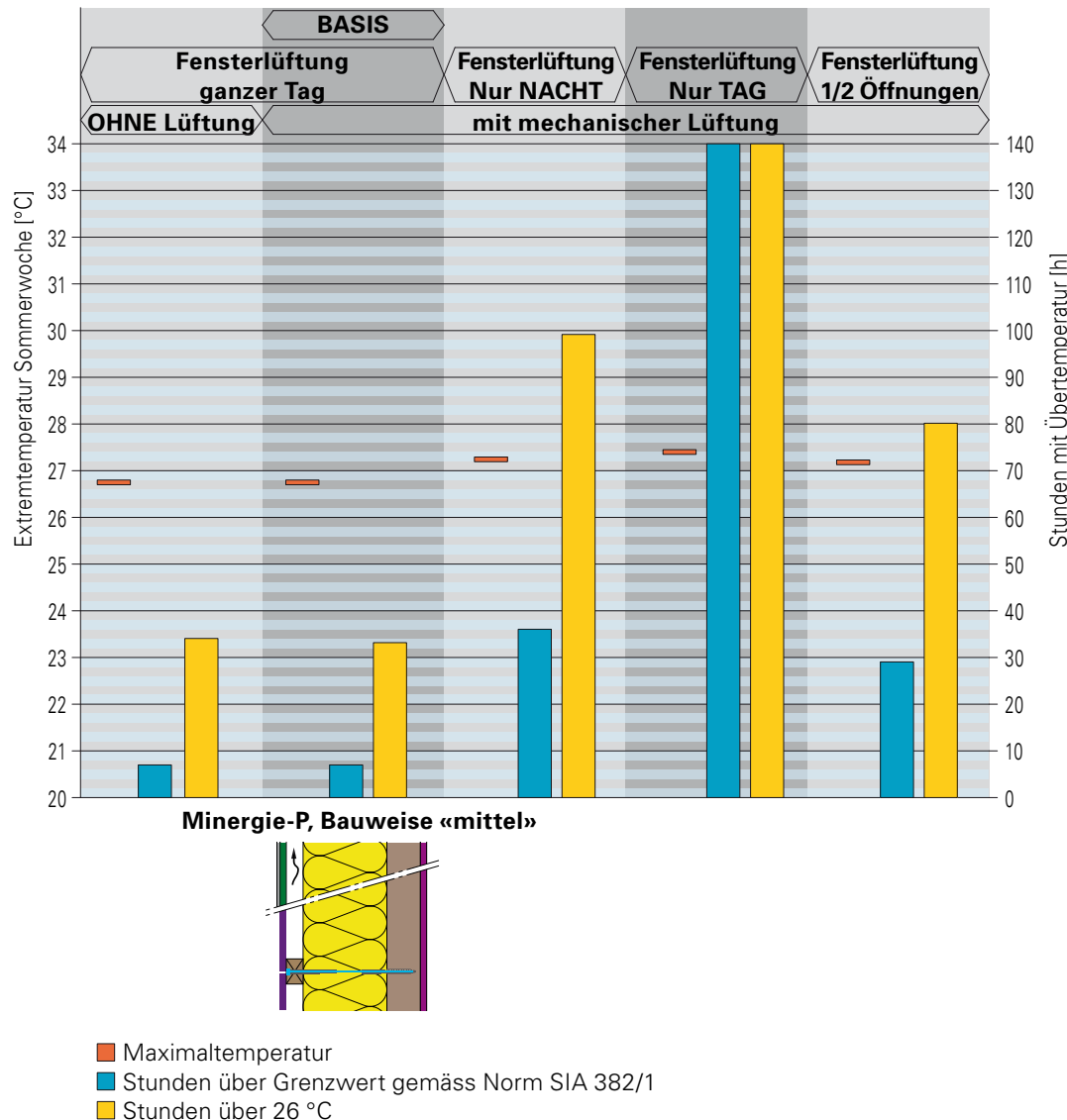
In dem nebenstehenden Diagramm sind die Stunden über dem Grenzwert, Stunden über 26°C sowie die maximale Raumlufttemperatur dargestellt.

Der sommerliche Wärmeschutz kann für alle drei untersuchten Bauweisen, sowie für beide Energiestandart eingehalten werden.

Die Variante «leicht» schneidet gegenüber der «massiven» Variante etwas schlechter ab.

- Bei keiner der Variante werden mehr als 50 Stunden pro Jahr über dem SIA Grenzwert erreicht.

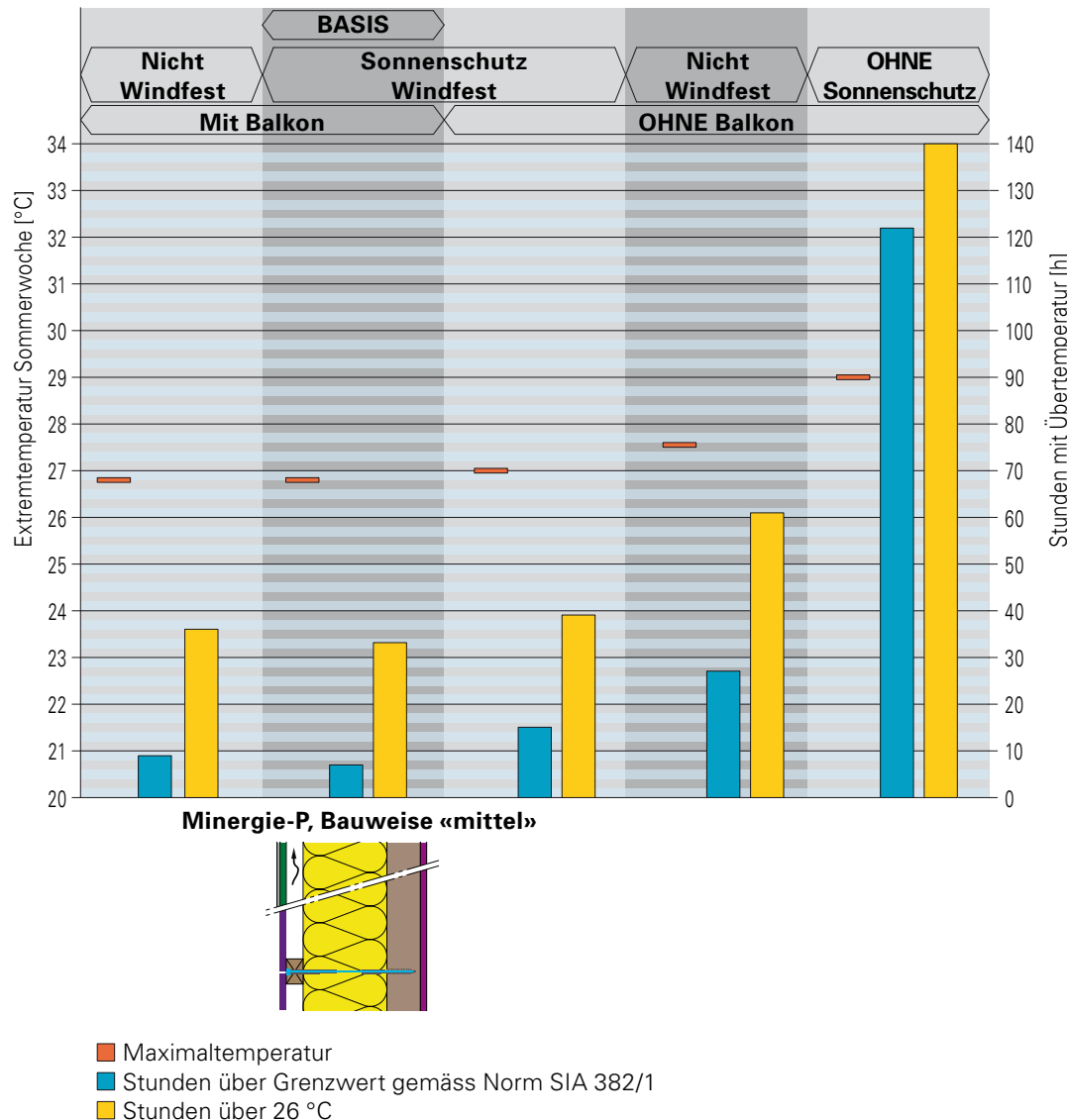
Bsp Hegianwandweg - Vergleich Lüftungsmöglichkeiten



Minergie-P, Bauweise «mittel»

- Zwischen den beiden Variante mit mechanischer Lüftung (Basis) und ohne mechanische Lüftung besteht kein grosser Unterschied.
- Entscheidend beim Thema sommerlicher Wärmeschutz sind die Fensterlüftungen. Bei möglicher Fensterlüftung nur in der Nacht verschlechtert sich das Raumklima. Kann man nur am Tag Lüften wird der Grenzwert nach SIA 382/1 nicht eingehalten (100h/a).
- Auch die Fensterfläche die für die Fensterlüftung zur Verfügung steht sind von Bedeutung. (siehe Variante 1/2 Öffnungen)

Bsp Hegianwandweg - Vergleich Sonnenschutz / Balkon



Minergie-P, Bauweise «mittel»

- Wie die Auswertung der Variante **«mit Balkon»** zeigt, ist der Balkon in dem speziellen Objekt ein funktionierender Sonnenschutz. Auch ohne einen Windfesten Sonnenschutz, kann der sommerlicher Wärmeschutz eingehalten werden.
- Bei den Varianten «ohne Balkon» ist eine deutliche Zunahme der Stunden über dem SIA Grenzwert festzustellen, wenn der Sonnenschutz «nicht Windfest» ist.
- Ist weder Balkon noch Sonnenschutz vorhanden, steigt die Raumtemperatur über 29°C und die geforderten 100 h/a können nicht mehr eingehalten werden. Der sommerlicher Wärmeschutz ist damit nicht eingehalten.

Sommerlicher Wärmeschutz - Das Wichtigste in Kürze

Die wichtigsten Punkte

- Äusserer, beweglicher Sonnenschutz
- Konsequente Bedienung des Sonnenschutzes
- Verglasungsanteil
- Speichermasse
- Nachtauskühlung über Fenster
- Lüfterdregister als Teil einer Komfortlüftung*
- Sommer-Bypass im Lüftungsaggregat*

* Wenn eine Nachtauskühlung über eine Fensterlüftung nicht erwünscht oder nicht möglich und zudem keine Kühlung über eine Bodenheizung oder Tabs vorhanden ist.

Wichtige Punkte

- Genügend thermische Speichermasse
- Möglichkeit für Fensterlüftung. Wenn möglich inkl. Wetterchutz / Einbruchschutz
- «Vernünftige» Glasflächen betreffend Solarertrag / Lüftungsmöglichkeiten.
- Alle Fenster mit aussenliegendem Sonnenschutz
- Feste Verschattungen (Balkone) spenden immer Schatten und können vom Benutzer nicht falsch bedient werden. Gut abstimmen mit Wärmeenergiebedarf.

Quelle: Minergie Merkblatt (www.minergie.ch)
„Sommerlicher Wärmeschutz für Wohnbauten“