

8. BETONFORUM 2014



**Beton –
ein Baustoff für
nachhaltiges und
energiegerechtes
Bauen**

Niklaus Hodel, Dipl. Ing. ETH / SIA Gartenmann Engineering AG, Bern



Schulbildung

- ab 1984 zahlreiche Vorlesungen, Weiterbildungskurse, Kongresse, fachspezifische Seminare und Tagungen, Personalführung, Unternehmensführung etc.
- 1979 – 1984 Studium und Diplom als Bauingenieur an der ETH Zürich
- 1975 – 1979 Gymnasium in Burgdorf (Matura Typus C)

Berufliche Praxis

- seit 2001 Dozent an der Hochschule für Architektur Holz und Bau in Burgdorf. Fächer Bauphysik Energie, Nachhaltigkeit
- seit 1989 Gartenmann Engineering AG, Bern, Basel, Zürich, Lausanne
Bau, Energie, Umwelt, Akustik, Bauphysik
Verwaltungsrat, Partner, Geschäftsführer, Projektleiter
- 1987 – 1989 Ingenieurunternehmung Emch + Berger Bern AG
Projektleiter, Abteilung Verkehrs- und Umweltplanung
- 1984 – 1986 Institut für Bauplanung und Baubetrieb, IBETH Höneggerberg ETH Zürich,
Prof. Dr. R. Fechtig; Assistent, Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage
2. Fragestellungen Forschungsprojekt NH 4
3. Vorgehen
4. Vergleichsberechnungen (MFH und Bürobau)
 - SIA 380/1 – Simulationen mit Helios
 - Winter - Sommer
 - schwere – leichte Bauweise
 - Berechnung – reale Verbrauchsdaten
5. Beispiele aus der Praxis
6. Fazit Ausblick

2. Fragestellungen Forschungsprojekt

- Wie wird die thermische Trägheit eines Gebäudes in die Berechnungen mit einbezogen?
- Wird das thermische Verhalten der Masse in diesen Modellen genügend berücksichtigt?
- Kann mit speziellen Simulationsmodellen die Realität besser abgebildet werden?
- Können konkrete Aussagen zur thermischen Behaglichkeit im Sommer gemacht werden?
- Können mit realen, gebauten Objekten gewisse Thesen untermauert werden?

3. Vorgehensschritte

1. Analysephase, Literaturrecherchen
2. Auswahl der Berechnungsmodelle (SIA 380/1 – Helios)
3. Bestimmen der Vergleichsobjekte (UVEK (Büro) – Selve (MFH))
4. Einholen von Verbrauchsdaten bestehender Projekte (5 Jahre)
5. Berechnungen Wintersituation (schwer – leicht)
6. Berechnungen Sommersituation (schwer – leicht)
7. Vergleich mit realen Verbrauchsdaten
8. Analyse der Resultate

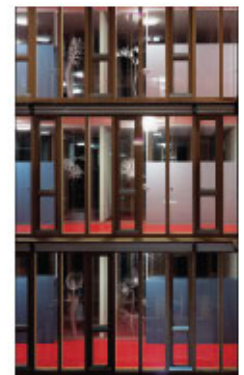
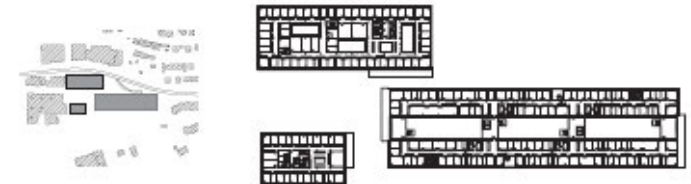
4. Vergleichsberechnungen: MFH SELVE Thun



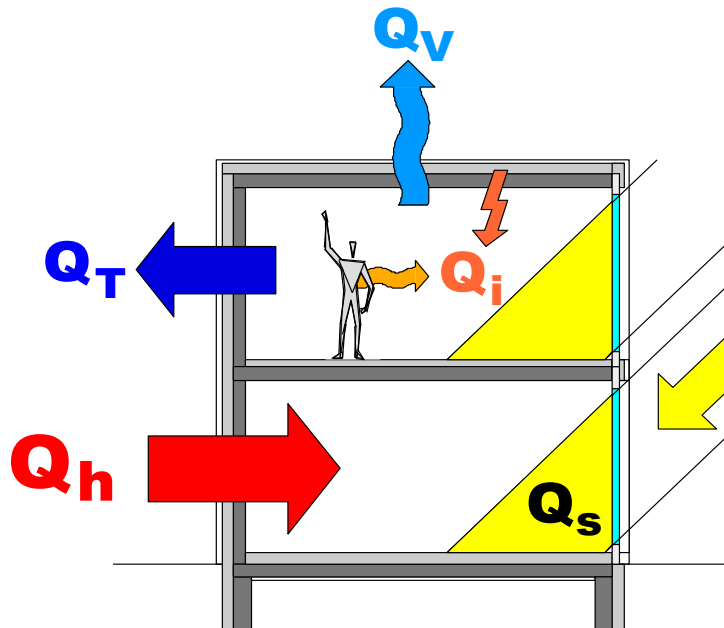
4. Vergleichsberechnungen VZ UVEK Ittigen

Das innovative und nachhaltige Fassaden- und Energiekonzept

Gartenmann Engineering AG



Energiebilanz nach SIA 380/1



$$Q_h = \Sigma [Q_T + Q_V - \eta_g (Q_i + Q_s)]$$

Q_h Heizwärmebedarf

Q_T Transmissionswärmeverluste

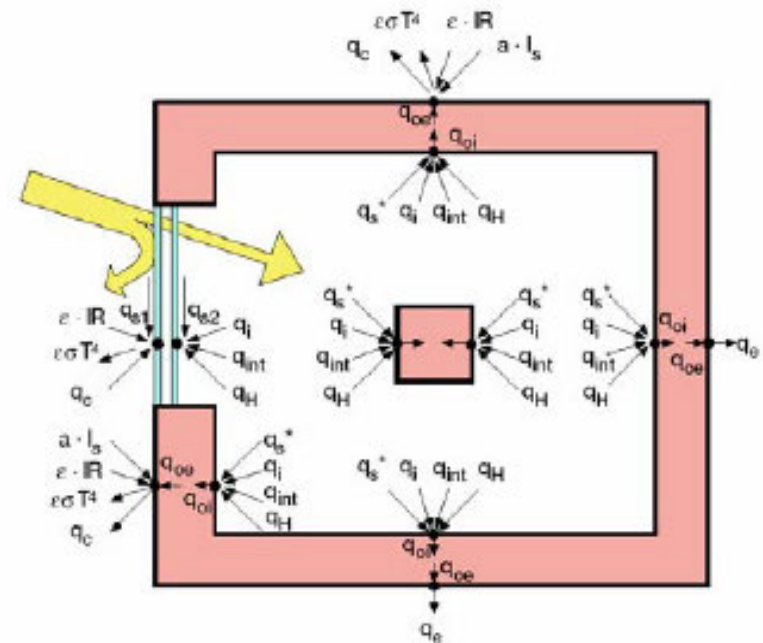
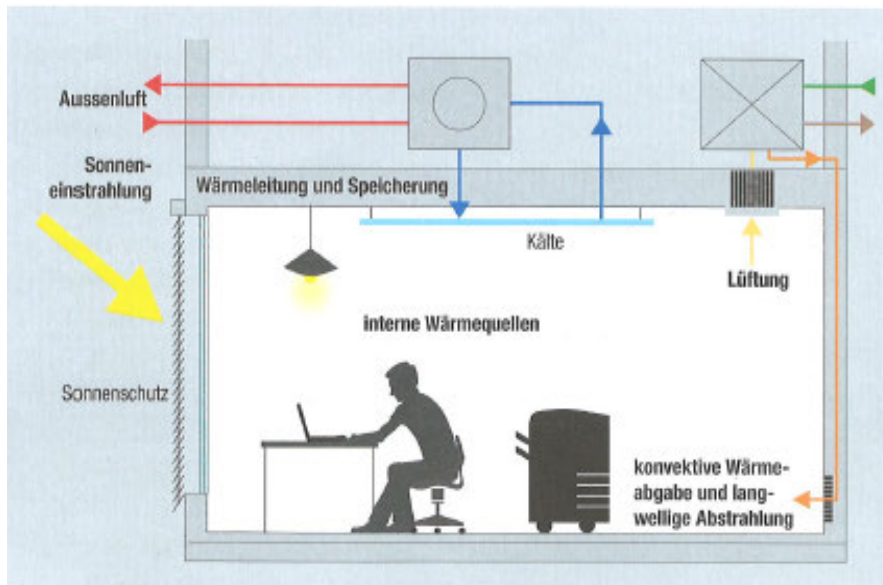
Q_V Lüftungswärmeverluste

η_g Ausnutzungsgrad für Wärmegewinne

Q_i interne Wärmegewinne

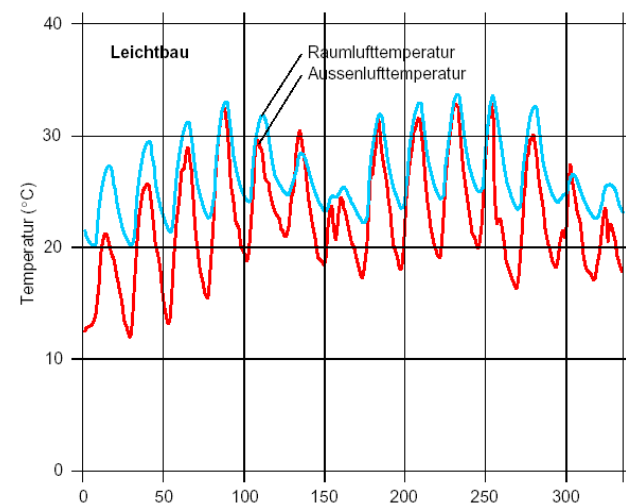
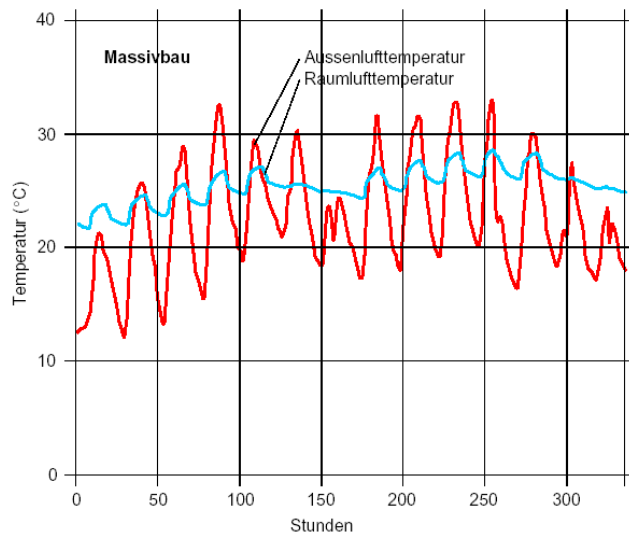
Q_s solare Wärmegewinne

HELIOS Berechnungsmodell (EMPA)

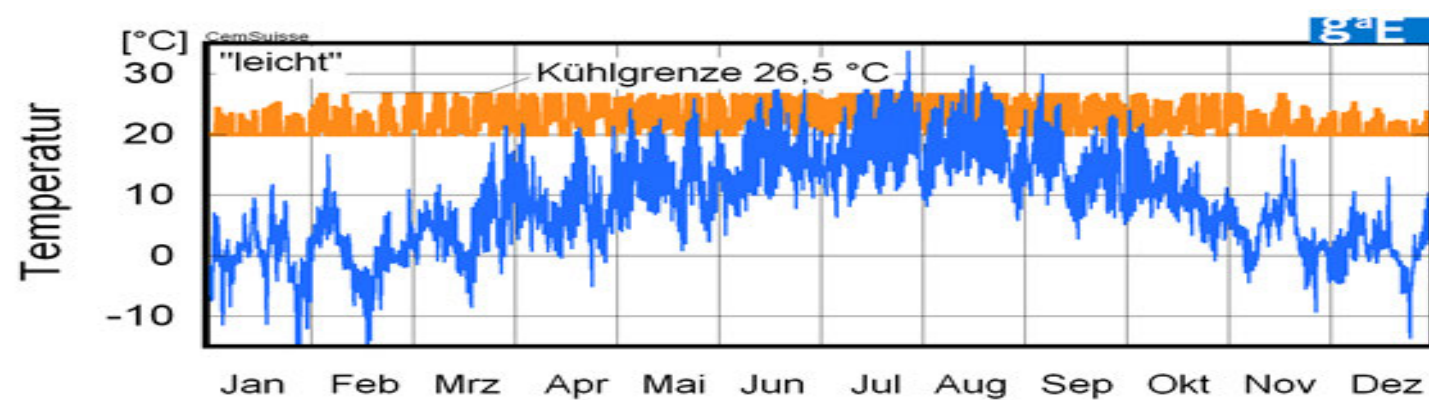
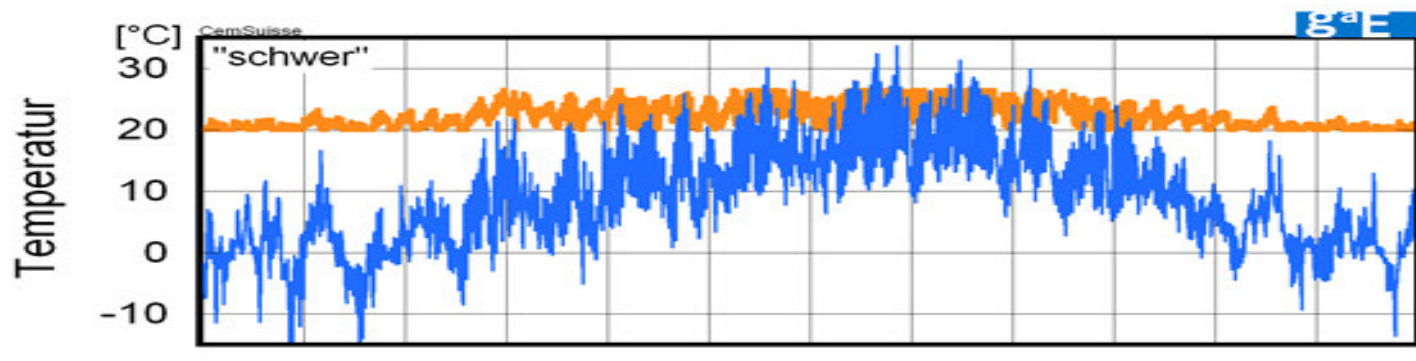


Thermisch aktive Gebäudemasse

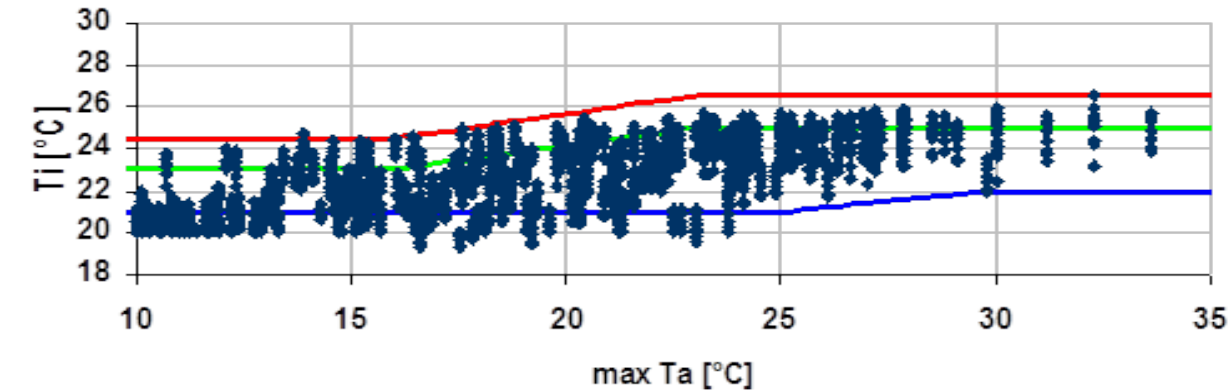
Die Wärmespeicherfähigkeit stellt neben dem U-Wert eine wichtige Rolle für den sommerlichen Wärmeschutz dar. Je höher die Wärmespeicherfähigkeit, desto mehr Energie kann zwischengespeichert werden (Vergleich Kellerraum mit Massivkonstruktionen zu Estrichraum mit Leichtbaukonstruktionen).



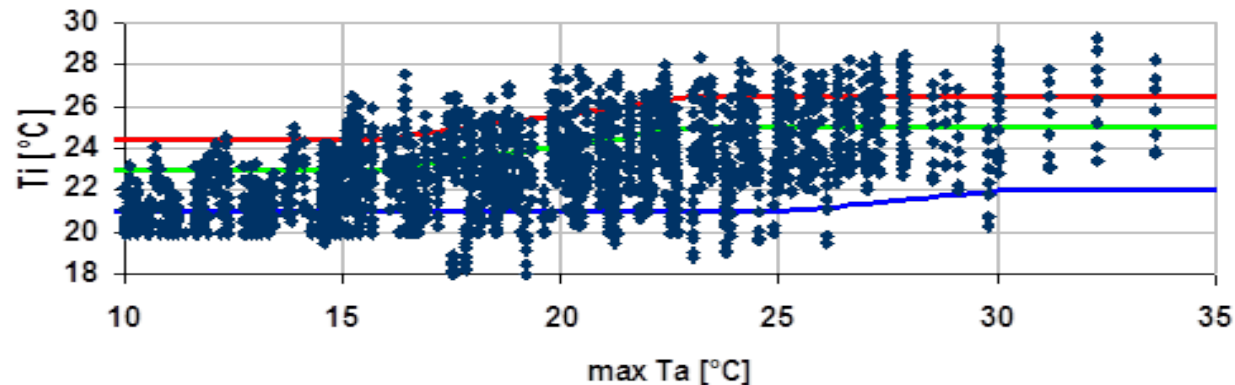
Bürogebäude Ganzjahresbetrachtung VZ UVEK Ittigen



MFH SELVE Thun mit und ohne Nachtlüftung NL



Schwer
 ohne NL mit
 1452 h 3 h
 über 26.5 C



Leicht
 ohne NL mit
 1514 h 541 h
 über 26.5 C

Verwaltungszentrum UVEK Ittigen, Gebäude BFE	
Baujahr, Bezug	2006
Energiebezugsfläche EBF	4218 m ²
Grenzwert Qhli	118 MJ/m ² a
Dach = 845 m ²	U = 0.20 W/m ² K
Decke g. unbeh. = 845 m ²	U = 0.23 W/m ² K
Fassade = 2088 m ²	U mittel = 0.71 W/m ² K
Glasanteile an Fassade	NO 58%, SO 62%, SW 58%, NW 18%

Energiekenndaten			
Winter (Heizenergiebedarf Qh)			
	schwer	leicht	Differenz
Thermo 4.0 (SIA 380/1)	77 MJ/m ² a	109 MJ/m ² a	+ 40%
Helios	71 MJ/m ² a	92 MJ/m ² a	+ 29%
Differenz	- 8%	- 16%	
Sommer (Kühlenergiebedarf ab 26.5°C)			
Helios	10-30 MJ/m ² a	30-50 MJ/m ² a	+ 50%

MFH Selve Areal Thun			
Baujahr, Bezug	2009		
Energiebezugsfläche EBF	2154 m ²		
Grenzwert Qhli	130 MJ/m ² a		
Dach = 529 m ²	U = 0.18 W/m ² K		
Decke g. unbeh. = 529 m ²	U = 0.50 W/m ² K		
Fassade = 1862 m ²	U mittel = 0.54 W/m ² K		
Glasanteile an Fassade	NO 19%, SO 45%, SW 22%, NW 24%		Mittelwert ca. 28%

Energiekenndaten			
Winter (Heizenergiebedarf Qh)			
	schwer	leicht	Differenz
Thermo 4.0 / Lesosai 7.0	112 MJ/m ² a	122 MJ/m ² a	+ 9%
Helios	97 MJ/m ² a	101 MJ/m ² a	+ 4%
Differenz	- 13%	- 17%	
Sommer (KEIN Kühlenergiebedarf nur Temperaturverlauf)			
Helios			

5. Beispiele aus der Praxis

- Verwaltungsgebäude Köniz
- Verwaltungsgebäude Ittigen
- UVEK Verwaltungszentrum Ittigen / BE
- Hauptsitz Postfinance
- EFH Tomaselli im Vorarlberg
- Hochschulzentrum von Roll, Bern

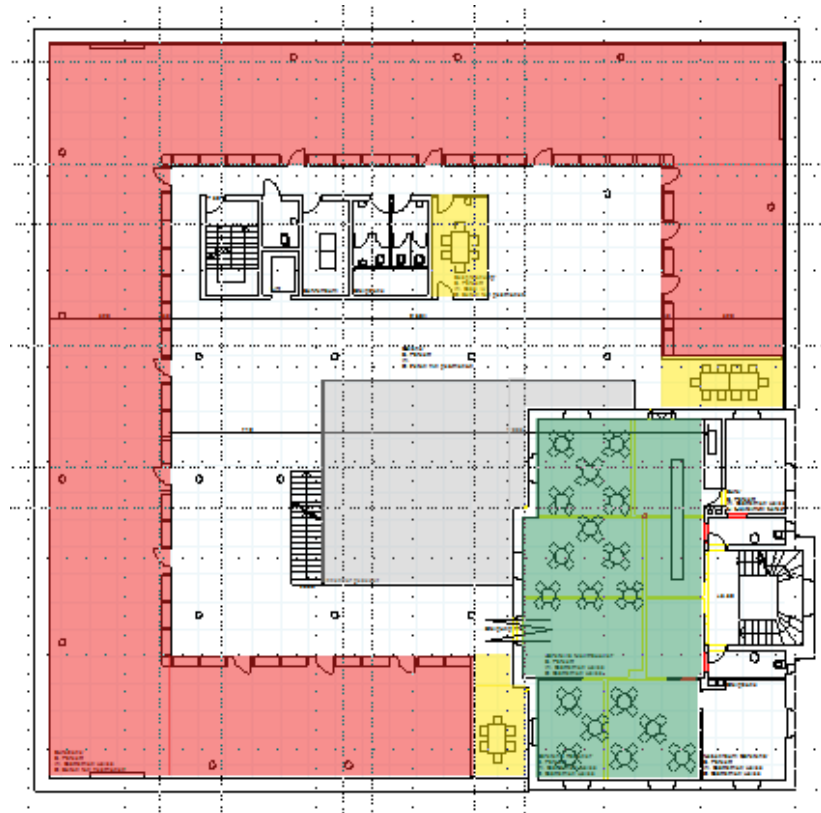
**Stadthaus
Köniz**

MINERGIE

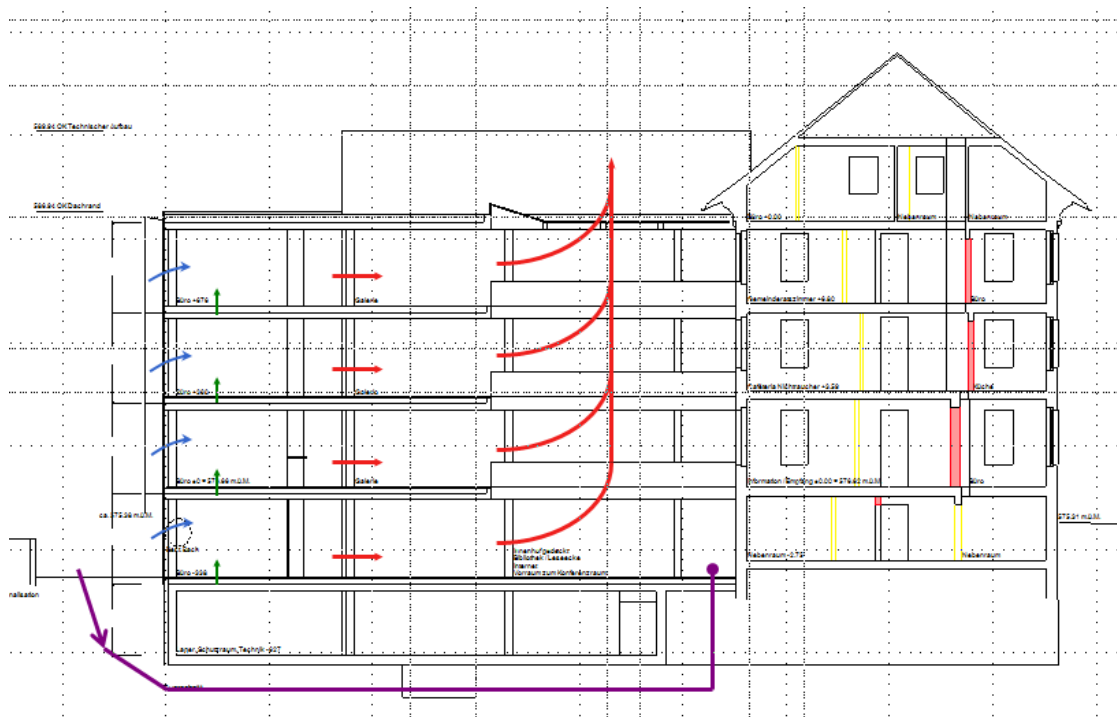


Grundriss / Nutzung

- Büronutzung, flexibel
- Sondernutzungen im Altbau
- Konzept Sitzungszimmer
- Flexible Nutzung Galerien



Klimakonzept



- Komfortlüftung über Erdregister (Sommer und Winter)
- **Betondecken als thermischer Speicher**
- Erhöhter Nachtluftwechsel über Abluft (Lüftung und Fenster, DHF)
- Fernwärme ohne Kühlung

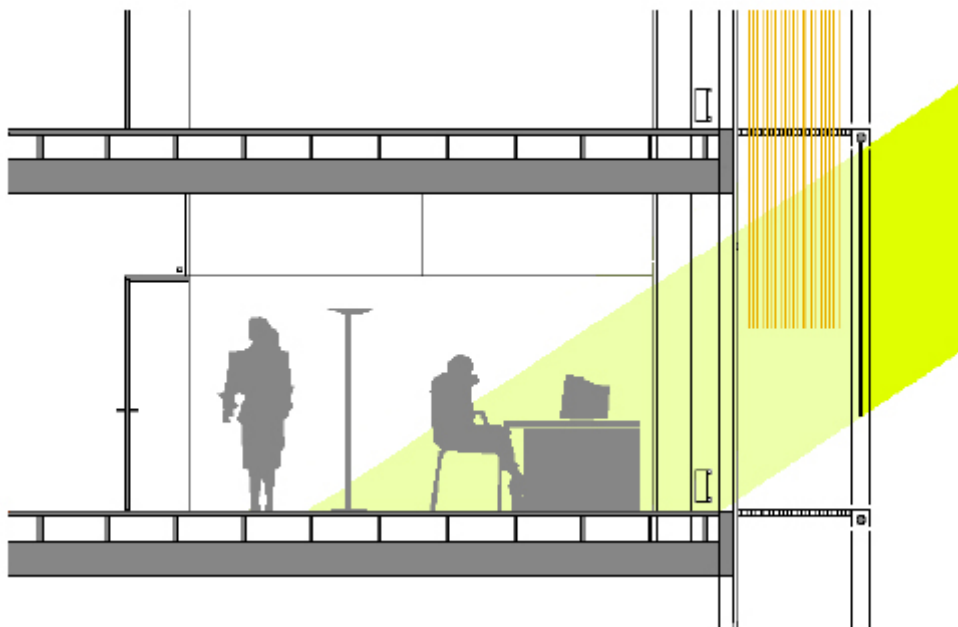
Lufterdregister - Sommer und Winter



Vorwärmen im
Winter,
Vorkühlen im
Sommer

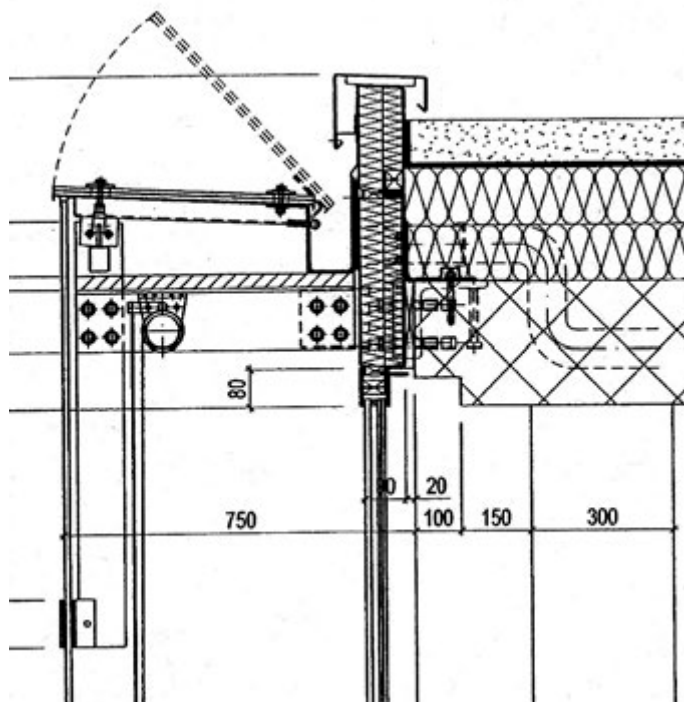
Doppelhaut Fassade DHF

Zenitlicht

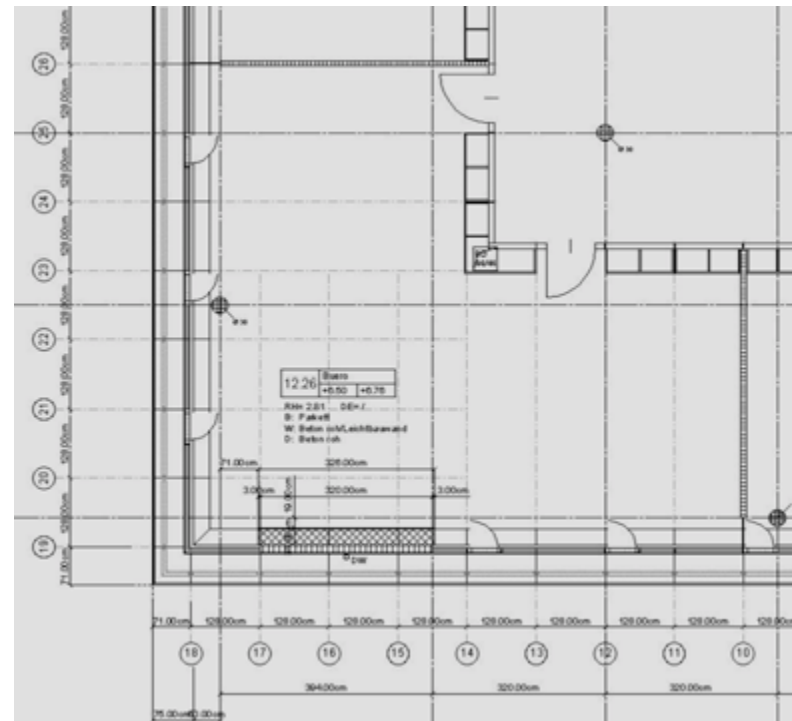


- Zentral gesteuerter Sonnenschutz, dynamische Anpassung an die Saison und den Himmelszustand
- Blendschutz individuell
- **Betondecke als thermische Masse** ohne Akustikmassnahmen Decke
- Fassadenzwischenraum als thermische Pufferzone über 3 Geschosse, steuerbare Klappen am oberen Abschluss

Sonnenschutz und saisonale Fassadenklappe



Betonscheibe für Sonnenschutz Speichermasse und gegen Erdbeben





Verwaltungsgebäude Ittigen, Bern

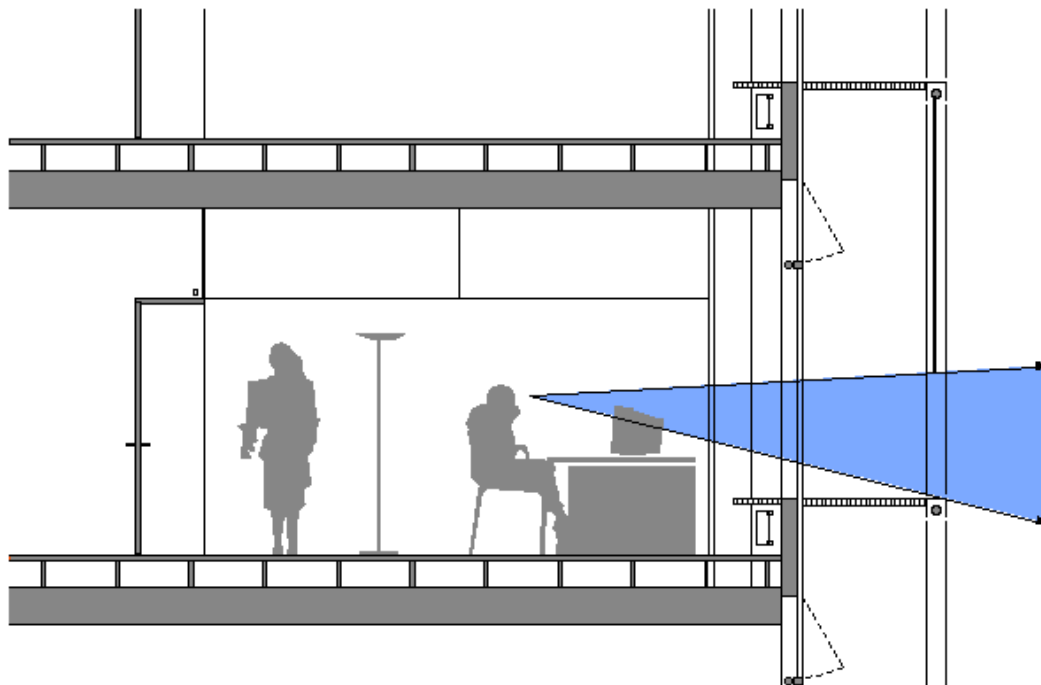
Low - tech

Low - energy

Low - cost

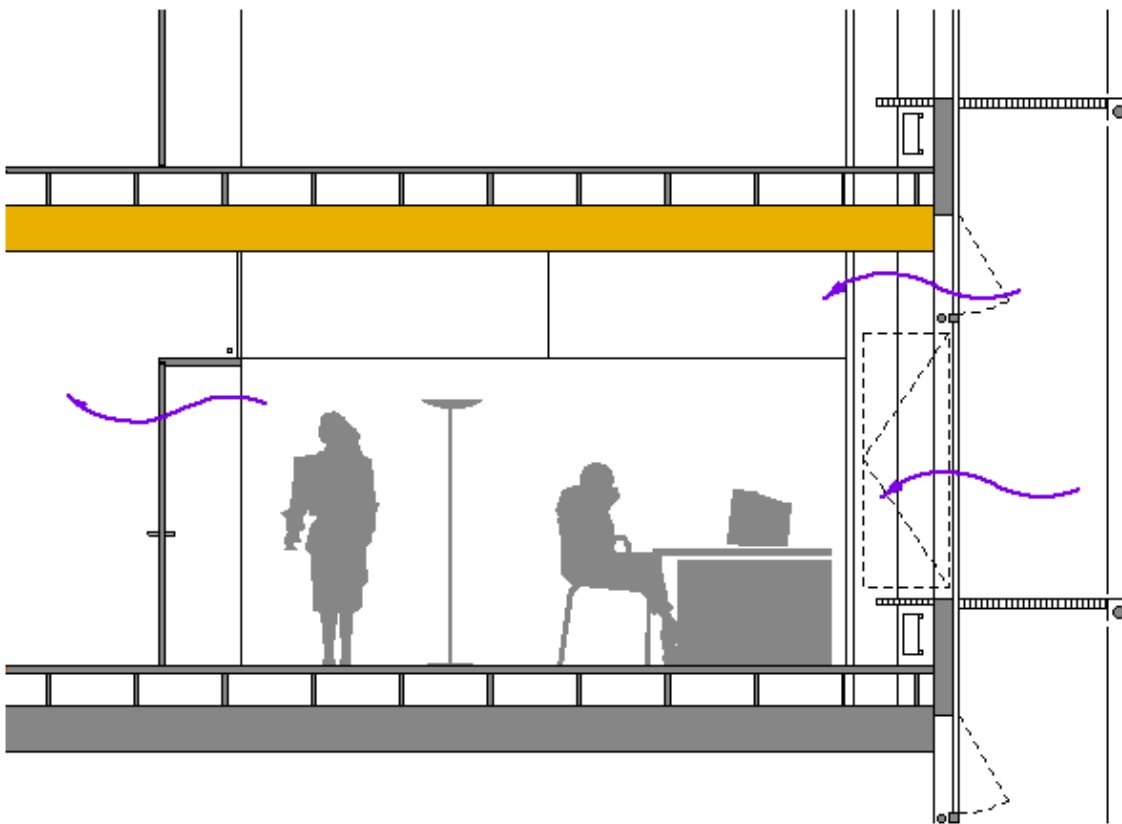
High - Performance

Sicherstellen des Kontaktes zur Aussenwelt



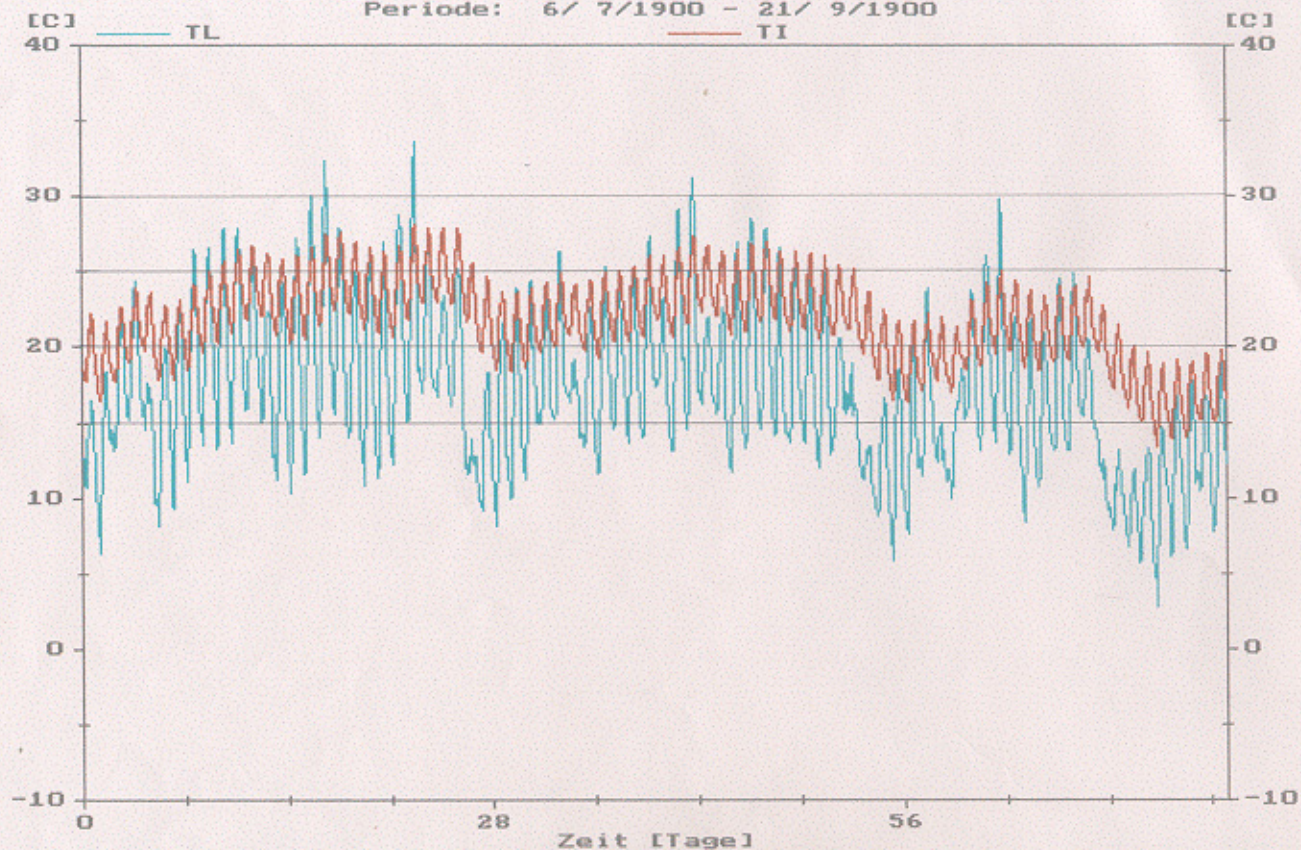
Ungehinderter
Ausblick auch im
Abschattungszustand

Natürliche Lüftung / Nachtauskühlung



- **Thermisch aktive Gebäudemasse (Betondecke)**
- Zentralgesteuerter Senkklappflügel
- Fensterflügel
- Offene Türen in der Nacht
Nachtlüftung

Verwaltungsgeb. Ittigen, Bürosimulation



Temperaturregelung: Strategien

◆ Winter (24h Mittelwert $< 13^{\circ}\text{C}$)

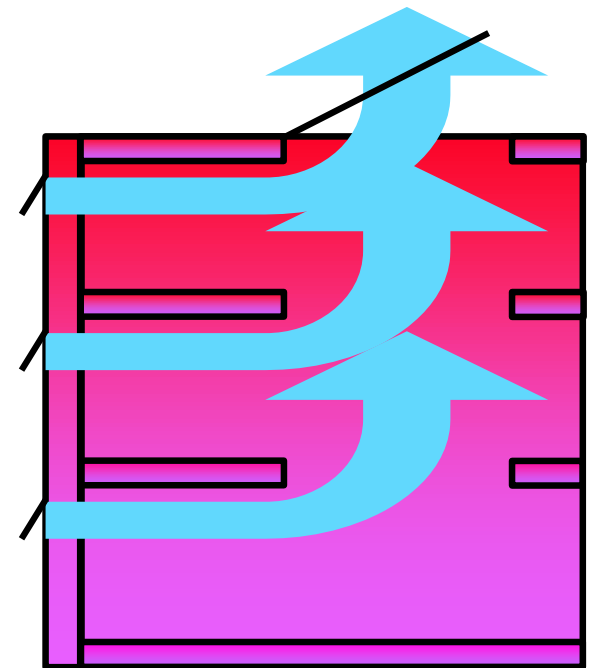
- ◆ Bei Sonnenschein nicht beschatten solange die Raumtemperatur 25°C nicht überschreitet, Gleichzeitig Heizung abschalten sobald Raumtemperatur über 23°C .

◆ Übergangszeit ($13^{\circ}\text{C} < 24\text{h Mittelwert} < 17^{\circ}\text{C}$)

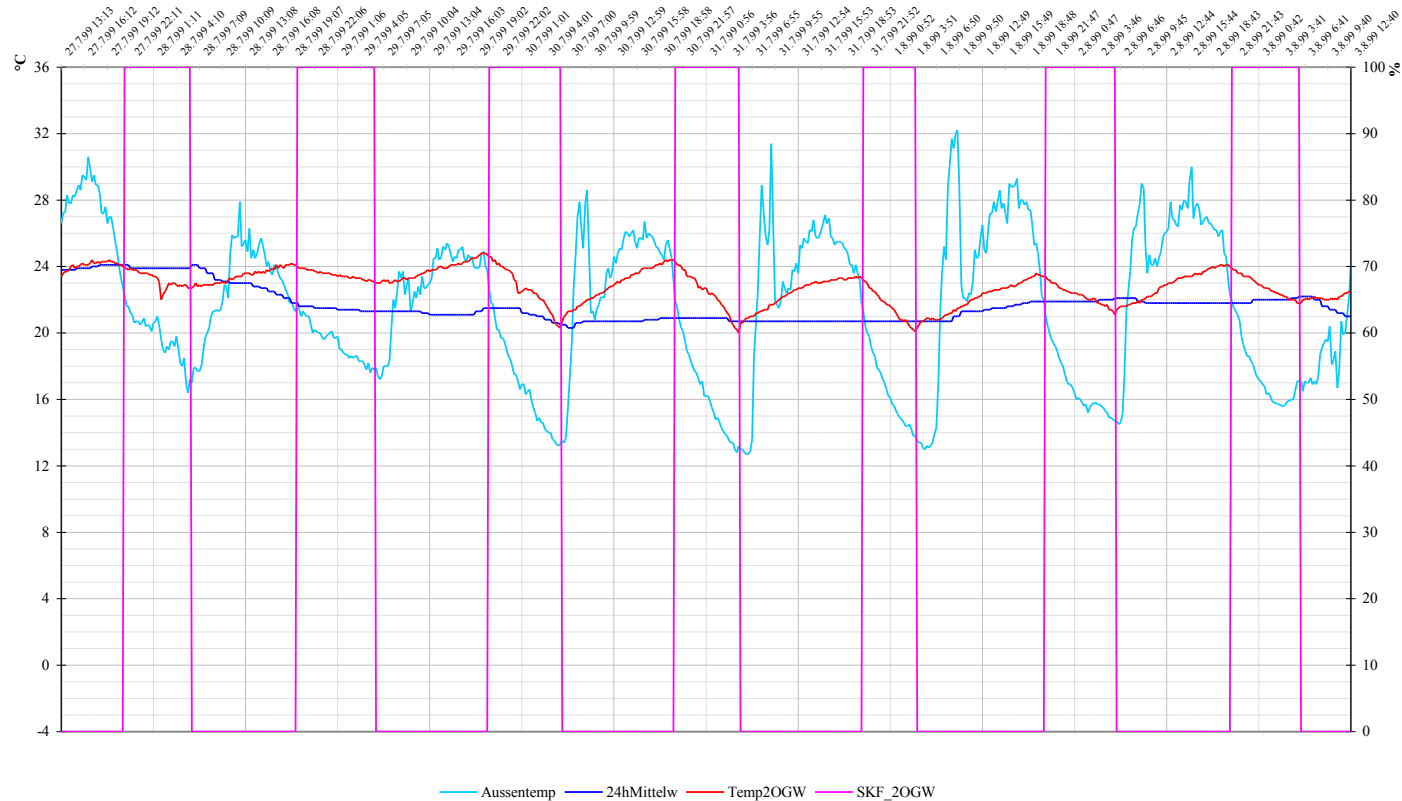
- ◆ Bei Sonnenschein beschatten
- ◆ Keine natürliche Auskühlung

◆ Sommer (24h Mittelwert $> 17^{\circ}\text{C}$)

- ◆ Heizung sperren (insbesondere bei Thermostatventilen)
- ◆ Bei Sonnenschein beschatten
- ◆ Auskühlung aktivieren sobald Aussentemperatur $<$ Innentemperatur bis Raumtemperatur $< 21^{\circ}\text{C}$

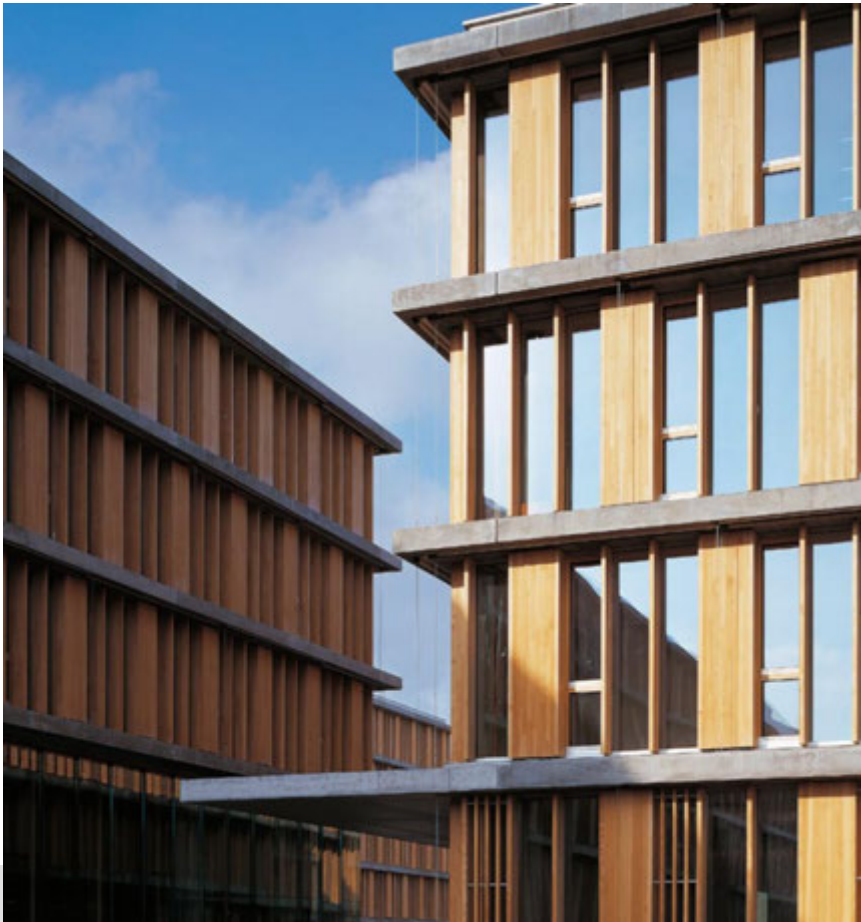


Temperatur Messungen 2. OG West



Woche: SBVWo 3099

Verwaltungszentrum UVEK, Ittigen



Das innovative und nachhaltige
Fassaden- und Energiekonzept

Gebäudehülle
Energiekonzept
Minergie
Nachhaltigkeit

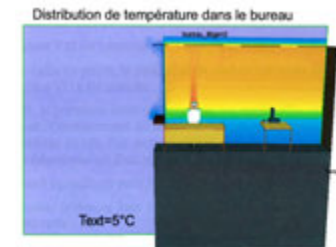
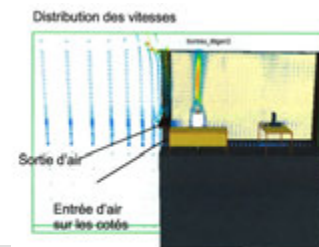
Gebäudehülle, Fassade

- Holzelemente mit 30 cm Wärmedämmung
- (Fest)verglasungen
3-fach IV, $U=0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Betonstirnen mit punktueller Befestigung und Wärmedämmung
- Flexibler, textiler Sonnenschutz



Energiekonzept und «Kälteerzeugung»

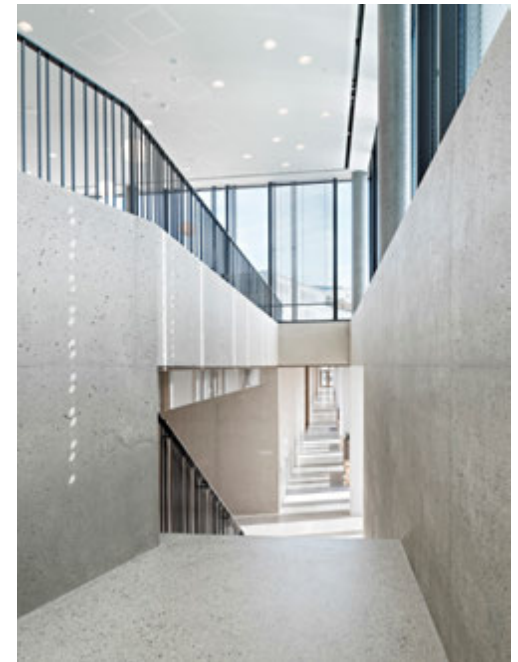
- Automatischer und wirkungsvoller Sonnenschutz
 $g < 0.10$
- **Massive Betondecken ohne Akustikverkleidungen als Speichermasse**
- Nachtlüftung über automatische und manuelle Kippfenster
- Spitzendeckung über Grundwasser und «tabs» im Zement-Überzug



Neubau Hauptsitz Postfinance, Bern

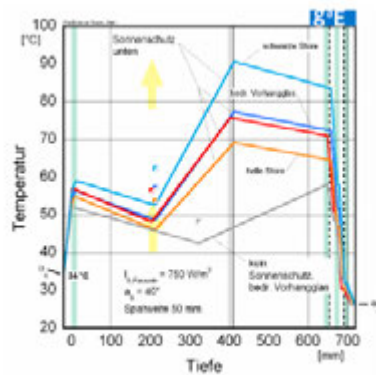


Glas-Betonbau
Minergie-Eco



Nutzung der Trägheit der Betondecken

Thermische Gebäudesimulationen



Temperaturen in der Glas-Copper-Fassade bei hoher solarer Last. Gegenüberstellung des Basis-Falles und der Varianten „bedrucktes Vorhangglas“ sowie „helle“ bzw. „schwarze“ Lamellenstore.



Bauten im Vorarlberg, AUT



Mittels Simulationen den positiven Effekt der Mass mit einbezogen

6. Fazit, Ausblick

- Beton hat klare **Vorteile** bezüglich des winterlichen wie speziell auch des sommerlichen Wärmeschutzes
- Im Berechnungsmodell SIA 380/1 wird dies klar ersichtlich
- Simulationsmodelle zeigen **weiteres Potenzial** und Vorteile von Beton bezüglich Energiehaushalt und Behaglichkeit
- Mit Beton als Speichermasse sind z.B. **grössere Glasflächen** in der Fassade möglich sowie **weniger Haustechnik** und **Wärmedämmung** erforderlich
- Zukünftige energetische Berechnungen sollten vermehrt mit **dynamischen Modellen** durchgeführt werden