



*Beda Bossard  
Dipl. Bauführer SBA,  
Baubiologe SIB  
Barbos Bauteam GmbH,  
Stans*

## **Das erste Passiv-Acht- Familienhaus in der Schweiz**

**Zertifiziert und viergeschossig in  
Holzsystembauweise**



*Benno Zurfluh  
Dipl. HLK Ing. HTL  
Zurfluh Lottenbach,  
HLK Ing. Büro, Luzern*



# Das erste Passiv-Acht-Familienhaus in der Schweiz

## Entstehungsgeschichte

Im Sommer 97 fanden vier Familien aus Stans und Umgebung mit dem Ziel zusammen, ein Eigenheim zu realisieren. Anfänglich war von einer kleinen Siedlung die Rede; die Suche nach Bauland in Stans gestaltete sich jedoch äusserst schwierig. Schliesslich hatten wir doch das nötige Glück und konnten uns, im Herbst 99, an einer Mehrfamilienhaus-Parzelle, mitten in einer projektierten Siedlung anschliessen.

Das Mehrfamilienhaus sollte mindestens dem Minergie-Standard entsprechen, wobei sich bereits zu diesem Zeitpunkt zwei Familien das „Feuer im Haus“ wünschten und die Wohnung mit einem Zimmerofen und Satelliten heizen wollten. Die Diskussionen um das Heizsystem und die Heizverteilung legten schliesslich den Grundstein für das „Passivhaus“ und stiess auf breites Interesse bei der ganzen Bauträgerschaft.

In Zusammenarbeit mit Prof. Werner Betschart, HTA-Luzern, wurden im Winter 99/00 die Grundlagen erarbeitet, um aus dem geplanten Minergie- ein Passivhaus zu entwickeln. Seit dem Sommer 00 sind alle Wohnungen verkauft, Ende Oktober 00 war Baubeginn und im August 01 wurde das erste in der Schweiz gebaute und nach Dr. W. Feist, Passivhaus-Institut Darmstadt, zertifizierte Mehrfamilienhaus bezogen.

## Gedanken der Bauträgerschaft zum Passivhaus

Der Bauträgerschaft wurden während der Planungsphase verschiedene Fragen unterbreitet, die sie wie folgt beantwortete:

Motivation, so zu bauen	Erwartungen	Befürchtungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• bessere Wohnqualität</li> <li>• tiefere Nebenkosten</li> <li>• Umweltbelastung minimieren</li> <li>• Energieeffizienz steigern</li> <li>• Pilotprojekt mit einem fachlich kompetenten Planungsteam</li> <li>• zukunftsweisende Bautechnik</li> <li>• interessant, sinnvoll</li> <li>• Energiesparen ist nicht nur ein Muss, sondern auch ein lustvolles Unterfangen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe Behaglichkeit und Wohnqualität</li> <li>• wenig Energiebedarf und tiefe Nebenkosten</li> <li>• gutes Wohnklima bezüglich Feuchte und Temperatur</li> <li>• Bestätigung der Theorie durch die Praxis</li> <li>• optimaler Schallschutz</li> <li>• angenehm warmes Schlafzimmer und trotzdem frische Luft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stimmt das Preis-Leistungs-Verhältnis?</li> <li>• ist es warm genug?</li> <li>• funktionieren die einzelnen technischen Lösungen in der Gesamtheit?</li> <li>• Schallschutzprobleme, da das Gebäude so dicht ist?</li> <li>• Kinderkrankheiten?</li> <li>• Ansturm von Neugierigen!</li> </ul>

Eindrücke von der Planungsphase	Einschränkungen die besonders Mühe bereiten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrreich, interessant und herausfordernd</li> <li>• Von Optimismus geprägt</li> <li>• sorgfältig, vertrauensbildend</li> <li>• effizient und kompetent</li> <li>• als Bauträgerschaft sind wir immer wieder kritisch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• minimierte Fenstergrössen auf der Nordseite</li> <li>• kein Holzofen in der Wohnung möglich</li> <li>• kein direkter Zugang von der Wohnung zum Untergeschoss</li> <li>• das Fehlen von Vogelgezweitscher während der Heizsaison wegen den geschlossenen Fenstern</li> </ul>

## Eigenheimkriterien

Gemäss dem Grundlagenpapier und dem Überbauungskonzept wurden die Anforderungen ans Eigenheim wie folgt umschrieben:

- Familien- und umweltfreundlich
- Kostengünstig
- Energieeffizient > mindestens Minergiestandard
- Konsequenter baubiologisch
- Diffusionsoffene Bauweise
- Einsatz von erneuerbaren Energien
- Aktive und passive Nutzung der Sonnenenergie
- Verdichtete Bauweise
- Siedlungsstruktur mit zentralen, verkehrsfreien Innenhöfen
- Durchmischte, unterschiedliche Wohnungstypen

## Situation, Gestaltungsplanidee, Aussenraumkonzept

Das Grundstück liegt etwa 10 Gehminuten nördlich vom Dorfzentrum Stans, mitten in bestehendem Siedlungsgebiet, in der dreigeschossigen Wohnzone. Das Gebiet gilt als ruhige, sonnige und äusserst beliebte Wohnlage.

Die angrenzenden Grundstücke sind sehr unterschiedlich, mit Einfamilien-, Mehrfamilien- und auch Reihenhaussiedlungen, bebaut oder beplant.

Auf der ca. 11'000 m<sup>2</sup> grossen Parzelle bestand eine Gestaltungsplanpflicht. Der Gestaltungsplan verfasste das Architekturbüro Christen+Mahnig AG, Architekten HTL, Stans.

Die Zentren der Überbauung bilden zwei verkehrsfreie Innenhöfe, um welche die Häuser gruppiert sind. Durch die Besonnung, die Aussicht, sowie der Form der Parzelle hat sich eine Lösung aufgedrängt, bei welcher die Reihenhäuser mit zwei Vollgeschossen und einem Dachgeschoss (70%) den Mehrfamilienhäusern mit drei Vollgeschossen und einem Dachgeschoss (70%) vorgelagert sind. Die Mehrfamilienhäuser bilden den nördlichen Abschluss der Parzelle.

Diese Situierung ermöglicht für alle Wohneinheiten eine südliche Hauptorientierung und damit optimale Besonnungs- und Lichtverhältnisse. Es entstehen gemeinschaftlich genutzte Flächen, aber auch individuelle Gartensitzplätze, wo die Privatsphäre gewahrt bleibt.

Die notwendigen Parkplätze werden in zwei unterirdischen Tiefgaragen angeboten.

Total entstehen 53 Wohneinheiten in acht Reihen- und vier Mehrfamilienhäusern welche von drei autonomen Trägerschaften geplant und gebaut werden.

Unsere einfache Gesellschaft „wohnen im Wechsel“ realisiert ein Passiv-Mehrfamilienhaus mit acht Wohneinheiten.



Passiv-8-Familienhaus,  
Wechsel, Stans

Situation Gestaltungsplan 1:1000



Ansicht Südfassade

## Gebäudeform, Fassadengestaltung

Der rechteckige, langgezogene, kompakte Baukörper mit schwach geneigtem Pultdach ermöglicht eine klar gegliederte Anordnung der einzelnen Wohneinheiten und minimiert die Gebäudehüllenziffer optimal.

Das Hauptgebäude ist als Holzelementhaus konzipiert, was mit der Holz-Fassadenschalung auch gegen aussen sichtbar sein soll. Die Nordfassadenverkleidung musste aufgrund von Brandschutzvorschriften aus nicht brennbaren Baustoffen ausgeführt werden, für welche wir jetzt grossformatige, sichtbar geschraubte Duripanelplatten vorsehen.

Die südlichen Balkonvorbauten und die nördlichen Laubengänge sind klar abgesetzt, schlank und selbstständig aus Stahl und Stahlbeton konstruiert.

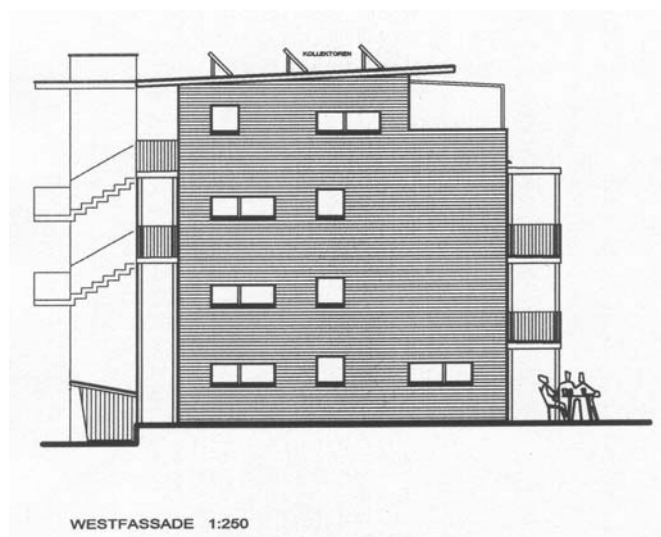
Die Erschliessung der Dachwohnungen erfolgt zentral über den nordseitigen Treppen-Lift-Turm und die offenen Laubengänge.

Aus energetischen Gründen achteten wir darauf, den Fensterflächenanteil vor allem nördlich zu minimieren und südlich zu erhöhen.



Aufrichten Holzsystembau

Dieses Objekt ist das erste viergeschossige Holzhaus mit 60 Minuten Brandwiderstand in der Zentralschweiz. Die Brandschutznormen hatten verschiedene, nicht nur positive, Einflüsse auf die Materialisierung und die Konstruktion der einzelnen Gebäudeteile.





### Raumprogramm, Innenraumkonzept

In den 4 Wohngeschossen entstehen sechs Maisonette- und zwei Geschosswohnungen. Sie enthalten zwischen 3 ½ und 6 ½ Zimmer und verfügen über 100 bis 157 m<sup>2</sup> Nettowohnfläche. Für alle acht Wohneinheiten kann die Orientierung der Haupträume Richtung Süden ( Richtung Innenhof ) identisch gewährleistet werden.

Im gemeinschaftlich genutzten Kellergeschoss sind die Wasch- und Trocknungsräume, der Hobbyraum, die individuellen Kellerabteile sowie die Haustechnikzentrale untergebracht. Den zweigeschossigen Parterre - Einheiten ist südlich jeweils ein grosser Garten zugeordnet, den Wohnungen im Dachgeschoss eine grosse Terrasse. Auf der Nordseite, leicht abgesenkt, entstehen auf der gesamten Hauslänge gut zugängliche, frei stehende, offene Velounterstände, die jeweils durch die einzelnen Hauszugänge und den Liftturm abgegrenzt sind.

Durch den frühen Miteinbezug der EigentümerInnenwünsche entstand kein eigentlicher Regelgrundriss, was einerseits sehr spannend und anspruchsvoll war, aber andererseits vor allem die Haustechnikplanung nicht unbedingt vereinfachte. Trotzdem konnte ein gewisser Raster eingehalten und eine ruhige, aber interessante Struktur erzeugt werden.

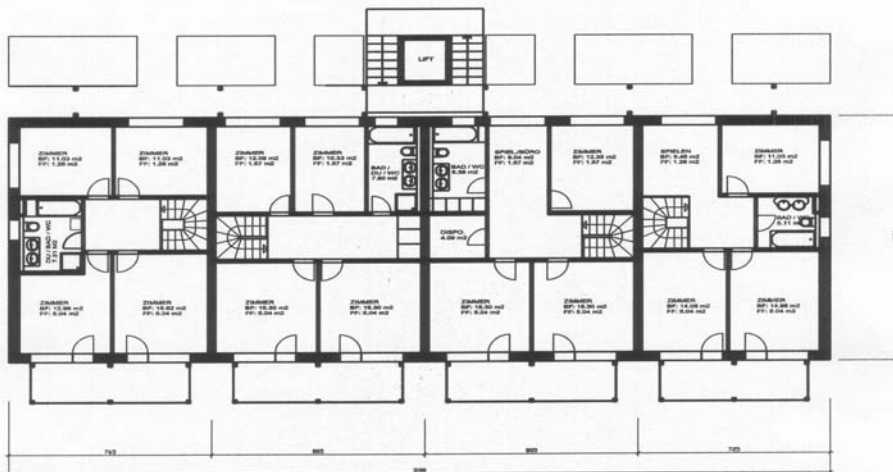
Die Baumaterialien und Anstrichstoffe werden möglichst konsequent nach baubiologischen, bauökologischen Kriterien ausgewählt. Kompromisse werden nur eingegangen, wenn aufgrund behördlicher Vorschriften (Brandschutz) keine Alternativen zur Verfügung stehen.

Dem Anspruch an die erhöhten Schallschutzanforderungen wollen wir durch geschickte Leitungsführungen und möglichst optimale Positionierung der lärmintensiven Räume, sowie durch die biegeweiche Vorsatzschale an Aussen- und Wohnungstrennwänden begegnen.

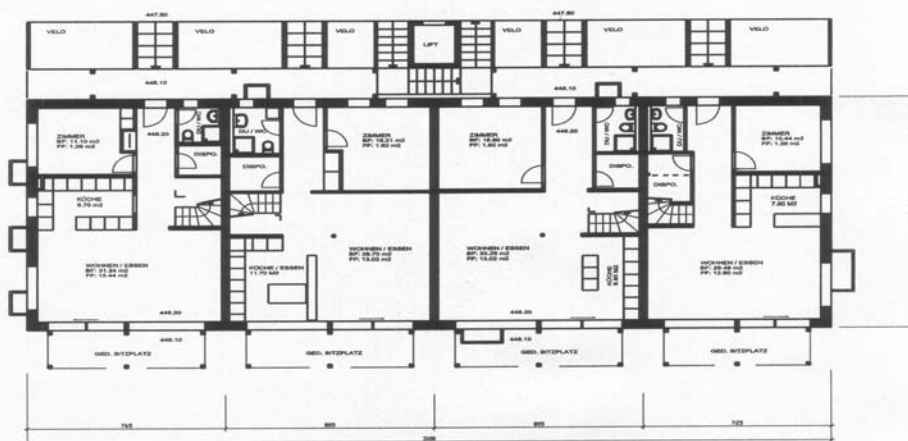


Innenausbau

1. OBERGESCHOSS 1:250



ERDGESCHOSS 1:250





## Bau- und Nebenkosten

In untenstehender Tabelle sind die Bau- und die Nebenkosten, gemäss Kostenvoranschlag, für verschiedene Bauweisen gegenübergestellt. Bei den Nebenkosten wurde davon ausgegangen, dass die Kosten für Brauchwarmwasser bei allen 3 Bauweisen gleich ist und sich deshalb ein Vergleich erübrigt. Hingegen wurden die effektiven Kosten für Holzpellet-Heizung und kontrollierte Wohnungslüftung, inkl. Kapital-, Energie- und Unterhaltskosten berechnet und verglichen. Aufgeführt sind die mittleren jährlichen Kosten über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren, unter Berücksichtigung der Lebensdauer der Komponenten gemäss Empfehlung des Bundesamtes für Energie. Die Nebenkosten beziehen sich auf das ganze Acht-Familien-Haus.

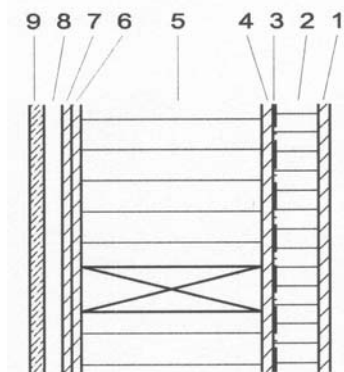
		Bauweise SIA 380/1	Bauweise Minergie-Standard	Bauweise Passivhaus-Standard
<b>Baukosten BKP 2</b> inkl. Treppen-Lift-Turm inkl. Laubengang u. Balkonvorbauten inkl. Velounterstände exkl. Tiefgaragenplätze exkl. Anteil Gemeinschaftshaus	<b>Fr. / m3</b> total 5210 m3 gem. SIA 116	463	505	530
	<b>Fr. / m2</b> total 1251 m2 BGF inkl. AW	1'928	2'103	2'205
<b>Nebenkosten pro Jahr</b> (für das ganze MFH)	Holz-Heizung	11'576	6'511	2'894
	Lüftungsanlage	0	4'412	4'412
	<b>Total:</b>	<b>11'576</b>	<b>10'923</b>	<b>7'306</b>

## Wärmeschutz

### Aussenbauteile

Zur Sicherstellung der Passivhausanforderungen nach Dr. Wolfgang Feist, Darmstadt wurden im wesentlichen folgende Bauteilkonstruktionen verwendet:

#### Aussenwand:



#### Konstruktionsaufbau

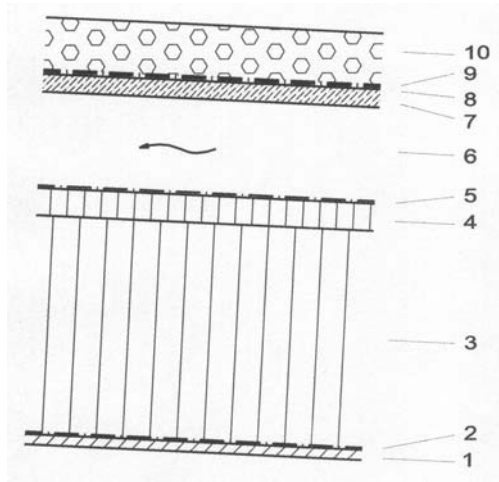
(von innen nach aussen)	mm
1 Gipsfaserplatte	15
2 Holzlattung 45/60 mit Wärmedämmschicht	60
3 Dampfbrems-Luftdichtigkeitsschicht	
4 Gipsfaserplatte	15
5 Holzständer 60/240, mit Wärmedämmschicht	240
6 Gipsfaserplatte	12.5
7 Gipsfaserplatte	12.5
8 Hinterlüftungshohlraum	24
9 Holzschalung	19

Wärmeschutz  
Wasserdampfdiffusion

Raumseitige Oberflächentemperatur

U-Wert 0.13 W/m2K  
Anforderungen gemäss Norm SIA 180 (1999) sichergestellt  
 $\theta_{si} = +19.6 \text{ }^\circ\text{C}$   
(Raumlufthtemperatur  $\theta_i = +20^\circ\text{C}$ , Aussenlufttemperatur  $\theta_{ie} = -10^\circ\text{C}$ )

**Hauptdach, Pultdach 3° geneigt**



**Konstruktionsaufbau (von innen nach aussen)**

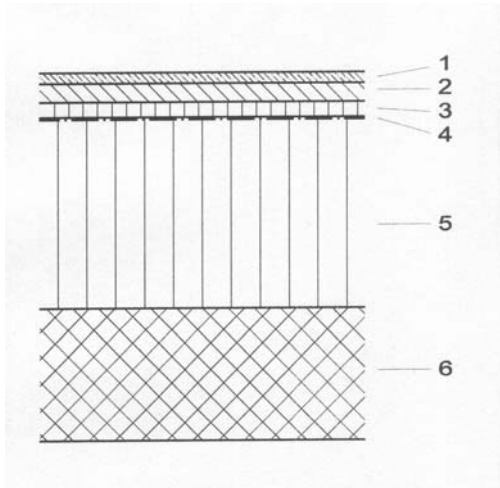
	mm
1 Gipsfaserplatte	15
2 Dampfbrems-Luftdichtigkeitsschicht	
3 Holzsparren 60/320, mit Wärmedämmschicht	320
4 Holzfaserdämmplatte	40
5 Unterdachfolie	
6 Hinterlüftungshohlraum	140
7 Holzschalung	27
8 Abdichtung	
9 Schutz- und Drainagevlies	
10 Extensive Begrünung	

Wärmeschutz  
Wasserdampfdiffusion

Raumseitige Oberflächentemperatur

U-Wert 0.11 W/m<sup>2</sup>K  
Anforderungen gemäss Norm SIA 180 (1999) sichergestellt  
 $\theta_{si} = +19.7 \text{ °C}$   
(Raumlufthtemperatur  $\theta_i = +20 \text{ °C}$ , Aussenlufttemperatur  $\theta_{ie} = -10 \text{ °C}$ )

**Decke über Untergeschoss:**



**Konstruktionsaufbau (von oben nach unten)**

	mm
1 Bodenbelag (Parkett)	15
2 Gipsfaserplatte	25
3 Trittschalldämmschicht	20
4 Dampfbrems-Luftdichtigkeitsschicht	
5 Wärmedämmschicht	260
6 Stahlbeton	180

Wärmeschutz  
Wasserdampfdiffusion

Raumseitige Oberflächentemperatur

U-Wert 0.14 W/m<sup>2</sup>K  
Anforderungen gemäss Norm SIA 180 (1999) sichergestellt  
 $\theta_{si} = +19.7 \text{ °C}$   
(Raumlufthtemperatur Erdgeschoss  $\theta_i = +20 \text{ °C}$ , Raumlufthtemperatur Untergeschoss  $\theta_i = +5 \text{ °C}$ )

### Wärmebrücken

Die nahezu wärmebrückenfreie Gebäudehülle wird einerseits durch einen geschlossenen Dämmerimeter mit weitgehend konstanter Dämmschichtdicke, andererseits durch eine Auslagerung des Erschliessungsbereiches (Treppe inkl. Podest und Lift) erreicht. Im weiteren wird zwecks wärmetechnischer Optimierung der Holzanteil der Aussenwandkonstruktion im Bereich des Fensteranschlages reduziert.

### Luftdichtigkeitskonzept

Die erforderliche hohe Luftdichtigkeit der Gebäudehülle wird durch eine Folie mit geringem Dampfdiffusionswiderstand gewährleistet. Diese ist an der Innenseite der Holzelemente angeordnet und wird über Kompribänder umlaufend am Fensterrahmen angeschlossen. Da raumseitig der Luftdichtigkeitsschicht eine Installationsschicht vorhanden ist, reduzieren sich die Durchdringungen auf ein Minimum.



Details Luftdichtigkeit



## Haustechnik und Energie

### Grundlagen

Die Berechnung des Energiebedarfs für das gesamte Gebäude erfolgte auf den Grundlagen des Projektierungspakets des Passivhaus-Instituts, Darmstadt.

Der berechnete Energiekennwert Heizwärme von  $14.5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  liegt unter dem Grenzwert von  $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ . Der Primärenergiewert beträgt  $83.6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ . Der Grenzwert beträgt hier  $120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ . Das Gebäude erfüllt somit die Anforderungen an den Passivhausstandard.

### Wohnungslüftung

Die Wärmeabgabe in den acht Wohnungen erfolgt über die kontrollierte Wohnungslüftung. Die Aussenluft wird im Erdwärmetauscher (4 Rohre  $\varnothing 200\text{mm}$  je 25m Länge plus 10m Sammelrohr  $\varnothing 400\text{mm}$ ) angesogen und auf  $>0^\circ\text{C}$  erwärmt. Im zentralen Luftaufbereitungsgerät wird die Luft filtriert (F7) und mit der WRG vorgewärmt.

Die Rückwärmezahl des doppelten Plattenwärmetauschers beträgt  $\eta=80\%$ . Die max. Leistungsaufnahme der beiden Einbauventilatoren mit Direktantrieb beträgt je 250W. Bei Bedarf wird die WRG mit einem Bypass mit Klappe umfahren.



Erdwärmetauscher

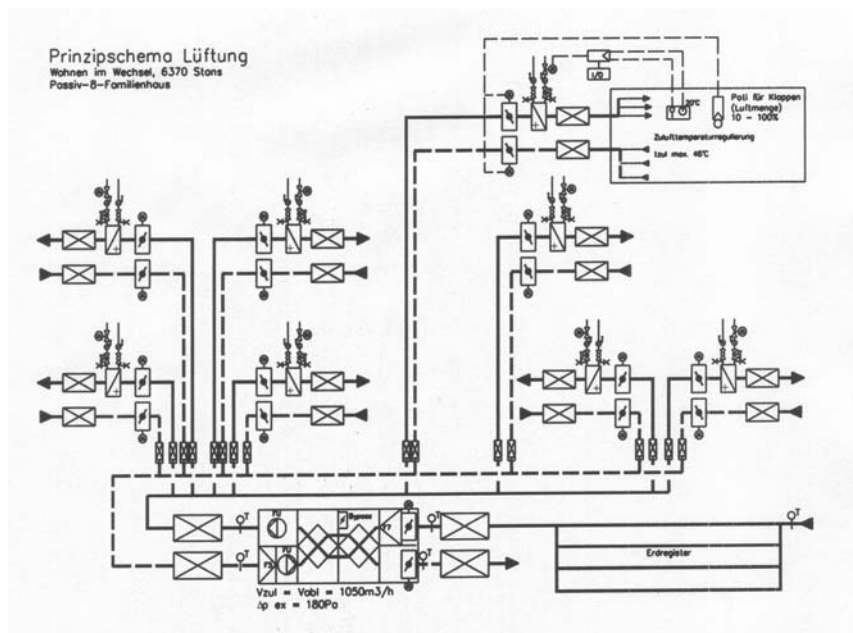
Die vorgewärmte Zuluft wird über das gedämmte Rohrsystem zu den Steigzonen in den Wohnungstrennwänden geführt. Jede Wohneinheit wird mit einem separaten Zu- und Abluftstrang erschlossen. Als Grundlage für die Berechnung der erforderlichen Luftmenge für die einzelnen Wohnungen diente der min. hygienische Luftwechsel, die Restwärmedeckung sowie die notwendige Abluft aus den Nasszellen. Die projektierte Zuluftmenge liegt zwischen  $130\text{m}^3/\text{h}$  und  $160\text{m}^3/\text{h}$  ( $n \sim 0.45\text{h}^{-1}$ ) je Wohnung.

Mit dem Wohnungsnachwärmer wird die Zuluft auf die geforderte Temperatur (max.  $46^\circ\text{C}$ ) nachgewärmt. Über den Zuluftverteiler wird die Luft in Kunststoffrohren einzeln zu jedem Bodenauslass/Wandauslass geführt und in den Raum eingeblasen. Je Wohneinheit werden im Zu- und Abluftstrang Schalldämpfer eingebaut.

Die Regulierung der Zulufttemperatur erfolgt über einen zentralen Raumfühler. Die Luftmenge kann durch den Benutzer mit einem 3-Stufen-Drehsteller den individuellen Bedürfnissen angepasst werden. Die Zu- und Abluftmenge wird mit Luftklappen gesteuert.

Die Abluft wird in den Nasszellen und bei der Küche abgesogen und über Kunststoffrohre zum Abluftsammler geführt. Über die Steigzonen und das gedämmte Rohrsystem strömt die Abluft zum zentralen Luftaufbereitungsgerät im UG. Nach der Filtrierung (Apparateschutz) wird mit der WRG der Abluft die Restwärme entzogen. Der Fortluftauslass befindet sich auf ca. 4m über Boden an der Nordfassade.

Aus hygienischen Gründen wurden sämtliche Luftleitungen so verlegt, dass eine Innenreinigung problemlos möglich ist.

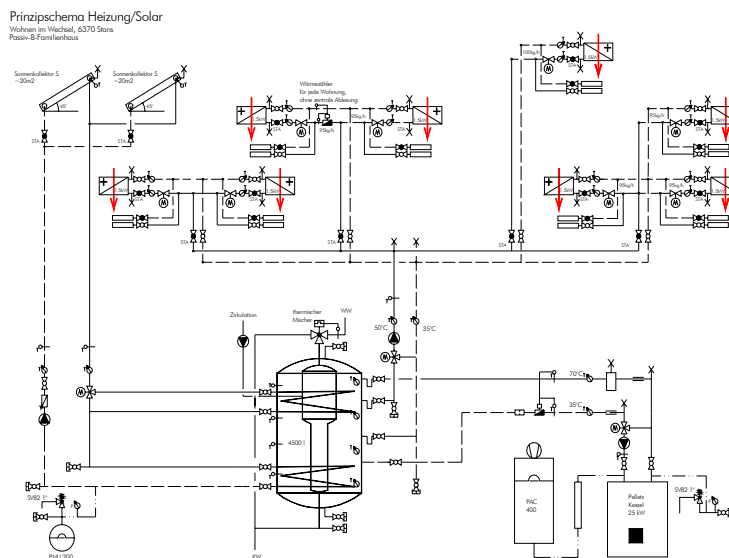


## Wärmeerzeugung

Die Bereitstellung der Restwärme erfolgt CO<sub>2</sub>-neutral mit einem Holzpellet-Kessel (25kW) oder mit Sonnenkollektoren (40.5m<sup>2</sup>). Für die Wärmeverteilung zu den Nachwärmern in den einzelnen Wohnungen werden die neuen Biral MC10 Pumpen eingesetzt. Diese Pumpen arbeiten mit einem rund dreifachen Wirkungsgrad verglichen mit aktuellen Pumpen anderer Hersteller.

Zentrales Element der Anlage ist ein Wärmespeicher (4.5m<sup>3</sup>) mit integriertem Brauchwärmespeicher. Beide Erzeuger arbeiten optimal auf den Wärmespeicher, wobei die Sonnenkollektoren Vorrang haben.

Aus Komfortgründen werden in den Badezimmern Handtuchheizkörper installiert. Pro Wohnung wird für die Verbrauchskontrolle ein Wärmehzähler und ein Warm- und Kaltwasserzähler installiert.



## Funktionsbeschreibung

Die Regelung und Steuerung der gesamten Anlage erfolgt über ein zentrales Prozessgerät. In den einzelnen Wohnungen werden in den Dispo-Räumen I/O Module installiert. Die Verbindung zum Prozessgerät erfolgt über ein Bussystem.

- Heizung:** Pelletheizkessel mit integrierter Kesselsteuerung und Rücklaufhochhaltung. Der Speicher wird ab dem Heizkessel mit konstanter Vorlauftemperatur bedient.
- Wärmeverteilung:** Die Wärmeverteilung erfolgt ab dem Speicher über eine geregelte Heizungsgruppe ( $t_{VL} = 50^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{RL} = 35^{\circ}\text{C}$ ) auf die drei Steigzonen. Die Vorlauftemperatur wird über eine witterungsgeführte Vorlauftemperaturregulation geregelt. Die Sonneneinstrahlung wird über einen Sonnenfühler erfasst und verschiebt die Heizkurve bei starker Sonneneinstrahlung parallel nach unten.
- Sonnenkollektor:** Sonnenkollektoranlage auf zentralen Speicher wirkend. Im Speicher ist ein oberer und unterer Wärmetauscher eingebaut. Der Umschaltbetrieb erfolgt über ein Dreiwegventil. Im Kollektorfeld ist ein Temperaturfühler eingebaut. Im Speicher ist je Wärmetauscher ein Fühler eingebaut. Vier weitere Temperaturfühler dienen der Anzeige der Speichertemperatur.
- Monobloc:** Zentrales Luftaufbereitungsgerät mit WRG-Bypassklappe, ZUL- und ABL-Ventilator mit Kommutiereinheit. AUL- und FOL-seitig sind im Gerät Auf/Zu-Klappen eingebaut. Die AUL wird über ein Erdregister angesogen und vorgewärmt. Die FOL wird direkt ins Freie geführt. Für die Ventilatoren ist je ein Revisionschalter vorgesehen.
- Nachwärmer Wohnungen:** An zentraler Stelle wird in jeder Wohnung ein Raumfühler mit Sollwertgeber installiert. Die ZUL-Temperatur wird je Wohnung mit einem Heizwasser-Wärmeregister nachgewärmt. Dabei wird die Luft auf max.  $46^{\circ}\text{C}$  erwärmt. Der ZUL-Volumenstrom wird über einen Stufenschalter (auf die Klappen wirkend) zwischen den Stufen 0, 50% und 100% von Hand eingestellt.

## Abschliessende Gedanken

Wir haben zusammen ein zukunftsgerichtetes Bauvorhaben getätigt. Das war nur möglich, weil alle Beteiligten, allen voran die Bauträgerschaft, aber auch das Planungsteam und die ausführenden Unternehmer, dazu bereit waren, sich auf Neues einzulassen.

In der fast dreijährigen Umsetzung heisst das: zielgerichtete, lustvolle Auseinandersetzung, intakten Teamgeist, viel Mut, Innovation und Eigeninitiative, überdurchschnittlicher Arbeitseinsatz und starker Durchhaltewillen.

All dies ist in der heutigen Bautätigkeit nicht selbstverständlich!

Mitte September konnte die Bauträgerschaft und das Planungsteam das Zertifikat für das erste viergeschossige Mehrfamilienhaus im Passivhausstandard in der Schweiz entgegennehmen. Das hat uns gefreut und darauf sind wir natürlich stolz!

