

# **Bauen nach den Regeln der 2000-Watt-Gesellschaft Praxisbeispiele eines Bauingenieurs**

**René Schütz, Josef Reichl und Daniel Gugler, Henauer Gugler AG**







## Einleitung

Öffentliche und private Bauherren unterstützen und fördern den Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft. Im Auftrag diverser Bauherren durften wir in den letzten Jahren verschiedene Gebäude planen und realisieren, die uns das Ziel einer 2000-Watt-Gesellschaft erreichen lassen. Dabei handelt es sich um Büro-, Wohn- und Gewerbebauten, d.h. um Gebäude mit unterschiedlicher Nutzung. In dieser Publikation fokussieren wir uns auf den Beitrag, den ein Bauingenieur mit seinem Tragwerk zum Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft beitragen kann.

Die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft berührt alle Lebensbereiche: Konsum, Mobilität, Freizeitgestaltung, Bauen und Wohnen. Als Leitfaden dient der SIA Effizienzpfad Energie (D 0216) und das SIA-Merkblatt 2032 «Graue Energie von Gebäuden».

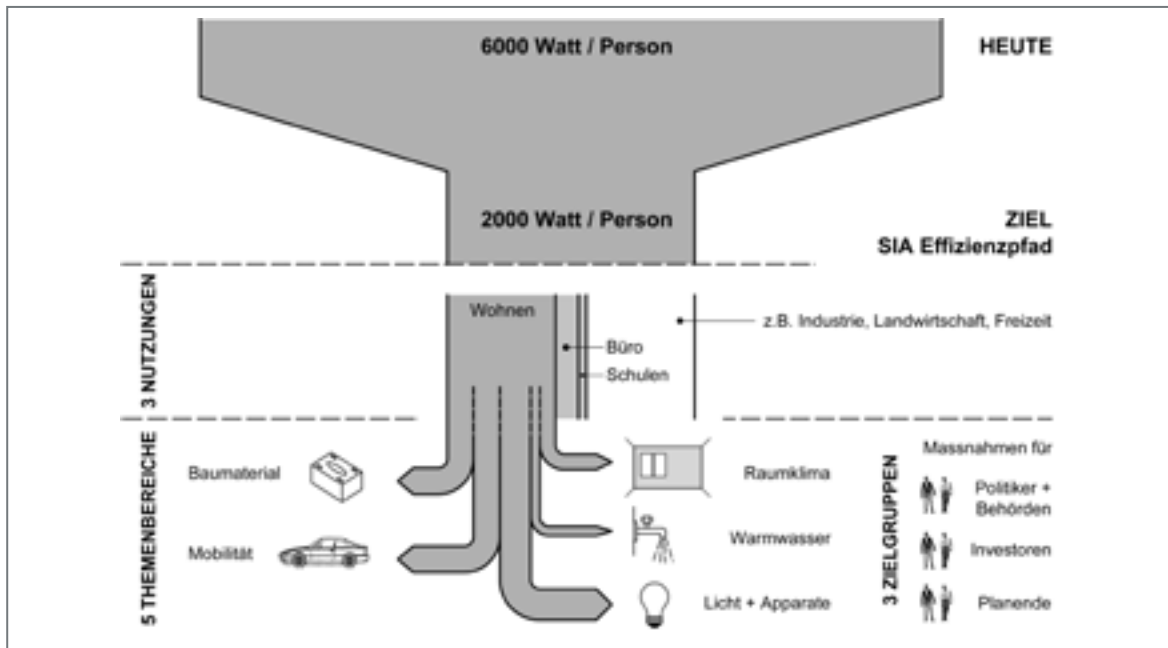
Heute verbrauchen wir in der Schweiz gut 6000 Watt (USA: 12'000 Watt, Marokko: 200 Watt) und haben einen CO<sub>2</sub>-Ausstoss von 8.7 t pro Person und Jahr. Ziel des SIA-Effizienzpfades Energie für das Jahr 2150 ist ein Verbrauch

von 2000 Watt und ein CO<sub>2</sub>-Ausstoss von einer Tonne. Der SIA-Effizienzpfad Energie zeigt auf, wie das Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft im Gebäudebereich inklusive der durch die Nutzung eines Gebäudes induzierten Mobilität erreicht werden kann.

Dabei sind folgende Themenbereiche massgebend:

- Baumaterial: Rohstoffe abbauen, transportieren, zu Baumaterialien aufbereiten
- Raumklima: Räume heizen, kühlen und lüften
- Warmwasser: Wasser erwärmen und bereitstellen
- Licht und Apparate: Räume erhellen und elektrische Apparate betreiben
- Mobilität: Fahrten, die durch die Nutzung eines Gebäudes induziert werden (Auto, Zug, Bus und Velo fahren, fliegen)

Die Voraussetzung für ein erfolgreiches 2000-Watt-Projekt wird bereits bei den ersten Entwurfsschritten gelegt. Dabei ist Teamwork zwischen dem Bauherrn, dem Architekten und aller Fachplaner gefragt. In den weiteren Planungs-



phasen, der Realisierung und des Betriebs ist eine übergreifende Qualitätskontrolle erforderlich, um die gesetzten Ziele zu erreichen.

Als Bauingenieur können wir vor allem den Themenbereich Baumaterial (Graue Energie) beeinflussen. Konkret bedeutet dies:

- Grosse und kompakte Volumen planen und bauen.
- Unterniveau-Bauten – insbesondere im Grundwasserbereich – minimieren.
- Eine der Nutzung entsprechende Graue Energie sparende Bauweise und optimierte Tragwerke wählen.
- Nutzungsflexibel und mit konsequenter Systemtrennung bauen.



Die Graue Energie ist eine Zahl in einer Energieeinheit (MJ) bezogen auf eine physikalische Einheit (kg, m<sup>3</sup> usw.). Unter der Grauen Energie versteht man den kumulierten Aufwand an nicht erneuerbaren Primärenergien zur Herstellung und Entsorgung eines Baustoffs. Der Anteil des Tragwerks an der Grauen Energie eines ganzen Gebäudes liegt bei ca. 40 %. Es wird unterschieden zwischen Massiv-, Leicht- und Mischbauweise. Jede Bauweise hat ihre spezifischen Vor- und Nachteile. Die Massivbauweise benötigt am meisten Graue Energie. Die Leichtbauweise in Holz am wenigsten, sofern nicht spezielle, energieintensive Brand- und Schallschutzmassnahmen notwendig werden. Die Mischbauweise liegt dazwischen. Aus dem SIA-Merkblatt 2032 «Graue Energie von Gebäuden» kann der Bauingenieur aus Anhang D die notwendigen Werte für die Graue Energie für seine Planung entnehmen.

Mit den Faktoren Zementsorte, Zementgehalt, Zuschlagstoffe, Bewehrungsgrad und der Bauteildimensionierung besteht ein grösserer Spielraum zur Optimierung der Grauen Energie. Generell gilt: Je grösser die Spannweite desto ressourcenintensiver die Konstruktion.

Minergie-P ist der Standard des Vereins «MINERGIE für Bauten» der 2000-Watt-Gesellschaft. Die Vorgaben beziehen sich auf den gebäudebezogenen Betriebsenergieverbrauch (ohne Betriebseinrichtungen) sowie den Komfort.

Minergie-P-Eco kombiniert die Anforderungen an Betriebsenergieverbrauch und Komfort mit gesundheitlichen und bauökologischen Vorgaben.

Der Einsatz von Recyclingbeton ist für die Zertifizierung nach Minergie-Eco unabdingbar. Der eingesetzte Recyclingbeton weist beim Konstruktionsbeton einen Gehalt an Recycling-Gesteinskörnung von mindestens 50 Massen-%, bei Füll-, Hüll- und Unterlagsbeton von mindestens 80 Massen-% auf.



# Die Beispiele aus der Praxis

## **EAWAG Forum Chriesbach, Dübendorf**

Im Studienauftrag wurde die Zielsetzung eines «visionären Konzepts bezüglich ökologischer Nachhaltigkeit zu entwickeln» formuliert. Durch intensive Teamarbeit und einer ganzheitlichen Denkweise aller Beteiligten wurde ein Gesamtkonzept entwickelt, das architektonisch, technisch und betrieblich gleichermaßen überzeugt und die hohen Anforderungen an die Funktionalität und Nachhaltigkeit erfüllt. Unser Team wurde mit dem 1. Preis belohnt und mit der Planung und Realisierung des Nullenergiegebäudes beauftragt.

Beim Tragwerk wurden die folgenden Aspekte verfolgt: Konsequente Systemtrennung, grosse Nutzungsflexibilität, grosser Anteil an Recyclingbeton.

Basis der Flexibilität ist die Stahlbeton-Skelettbauweise mit aussteifenden Erschliessungskernen (Wind und Erd-

beben) und tragenden Fassaden- und Innenstützen. Die Flachdecken und Kernwände wurden in Sichtbeton (Recyclingbeton) erstellt. Dies war für den Baumeister eine grosse Herausforderung.

Der Neubau Forum Chriesbach erhielt mehrere Auszeichnungen, u.a. den Schweizer Solarpreis 2006 sowie den Watt d'Or 2006.

Am Bau Beteiligte:

Bauherrschaft: EAWAG, Dübendorf

Generalplaner: Bob Gysin + Partner

Generalunternehmer: Implenia Generalunternehmung AG

Bauingenieur: Henauer Gugler AG

Haustechnik: 3-Plan Haustechnik AG, Bächler + Partner

Nachhaltigkeit: Architekturbüro H. R. Preisig

2



4

3



2

**Fassaden mit Glaslamellen als Sonnenschutz;  
Foto Henauer Gugler AG**

3

**Atrium mit auskragenden Sitzungszimmern;  
Foto Henauer Gugler AG**

4

**Flachdecken in Sichtbeton aus Recyclingbeton  
auf vorfabrizierten Betonstützen; Foto Henauer  
Gugler AG**

4



## Credit Suisse – Uetlihof 2, Zürich

Einen neuen Meilenstein setzt die Credit Suisse mit dem Erweiterungsbau Uetlihof 2. Der Neubau bietet auf rund 42'000 m<sup>2</sup> Geschossfläche Arbeitsplätze für 2'000 Mitarbeiter. Der Uetlihof 2 ist derzeit das grösste Projekt in der Schweiz, das die Anforderungen des Labels Minergie-P-Eco und der 2000-Watt-Gesellschaft erfüllt. Der Neubau ist äusserst kompakt konzipiert und weist keine Parkplätze auf.

Das Gebäude mit 16 Stockwerken (sechs davon unter Terrain) steht zum Teil auf den bereits bestehenden Untergeschossen. Der Neubau ist als unregelmässiges Vieleck ausgebildet, das von drei Lichthöfen durchstochen wird. Die offenen Bürolandschaften sind in funktionale Bereiche gegliedert. Nebst den 2'000 Arbeitsplätzen werden ein Restaurant, eine Cafeteria und eine Sportzone realisiert. Die Technik wird in den Untergeschossen und in der Ebene 16 untergebracht.

Das Tragwerk besteht zu 50 % aus Recyclingbeton. Die Flachdecken liegen auf vorfabrizierten Betonstützen und den Kernwänden auf. Die Horizontalkräfte (Wind und Erdbeben) werden über die Kerne abgetragen.

Am Bau Beteiligte:

Bauherrschaft: Credit Suisse AG

Generalplaner: Stücheli Architekten

Generalunternehmer: HRS Real Estate AG

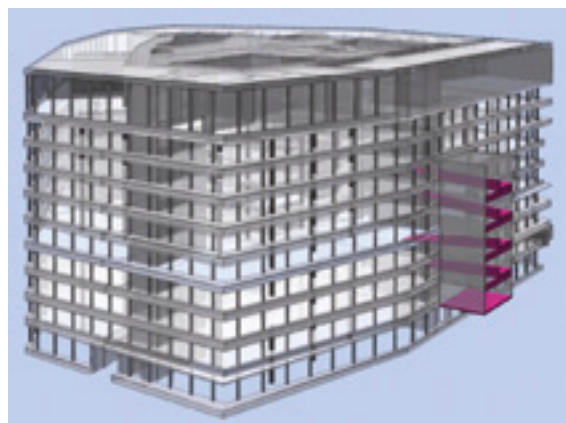
Bauingenieur: Henauer Gugler AG

Haustechnik: PZM, ADZ, Sytek, Herzog Kull Group

Nachhaltigkeit: Bau- und Umweltchemie AG



6



7

5  
Modell Uetlihof 2; Foto Stücheli Architekten

6  
Rohbau Stand Mai 2010; Foto Henauer Gugler AG

7  
Tragstruktur ab Ebene 7; Bild Pöyry AG





8

## Wohn- und Gewerbeüberbauung Badenerstrasse 380, Zürich

Die Bauherrschaft Baugenossenschaft Zurlinden hat die Planer beauftragt, das Gebäude nach den Richtlinien der 2000-Watt-Gesellschaft zu planen und zu realisieren. Im Vorprojekt wurde das ganze Tragwerk vorerst in Massivbauweise (Stahlbeton) konzipiert. In der weiteren Planung wurde das Gebäude bezüglich der Grauen Energie weiter optimiert und es wurde beschlossen, die Wohnungen (sechs Obergeschosse) in Leichtbauweise (Holz) zu erstellen.

Zur Einhaltung der Vorgaben der 2000-Watt-Gesellschaft wurden beim Tragwerk folgende Schwerpunkte gesetzt: Wohnen in Holz (Wände: TopWall-Wandsystem, Decken: Hohlkasten), Treppen- und Lifttürme in den Obergeschossen in Recyclingbeton des Typs C25/30 XC1 XC2, grosse Nutzungsflexibilität im Erdgeschoss (Verkauf).

Die Vorteile der Holzkonstruktion sind: Holz ist CO<sub>2</sub>-neutral, Holz ist ein natürlicher Baustoff aus der Umgebung und die Elementbauweise verkürzt zudem die Bauzeit. Diese Vorteile wiegen die Mehrkosten von ca. 10 % auf.

«TopWall» ist ein neu entwickeltes Holzbausystem für Wände. Es basiert auf senkrechten, nebeneinander platzierten Holzbohlen (20 x 10 cm, geschosshoch), welche auf einen mit Holzzapfen vorbereiteten Holzsockel gestellt werden. Holzzapfen in vorgebohrten Löchern verbinden die Bohlen und erlauben eine schnelle Montage. Da es bis heute keine vergleichbaren mehrstöckigen Bauten mit

6



9

8  
Visualisierung; pool Architekten

9  
Wandsystem TopWall; Foto pool Architekten

10  
Fertig erstellte Wände werden mit einem Holzbal-  
ken oben gehalten; Foto pool Architekten

11  
Wohnung in Holz, Wände TopWall und Decken  
Hohlkasten; Foto pool Architekten



10



11



einer tragenden Konstruktion aus Holz gab, waren weitgehende Abklärungen in den Bereichen Statik und Schall notwendig. Das Verhalten von TopWall bei Luftschall wurde bei der EMPA untersucht. Auch die Belastungsproben beeindruckten: Das TopWall-Wandsystem erwies sich bei Belastungsversuchen an der Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau (BFH) in Biel als viermal stärker als eine vergleichbare Mauer aus Backstein.

Das Gebäude weist eine durchmischte Nutzung auf mit 54 Wohnungen, einer Grossverteiler-Filiale mit einer Fläche von 1'000 m<sup>2</sup> sowie zwei Untergeschossen mit Einstellhalle, Keller- und Technikräumen. Das Gebäude wurde bis OK-Decke des Erdgeschosses in Ortbeton erstellt. Die Decke über dem Verkaufsgeschoss (EG) dient als Abfangdecke für die Holzkonstruktion. Die Abfangdecke wurde als Unterzugsdecke mit vorgespannten Quer- (Höhe 67 cm)

und Längsunterzügen (Höhe 77 cm) konzipiert. Eine 16 m lange vorgespannte Brüstung überspannt den Anlieferungsbereich. Die sechs Treppen- und Lifttürme wurden in Recyclingbeton erstellt. Sie dienen der Gebäudestabilität (Wind und Erdbeben). Die Holzkonstruktion wird mit den Betonkernen stabilisiert.

Am Bau Beteiligte:

Bauherrschaft: Baugenossenschaft Zurlinden

Architekt: pool Architekten

Baumanagement: Caretta + Weidmann AG

Bauingenieur: Henauer Gugler AG

Nachhaltigkeit: Architekturbüro H. R. Preisig

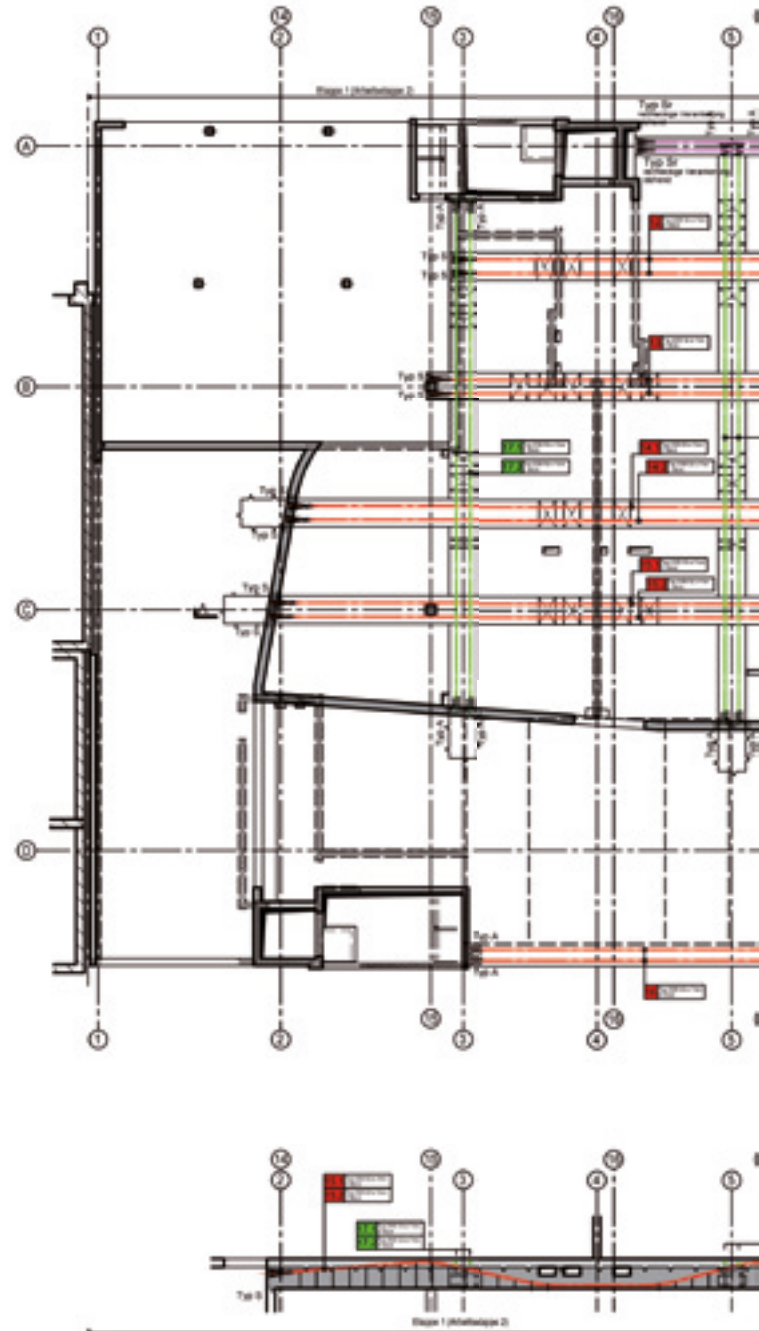
Holzbaingenieur: SJB Kempter Fitze

Haustechnik: Amstein+Walthert AG, Kälin + Müller

12



13

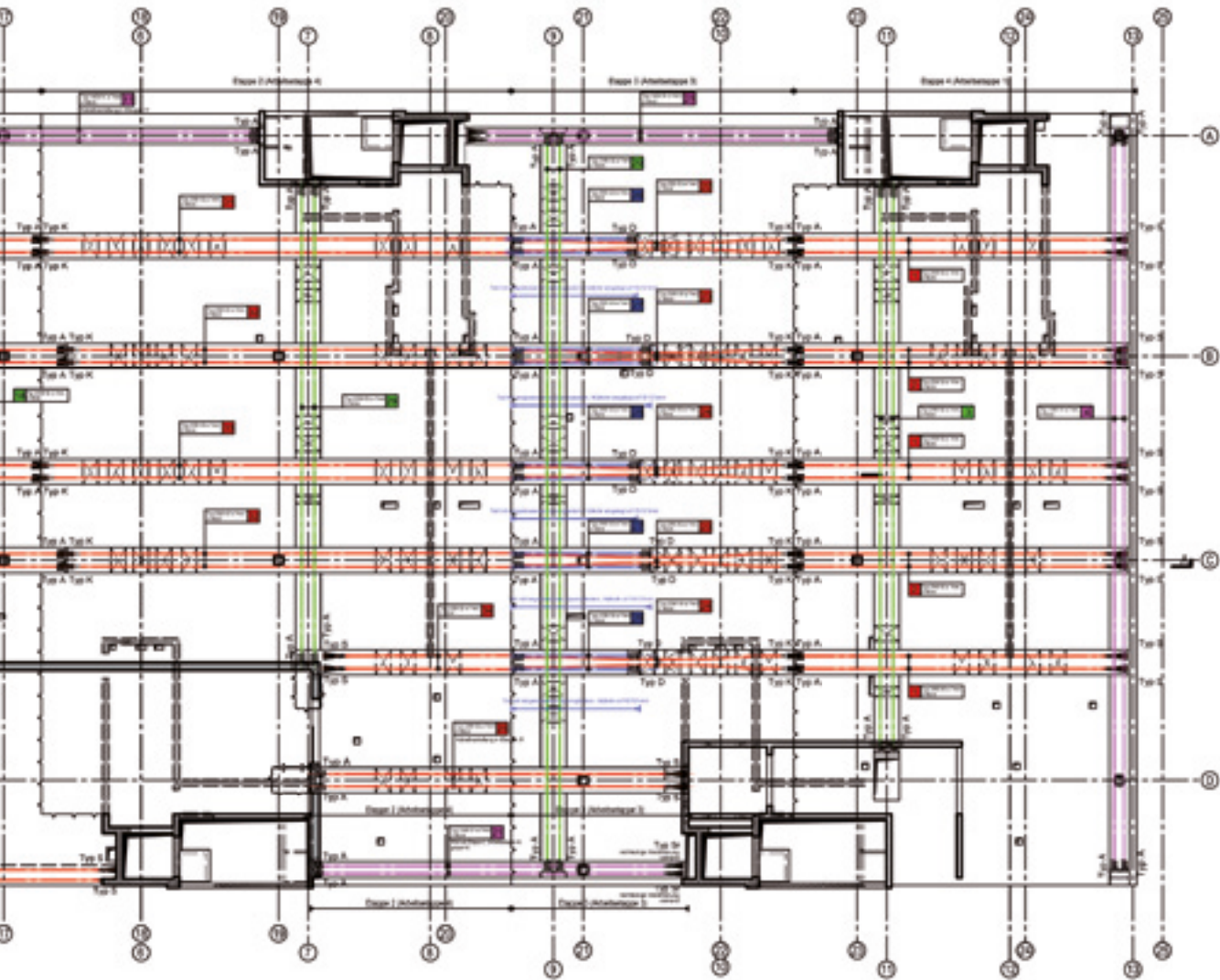


14

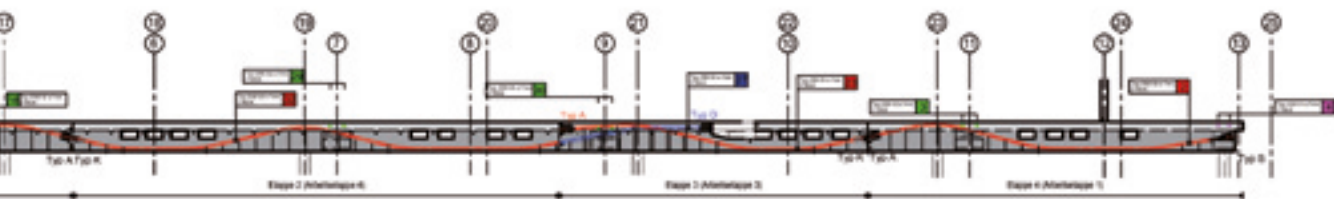




**Grundriss, 1:200**



**Längsschnitt A-A, 1:200**



12  
Aussenwand ganz aus Holz (TopWall); Foto pool  
Architekten

13  
Plan der vorgespannten Unterzugsdecke  
(Abfangdecke); Plan Henauer Gugler AG

14  
Kreuzpunkt der vorgespannten Unterzüge;  
Foto Henauer Gugler AG



## Siedlung Sihlbogen, Zürich-Leimbach

Die Baugenossenschaft Zurlinden wird in den nächsten Jahren entlang der Sihl in Zürich-Leimbach die Siedlung «Sihlbogen» mit 200 Wohnungen und Gewerbeflächen nach dem Nachhaltigkeitsprinzip der 2000-Watt-Gesellschaft realisieren. Das Projekt beinhaltet zwei längliche Wohnbauten auf dem Teilareal B und einen Wohn- und Gewerbebau auf dem Teilareal A. Auf dem Teilareal B sind keine Parkplätze geplant.

Beim Projekt Sihlbogen auf dem Teilareal B soll das Holzwandssystem TopWall mit neuartigem Decken- und

Wandanschluss (Holzwand an Betondecke) eingesetzt werden. Da es sich bei dieser Konstruktion um ein neu entwickeltes Tragsystem handelt, wurden zur Bestimmung der Tragfähigkeit, der Verbundfestigkeit und der Steifigkeit im Labor der Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau in Biel in den Jahren 2007 bis 2009 in Zusammenarbeit mit Henauer Gugler AG Vor- und erweiterte Serienversuche durchgeführt.

Die Wand- und Anschlusskonstruktion ist wie folgt vorgesehen: Die tragenden Fassadenwände werden aus nebeneinander stehenden Holzbohlen System TopWall erstellt. Im Bereich des Deckenanschlusses wird ein Brettschichtbalken (Randbalken) eingebaut. Darüber kommt das nächste

15

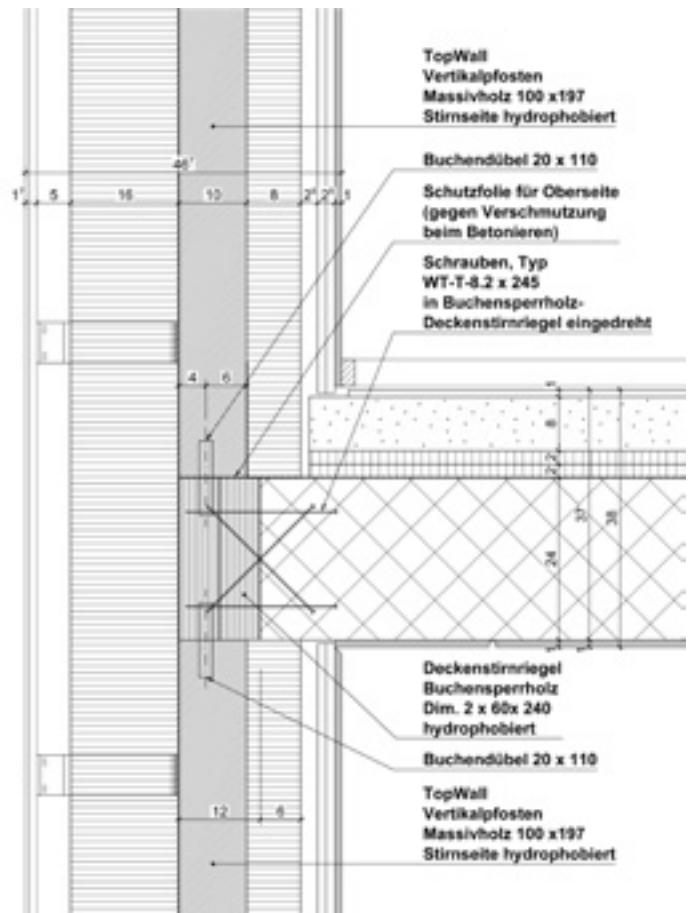




16



17



18



Stockwerk mit dem Wandsystem TopWall. Die Wohnungsdecken aus Ortbeton werden seitlich am Brettstichtbalken befestigt. Die Tragfähigkeit dieser Befestigung (Schrauben) und der Schutz des Brettstichtbalkens wurden durch diverse Vor- und Serienversuche nachgewiesen.

Beim Randbalken wurden Versuche mit zwei Holzarten durchgeführt: Fichte und Buche. Da die Buche weniger empfindlich gegen Feuchtigkeit ist, wird sie bei der Realisierung bevorzugt. Statisch gesehen zeigen beide Hölzer in etwa die gleichen Werte.

15

**Modell der zwei Wohnbauten auf dem Teilareal B; Visualisierung Dachtler Partner AG**

16

**Herstellung der Versuchskörper; Foto Henauer Gugler AG**

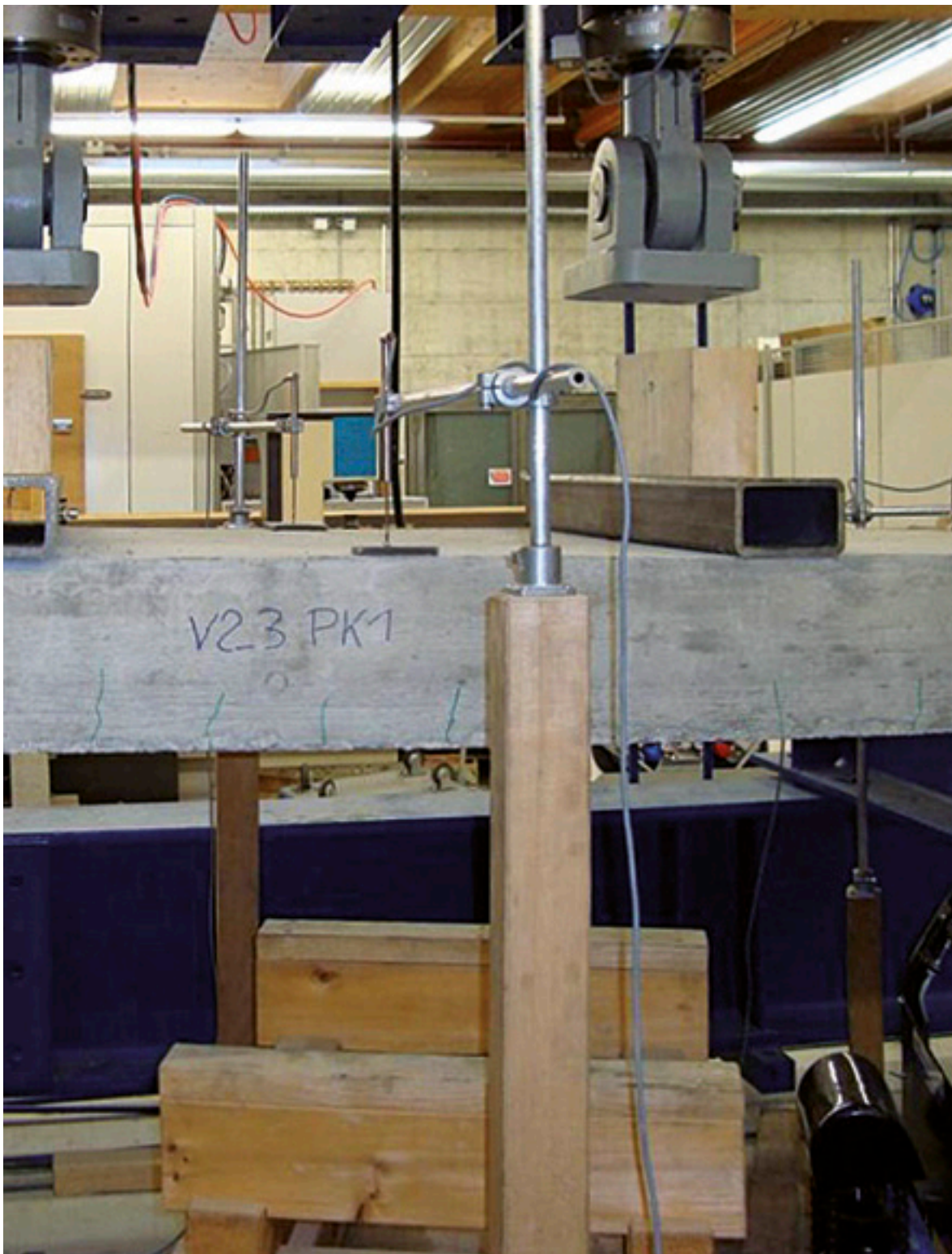
17

**Anschlussdetail Betondecke seitlich an Holzkonstruktion; Skizze Henauer Gugler AG**

18

**Auszugsprüfung Schrauben aus dem Holzbalken; Foto BFH Biel**





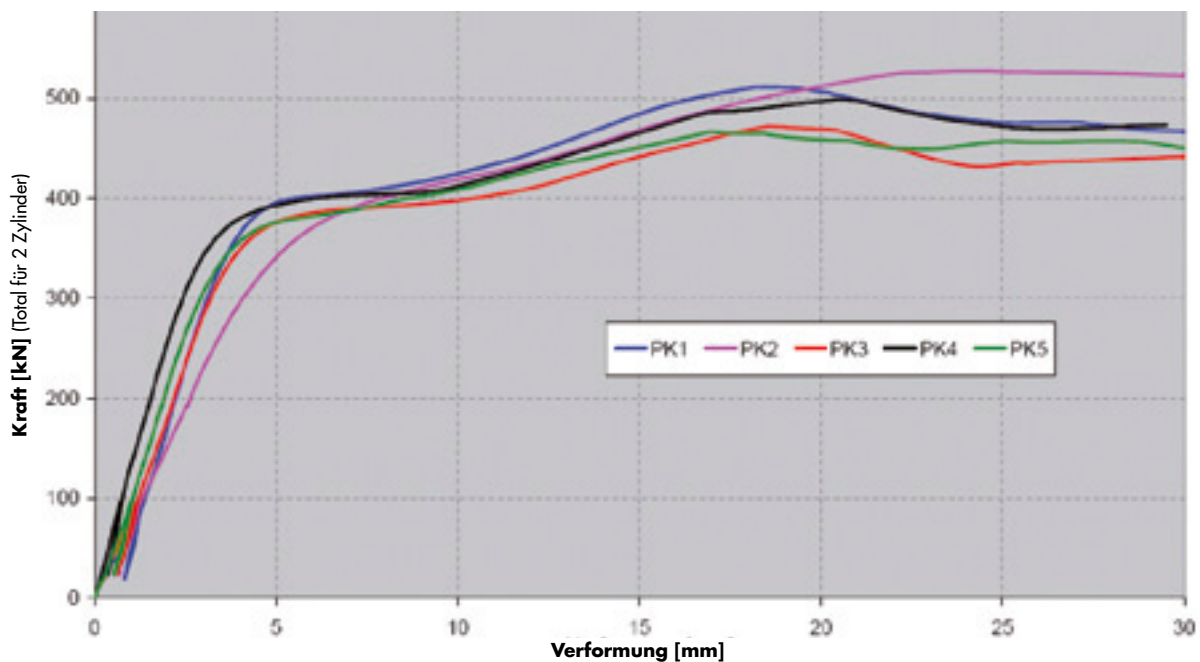
Bei der Herstellung und Ausführung wird der Qualitätssicherung verstärkt Aufmerksamkeit geschenkt. Die wesentlichen Punkte sind: Holzqualität, -typ, -feuchte, Feuchteschutz, Stahlqualität und Beschichtung sowie Abstände und Anzahl der Schrauben.

Am Bau Beteiligte:  
 Bauherrschaft: Baugenossenschaft Zurlinden  
 Architekt: Dachtler Partner AG  
 Baumanagement: Caretta + Weidmann AG  
 Bauingenieur: Henauer Gugler AG  
 Nachhaltigkeit: Architekturbüro H. R. Preisig  
 Berater Holzbau: Hermann Blumer  
 Haustechnik: RMB Engineering AG, Kälin + Müller AG

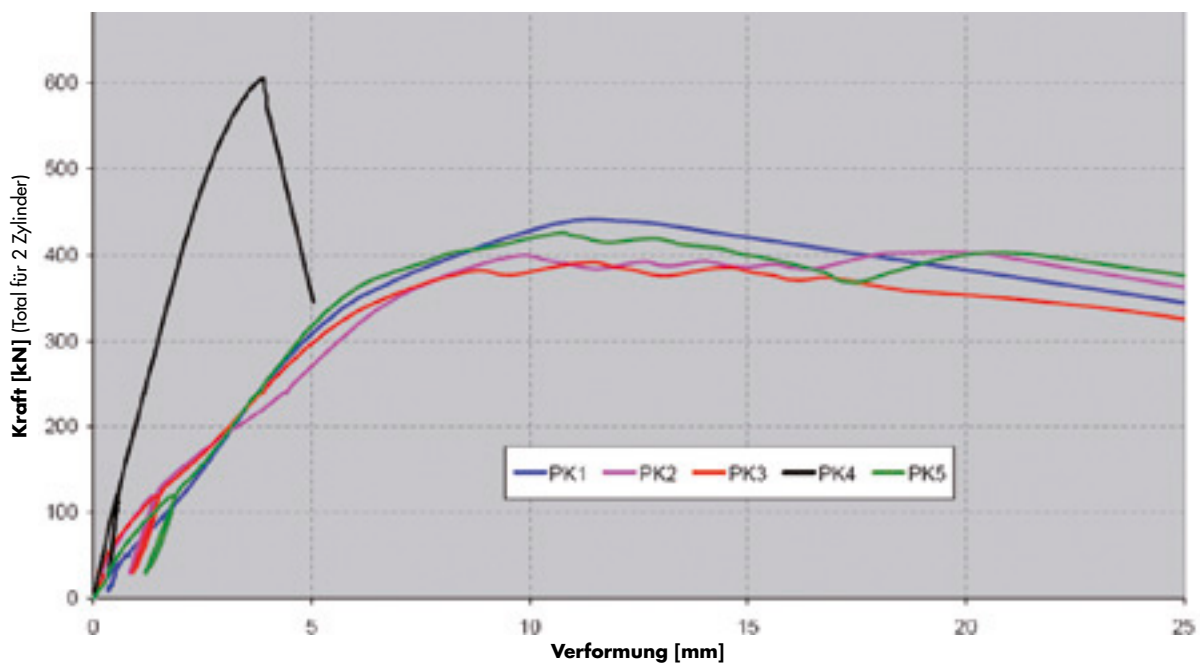




**21** V2a' (Biegeprüfung alte Pk)  
max. eff. Versatz Scherfuge (Mitte Randholz)



**22** V1(3) Biegeprüfung neue Pk  
max. eff. Versatz Scherfuge (Mitte Randholz)



**19**  
Biegeprüfung des Versuchskörpers; Foto BFH Biel

**20**  
Scherprüfung des Anschlusses der Betondecke an den  
Holzbalken; Foto BFH Biel

**21**  
Auswertung Versuchsreihe Biegeprüfung mit Fichte;  
Grafik BFH Biel

**22**  
Auswertung Versuchsreihe Biegeprüfung mit Buche;  
Grafik BFH Biel



23

## Wohnüberbauung Leonhard-Ragaz-Weg, Zürich

In Zürich-Wiedikon entsteht zur Zeit die Überbauung Leonhard-Ragaz-Weg mit 167 Wohnungen und sieben Gewerbeeinheiten. Die Überbauung wird in drei Etappen ausgeführt und ersetzt die bestehenden Gebäude. Die Bauten werden von der Baugenossenschaft Turicum nach den Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft erstellt.

Beim Projekt Leonhard-Ragaz-Weg wird wie bei der Siedlung Sihlbogen (Baugenossenschaft Zurlinden) das Holzwandssystem TopWall mit dem neuartigen Decken- und Wandanschluss eingesetzt. Da die Geometrie der Decken und Wohnungen zum Projekt Sihlbogen unterschiedlich sind, wurden weitere Serienversuche des neuartigen Anschlusses notwendig. Diese wurden ebenfalls an der BFH Biel durchgeführt. Sie haben die Resultate der früheren Versuche bestätigt und machten den Einsatz von TopWall auch bei diesem Projekt möglich.

Da wir beim Projekt Sihlbogen eingehend auf die Prüfversuche eingegangen sind, wird hier vor allem der Einsatz auf der Baustelle der TopWall-Holzwand im Zusammenwirken mit der Ortbetondecke aufgezeigt.

Am Bau Beteiligte:

Bauherrschaft: Baugenossenschaft Turicum

Architekt: Harder Haas Partner AG

Baumanagement: Caretta + Weidmann AG

Bauingenieur: Henauer Gugler AG

Nachhaltigkeit: Architekturbüro H. R. Preisig

Haustechnik: RMB Engineering AG, Müller + Müller AG



24



25



26



28



27



29



23

**Visualisierung; Harder Haas Partner AG**

24

**Ortbetondecke wird an Randbalken aus Holz seitlich angeschlossen; Foto Henauer Gugler AG**

25

**Zimmer: Holzwände tragend, Decke aus Ortbeton; Foto Henauer Gugler AG**

26

**Anschlussdetail mit Schrauben an Randbalken aus Holz; Foto Henauer Gugler AG**

27

**Gebäudeansicht, oberstes Geschoss Tragwand aus Holz noch sichtbar. Untere Holzwand bereits mit Isolation verkleidet; Foto Henauer Gugler AG**

28

**Fassadenwände aus Holz, Innenwände konventionell gemauert; Foto Henauer Gugler AG**

29

**Fassadenansicht mit durchlaufenden Balkonen; Foto Henauer Gugler AG**

Verfasser:

René Schütz, Josef Reichl und

Daniel Gugler, Henauer Gugler AG



Henauer Gugler AG  
Ingenieure und Planer

Kurvenstrasse 35  
Postfach, 8021 Zürich  
Telefon 044-360 58 58  
Telefax 044-360 58 60

Helvetiastrasse 17  
Postfach, 3000 Bern 6  
Telefon 031-350 85 00  
Telefax 031-350 85 10

Schützenstrasse 2  
Postfach, 6000 Luzern 7  
Telefon 041-249 24 24  
Telefax 041-249 24 30

Grienbachstrasse 11  
6300 Zug  
Telefon 041-748 70 40  
Telefax 041-748 70 50

[www.hegu.ch](http://www.hegu.ch)

