

# ENERGETISCHE SANIERUNG

## Vevey – Tours de Gilamont

Abreißen, umbauen oder sanieren? Diese Frage stellte sich die Stadt Vevey als Eigentümerin der "Tours de Gilamont", zweier 14-stöckiger Hochhäuser, die zwischen 1967 und 1969 im Norden der Stadt im Viertel Gilamont entstanden waren. Die 40 m hohen Wohnhäuser zeigten starke Alterungsspuren, die Fassaden verfielen und die Außenanlagen waren beschädigt. Im Jahr 2000 begann die Stadtverwaltung von Vevey auf Beschwerden von Einwohnern des Viertels Gilamont zu reagieren, die eine Vernachlässigung und damit auch eine soziale Ausgrenzung beklagten. Die Behörden entschieden sich für eine Sanierung und die Anpassung an neue Bau- und Wohnstandards.

Die auch heute noch vor allem an Familien mit niedrigem Einkommen vermieteten 140 Ein- bis Vierzimmerwohnungen wurden in Hinblick auf eine soziale Mischung vergrößert und die Küchen zum Wohnbereich hin geöffnet. Darüber hinaus wurden Gemeinschaftsräume geschaffen und die Außenanlagen aufgewertet. Aufgrund des Umfangs der Arbeiten mussten alle Bewohner ihre Wohnungen für den Zeitraum der Innensanierung verlassen. Die Realisierung der je 70 Wohneinheiten erfolgte in Etappen mit je 14 übereinanderliegenden Wohnungen. Insgesamt wurden so für das gesamte Projekt fünf Etappen à vier Monate veranschlagt.

Eine deutliche Reduktion des Energieverbrauchs wurde mit der Fassadensanierung erreicht. Zur Vermeidung von Wärmebrücken war eine durchgehende Ummantelung der Fassade mit Glaswolle der Firma ISOVER erforderlich: Mauern, Dach und Fenster wurden in das System miteinbezogen und gedämmt. Kondensatbildung und Wärmeverluste werden durch ein kontrolliertes Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung verhindert, das für ei-

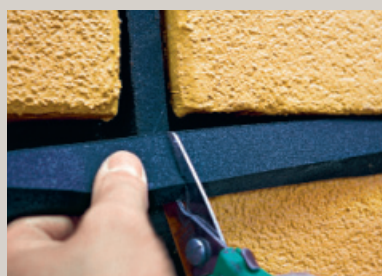
nen ständigen Luftaustausch im Gebäude sorgt. Da für die zusätzlichen Lüftungsrohre im Innern des Gebäudes kein Platz mehr vorhanden war, wurden sie außerhalb des Gebäudes in der Fassadenebene verlegt. Damit dies ohne Wärmeverluste möglich ist, haben der Architekt Patrick Chiché und der Glaswollehersteller Saint-Gobain ISOVER AG für die "Tours de Gilamont" eine Lösung entwickelt, die Kanäle in die Isolationsschicht der hinterlüfteten Fassade zu integrieren. Die Dämmwolle von Saint-Gobain ISOVER wurde hierzu auf die Größe der Rohre zugeschnitten, um eine optimale Wärmedämmung zu erreichen. Die "Tours de Gilamont" werden nach der Sanierung als erste renovierte Wohnhochhäuser der Schweiz eine dem Minergie-Label entsprechende Energiebilanz aufweisen.

Das Architekturprojekt beschränkt sich jedoch nicht nur auf die grundlegende Sanierung der Gebäude. Die Fassadengestaltung soll der kulturell gemischten Bevölkerung und dem Viertel eine starke visuelle Identität verleihen. So entstand die Idee eines Dialoges aus einer schwarzen und einer weißen Eternitfassade. In Erinnerung an Charlie Chaplin, der die letzten 20 Jahre seines Lebens in Vevey verbrachte, zieren große Wandgemälde die beiden Wohnhochhäuser, die an einer Hauptverkehrsachse der Stadt liegen, über die man Vevey von der Autobahn her erreicht. Diese Lage verleiht den Hochhäusern dadurch eine herausragende Bedeutung für die Wahrnehmung der Stadt, die sich auch "Ville de images" nennt.

ISOVER Multiconfort-Haus  
Saint-Gobain ISOVER AG  
[www.isover.ch](http://www.isover.ch)







## Berlin – Saatwinkler Damm

Die Fassadensanierung am Saatwinkler Damm durch Tremco illbruck wurde von zwei Instituten der Hochschule Bochum begleitet. Es ging um den Vergleich von Fugendichtungsbandern und PU-Dichtstoffen in bauphysikalischer und wirtschaftlicher Hinsicht. Der Eigentümer hatte sich aufgrund der Nähe des Gebäudekomplexes zum Flughafen Tegel und dem Autobahnbau entschieden, in die Sanierung zu investieren. Die achtgeschossigen Plattenbauten aus den 70er Jahren umfassen 430 Wohnungen.

Im Lauf der Zeit hatten Platten und Fugen unter der Witterung gelitten. Die Mängel blieben unbemerkt, bis sich Wasserschäden in den Wohnungen zeigten. Sie waren in erster Linie auf den spröden Dichtstoff aus den 80er Jahren in den Fugen zurückzuführen. Dieser schützte zwar gegen Regen, aber das Kondenswasser konnte nicht aus der Fuge heraus diffundieren. Wegen der mangelnden Elastizität riss er in vielen Fugen an den Flanken ab und durch die defekte Außenabdichtung drang Feuchtigkeit ein. Zur vergleichenden Untersuchung wurden in die Betonfugen verschiedene Abdichtungsmaterialien eingebracht und durch Sonden die Feuchtigkeitsentwicklung aufgezeichnet. Fazit der Untersuchungen war, dass beim Ein-

satz von diffusionsoffenen Fugenbändern weniger Tauwasser anfällt als bei einem Fugenverschluss mit Dichtstoffen. Da das Tauwasser aufgrund der Diffusion schneller wieder trocknen kann, ist keine Korrosion oder Schimmelbildung zu erwarten. Die Fugen müssen für Dichtungsbänder weniger sorgfältig ausgeräumt werden, daher ist auch der Arbeitsanfall geringer. Während eine Fuge mit Fugendichtstoff eine regelmäßige Wartung erfordert, stellen sich beim Einsatz von Fugenbändern so gut wie keine Folgekosten ein, da sie wartungsfrei sind.

Am Saatwinkler Damm wurden die Fugen zuerst mit mineralischem Dämmstoff ausgefüllt und anschließend mit insgesamt 16.500 m illbruck TP 600 illmod 600 Fugendichtungsband abgedichtet. Dieses ist vorkomprimiert und schlagregendicht, gleichzeitig auch dampfdiffusionsoffen. Durch seine Langzeitbeständigkeit bleibt das Dichtungsband elastisch, somit werden Flankenabrisse vermieden und das Eindringen von Wasser verhindert.

**illbruck TP 600 illmod 600**  
**Tremco illbruck**  
[www.tremco-illbruck.com](http://www.tremco-illbruck.com)

## Freiburg – Bugginger Straße

In Freiburg wurde in den letzten anderthalb Jahren das weltweit erste Hochhaus im Passivhausstandard saniert. Es handelt sich um einen 16-Geschosser aus dem Jahr 1968. Kein anderer Gebäudetyp bietet bessere Voraussetzungen zur energetischen Sanierung als das Wohnhochhaus der Nachkriegszeit. Seine dichte Wohnungspackung sorgt für ein günstiges Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnis, die große Höhe bringt hohe Solareinträge. Die Sanierung ist Teil des Forschungsprojekts "Weingarten 2020", das die Planung, Umsetzung und messtechnische Analyse der energetischen Gebäudesanierung und der Energieversorgung des Stadtteils umfasst. Das Freiburger Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme war für die Planung der bauphysikalischen Veränderungen zuständig. Zum 30 ha großen Sanierungsgebiet für 5800 Menschen gehören neben drei weiteren Hochhäusern acht- und viergeschossige Mehrfamilienhäuser sowie Nichtwohngebäude.

Wie in vielen Siedlungen der 60er Jahre leben auch in Freiburg-Weingarten größtenteils Mieter mit geringem Einkommen. Da steigende Energiepreise die Warmmieten in die Höhe treiben, soll die energetische Sanierung auch dafür sorgen, dass es im Stadtteil langfristig ausreichend bezahlbaren Wohnraum gibt. Damit die anspruchsvolle Sanierung zum Passivhaus sich mit sozial verträglichen Mieten vereinbaren lässt, wurden zusätzliche Wohnungen geschaffen. Die üppigen Wohnungsgrößen des Hochhauses entsprachen nicht mehr heutigen Marktbedingungen. Die Grundrisse waren veraltet, die Flächen zu groß, und die langen schmalen Balkone nicht mehr zeitgemäß. Pro Geschoss gibt es jetzt neun Wohnungen statt sechs; die 3-Zimmer-Wohnungen haben eine Wohnfläche von 70 qm statt 86 qm, bei den 2-Zimmer-Wohnungen sind es 50 qm statt 64 qm.

Auf diese Weise entsteht Platz für 49 zusätzliche Wohneinheiten.

Der Primärenergiebedarf des gesamten Stadtteils soll bis 2020 um 50 % gesenkt werden. Der Heizwärmebedarf des Gebäudes hat sich um 80 % reduziert. Wesentliches Element der Ertüchtigung war die Sanierung der Gebäudehülle. Dazu gehörte die Minimierung von Wärmebrücken, etwa die thermische Trennung der Balkone. Die bislang vor der Schottenfassade durchlaufenden Freisitze wurden zum Teil abgeschnitten, die restlichen eingehaust. Fassaden und Kellerdecken wurden mit 20 cm, das Dach mit 40 cm Dämmung eingepackt, die Rollladenkästen gedämmt. Sämtliche Fenster sind nun mit Dreifachverglasung ausgestattet, deren  $U_w$ -Wert zwischen 0,8 und 0,9 W/m<sup>2</sup>K liegt. Zur Realisierung der notwendigen Luftdichtheit nach Passivhausstandard dichtete der Fensterbauer Kneer-Südfenster die 86 mm tiefen Mehrkammerprofile mit der Fensterfolie illbruck ME500 TwinAktiv von Tremco illbruck ab. Diese eignet sich aufgrund ihrer Flexibilität besonders für Fensterfugenabdichtungen an Umbauten. Es gibt sie in vielen verschiedenen Varianten, so mit Bewegungsfalte für besonders unregelmäßige Fugen und zu erwartende Bewegungen, mit mehreren Klebefestigungen für die unterschiedlichsten Anschlüsse, mit Keder zum Einklinken in Kunststofffensterprofile und zum Einputzen in die Fensterlaibung. Im abschließenden Test auf Luftdichtheit, dem Blower-Door-Test, erreichte das Freiburger Hochhaus einen Wert von 0,25 – deutlich unter dem Grenzwert für Passivhäuser von 0,5.

Bauphysikalisch sorgt die flexible Folie für dauerhaft trockene Fensteranschlussfugen und damit für die Unterbindung von Wärmebrücken etwa aufgrund von Durchfeuchtung oder Schimmelbefall. Möglich wird das durch die feuchtevariable Einstellung der Folie. Ihr Dampf-



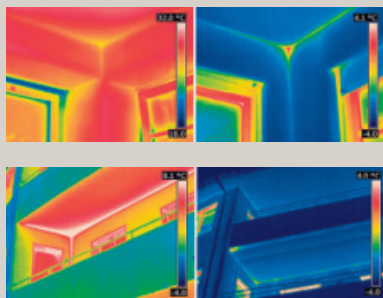
diffusionswiderstand passt sich den Feuchteverhältnissen in der Fuge an. Üblicherweise verläuft der Weg des Dampfdrucks vom warmen Inneren des Gebäudes nach außen. Dort entweicht der Dampf durch die Folie nach draußen. Mitunter jedoch, etwa wenn die Sonne auf das Fenster scheint, kehrt sich der Weg des Dampfdrucks um. In diesem Moment wird die Folie – anders als andere Abdichtungsprodukte, etwa Silikon – nach innen durchlässig; nicht auf Dauer, sondern nur so lange, bis sich die Druckverhältnisse "normalisieren" und die Feuchtigkeit wieder nach außen entweichen kann. Die Fuge bleibt so trockener, die Wärmedämmung ist besonders gut geschützt. Neben der ertüchtigten

Gebäudehülle tragen verschiedene technische Komponenten zur Energieeffizienz bei: kontrollierte Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung und eine Photovoltaikanlage mit 24 kW.

Während der nächsten zwei Jahre werden durch Messungen von Warmwasser-, Haushaltsstrom- und Wärmeverbrauch sowie Fensterkontakten die Berechnungen überprüft. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen in künftige vergleichbare Planungen einfließen.

**illbruck ME500 TwinAktiv**  
**Tremco illbruck**  
[www.tremco-illbruck.com](http://www.tremco-illbruck.com)





Die Fotos zeigen die Siedlung im wiederhergestellten „Glanz“ der 50er Jahre; links unten: Die thermografische

Aufnahmen dokumentieren den beeindruckenden energetischen Erfolg der Sanierung.

## München – Boshetsrieder Siedlung

Die kriegsbedingten Zerstörungen in der „Siemensstadt“ in Berlin waren der Grund für eine Verlagerung verschiedener Siemens-Werke, der Firmensitz selbst wurde nach München verlegt. Hier mussten für die Angestellten neue Wohnungen geschaffen werden, zu der Zeit eine mindestens ebenso wichtige Aufgabe wie der Wiederaufbau der Produktionsanlagen. Der Kölner Architekt Emil Freymuth wurde damit beauftragt, 530 Wohnungen zu planen. Die Boshetsrieder Siedlung knüpft an die Tradition der „Siemensstadt“ in Berlin an.

2006 wurde das Architekturbüro Koch + Partner beauftragt, die Siedlung in enger Abstimmung mit der Denkmalpflege zu sanieren und die Anmutung der 50er Jahre wieder herzustellen. Die Rekonstruktion war nur anhand von Originalfotos, Originalplänen und Bestandsuntersuchungen möglich, da die Siedlung in den 80er Jahren schon einmal saniert worden war. Durch das Wärmedämmverbundsystem, die eingebauten Kunststoffenster sowie den neuen Dachstuhl blieb von dem ursprünglichen Erscheinungsbild der Gebäude wenig übrig. Die Sanierung verfolgte das ehrgeizige Ziel, den EnEV 2007 Standard um 30-50 % zu unterbieten. Dazu wurde ein mineralisches Wärmedämmverbundsystem, das KEIM Klassik System aufgebracht und Fenster mit 3-fach Verglasung eingebaut. Tiefe Fensterlaibungen infolge der neuen Wärmedämmung hätten

das Erscheinungsbild gestört. Daher wurden die neuen Fenster in die neue Dämmebene gesetzt. Ebenso wichtig für die Rekonstruktion war es, die für die 50er Jahre typische schmale Dachkante wiederherzustellen. Das vorhandene Dach wurde komplett rückgebaut, die Dachsparren aus den 80er Jahren zu einer neuen Dachkonstruktion umgebaut und mit entsprechenden Dämmmaßnahmen wieder auf die vorhandene Betondecke gesetzt. Aufgrund der zusätzlichen Wärmedämmung verschmälerte sich der Dachüberstand. Um dies auszugleichen und das Originalmaß von 50 cm wieder herzustellen, wurde der Dachüberstand verlängert und zusätzlich eckige Regenrinnen eingepflanzt, die die Dachkante noch schmaler wirken lassen.

Die Putzoberflächen aus KEIM-Brilliantputz und die KEIM-Farben (Soldalit/Kieselsolilikat), die das Wärmedämmverbundsystem kaschieren, wurden vor Ort bemustert und zusammen mit der Denkmalpflege festgelegt. Erst nach vollendeter Sanierung wurde den Projektbeteiligten wirklich klar, welche Gestaltqualität in diesen Gebäuden aus den 50er Jahren verborgen gewesen war.

Keim Klassik System  
Keimfarben GmbH & CoKG  
[www.keimfarben.de](http://www.keimfarben.de)

## Hamburg – Bebelallee

Die Nachfrage nach Wohnraum ist im Hamburger Stadtteil Alsterdorf – wie auch in der gesamten Hafenmetropole, deren Bevölkerung nach Schätzungen bis 2020 um knapp 5 % wachsen wird – kaum zu befriedigen. Vor diesem Hintergrund entschloss man sich zu einer Nachverdichtung im Quartier Bebelallee. Die Bestandsbauten zeichneten sich durch sparsamen Materialeinsatz aus und verfügten über statische Reserven in Konstruktion und Gründung, die eine Aufstockung erlaubten. Diese wurde als Leichtbaukonstruktion in Holztafel-Fertigbauweise ausgeführt, die noch den Vorteil bot, in relativ kurzer Bauzeit und mit geringem Baulärm die Aufstockung über dem bewohnten Bestand zu realisieren.

Da mit den Aufstockungen die Gebäude automatisch von der Brandschutzklasse 3 in die Klasse 4 wechselten, mussten vielfältige Auflagen erfüllt werden. So mussten u.a. die Holzrahmenelemente mit einer Bekleidung versehen werden, die im Brandfall für einen Zeitraum von 60 Minuten (K60) die Konstruktion

vor Entzündung kapselt. Ausgeführt wurde diese Bekleidung der Holzkonstruktion mit Fermacell Gipsfaser-Platten. Die Platten gewährleisteten je nach Konstruktion Brandschutz bis zur Feuerschutzklasse F 120 und sind A 2 klassifiziert. Sie wurden sowohl für die Innen- als auch für die Außenwandkonstruktion eingesetzt. Die Wände sind beidseitig mit einer doppelten Lage aus 15 mm dicken Fermacell Platten beplankt und mit einer Dämmung aus Steinwolle WLG 035 im Hohlraum versehen. Sie wurden in Standardbreite und der erforderlichen Höhe im Werk vormontiert. Die Befestigung der Platten erfolgte auf einer Unterkonstruktion aus

Vollholz mit verzinkten Stahlklammern. Sämtliche Innen- und Außenwände sowie das Dach wurden komplett ausgestattet per Tieflader zur Baustelle geliefert und montiert.

Insgesamt konnte mit dem realisierten Entwurf von blauraum Architekten die Wohnfläche der Häuser an der Bebelallee nahezu verdoppelt werden. Einer Fläche von 9600 qm im Bestand steht eine durch Aufstockung gewonnene Fläche von 8600 qm gegenüber. Der Ersatz des alten Satteldachdaches durch zwei Stockwerke mit bekliestem Flachdach hat zudem das Oberfläche-zu-Volumen-Verhältnis der Gebäude positiv verändert. Während die Wohnungen

der Altbauten mit ein bis drei Zimmern und Größen zwischen 40 und 70 qm typisch für Siedlungen der 50er und 60er Jahre sind, wurden die Grundrisse der Aufstockungen großzügiger konzipiert. Entsprechend der anvisierten Zielgruppe sind insgesamt 47 hochwertig ausgestattete Drei- bis Vier-Zimmer-Wohnungen (vorwiegend Maisonnetten) für Familien in Größen zwischen 70 und 150 qm entstanden.

Gipsfaserplatten  
Fermacell  
[www.fermacell.de](http://www.fermacell.de)



Entgegen den ursprünglichen Vorstellungen des Bauherrn konnte durch die Aufstockung der sechs zwei- und dreigeschossigen Baublöcke von 1959 der offene Charakter des Quartiers erhalten bleiben.





Das 8-geschossige Hochhaus wurde um ein Geschoss aufgestockt, die zwei unterschiedlich langen, je nach Verlauf des stark abfallenden Geländes 3- bis 4-geschossigen Riegel verlängert. 137 vorwiegend 1-Zimmer Apartments wurden zu 89 Atriumwohnungen,

Maisonettewohnungen und großzügigen 2- und 3-Zimmer-Wohnungen zusammengelegt. 19 Appartements wurden in ihren ursprünglichen Abmessungen erhalten. Die denkmalgeschützte Klinkerfassade mit ihren Betonbalkonen blieb unverändert.

## Darmstadt Mathildenhöhe – Neufert Meisterbau

Im stark zerstörten Darmstadt fanden in den 50er Jahren die "Darmstädter Gespräche" statt, die sich mit der architektonischen Neuorientierung nach dem Zweiten Weltkrieg auseinandersetzten. Auf dem Kongress "Mensch und Raum" wurde 1951 darüber diskutiert, wie der Mensch als wichtigster Maßstab architektonischen Handelns in Zukunft wohnen und leben sollte. Elf sogenannte Meister-Architekten wurden mit der Planung verschiedener Gebäude beauftragt, fünf davon wurden realisiert. Einer der Meister-Architekten war Ernst Neufert. Er konzipierte in der Nachbarschaft der Künstlerkolonie Mathildenhöhe ein Wohnheim für Alleinstehende.

Die Architekten Karle und Buxbaum wurden 2000 damit beauftragt, den denkmalgeschützten Komplex grundlegend umzubauen. Weder die technische Ausstattung noch die minimierten Wohnungsgrößen entsprachen den aktuell geltenden Standards und genügten den Anforderungen des Wohnungsmarktes. Unabhängig von gestalterischen Lösungen mussten die Architekten vor allem gravierende bauphysikalische und bautechnische Mängel lösen. Die vorhandene Bausubstanz bot wenig Schalldämmung und Wärmeschutz, zudem ließ die Statik keine große Erhöhung der Lastannahmen zu. Zur schalltechnischen Ertüchtigung der 11,5 cm dicken Wohnungstrennwände wurden beidseitig biegeeweiche Knauf Vorsatzschalen W626 angebracht. Die abschließende Prüfung der Luftschalldämmung zeigte, dass die Woh-

nungstrennwände ein Bau-Schalldämm-Maß  $R'_{w,R}$  von 56 bis 59 dB erreichten und damit unter den Mindestanforderungen lagen.

Was den Wärmeschutz betraf, so betrug der U-Wert der Außenwand in großen Teilen  $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Es mussten also Maßnahmen zur Reduzierung des Heizenergiebedarfs ergriffen werden. Da die Fassade unter Denkmalschutz steht, kam nur eine Innendämmung in Frage. Dabei nahmen gestalterische und bauphysikalische Anforderungen Einfluss auf die Bemessung der Dämmstärke. Auch hier konnte die Sanierung durch die Installation einer Vorsatzschale realisiert werden. Zur Ausführung kam eine Bekleidung mit Knauf Verbundplatten MW der Baustoffklasse A2 mit integrierter Dampfsperre. Bei einer Gesamtdicke von 42 mm und einem Wärmedurchlasswiderstand von  $0,81 \text{ m}^2\text{K/W}$  konnte eine Oberflächentemperatur an der Innenseite der Außenwand erreicht werden, die eine Kondensatbildung bei üblicher Raumnutzung im Winter vermeidet. Der U-Wert der Außenwand konnte dadurch auf  $0,622 \text{ W/m}^2\text{K}$  verbessert werden. Zur Vermeidung von Schimmelbildung an der Decke im Bereich der auskragenden Balkonplatte wurden ebenfalls Verbundplatten MW als 50 cm breiter Streifen eingebaut.

Vorsatzschale W626  
Knauf Gips KG  
[www.knauf.de](http://www.knauf.de)

## Saarlouis - Rathaus

Innovationen im Bereich der Innendämmungen erlauben es mittlerweile, das leidige Problem der Feuchtigkeitsbildung zu umgehen. Bei der Sanierung des Rathauses in Saarlouis 2010 wurde als Innendämmung das robuste und einfach zu verarbeitende System TecTem Insulation Board Indoor von Knauf Perlite eingesetzt. Es hat gute thermische Kennwerte ( $\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$ ) und soll sich positiv auf das Raumklima auswirken: Mit dem pH-Wert 10 und der Fähigkeit, die Luftfeuchtigkeit zu regulieren, ist die mineralische Platte zur Dämmung und gleichzeitiger Vermeidung von Schimmelpilz geeignet. Sie nimmt Kondensat auf und gibt es zeitverzögert wieder ab (der Wasseraufnahmekoeffizient AW beträgt ca.  $1,98 \text{ kg/m}^2\text{s}^{0,5}$ , der Wasserdampfdiffusionswiderstand  $\mu = 5-6$ ). Feuchtespitzen in der Raumluft werden abgepuffert und die Oberflächentemperatur der Wand erhöht.

Bei dem Rathaus wurden 60 mm dicke Dämmplatten und das ergänzende TecTem-Zubehör verarbeitet. Laibungsplatten, Klebspachtel, Füllmörtel, Grundierung, Gewebe und Flächenspachtel sind aufeinander abgestimmt und gewährleisten die Kapillaraktivität des Gesamtsystems. TecTem Platten sind härter als andere Platten zur Innendämmung, die Ecken und Kanten können sehr stabil und sauber auf Maß zugeschnitten werden. Auf eine Dampfsperre kann bei TecTem Insulation Board verzichtet werden, da das natürliche mineralische Material kapillaraktiv ist und große Mengen an

Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben kann. Damit ist eine wesentliche Gefahrenquelle für Mängel bei der Innendämmung ausgeschlossen. Bei herkömmlichen Dämmsystemen mit Dampfsperre muss diese absolut luftdicht ausgeführt werden, um den Tauwasserausfall in der Dämmebene zu vermeiden. Schon wenige undichte Stellen (Steckdosen, Kabeldurchlässe etc.) machen eine Dampfsperre wirkungslos. Kapillaraktive Systeme sind hier im Vorteil. TecTem Insulation Board besteht aus dem natürlichen Rohstoff Perlit und mineralischen Bindemitteln. Die Platte ist absolut faserfrei und ohne Gesundheitsrisiken einzusetzen.

Die Herstellung von Knauf Perlite macht sich die physikalischen Eigenschaften des vulkanischen Perlit-Gesteins zunutze. Das glasartige Rohgestein wird mechanisch zerkleinert und anschließend abrupt auf über  $1000^\circ \text{C}$  erhitzt. Dadurch wird es zähflüssig, während gleichzeitig das eingeschlossene Wasser verdampft und dabei das Korn auf das 15-20fache Volumen auftreibt. Es bildet sich ein weißes Granulat mit Korngrößen von 0-6 mm. So entsteht Bläherlit, ein leichtes, durch die innere Aufporung wärmedämmendes Granulat. Perlit ist ein unerschöpflicher Rohstoff, Vulkanaktivitäten sorgen für dauernden Nachschub.

TecTem Insulation Board  
Knauf Perlite GmbH  
[www.knauf-perlite.de](http://www.knauf-perlite.de)



Das zwischen 1951 und 1954 errichtete Rathaus orientiert sich am historischen Grundriss der 1680 gegründeten Vaubanschen Festungsstadt. Der Stahlbetonskelettbau wurde mit Ziegelsteinen ausgefacht.



Großflächige Jurakalk-Platten sind an der Schaueite zum Großen Markt angebracht. Die Seitenflügel sind als Putzfassaden mit Natursteinumfassungen ausgeführt. Eine Außendämmung schied von vornherein aus.



## Ytong und Multipor: Luftige Steine



Ytong Plansteine und Ytong Multipor Dämmsteine durchlaufen dieselben Produktionslinien. Lediglich in der Zusammensetzung der Grundstoffe unterscheiden sie sich, so dass mit Multipor ein sehr viel poröseres Dämmmaterial entsteht. Wasserstoffgas bläht die Po-

renbeton-Masse in den Wannen auf. Nach dem Abbinden werden die halbfesten Rohblöcke zugeschnitten und unter Wasserdampf in Autoklaven gehärtet. Danach werden sie in recyclebare Folie eingeschweißt und auf Europaletten für den Transport abgesetzt.

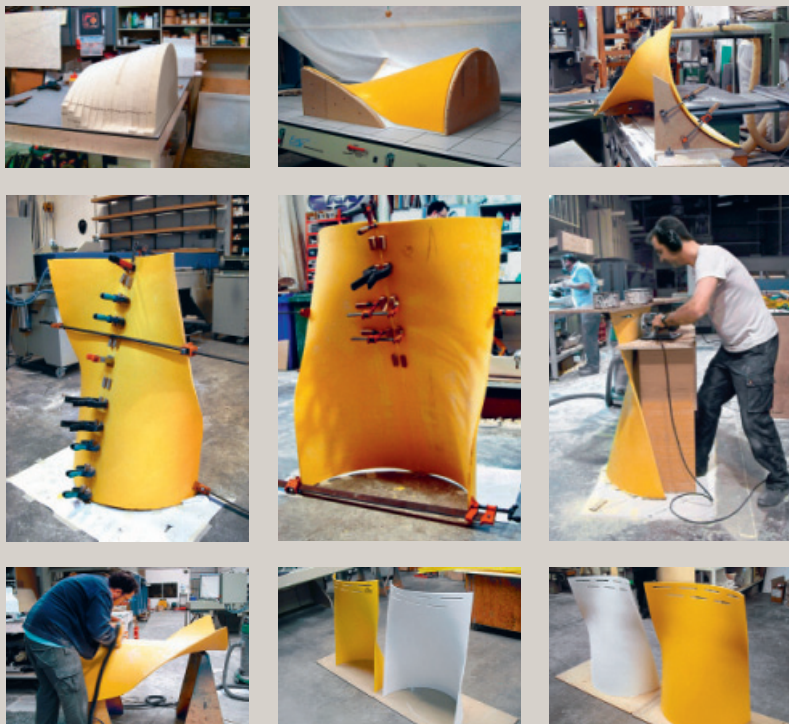
Millionen kleinster Luftporen sind für die zahlreichen Baustoffeigenschaften von Ytong verantwortlich, die sonst nur durch die Kombination verschiedener Materialien zu erreichen sind. Trotz seines geringen Gewichts verfügt der Stein über eine sehr hohe Druckfestigkeit. Die vergleichsweise niedrige Rohdichte für massive Baustoffe sorgt für eine sehr niedrige Wärmeleitfähigkeit. Auch hinsichtlich der Schalldämmung wirken sich die Poren günstig aus.

Mit Ytong Multipor wurden die wärmedämmenden und raumklimatischen Eigenschaften des Porenbetons erhöht. Die Mineralelemente in Plattenstärke weisen lediglich einen Materialanteil von 5 % auf, sind diffusionsoffen und kapillaraktiv. Tauwasser wird von den Zellwänden der eingeschlossenen und wärmedämmenden Luftporen aufgenommen und durch das natürliche Austrocknungsverhalten des mineralischen Materials wieder der Raumluft zugeführt. Gleichzeitig bleibt der Wärmedämmwert (Wärmeleitfähigkeit  $\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$ ) erhalten. Ytong Multipor ist als mineralisches Material nicht brennbar und kann flexibel eingesetzt werden.

Die Herstellung des Porenbetons erinnert an Kuchenbacken. Die wesentlichen Zutaten sind Sand, Kalk, Zement und Wasser, die einen Großteil der Erdkruste bilden und praktisch unerschöpflich sind. Der Sand stammt aus Sandgruben in unmittelbarer Umgebung der Porenbetonwerke, weshalb die Rezeptur von Werk zu Werk unterschiedlich ist. Der gemahlene Quarzsand wird mit Kalk, Zement und zerkleinertem Porenbeton-Recyclingmaterial unter Zugabe von Wasser und Aluminiumpulver (Recyclingprodukt) in einem Mischer zu einer wässrigen Suspension verrührt und anschließend in

große Formen gegossen. Ähnlich wie Backpulver im Kuchenteig ist das Aluminiumpulver das Treibmittel für das Rohstoffgemisch: Als Wasserstoffgas bläht es die Porenbeton-Masse mit kleinen, gleichmäßigen verteilten Bläschen auf. Die Poren besitzen einen Durchmesser von ca. 0,5-1,5 mm. Aus 1 cbm Rohstoff entwickeln sich ca. 5 cbm Porenbeton. In etwa zwei Stunden entstehen halbfeste ca. acht Meter lange Rohblöcke, aus denen maschinell mit Hilfe straff gespannter Stahldrähte senkrecht und waagrecht die Porenbetonbauteile sowie Profilierungen und Griffaschen geschnitten werden. Anschließend erfolgt die Härtung des Materials in Autoklaven bei 190° C und einem Dampfdruck von 12 bar. Hier bilden sich aus den eingesetzten Stoffen Calcium-Silikathydrat, die dem in der Natur vorkommenden Mineral Tobermorit entsprechen. Die Reaktion des Materials ist mit der Entnahme aus dem Autoklav abgeschlossen. Sie nimmt also im Vergleich zur Betonhärtung nur wenige Stunden in Anspruch. Der gesamte Prozess ist nach etwa 10-12 Stunden abgeschlossen. Nach dem Austrocknen ist in den Poren nur noch wärmedämmende Luft. Der Dampf wird nach Abschluss des Härtungsprozesses für weitere Autoklavzyklen verwandt. Das anfallende Kondensat wird als Prozesswasser genutzt. Auf diese Weise wird Energie eingespart und eine Belastung der Umwelt mit heißem Abdampf und Abwasser vermieden. Porenbeton-Bausteine werden anschließend pallettenweise gestapelt und eingeschweißt.

**Ytong Multipor**  
Ytong Silka / Xella Deutschland GmbH  
[www.xella.de](http://www.xella.de)



Beim Thermoforming (auch als Warmformen, Tiefziehen oder Vakuumtiefziehen bekannt) kann HI-MACS unter Erwärmung in sehr kleinen Radien geformt werden. Die Platte wird gleichmäßig auf eine Temperatur von 160-180° C aufgeheizt und in eine negative Form

gelegt. Die erwärmte Platte wird mit Hilfe von Druck und Vakuum an die Positivform gedrückt oder auf einem Vakuum-Tisch durch eine Membran in die Form gezogen. Nach dem Abkühlen können Schleif- und Endbearbeitung des geformten Werkstücks erfolgen.

## HI-MACS : In jeder Richtung verformbar

Wenig andere Werkstoffe bieten so viele Möglichkeiten der Bearbeitung und Verwendung wie die Mineralwerkstoffe. Die im Englischen auch als Solid Surface-Material bekannte Werkstoffgruppe wurde in den 60er Jahren für Krankenhäuser und Labore entwickelt. Dank der vielfältigen Eigenschaften haben sich Solid Surface-Materialien auch im Design und der Architektur durchgesetzt. Sie erlauben aufgrund ihrer flexiblen Verformbarkeit ein recht freies Gestalten, aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften können sie in ganz verschiedenen Bereichen eingesetzt werden: In Küchen und Bädern, im Fassadenbau, im Innenausbau, im Möbeldesign. Bevorzugte Anwendungen gibt es in öffentlichen Gebäuden und im Gesundheitswesen.

Die in Genf ansässige LG Hausys Europe hat mit HI-MACS ein neues Solid Surface-Material entwickelt. Es ist ein Komposit aus Metall und Stein. Der Hauptbestandteil besteht zu 70 % aus dem natürlichen Mineral Aluminiumhydroxid (ATH), das aus Bauxit (Aluminiumerz) gewonnen wird. Bauxit fällt als Co-Produkt bei der Aluminiumerzeugung an. 25 % Acrylharz (Polymethylmethacrylat bzw. PMMA) und 5 %

natürliche Pigmente sind die weiteren Bestandteile von HI-MACS. Dem durch Erhitzung zähflüssigen Acryl werden die gemahlten Mineralien und Pigmente zugesetzt; unter Wärme und Druck entstehen durch Tempern auf einem Stahlfließband massive, homogene Platten in 3, 6, 9 und 12 mm Stärke oder auch beliebige Formteile. Im Unterschied zu anderen Mineralwerkstoffen durchläuft HI-MACS bei hohen Temperaturen ein zweites thermisches Verfahren, wodurch eine feste Verbindung entsteht, in der etwaige Strukturdefekte ausgeglichen werden können. Sowohl die Vorder- als auch die Rückseiten der Platten werden geschliffen, was in der Weiterverarbeitung speziell für beidseitige Anwendungen eine erhebliche Zeitersparnis bedeutet. HI-MACS wird Cheongju (Korea) und Atlanta (USA) gefertigt.

Eine der wichtigsten Eigenschaften der Mineralwerkstoffe ist ihre einfache Bearbeitbarkeit. Grundsätzlich lassen sie sich ebenso wie Holz bearbeiten. Mit gewöhnlichen Tischlermaschinen und Werkzeugen – viele Verarbeitungsbetriebe kommen ursprünglich aus dem Tischlerhandwerk – können bereits individuelle 2D-Objekte wie Küchenarbeitsplatten





oder Waschtischplatten hergestellt werden. Stark erhitzt kann Mineralwerkstoff in praktisch jede Form gebogen und wieder abgekühlt werden. Dieses Thermoforming erfolgt ohne Verlust an Leistungsfähigkeit. Der wesentlichste Aspekt dabei ist jedoch, dass das Thermoforming nahtlose Verbindungen ermöglicht. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass Gebrauchsspuren wie Kratzer, hartnäckige Flecken usw. entfernt und beschädigte Teile ohne sichtbare Spuren ersetzt werden können.

HI-MACS hat keine Poren, wodurch eine optimale Hygiene gewährleistet ist. Es ist beständig gegen die meisten Chemikalien, weist eine hohe UV-Beständigkeit sowie Farbestabilität auf und ist resistent gegen Wasser, Schmutz und Feuchtigkeit. Das Material ist in Oberfläche und Haptik einem Stein sehr ähnlich, weshalb LG bei seinem Produkt auch von einem Acrylstein spricht. HI-MACS ist in mehr als 100 Farben erhältlich und kann marmoriert, gesprenkelt oder homogen durchgefärbt werden. Durch Hinterfräsung bzw. die Verwendung transluzenter Farben wird das Material lichtdurchlässig, was die Gestaltungsmöglichkeiten noch einmal erweitert. LG Hausys hat mit der Serie Eden eine neue Oberfläche auf den Markt gebracht, die gegenüber anderen Mineralwerkstoffen eine ökologische Alternative darstellt. Die Serie besteht zu 40 % aus zertifiziertem, recyceltem Material und ist in 13 verschiedenen Farben erhältlich, die sich an Töne der Natur anlehnen. Mit Eden realisierte Projekte erhöhen die Chancen, im Rahmen des Green Building Rating Systems LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) zertifiziert zu werden.

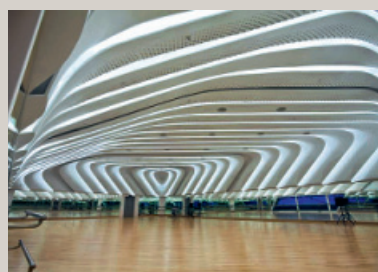
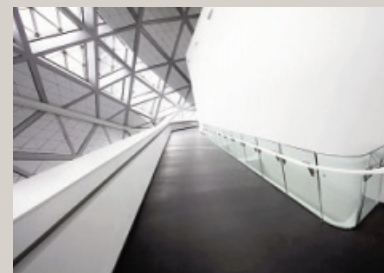
HI-MACS findet neben den Einzelprodukten zunehmend mehr Verwendung im Innenausbau. Ein herausragendes Beispiel ist das neue Opera House von Zaha Hadid in der südchinesischen Stadt Guangzhou (der drittgrößten Stadt Chinas), das auf einer Insel im Pearl River Delta gelegen ist, und von Hadid mit ihrem Londoner Büro realisiert wurde. Man könnte sagen, dass HI-MACS sich dank seiner thermoplastischen Verformbarkeit besonders für Hadids expressive Formensprache eignet. Das Opera House ist als zweiteilige Struktur konzipiert. Es besteht aus dem Grand Theatre mit 1800 Sitzplätzen und der angrenzenden Mehrzweckhalle mit 400 Sitzplätzen. Es soll ein neues kulturelles Wahrzeichen auf der Insel "Haixinsha Tourist Park Island" werden.

Rund 5000 qm HI-MACS wurden für den Innenausbau des Opernhauses verwen-

det. Er erwies sich mit den gefalteten Deckenstrukturen als äußerst kompliziert, aber die Architektin hatte mit dem Werkstoff bereits gute Erfahrungen beim Ausbau des Hotel Puerta América in Madrid gesammelt. Das Material wurde in den Proberäumen für Ballet und Oper sowie für die Übungsräume der Musikbands, für einen Wandschrank im VIP-Bereich und im öffentlichen Speiseraum eingesetzt. Die Möglichkeit der fugenlosen Verarbeitung ohne sichtbare Verbindungen wurde intensiv genutzt, zum Beispiel mit dem organischen Übergang von Wand und Decke in einem der Proberäume. Auch für die Verkleidung und Ausfachungen der Konstruktionen wurden größere Mengen HI-MACS eingesetzt.

Der HI-MACS Quality Club, ein Netz autorisierter Verarbeitungsexperten, unterstützt Planer und Architekten bei der fachmännischen Anwendung.

HI-MACS  
LG Hausys  
[www.himacs.eu](http://www.himacs.eu)



Opera House in Guangzhou von Zaha Hadid: Für den Innenausbau wurden HI-MACS in großem Umfang bei der Gestaltung der Probenräume und der Verkleidung der Konstruktion eingesetzt.



## Chassis



Vor sechs Jahren begann mit der Entwicklung eines stapelbaren Mehrzweckstuhls die Zusammenarbeit von Wilkhahn und dem Designer Stefan Diez. Dieser Stuhl sollte eine Brücke zwischen Arbeits- und Lebenswelt schlagen, für sich alleine, aber auch in der Gruppe wirken und Funktionalität, industrielle Fertigungspräzision und Langlebigkeit mit ökologischen Vorteilen verbinden.

Am Ausgangspunkt des Entwurfs des Universalstuhls stand die Metapher eines Fahrrad-Sattels: eine technische und filigrane Tragstruktur aus Stahl mit dem Sitz als körpernahe Element. Wie beim Fahrradsattel war es das Ziel, das Gestell des neuen Stuhls aus Stahl fertigen zu lassen. Stahl ist ein Material, das präzise formbar ist, eine hohe Stabilität aufweist, in großer Menge verfügbar ist und sich unbegrenzt recyceln lässt.

Ein erster Prototyp aus Blechgestell wurde Wilkhahn vorgestellt. Schnell wurde deutlich, dass die Umsetzung der prägnanten Formensprache angesichts der geforderten Stabilität bei gleichzeitig geringem Gewicht neue Wege in der Fertigungstechnologie erfordert. In einem langwierigen Prozess entstand somit ein ebenso leichtes wie hochfestes Chassis, bei dem es sich im Grunde – und das erklärt den Namen – um eine Art selbsttragende Karosserie in Form eines Stuhls handelt. Ohne Auflage bringt er gerade einmal 2,6 Kilogramm auf die Waage, ist also viel leichter als etwa ein vergleichbares Gestell aus Aluminiumdruckguss oder Kunststoff. Im Automobilbau sind in den letzten Jahren neue Verfahrenstechnologien bei der Verformung von dünnen Stahlblechen entstanden, mit deren Hilfe sich dreidimensionale Formen mit engen Radien herstellen lassen. Ziel dieses Verfahrens ist es, eine hohe Stabilität der Autokarosserie bei gleichzeitiger Reduktion des

Gewichts zu erzeugen, um den Benzinverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken. Computerprogramme simulieren diesen Prozess präzise, wodurch es möglich wird, die Grenzen des technisch noch Machbaren auszuloten. In langwierigen Recherchen und Machbarkeitsstudien in der Automobilindustrie und bei Zulieferern wurde schließlich ein Weg gefunden, die Space-Frame-Technologie aus dem Karosseriebau auf die Produktion des Chassis-Stuhlgestells zu übertragen.

In dem Verfahren verformt und zieht das Presswerkzeug das vorgeschchnittene 1 mm dünne Stahlblech mit 300 Tonnen Druck in einem Stück zum hochfesten Sitz- und Rückenrahmen. Geometrie, Ausschnitte, Pressdruck, Geschwindigkeit und Dämpfung sind so abgestimmt, dass beim Tiefziehen keine Risse entstehen. Die vorher ausgelaserten Blechstücke werden für die Produktion der vier Anschlussstutzen der Stuhlbeine verwendet, so dass so gut wie kein Verschnitt entsteht. Anschließend werden Rahmen, Anschlussstutzen und Beine mit einem Schweißroboter zum kompletten Stuhlgestell zusammengefügt. In der Pulverbeschichtungsanlage



erhält es bei 190° C Einbrenntemperatur sein farbiges Finish. Auf den Rahmen ist mit einer neuartigen, von außen nicht sichtbaren Verbindungstechnik eine ergonomisch geformte, einteilige Sitz- und Rückenmembran aus vier Millimeter starkem Polypropylen aufgespannt. Die austauschbare, durchgefärbte Kunststoffschale ist pflegeleicht und weitgehend unempfindlich gegen mechanische Beanspruchungen. Das geringe Gesamtgewicht des Stuhls von weniger als fünfeinhalb Kilogramm und die gute Greifbarkeit sorgen für einfache und komfortable Handhabung der bis zu vier Stück stapelbaren Stühle. Das Material des Gestells und die spezifische Fertigungstechnik verbinden Komfort und Belastbarkeit mit geringen Materialdimensionen und Präzision. Dass Material- und Gewichtseinsparung ökologisch vorteilhaft ist, muss nicht extra betont werden, außerdem lässt sich Stahl einfach in Materialkreisläufe zurückführen.



Der Name "Chassis" wird von Wilkhahn und Stefan Dietz programmatisch verstanden. Neben der Parallele in der Herstellungstechnik soll der Stuhl an die Eleganz sportlicher Fahrzeuge erinnern.

Chassis wird in den Gestellfarben Graphitschwarz, Grauweiß und Betongrau sowie in Feuerrot und Braungrün geliefert. Den Gestellfarben sind Sitzschalen in den entsprechenden Farbabstufungen zugeordnet, wobei die patentierte Verbindungstechnik es auch erlaubt, textile Materialien auf das Gestell aufzuspannen. Die verschiedenen Stoffe (Canvas, Hop-sack, Lama) sind wiederum in fünf verschiedenen Farbabstufungen erhältlich.

**Chassis**  
**Wilkhahn**  
**Wilkening + Hahne GmbH+Co.KG**  
**[www.wilkhahn.de](http://www.wilkhahn.de)**