

Forschungsprogramm "Rationelle Energienutzung in Gebäuden"

# Thermisch optimierte Unterkonstruktionen für hinterlüftete Fassaden

## Bericht der Wettbewerbsjury

Armin Binz, FHBB IfE (Leitung der Jury)  
Peter Hofer, GEO Partner AG  
Hans-Peter Nützi, BFE  
Paul Schneiter, Ernst Schweizer AG  
Mark Zimmermann, EMPA ZEN

Franco Fregnan      FHBB IfE (Redaktion)

Januar 2001



## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Teilnehmer</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Jurierung</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Erkenntnisse</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Beschrieb der Projekte</b>	<b>9</b>
Team 1	Architekturbüro Peter Dransfeld, Ermatingen	9
Team 2	Architekturbüro Dietrich Schwarz, Domat/Ems	10
Team 3	Ingenieur-Büro Klaus Hinz, Leibstadt	11
Team 4	Contraco AG, Mettmenstetten	12
Team 5	Architekturbüro Hans D. Halter, Windisch	13
Team 6	BKW-FMB Energie AG, Bern	14
Team 7	Häring & Co. AG, Pratteln	15
Team 8	Atelier d'architecture C. Lorenz & F. Musso, Sion	16
Team 9	Berner Fachhochschule / SH-Holz, Biel	17
Team 10	Basler & Hofmann, Zürich	18



# 1

## Einleitung

Hinterlüftete Fassaden bewähren sich als flexible, langlebige, unterhaltsarme und sanierungsfreundliche Konstruktionen mit grossem Gestaltungsspielraum. Sie schützen die dahinterliegenden Materialien zuverlässig vor Wettereinflüssen und gelten als bauphysikalisch und bautechnisch sichere Bauweise. Mit einem Anteil von gegen 40 Prozent zählen hinterlüftete Konstruktionen zudem zu den am häufigsten gebauten Fassadentypen. Um das thermische Verhalten von Unterkonstruktionen hinterlüfteter Fassaden mit Dämmdicken von mindestens 20 Zentimetern zu verbessern, wurde ein gesamtschweizerischer Studienwettbewerb durchgeführt.

### Zielsetzung des Wettbewerbs

Mit dem Wettbewerb wurde nach neuen Lösungsansätzen nach Vorschlägen zur Verbesserung bestehender Systeme gefragt. Dabei war zu beachten, dass die Wärmedämmung der hinterlüfteten Fassade mindestens 20 Zentimetern dick ist, und dass die Konstruktionen am Bau umsetzbar sind und gute Marktchancen aufweisen.

### Veranstalter

Der Wettbewerb wurde im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE) in Bern durchgeführt.

### Durchführung

Aufgrund einer öffentlichen Ausschreibung konnten sich Fachteams um einen Studienauftrag zur Entwicklung einer optimierten hinterlüfteten Fassadenkonstruktion bewerben. Es war ursprünglich die Absicht, ca. fünf Teams in dieser Weise in Konkurrenz zueinander antreten zu lassen. Die grosse Anzahl qualifizierter Bewerber hat schliesslich dazu geführt, dass der Wettbewerb mit zehn Teams zwischen dem 1. Januar und dem 31. Mai 2000 durchgeführt wurde.

### Resultat und Ausblick

Von den zehn eingereichten Beiträgen wurden drei als besonders durchdacht, ausgereift und relevant erachtet und dem BFE zur Unterstützung im Rahmen von Pilot- und Demonstrationsprojekten vorgeschlagen. Die Realisierung von Musterobjekten soll mithelfen, die Konstruktionen weiterzuentwickeln und für die Markteinführung vorzubereiten.

Auch die anderen sieben Eingaben weisen ein hohes Niveau auf und bergen Ideen, deren Weiterverfolgung zu wünschen wäre. Die Veranstalter hoffen, dass die Publikation der Ergebnisse den Autoren hilft, die richtigen Kontakte zu finden, um auch ihre Lösungen auf den Markt bringen zu können.

## 2

## Aufgabenstellung

Im Rahmen des vorliegenden Studienauftrages war die nachstehend beschriebene Aufgabenstellung zu lösen. Der Auftragnehmer verpflichtete sich, die in der Aufgabenstellung geforderte Qualität und den Umfang einzuhalten. Mit dem Studienauftrag erhielt das Studienteam als Arbeitshilfe einen Dokumentationsordner mit Unterlagen zum Themenkreis der Aufgabenstellung.

Es waren Konstruktionsvorschläge für eine thermisch optimierte Unterkonstruktion für hinterlüftete Fassaden mit Dämmschichten von 20 und mehr Zentimetern Dicke vorzulegen. Dabei sollten die vorgeschlagenen Konstruktionen bzw. Systeme vor allem bezüglich der folgenden Anforderungen überzeugen, welche auch die Hauptkriterien für das Beurteilungsgremium darstellen:

- Der Wärmeschutz soll konsequent und durchgängig über verschiedene Anschlüsse und Abwicklungen am Baukörper optimiert sein.
- Die baustatischen Anforderungen sollen für verschiedene Untergründe und bauliche Situationen einwandfrei erfüllt sein.
- Montagetechnik und -ablauf sollen überzeugend gelöst und aufgezeigt werden.
- Die Vorschläge sollen auf ein breites Marktsegment ausgerichtet sein, welches auch die Sanierung der bestehenden Wohnbausubstanz in der Schweiz umfassen soll. Also beispielsweise keine Luxuslösungen, die bestenfalls in Marktnischen Erfolg haben könnten.
- Die (überregional) gültigen Anforderungen durch Gesetze und Normen sind einzuhalten, wobei als Referenzobjekt ein durchschnittliches fünfgeschossiges Mehrfamilienhaus in Massivbauweise zu berücksichtigen ist. D.h., dass beispielsweise bezüglich Brandschutz nicht die Anforderungen für Hochhäuser eingehalten werden müssen.

### 3 Die Teilnehmer

Ein Studienteam setzte sich aus mehreren Parteien zusammen, welche die an der hinterlüfteten Fassade beteiligten Fachsparten abdeckten: Verankerung, Unterkonstruktion, Dämmung, Abdeckung und Engineering. Pro Studienteam übernahm eine Partei die Federführung und verpflichtete sich, Termine und Beitragsqualität einzuhalten.

Die parallelaufenden Studienaufträge wurden nicht anonym durchgeführt. Gegenseitige Kontakte waren möglich. Die folgenden Teams hatten einen Studienauftrag erhalten:

#### **Team 1 Architekturbüro Peter Dransfeld, Ermatingen**

Steiner Jucker Blumer Ing. Büro, Herisau  
Blumer Elementtechnik AG, Gossau SG  
Stadlin Bautechnologie, Buchs SG

#### **Team 2 Architekturbüro Dietrich Schwarz, Domat/Ems**

Ing.-Büro Conzett Bronzini Gartmann AG, Chur,  
Isofloc' AG, St. Gallen

#### **Team 3 Ingenieur-Büro Klaus Hinz, Leibstadt**

BBR Systems Ltd., Schwerzenbach  
Cometec-Bausysteme GmbH, D-Wuppertal  
Materialtechnik am Bau, Dr. Ph. Rück, Lenzburg  
MOBATEC AG, Otelfingen  
K. Studer AG, Frick

#### **Team 4 Contraco AG, Mettmenstetten**

Sarna-Granol AG, Sarnen  
Pittsburgh Corning (Schweiz) AG, Rotkreuz  
Architektur und Bauphysik Renato Gartner, Wettingen  
J. Isele, Fachberater VHF, Weggis  
Hilti AG, Schaan FL

**Team 5 Architekturbüro Hans D. Halter, Windisch**

Makiol & Wiederkehr, Beinwil am See

**Team 6 BKW-FMB Energie AG, Bern**

Ramseier Fassadenbau AG, Bern  
Sager AG, Dürrenäsch

**Team 7 Häring & Co. AG, Pratteln**

Emmer Pfenninger Partner AG, Münchenstein  
Isover AG, Niederhasli  
Eternit AG, Niederurnern  
SFS Stalder AG, Heerbrugg

**Team 8 Atelier d'architecture C. Lorenz & F. Musso, Sion**

Naeff energietechnik, Zürich  
Acomet, Monthey  
Bitz & Savoye SA, Sion

**Team 9 Berner Fachhochschule / SH-Holz, Biel**

Mungo Befestigungstechnik AG, Olten  
W. Schär Holzbau AG, Grossdietwil  
Timbatec Ing.-Büro für Holzbau, Steffisburg

**Team 10 Basler & Hofmann, Zürich**

Pius Schuler AG, Rothenthurm  
Hilti AG, Schaan  
Gadola Fassaden AG, Oetwil am See

## 4

## Jurierung

Die Beurteilung und Würdigung der eingegebenen Konstruktionen erfolgte nach dem Muster einer klassischen Jurierung von Wettbewerben im Bauwesen. Das Beurteilungsgremium setzte sich wie folgt zusammen:

Armin Binz	FHBB IfE (Leitung der Jury)
Peter Hofer	GEO Partner AG
Hans-Peter Nützi	BFE
Paul Schneiter	Ernst Schweizer AG
Mark Zimmermann	EMPA ZEN

### Wettbewerbssekretariat

Franco Fregnani                    FHBB IfE

Ausser der minimalen Dämmdicke (20 Zentimeter) waren die Bedingungen dieses Wettbewerbs relativ offen formuliert. In Bezug auf Lösungsansatz, Konstruktion und Materialisierung waren die Teams frei, ihre Präferenzen zu entwickeln, zu konkretisieren und darzustellen. Rechnerische Nachweise wurden keine gefordert, weil die nötigen Programme aufwendig und nicht verbreitet sind. Insgesamt bedeutete das für die Jury, dass sie sehr verschiedenartige Projekte zu vergleichen hatte. Obwohl derselbe Massstab für die Bewertung verwendet wurde, musste die Gewichtung von Vor- und Nachteilen den jeweiligen Gegebenheiten wie Detaillierungsgrad, Darstellungsform, und Informationsgüte angepasst werden.

Für die Beurteilung wurde im Rahmen der Vorprüfung die Aufgabenstellung in über dreissig einzelne Kriterien verfeinert und den Jurymitgliedern die wesentlichen Inhalte zur Vorbereitung zugestellt. An der gemeinsamen Jurierung wurden die Kriterien wieder auf die fünf folgenden Punkte verdichtet. Diese bildeten den Diskussionsrahmen, in welchem alle Projekte schliesslich durchgesprochen und beurteilt wurden:

- **Wärmeschutz** (lückenlos, > 20cm, Wärmebrücken, Details gelöst?)
- **Universelle Anwendbarkeit** (Sanierung/Neubau, Toleranzen, Untergrund, Befestigung, Dämmmaterial)
- **Kosten** (Material/Arbeit, Systemkosten)
- **Ausgereiftheit, Umsetzbarkeit** (technischer Reifegrad, statische Schwierigkeiten, Durchdachtheit)
- **Ökologie** (Graue Energie, Schadstoffe, Materialeinsatz, Rückbaubarkeit, kritische Stoffe, „Killerkriterien“)
- **Innovation** (Denkleistung, Idee/Ansatz, Vorbehalte)

## **1. Beurteilungsrunde**

Nach Durchsicht und Erläuterung aller zehn Konstruktionsvorschläge wurden die hauptsächlichen Beurteilungskriterien diskutiert und definitiv festgelegt. Danach gelangten nacheinander alle Eingaben im Plenum detailliert zur Besprechung und zur Erörterung der Vor- und Nachteile.

## **2. Beurteilungsrunde**

In einer zweiten Runde wurden noch einmal alle Eingaben durchgegangen, die Übereinstimmung mit den Beurteilungskriterien geprüft und in einem zweistufigen Verfahren auf eine Dreiergruppe eingeschränkt. Die Jury kam überein, alle drei Teams ex aequo zu bewerten und dem BFE für eine Förderung als P&D-Projekt zu empfehlen:

**Team 4, Contraco AG, Mettmenstetten**

**Team 7, Häring & Co. AG, Pratteln**

**Team 9, Berner FH, Schweiz. Hochschule für Holzwirtschaft, Biel**

## 5 Erkenntnisse

Die hinterlüftete Fassade sieht sich einer wachsenden Konkurrenz mit zunehmendem Verdrängungsdruck von Seiten der Kompakt- und der Glasfassade gegenüber. Trotz der angespannten Marktsituation meldeten sich 10 Teams mit 41 Firmen für diesen Wettbewerb und demonstrierten den Innovationswillen der Branche. Das grosse Engagement der hochkarätigen Teams mit Know-how aus den Bereichen Unterkonstruktion, Befestigung, Dämmtechnik, Abdeckung und Engineering bekräftigte die Wettbewerbsinitianten in ihrer Ansicht, dass die traditionelle und bewährte Konstruktion der hinterlüfteten Fassade Verbesserungspotential aufweist.

Der Wettbewerb brachte eine Reihe von Erkenntnissen und Tendenzen, die für die Entwicklung neuer hinterlüfteter Fassadensysteme wegweisend sind und diesem Markt neue Impulse vermitteln. Aus den Konstruktionsvorschlägen der zehn Teams geht hervor, dass es eine Reihe von materialtechnischen, geometrischen und konstruktiven Ansatzpunkten gibt, um Wärmebrücken bei hinterlüfteten Fassaden zu minimieren:

- Für die schlank gehaltenen Tragkonstruktionen wurden Materialien gewählt, die eine geringe Wärmeleitfähigkeit und gleichwohl hohe Festigkeit aufweisen: Edelstahl, Glasfaserverstärkte Kunststoffe, Kohlefaserselemente, verleimte Holzplatten und -formstücke.
- Innerhalb der Tragkonstruktion wurden thermische Trennelemente eingesetzt: Kunststoffeinlagen und –Zwischenstücke, insbesondere auch um die Wärmeaufnahme aus der Tragwand bzw. die Wärmeabgabe an die Außenluft über die Fassadenplatten zu verringern.
- Innerhalb der Konstruktion wurden die Tragelemente geometrisch optimiert, um mit möglichst wenig Material die Ausladung zu bewältigen: Zugbelastete Streben zur Entlastung von Konsolen oder Bolzen.
- Mit weniger, dafür stärkeren Verankerungen in der Wand wurde eine Reduktion der Anzahl Wärmebrücken erreicht. Diese konnten dafür mit mehr Aufwand optimiert werden.
- In einem Fall wurde ganz auf eine mechanische Befestigung verzichtet: Die Fassade konnte in eine genügend tragfähige Wärmedämmenschicht befestigt werden.
- Eine weitere Strategie bestand im Vermeiden von Durchdringungen. Dabei wurde die vorgestellte Fassade am Vordach oder auf separatem Sockel befestigt.
- Zwei Vorschläge nahmen sich grossflächige, teilweise oder ganz vorfabrizierte Fassadenelemente zum Thema und minimierten auf diese Art die Anzahl der Wärmebrücken.

Die Umsetzung der drei ausgezeichneten Konstruktionsvorschläge wird durch Pilot- und Demonstrationsprojekte des Bundes gefördert. Damit soll eine Weiterentwicklung ermöglicht und eine beschleunigte Markteinführung ausgelöst werden. Die Mobilisierung von Nachahmprojekten ist ein weiterer, beabsichtigter Effekt.

Alle Teams konzentrierten sich mit ihren Vorschlägen – durchaus den Intentionen der Auftraggeber entsprechend – auf die Optimierung der traditionellen und bewährten hinterlüfteten Fassadenkonstruktion. Neue, am Markt erhältliche Dämmtechniken, wie beispielsweise die transparente Wärmedämmung, wurden in keinem Vorschlag thematisiert. Auch aktive Systeme, wie Absorber-, Fotovoltaik- oder Kollektorintegration, wurden keine vorgeschlagen. Ebenfalls keine Erwähnung fanden neue Dämmtechniken wie z.B. Superdämmung mit Vakuumpanelen.

Dieser Schlussbericht wurde am 30. Januar 2001 durch die Mitglieder der Jury genehmigt.

Armin Binz (Vorsitz)  
Peter Hofer  
Hans-Peter Nützi  
Paul Schneiter  
Mark Zimmermann

## 6 Beschrieb der Projekte

### Team 1 Architekturbüro Peter Dransfeld, Ermatingen

Steiner Jucker Blumer Ing. Büro, Herisau

Blumer Elementtechnik AG, Gossau SG

Stadlin Bautechnologie, Buchs SG

#### **Verbesserte Holzunterkonstruktion. Gekreuztes Lattensystem mit Konsole anstelle eines durchgehenden wandseitigen Profils.**

Der Konstruktionsvorschlag entwickelt die gängige Unterkonstruktion „Kreuzlattung“ weiter, wirkt seriös, solide und machbar. Das Kernstück des Projekts ist eine Schichtholzkonsole, die als Meterware mit regelmässigen Bohrungen vorbereitet und in Stücken von 50 Zentimetern Länge ins Mauerwerk gedübelt wird. Durch die punktuelle Wärmebrücke wird der Volumenanteil des Holzes in der Dämmebene vermindert, was einer Verbesserung des Wärmeschutzes gleichkommt. Ein besonderes Augenmerk muss auf die Detailausbildung gelegt werden (Storenkasten, Fenster etc.). Das vorgeschlagene System mit der Schichtholzkonsole ist universell einsetzbar. Es fehlt ein Hinweise auf die Schiftebene. Wegen Bauchungsgefahr muss die Rückhaltung der äusseren Platte gut gelöst werden.

Durch die vielen notwendigen Arbeitsgänge, z.B. aufwendige Bearbeitung der Dämmplatten im Bereich der Konsolen, wird nicht mit einer Kosteneinsparung gegenüber einer Kreuzlattung gerechnet. Die Stärke des Vorschlages liegt sicher darin, dass das System sofort umsetzbar ist und von Fassadenbauern wie auch von Handwerkern realisiert werden kann.

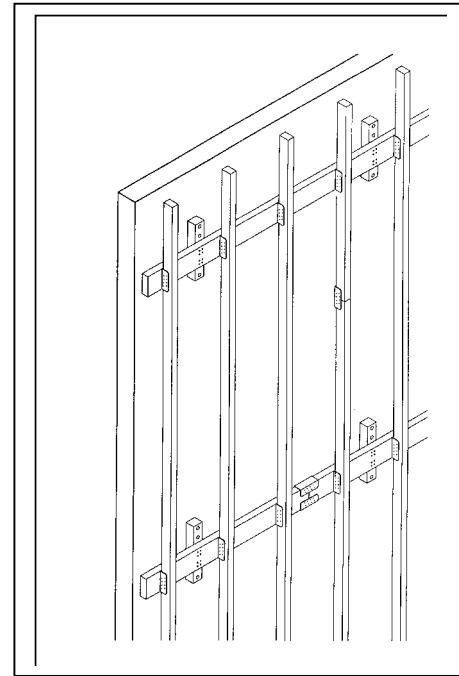


Abb. 1 Isometrie Unterkonstruktion

**Team 2 Architekturbüro Dietrich Schwarz, Domat/Ems**

Ing.-Büro Conzett Bronzini Gartmann AG, Chur

Isofloc' AG, St. Gallen

**Selbsttragendes Elementsystem mit Befestigung in neu entwickelten GFK-Profilschuhen.**

Bei den als Rippenkonstruktionen ausgeführten Fassadenelementen dient die äussere Platte als Aussteifung und Wetterschutz. Die vorgefertigten, geschossenen und zellulosegefüllten Elemente werden durch neuartige GFK-Profilschuhe gehalten. Es handelt sich bei dieser Konstruktion nicht um eine hinterlüftete Fassade im klassischen Sinne. Leider fehlt eine Ansicht. Die Details kommen mutig daher und werfen Fragen auf. Kann am Rand Feuchtigkeit eindringen? Sind zwei oder mehrere Profilschuhe pro Element vorgesehen? Wie breit sind die Elemente? Wie wird das Element beim Schrägdach gehalten? Wie lässt sich ein Sonnenschutz einbauen? Was passiert im Schiftspalt? Ist die Luftpumpe wirklich fugenlos realisierbar?

Die Dimensionen der neu entwickelten GFK-Profilschuhe wirken knapp und scheinen eher für Stahl gedacht. Das System eignet sich für Neubauten und verlangt nach einer sehr präzisen Vorbereitung/Vermessung der Fassade. Sanierungen müssen einen Betonuntergrund für die Befestigung der Profilschuhe aufweisen.

Das System weist noch einen Entwicklungsbedarf auf, enthält interessante und verfolgenswerte Ideen und schlägt die Brücke zur zweifellos interessanten Frage der Vorfabrikation im Betrieb.

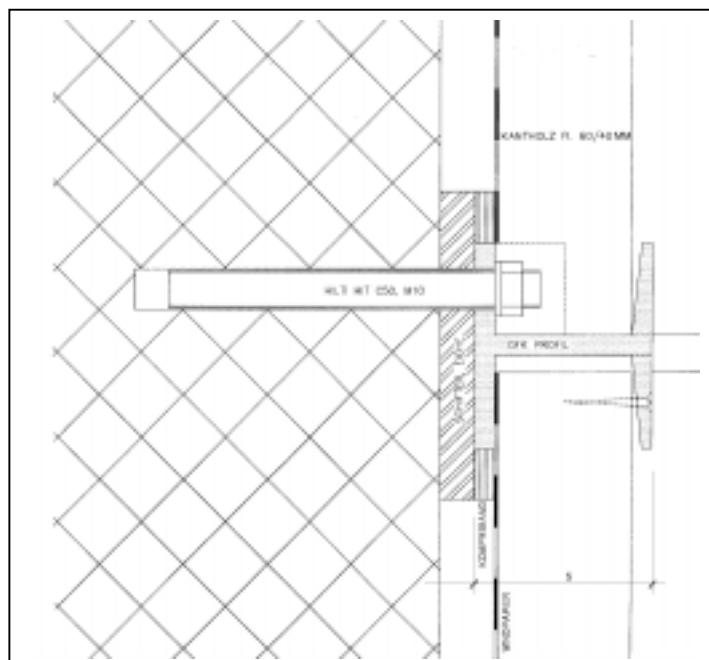


Abb. 2 Schnitt GFK-Profil

**Team 3 Ingenieur-Büro Klaus Hinz, Leibstadt**

BBR Systems Ltd., Schwerzenbach

COMETEC-Bausysteme GmbH, D-Wuppertal

Materialtechnik am Bau, Dr. Ph. Rück, Lenzburg

MOBATEC AG, Otelfingen

K. Studer AG, Frick

**Vorschläge für Mittelschwerfassaden und High-Tech-Ideenskizze in KohlefaserTechnik**

Das Team wartet mit einer ganzen Reihe von Ideen und Lösungsansätzen auf. Aufgrund der extrem schlechten Wärmebrückensituation bei Mittelschwer- bis Schwerfassaden sind diese Verbesserungsvorschläge willkommen und wichtig. Es ist zu hoffen, dass Systemhalter von thermisch schlechten Konstruktionen diese Anregungen und Verbesserungen aufgreifen und umsetzen.

Die Darstellungen beschränken sich auf die Konsolen und zeigen weder Perimeterlösungen, noch Ansichten oder Detailanschlüsse.

Der innovative Wurf unter den Konstruktionsvorschlägen stellt eine Schaumglaskonsole mit Kohlefaserumwicklung dar. Das Umwicklungsgewebe wird entlang den Kraftlinien auf die Konsole befestigt und kraftschlüssig vergossen. Der Befestigungsdorn besteht ebenfalls aus KohlefaserTechnik. Der Vorschlag weist noch ungelöste Probleme und Fragen auf (z.B. Befestigung des Dorns, Material und Eigenschaften des Vergießmediums u.a.).



Abb. 3 Modell Schaumglaskonsole

**Team 4 Contraco AG, Mettmenstetten**

Sarna-Granol AG, Sarnen

Pittsburgh Corning (Schweiz) AG, Rotkreuz

Architektur und Bauphysik R. Gartner, Wettingen

J. Isele, Fachberater VHF, Weggis

Hilti AG, Schaan FL

**Zur Förderung  
als P+D-Projekt  
empfohlen.**

**Neuartige Konstruktion für Schaumglasfassaden. Hinterlüftete Fassade ohne Durchdringungen.**

Schaumglas weist eine genügend hohe Festigkeit auf, um die Last von leichteren hinterlüfteten Fassaden über die auf die Wand geklebte Dämmenschicht übertragen zu können. Team 4 hat daher ein System entwickelt, welches aus zwei Lagen auf die Wand geklebter Schaumglasplatten besteht. Die äusseren Schaumglasplatten sind mit einem Metall-U-Profil versehen. In dieses Metallprofil werden handelsübliche Unterkonstruktionen befestigt und mit leichten bis mittelschweren Bekleidungen in Klein-, Mittel- oder Grossformat versehen.

Der Vorschlag erschien der Jury weitgehend entwickelt und marktreif. Mit der ausschliesslich auf Verklebung beruhenden Befestigung geht das Team neue Wege bezüglich hinterlüfteter Fassaden, die sowohl bautechnisch wie ökonomisch interessante Aspekte aufweisen. Es ist denkbar, dass auch auf der Basis anderer Dämmstoffe analoge Konstruktionen folgen. Dank der rationellen Verklebungstechnik dürfte es möglich sein, die relativ hohen Materialkosten von Schaumglas zumindest teilweise zu kompensieren.

Die bekannten Kritikpunkte und Einschränkungen von Schaumglas, wie relativ hohe Wärmeleitung, hoher Bedarf an grauer Energie und begrenzter Formbarkeit (z.B. Rundungen), bleiben bestehen. Sie wurden von der Jury aber den positiven Aspekten untergeordnet.

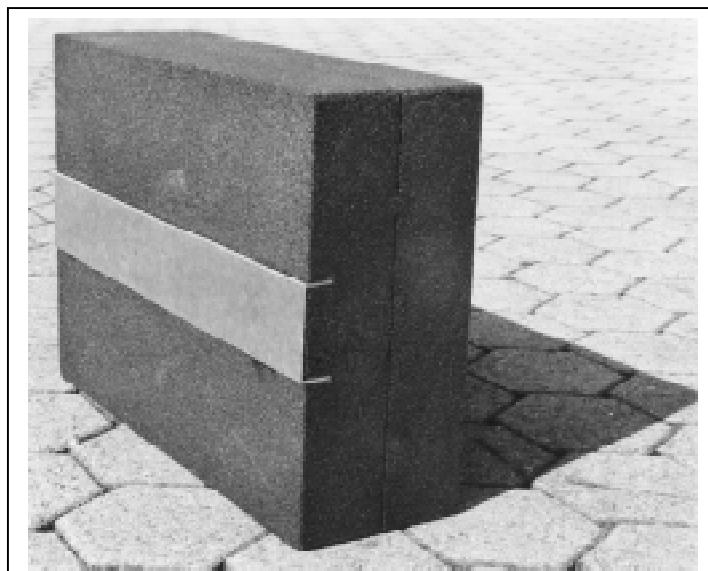


Abb. 4 Modell Foamglas®-plus

**Team 5 Architekturbüro Hans D. Halter, Windisch**  
Makiol & Wiederkehr, Beinwil am See

**Vorgestellte Fassadenkonstruktion aus Holzprofilen mit Rückhaltebügeln aus Kunststoff.**

Kunststoffrückhaltebügel verbinden als schiftungsfähiges Bauteil die Tragwand mit vertikalen, auf einer Konsole oder einem Fundament aufliegenden Holzlatten. Die Wärmedämmung wird in zwei Lagen eingebracht, wobei die äussere Lage von sog. Platzhalterlatten gesichert wird. Für diese filigrane, ausgereifte Lösung sind viele Arbeitsschritte und ein Betonstreifenfundament oder eine Konsolenkonstruktion nötig.

Aufwändig erscheint das Befestigen der Dämmstoffplatten um die Rückhaltebügel herum. Die Rückhaltebügel können nur beschränkt mechanisch belastet werden. Das System ist eventuell überbestimmt, steht es doch unten auf und ist im Bügel starr verschraubt.

Der Wärmeschutz ist prinzipiell gut gelöst, breit anwendbar, mit einigen durchdachten Details. Wegen den vielen Arbeitsschritten stellt dieses System vermutlich keine besonders günstige Lösung dar.

Die Rückhaltebügel in PMMA (Plexi) sind für eine Aussenbauanwendung noch nicht am Markt erhältlich. Eine Weiterentwicklung sollte insbesondere das Temperaturverhalten von PMMA untersuchen.

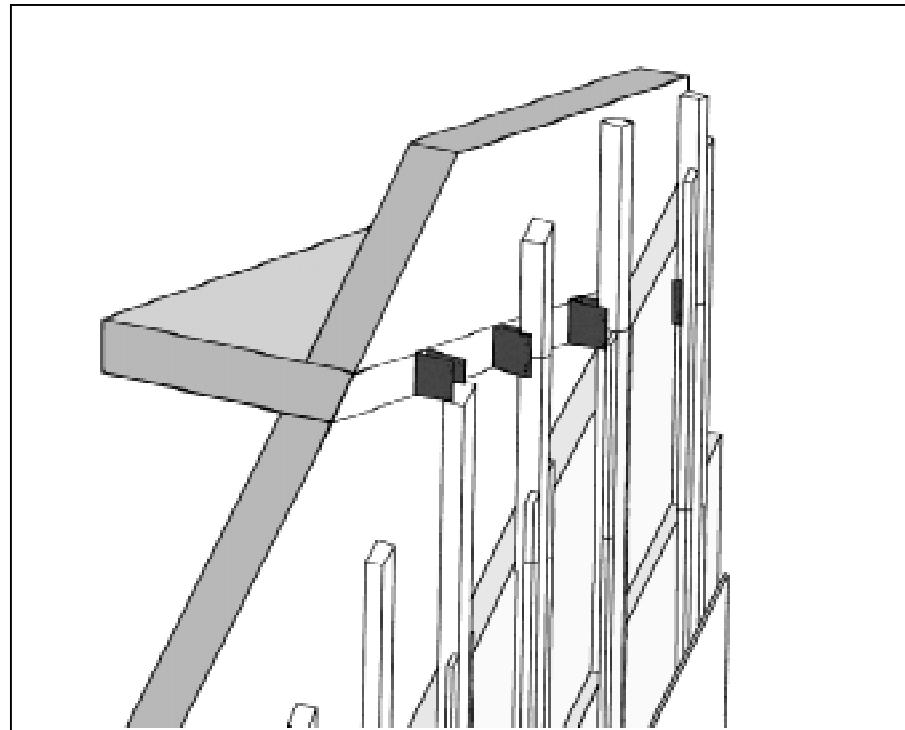


Abb. 5 Isometrie Fassadenkonstruktion

**Team 6 BKW-FMB Energie AG, Bern**

Ramseier Fassadenbau AG, Bern

Sager AG, Dürrenäsch

**System aus gekreuzt angeordnetem Metall- und Kunststoffprofil (GFK).**

Auf das wandseitig befestigte Metallprofil wird ein gleichgeformtes GFK-Profil geschraubt. Die Profilzwischenräume werden mit Dämmmaterial ausgekleidet. Technisch ist dies eine funktionelle Lösung mit interessantem Ansatz. Die Wärmeleitfähigkeit von GFK ist etwa 40 Prozent tiefer als bei Holz. Die gewählte Kombination GFK- mit Metallprofil stellt wärm 技术isch jedoch nur eine relativ geringfügige Verbesserung gegenüber einer Kreuzlattung in Holz dar. Es könnten allenfalls auch beide Kreuzprofile aus GFK gewählt werden, um den Effekt noch etwas zu verbessern.

Der Konstruktionsvorschlag stellt eine machbare Lösung für einen guten, konsequenten Wärmeschutz dar.

Die Kosten sind mit herkömmlichen Systemen vergleichbar, sofern die GFK-Profile ab Stange erhältlich sind.

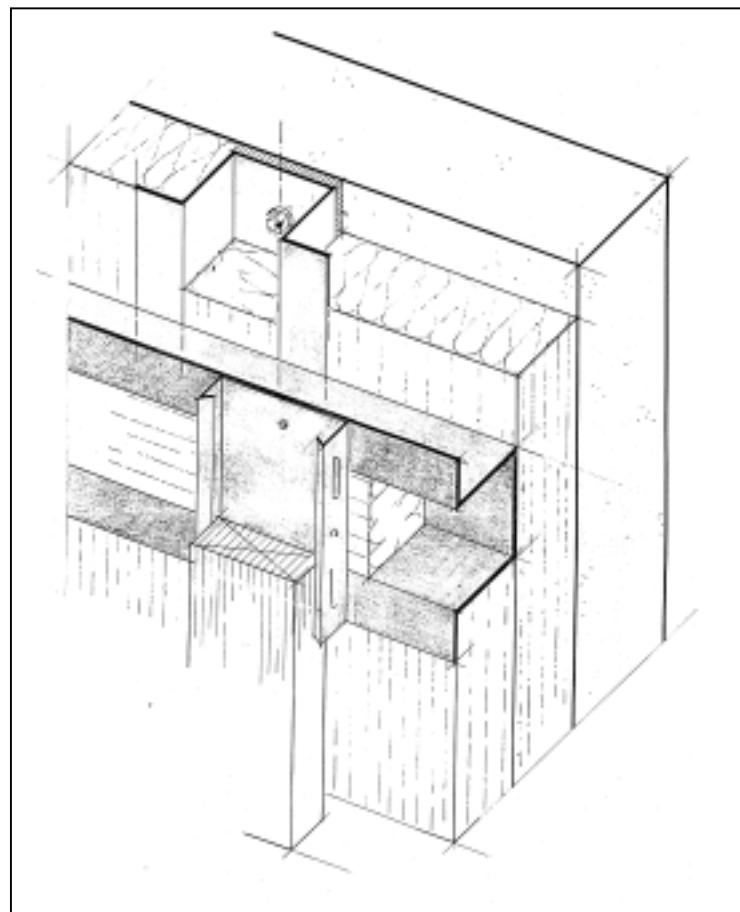


Abb. 6 Isometrie Unterkonstruktion

**Team 7 Häring & Co. AG, Pratteln**

Emmer Pfenninger Partner AG, Münchenstein

Isover AG, Niederhasli

Eternit AG, Niederurnern

SFS Stalder AG, Heerbrugg

**Zur Förderung  
als P+D-Projekt  
empfohlen.**

**Neuentwickelter Edelstahlanker. Wenige Durchdringungen und raffinierte Justierungsmöglichkeiten.**

Die Kernidee dieses Teams steckt in einem neu entwickelten Anker aus Edelstahl. Ein Metallschuh auf der Außenseite des Ankers erlaubt die Montage einer Holzlatte, welche die Dämmung zurückhält. Zwischen die Latten kann eine weitere Dämmschicht montiert werden. Das Ausgleichen von Unregelmäßigkeiten gelingt durch ein ausgeklügeltes Schraubhülsensystem. Der Anker selbst ist aus CNS, Wärmeleitfähigkeit  $15 \text{ W/m}^2\text{K}$ , gegenüber  $200 \text{ W/m}^2\text{K}$  bei Aluminium oder  $60 \text{ W/m}^2\text{K}$  bei Stahl und ist relativ stark dimensioniert, so dass bei 20 cm Dämmdicke nur ca. 1.5 Anker pro Quadratmeter nötig sind. Zusätzlich übernimmt eine nach Bedarf eingesetzte, zugbelastete Strebe Vertikalkräfte auf und sorgt so für die Entlastung der Anker.

Das System ist universell anwendbar, kann je nach Stückzahlen zu interessanten Kosten hergestellt werden, verfügt über einen sehr guten technischen Reifegrad, enthält keine Verbundstoffe und ist zu 100% recyklierbar.



Abb. 7 Detail Anker mit Strebe

**Team 8 Atelier d'architecture C. Lorenz & F. Musso, Sion**

Naef Energietechnik, Zürich

Acomet, Monthey

Bitz & Savoye SA, Sion

**Vorschläge für Mittelschwerfassaden: Verbesserte Konsole und vorgespannte Wärmedämmung.**

Im Zentrum des Lösungsvorschlags von Team 8 stehen Verbesserungsvorschläge für eine bestehende Fassade. Zum einen wird eine Alukonsole durch eine Konsole aus Edelstahl ersetzt und die wärmedämmende Unterlagsplatte verbessert (Materialwechsel und dickere Dimension). Eine andere Verbesserung befasst sich mit der Idee, ein Metallprofil direkt auf den Mineralfaserdämmstoff zu schrauben und diesen damit vorzuspannen.

Die gezeigten Ideen sind interessant und wegen der extrem schlechten Wärmebrückensituation bei Mittelschwer- bis Schwerfassaden auch willkommen und wichtig. Es ist zu hoffen, dass Systemhalter von thermisch schlechten Konstruktionen diese Anregungen und Verbesserungen aufgreifen und umsetzen. Die Darstellungen beschränken sich leider auf die Konsolen bzw. das Detail der vorgespannten Wärmedämmung und zeigen weder Perimeterlösungen, noch Ansichten oder Detailanschlüsse.

Fraglos wird der Wärmeschutz mit der Anwendung dieser Lösungsvorschläge deutlich verbessert. Die Systemkosten der Konsolenvariante werden verteuft, für einen Entscheid mit Jahrzehntelanger Gültigkeit sind diesbezügliche Kosten/Nutzen-Überlegungen sicher angebracht. Die Kosten für die vorgespannte Variante fallen tendenziell tiefer aus, müssen aber im Rahmen einer technischen Weiterentwicklung noch genauer erhoben werden.

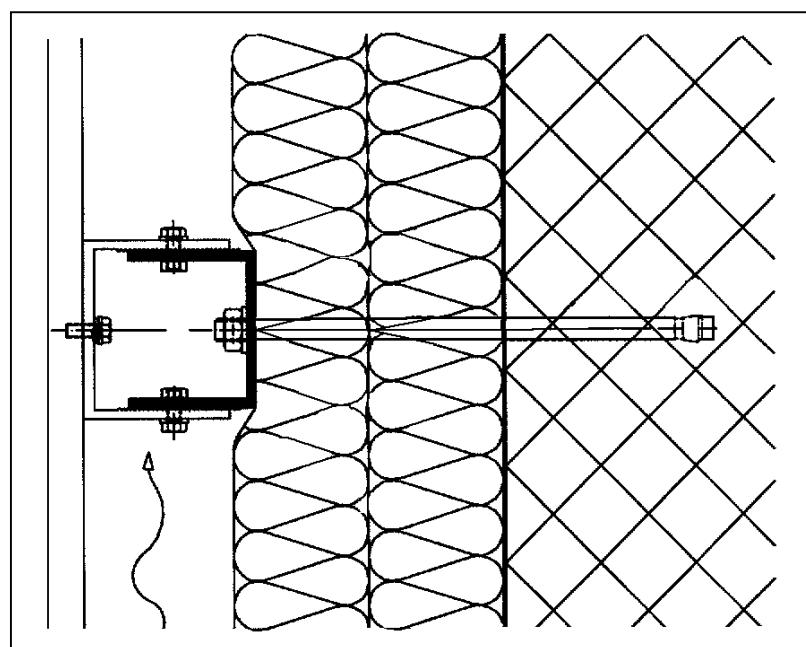


Abb. 8 Horizontalschnitt vorgespannte Wärmedämmung

**Team 9 Berner Fachhochschule / SH-Holz, Biel**

Mungo Befestigungstechnik AG, Olten

W. Schär Holzbau AG, Grossdietwil

Timbatec Ing.-Büro für Holzbau, Steffisburg

**Zur Förderung  
als P+D-Projekt  
empfohlen.**

**Sperrholzunterkonstruktion aus verleimten Winkelprofilen. Mit drei Profiltypen können alle Anschlüsse konstruiert werden.**

Bei diesem Projekt wurden winkelförmige, 60 Zentimeter lange Sperrholzelemente in der Form von L- oder Z-Winkel entwickelt. Die vertikale Anordnung dieser Elemente führt zu einer guten Kraftübertragung von Fassadenverkleidung zur Mauer. Die Befestigung erfolgt pro Element mit mindestens zwei herkömmlichen Fassadendübeln. Die äussere Lattung wird mit Senkkopfschrauben auf das Sperrholzbauteil befestigt. Die Dämmung wird mit Kunststoff-Fallschirmschraubendübeln gegen Windsog und Abrutschen gesichert.

Der Vorschlag stellt eine konsequente, schlanke, vollständig in Holz gehaltene, widerstandsfähige und breit einsetzbare Unterkonstruktion mit geringem Wärmeleitquerschnitt und guter Übertragung von Kräften dar. Bauphysikalisch und baustatisch ist dies eine ansprechende Lösung mit optimiertem Materialeinsatz, interessanten Materialkosten und im Vergleich mit anderen Systemen kurzer Montagezeit.

Die Sperrholzelemente müssen in Bezug auf die Festigkeit und die Langzeitstabilität geprüft werden. Bis zur industriellen Herstellung ist noch Entwicklungsarbeit nötig.

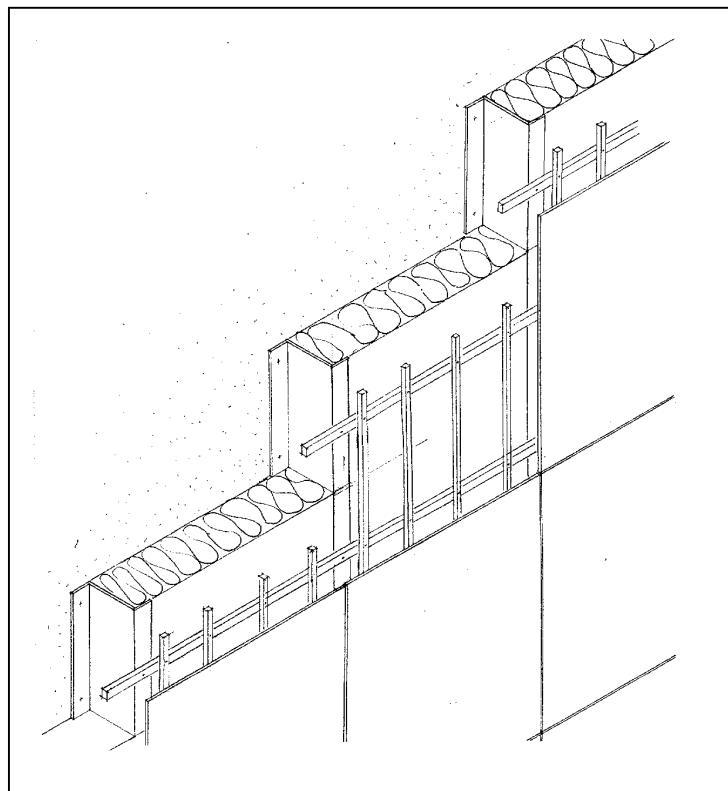


Abb. 9 Isometrie Fassadenkonstruktion mit Z-Profilen

**Team 10 Basler & Hofmann, Zürich**

Pius Schuler AG, Rothenthurm

Hilti AG, Schaan

Gadola Fassaden AG, Oetwil am See

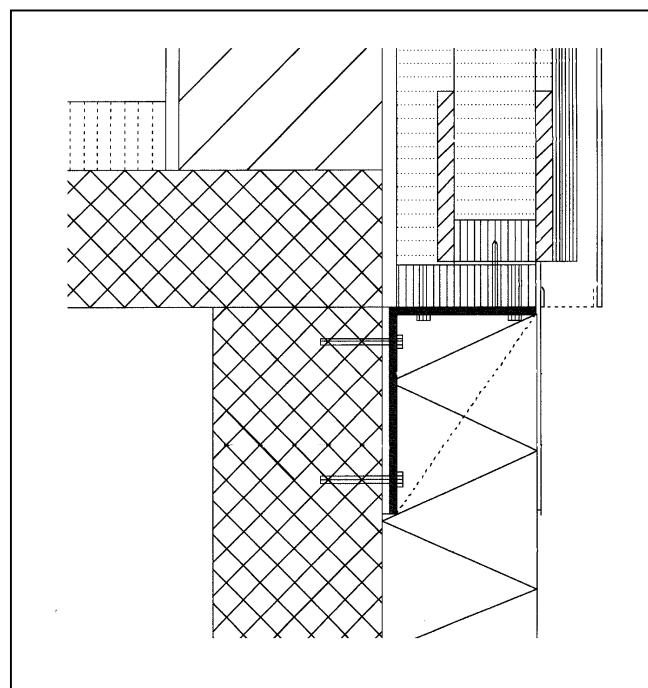
**Vorfabriziertes, selbstragendes Fassadenelement. Zellulosewärmédämmung wird vor Ort eingeblasen.**

Ein vorfabriziertes Holzgerüst aus Brettschichtholz, mit bereits ausgesparten Fenster- und Türöffnungen, wird - mit 60 mm Toleranz-/Wärmedämmeschicht - auf Konsolen an die Tragwand gestellt und mit einer äusseren Platte an Ort geschlossen. Dazu wird lediglich eine Konsole pro fünf Quadratmeter benötigt. Die so entstandenen Kammern werden mit Zelluloseflocken ausgeblasen. Die ein- bis zweigeschossigen Elemente eignen sich für Neubauten und verlangen nach einer sehr präzisen Vorbereitung/Vermessung der Fassade. Das Gebäude muss einen Betonuntergrund für die Befestigung der Konsolen aufweisen.

Wie bei Team 2 handelt es sich bei dieser Konstruktion nicht um eine hinterlüftete Fassade im klassischen Sinne. Einige Fragen tauchen auf: Wie ist die Luftdichtigkeit gelöst? Wie soll der Storenkasten gedämmt werden? Wie funktioniert das Ausblasen von luftdichten Zellen?

Ein interessanter Ansatz ist, die Zahl der Befestigungen stark zu reduzieren und die massiven Konsolen möglichst an ungeheizten Gebäudeteilen zu befestigen.

Das System kann nur von einer spezialisierten Firma mit entsprechender Infrastruktur hergestellt und montiert werden. Einerseits werden vorgefertigte Teile eingesetzt, andererseits muss noch viel Arbeit auf der Baustelle erledigt werden.



Wettbewerb „Hinterlüftete Fassaden“

Abb. 10 Schnitt Konsole und Elementfuss