

# Experimentelles Bauen: Nullenergie-Stadt

**Fassadenerneuerung im Bestand: Ein altes Kasernengelände in Bad Aibling wird gerade unter Nutzung der vorhandenen Bausubstanz zu einem modernen Wohnviertel umgebaut. Der Bauherr verfolgt das Ziel, bei der Umwidmung von der Kaserne zum Wohnviertel eine „Nullenergie-Stadt“ zu entwickeln. Lesen Sie mehr über die weitgehende Vorfertigung der Holzbau-Fassaden, mit Wand-Zwischen-Heizung**



**Bild 1** Die Soldatenunterkunft, ehemals Nachkriegskaserne der US Army, vor dem Umbau zur „Nullenergie-Stadt“ und die vorgefertigten Holzfassaden mit „Wandzwischenbeheizung“ die binnen weniger Tage montiert waren. Die Erprobung des neuen Energieeffizienzansatzes kann bald beginnen.



Alle Bilder: Huber & Sohn/Bachmehring

Als erste Wohnbau-Maßnahme nahmen die Beteiligten eine L-förmige Soldatenunterkunft mit Schenkellängen von 62 und 49 m sowie 14 m Gebäudebreite in Angriff. In den sechziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts erbaut, war die Bausubstanz technisch intakt und nutzbar. Den Umbau bestimmen die Fassaden sehr wesentlich. Zum einen war die Befensterung für den neuen Nutzungszweck ungeeignet, zum anderen wollten die energetischen Zielsetzungen erreicht werden. Probleme aus Grenzabständen und Ähnlichem gab es nicht, so dass nach außen großzügig aufgebaut werden konnte. Der bis dahin ungenutzte Dachraum über den zwei Vollgeschossen sollte durch großformatige Dachgauben für Wohnzwecke erschlossen werden. Der Mut des Bauherrn zu neuartigem Bauen beflügelte auch die Bereitschaft der am Bau Beteiligten, ihrerseits mehr einzubringen als üblich.

## Das muss man probieren, sonst erfährt man es nie ...

... war wohl im Tenor die frische Antwort des Investors auf eine Idee des Haustechnik-

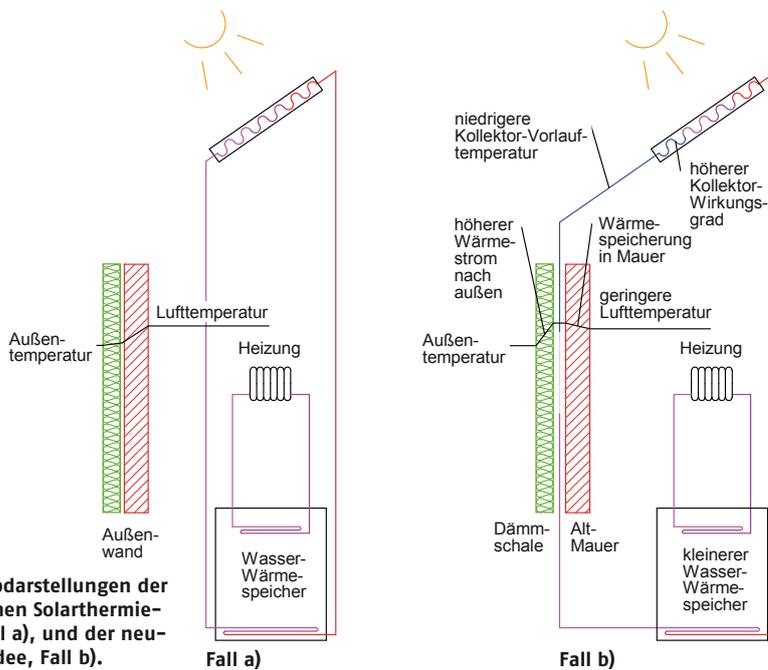
und Gebäudeenergieplaners Pewo Energietechnik. Eine neue Entwurfsüberlegung zur Energieplanung wurde in den schon laufenden Planungsprozess eingebracht. Sie geht von einer großflächigen Ausstattung mit thermischen Solarkollektoren aus. Damit steht Wärme reichlich zur Verfügung. Von den Gebäudeenergieplanern wurde nun die Idee geboren, die alten Mauerwerksaußenwände als Speichermasse zu nutzen. Eine Beheizung der Grenzschicht zwischen alten Mauerwerksaußenwänden und neuem, äußerem, hochwärmedämmendem Fassadenaufbau, so die Überlegung, hätte folgende Vorteile:

- angenehmes Raumklima durch eine Wandoberflächentemperatur etwa gleich hoch wie oder etwas höher als die Innenlufttemperatur (kein Wärmestrom vom menschlichen Körper zur Wand durch Wärmestrahlung, sondern eher etwas umgekehrt) und damit niedrige Innenluft-Wohlfühltemperatur (geringer Innenheizwärmebedarf),
- Nutzung des Mauerwerks als Latentwärmespeicher mit großem Speichervermögen

und damit Ergänzung der Wasserwärmespeicherung,

- Effizienzverbesserung der Sonnenkollektorstatorwärmegewinnung durch höhere Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf des Wärmeträgers.

In *Bild 2* ist das übliche Prinzip solarer Wärmegewinnung neben das der quasi Solar-Niedrigsttemperatur-Wandstrahlungsheizung mit Speicherfunktion gestellt. Die Lage der „Wandzwischenheizung“ sowie deren Temperatur vergrößert natürlich die Wärmeverluste nach draußen, weil deren Wärme sowohl stärker nach außen strömt, als wenn sie innen eingebracht würde, als auch nach innen durch die Altwand gedämmt „hineinheizt“. Diese Verluste werden zum Teil kompensiert durch die Erhöhung des Kollektorstatorwirkungsgrades und durch den geringeren Wärmebedarf an Innenheizung. Dennoch ist absolut betrachtet die Wärmebilanz ohne Berücksichtigung des Wärmespeichereffektes der Außenwandmassen zwangsläufig schlechter als bei einem konventionellen Konzept. Entscheidend wird am Ende das durch das neu-



**Bild 2 Prinzipdarstellungen der herkömmlichen Solarthermienutzung, Fall a), und der neuen Konzeptidee, Fall b).**

artige Konzept gewonnene Speichervermögen und der höhere Wärmekomfort sein. Simulationsberechnungen können nur Orientierung geben, weil die instationären Effekte sowie die Einflüsse von Wärmestrahlung, Wärmeindringung, Wärmeabgabe noch nicht genau genug für ein ganzes Bauwerk über einen längeren Zeitraum hinweg wirklichkeitsnah simuliert werden können.

Dr. Böhm, Vertreter der Bauherrngesellschaft an maßgeblicher Stelle, fand den innovativen Vorschlag erfolgversprechend. Der experimentelle Charakter ist ihm wohl bewusst, aber die Plausibilität des Vorschlags schien ihm wert, den Feldversuch zu wagen. Die Entscheidung fiel, so wird berichtet, zwar überlegt, aber dennoch ziemlich „hemdsärmelig“ in der schon fortgeschrittenen Planungsphase. Gesamtheitlich wird das Projekt „Nullenergie-Stadt“ wissenschaftlich begleitet wird. Erkenntnisse aus den Felderprobungen können so objektiv gewonnen und allgemein zugänglich gemacht werden.

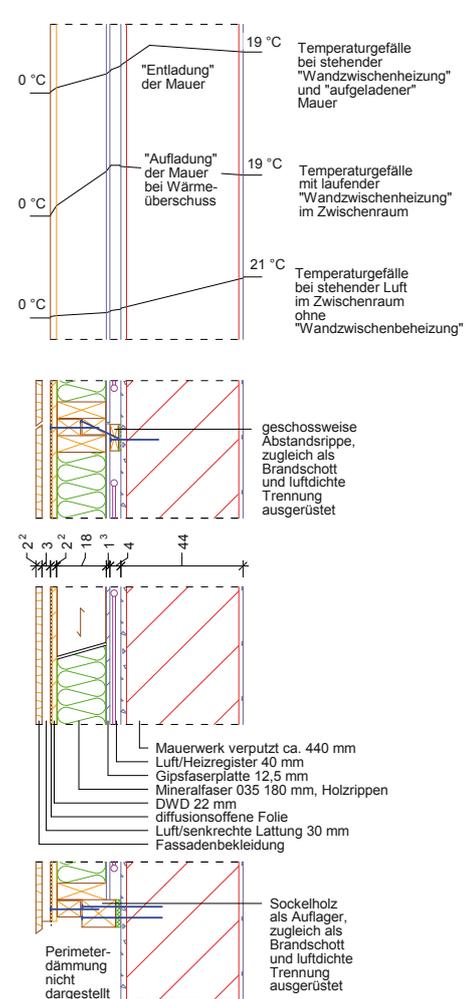
### Fassadenplanung: Ohne zuverlässige Maße keine Vorfertigung!

Die Prämisse für eine hölzerne Fassadenkonstruktion war seitens des Bauherrn von vornherein gesetzt. Die weiteren Betrachtungen dieses Beitrags konzentrieren sich auf diese Holzbaufassade. Bild 3 zeigt letztendlich den gewählten Grundaufbau. Die Baubsubstanz war – wie bei Nachkriegskasernen der US-Army häufig festzustellen – sehr solide, intakt und problemlos für den Umbau geeignet. Von Seiten der neuen Architektur

war vorgegeben, dass die Befensterung auf der Südseite im Bereich des Außenwandmauerwerks wesentlich vergrößert wurde. Dies geschah durchgängig mittels Fenstertüren mit den Vorteilen nur geringer Abfangungsmaßnahmen und der Option vor die sogenannten „französischen Balkone“ späterhin „richtige Balkone“ stellen zu können. Zur Erschließung der Balkone braucht man dann nur das Geländer vor der Fenstertüre abzuschrauben. Auch auf den der Sonne abgewandten Seiten gab es einige Befensterungsveränderungen auf Grund des völlig veränderten Raumprogramms.

Das breit aufgestellte holzwirtschaftliche Unternehmen Huber & Sohn – von Fensterbau über Holzhaus- und Ingenieurholzbau bis Spezialbetonschalungsbau – wurde um Entwicklung eines Konstruktionsvorschlags ersucht. Schon die erste Baustellenbesichtigung ergab per Augenschein, dass die Außenwände des Mannschaftsquartiers – für die Nachkriegszeit üblich – extrem uneben waren. Um Wirtschaftlichkeit zu erreichen, wurde dennoch an dem Vorsatz festgehalten, die Fassaden weitestgehend als Holztafeln werkseitig vorzufertigen. Die Unebenheit der Bestandsaußenwand ergab zwangsläufig Hohlräume zwischen neuer, akkurat ebener Holzkonstruktion und der „Altwand“. Daraus entwickelte sich die Idee der „Wandzwischenheizung“.

Erste Voraussetzung für die weitgehende Vorfertigung der Fassaden war ein präzises Aufmaß des Bauzustandes, auf welchen diese aufzusetzen waren. In komplizierten Aufmaßen schon sehr gut erfahren, wurde hier von Hu-



**Bild 3 Wandaufbau und darüber aufgetragen die Temperaturgefälle für die Fälle a) und b) nach Bild 2.**

ber & Sohn nach neuen Wegen gesucht. Die Vermessungsdaten des Ist-Zustandes sollten ausreichend genau sein und möglichst unaufwändig in die Werkplanung der Holzfassaden übernommen werden können. Man fand orientierenden Rat bei der TU-München. Nach Abwägung der vermessungstechnischen Möglichkeiten, Kosten und Prüfung der EDV-Schnittstellen-Transfer-Möglichkeiten von der Vermessungssoftware in das Planungs-CAD (AutoCad), entschied man sich für die tachymetrische Vermessung. Das Verfahren ist mittlerweile „gängig“. Es bildet die mit Laser angezielten Punkte in der Fassadenansicht in hoher Genauigkeit ab. Die hier auch wesentliche Frage nach der Ebenheit der Altbauwand wurde durch eine Diplomarbeit an der FH Rosenheim beantwortet.

Die erste Erfahrung von Huber & Sohn mit der Tachymetrie-Aufnahme war bezüglich Kosten und Genauigkeit sehr zufriedenstellend. Von dem beauftragten Vermesser wurden Zeichnungsdateien (dwg) geliefert, die ohne Weiteres mit AutoCAD in der Arbeitsvorbereitung nutzbar waren. Die aus Skepsis vorge-



**Bild 4 Die Fertigung unterschied sich durch nichts, außer die Heizregister und die Distanzfutter, vom eingübten Holztafelbau.**



**Bild 5 Um die lineare Textur, die optisch schon kleinste Unstimmigkeiten erkennen lässt, über die Fläche von mehreren Elementen genau hinzubekommen, ist trotz der modernen Fertigungstechnologien das Zusammenlegen immer noch das zuverlässigste Mittel.**



**Bild 6 Auch im Detail Qualität, die Baustellenarbeit mit Einmessen nicht bieten kann: Die Passgenauigkeit der Sägeschnitte ist „Schreinerarbeit“ und auch die Schrauben sitzen planmäßig, nicht nach Augenmaß gesetzt, zudem stören keine „Bleistift-Strichreste“ von Anrissen auf dem Holz.**

nommenen Kontrollmessungen erwiesen sich als überflüssig. Strategisch ungünstig erwies sich, eine Bezugshöhe +/- Null nicht vor der Datenauswertung festgelegt zu haben. Die infolgedessen relativen Maße mussten also noch absolut „festgemacht“ werden. Beim nächsten Mal hat man das gelernt.

### **Detaillierungen: Grenze Altbau**

In der Denkmalpflege würde man es „Werkplanung nach verformungsgerechtem Aufmaß“ nennen, hier war es eher „nach ungenauer Nach-

kriegsbauleistung“, was jedoch keinen Unterschied macht. Die Haupt- und Öffnungsmaße und die Höhen in kleineren Abständen waren in der Ansicht genau bekannt. Die Werkplanung und Arbeitsvorbereitung hatte nun elementweise zu entscheiden, was noch verträglich maßlich „vereinheitlicht“ werden konnte und was Stück für Stück individuell herzurichten war. Der Fassadenaufbau unterscheidet sich nur unwesentlich von einer Holzrahmenbauaußenwand, so dass die Arbeitsvorbereitung in gewohnter Weise vorgenommen wer-

den konnte. Für die „Wandzwischenbeheizung“ hatten die Haustechniker Standard-Heizregister aus Kunststoff, wie sie für Wandstrahlungsheizungen eingeputzt werden, gewählt. Diese wurden in der Werkstatt auf einfachste Weise auf die Rückseiten der Fassadentafeln geklemmt. Die Koppelung der Heizregister von Element zu Element nahm der Installateur im Zuge des Richtens auf der Baustelle vor.

Die Fenster wurden bündig zur Rückseite der Fassadenelemente angeordnet, so dass der Spalt zwischen Element und Altwand bauseits „auf Sicht“ zuverlässig abgedichtet werden konnte. Zunächst hatte Huber & Sohn die Fensterrahmen innen mit Nuten vorgeschlagen sowie mit passenden Innenfuttern angeboten, die man wie – Innenfutter von Wohndachfenstern – hätte einstecken können. Diese baukonstruktiv elegante, jedoch etwas aufwändigere Variante wurde nicht beauftragt. Die auch innenseitige Unebenheit der Altwände spielte hier wohl auch eine Rolle. Die Innenleibungen werden vor Ort handwerklich mit Gipsplatten ausgeführt.

Bauaufsichtlicherseits wurde die geschossweise horizontale Brandschutz-Abschottung des Hinterlüftungsraumes und des „Beheizungsraumes“ der Fassadenbekleidung gefordert. Mit Zustimmung der Bauaufsicht wurde eine eigens ersonnene Abschottung mit Gipsfaserplatten als ausreichend anerkannt. Konstruktiv entschied man sich für horizontale Anbindungen an das Gebäude mit Wechselfalzen an Schwellen und Rähmen der Fassadenelemente. Die Basis für den Aufbau bildet ein

### **Bautafel**

Bauherr  
**B & O Parkgelände GmbH, Bad Aibling**  
 Auftraggeber  
**B & O Wohnungswirtschaft GmbH & Co. KG, München**  
 Architekten und Planer  
**Architekt Oppermann, München und Architekt Schankula, München**  
 Planung Energietechnik  
**Pewo Energietechnik GmbH, Elsterheide**  
 Tragwerksplanung  
**Dipl.-Ing. Haushofer, Markt Schwaben**  
 Brand- und Schallschutzgutachter  
**Ingenieurbüro Lehmann, Flöha**  
 Bauleitung  
**Architekturbüro G. Neumüller, Aying**  
 Holzbau, Fensterbau  
**Huber & Sohn GmbH & Co. KG, Bachmehring**

an die Wand gedübeltes, genau ausgerichtetes „Sockelholz“ das kraftschlüssig und winddicht an den Altbau angebunden wurde. Dieses trägt die gesamte Vertikallast der Fassade. Die Wandkronen der nach oben folgenden Fassadenelemente werden horizontal durch angeübte Rippen gehalten, die gleichzeitig die Großgefache winddicht abschliessen und geschossweise durch zusätzliche Umkleidungen brandschutztechnisch trennen. Bild 3 zeigt das Konstruktionsprinzip. Die die Fälze bildenden Hölzer wurden mittels Schraubpressklebung angebracht, sodass eine dichte Fuge gegeben war.

### Montage im Winter: Kein Problem

Aufgeklebte und verputzte Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) waren hier zwar nicht nachgefragt, aber ein bezüglich der Bauzeit wesentlicher Unterschied zu vorgefertigten Holzfassaden sei erwähnt: WDVS lassen sich bei Frost nicht fachgerecht aufbringen und auch stärkere Regenfälle können die Bauzeit verzögern. Hier konnten die Fassadenelemente im Dezember bei beständigem Frost problemlos binnen weniger Tage gerichtet werden, ein-

**Bild 7 Die Fertigfassaden-Elemente mit rückseitigen Heizreistern inklusive Fenstern bereit zur Montage**



schließlich Befensterung. Die Dächer wurden zuerst insgesamt, also einschließlich der Gaubenwangen und -dächer, fertig auf den neuen Stand gebracht. Wohl militärisch bedingt findet sich in dem bisher ungenutzten Dachgeschoss eine „Sargdeckel“-Betonkonstruktion. Alle Öffnungen wurden mit Betonsägetechnologie sauber herausgetrennt. Geschickter Weise hatten die Planer die Gaubenspiegel als Fortsetzung der Außenschale vorgesehen. Dies spart eine Menge kleinteiliger Arbeiten wie



**Bild 8 Die Messfühler konnten auf Grund der Vorbereitung schon im Planungsprozess integriert werden. Nun darf man auf die Ergebnisse gespannt sein.**

## Fassadenaufbau vertikal oder horizontal: Vor- und Nachteile

### Vertikal

Die Gebäudehöhe – im Bereich der Gauben und Giebel maximal etwas mehr als drei Vollgeschosse – war für die Fertigung von vertikal-streifenweisen Fassadenelementen gut geeignet. Diese Variante bietet die Vorteile, dass:

- nur ein vertikal festes Auflager und wenige horizontale Auflager benötigt werden,
- es nur vertikale Elementfugen gibt,
- die Montage günstig alleine von Hubsteigern aus erfolgen kann.

Die Nachteile sind:

- gute Schalllängsleitung über die Geschossgrenzen hinweg,
- absolute Auswirkung von Formänderungsunterschieden zwischen „Innen-Althaus“ und „neuer Außenschale“ über die gesamte Höhe,
- aufwändige brandschutztechnische Trennung der Geschosse,
- geringere Möglichkeiten zum Ausgleichen von unvermeidbaren Maßtoleranzen.

### Horizontal

Die Variante von horizontal orientierten, geschosshohen Fassadenelementen bietet die Vorteile:

- geschossweise horizontale und zugleich wohnungsweise vertikale, schalltechnische

Trennung der Fassadenelemente unaufwändig möglich,

- brandschutztechnisch unaufwändige Geschoss-Trennfugen,
- geschossweise nur relativierte Formänderungsunterschiede zwischen „Innen-Althaus“ und „neuer Außenschale“,
- bessere Möglichkeiten zum Ausgleich unvermeidbarer Maßtoleranzen.

Die Nachteile dieser Variante sind:

- mehr Befestigungsnotwendigkeiten,
- mehr als die doppelte Länge an Baustellenfugen zwischen den Elementen,
- Montage nur mit Gerüst sinnvoll.

Nach Abwägung all dieser Bedingungen entschied man sich für die konstruktiv und montagetechnisch aufwändigere horizontale Variante, wegen der unaufwändigeren bauphysikalischen Lösungen. In diesem speziellen Falle sprach zudem für diese Wahl, dass vertikale und horizontale Sektionierung einfachere Installationsbedingungen für die „Wandzwischenheizung“ bot und eine höhere Zuverlässigkeit der winddichten Abschottung der Räume zwischen Fassade und Altbau gegen Hinterströmung mit kalter Luft erwarten ließ.

## Verankerung

### Bei ungewissem Untergrund prüfen

Abgeklärt wurden die Befestigungsmöglichkeiten am Altbau. Erfahrungsgemäß können die alten Bestandspläne als nicht zuverlässig eingestuft werden. Die Freilegungen an den neuen oder veränderten Öffnungen ließen zwar Einblick in das Mauerwerk zu, nicht aber dessen Einstufung in bemessungsrelevante Eigenschaften für die Befestigung. Eingebaute Befestigungen der planerisch konkreter werdenden Fassadenelemente waren die bevorzugte Wahl. Zwecks Erhalt belastbarer Bemessungsgrundlagen wurde eine ausreichende Anzahl an Ausziehversuchen an dem Gebäude gemacht, um Planungssicherheit zu erhalten. Die aufzunehmenden Kräfte, nur Eigenlast und Wind, sind nicht sonderlich groß, aber angesichts der angestrebten hohen Verfertigungstiefe stellt jede Befestigung nicht nur einen Baustellenaufwand, sondern auch einen planerischen Aufwand dar. Die festgestellten Kennwerte für eingebaute Spreizdübel-Verankerungen erlaubten die Befestigung durch die Holzrippen hindurch mit normalen, so genannten Fassadendübeln.

Kragarm-Sparrenstiche, Anschluss der Gaubenbrüstung etc. und schafft innen ein Maximum an Raum. Außerdem kann später, genau wie bei den Geschossen darunter ohne weitere Bauaufwände an der Fassade ein Balkon davor gestellt werden. Gestalterisch stellt diese Form der Gaubenspiegel bei dem sehr langen, zuvor eintönig durchlaufenden Gebäude eine willkommene Abwechslung in der Traufansicht dar. Mit der Organisation des äußeren Finish von oben nach unten war auch die Gefahr der Beschädigung der „Fertigfassaden“ durch Dacharbeiten vermieden.

Zum Ansetzen der Fassadenelemente wurden zunächst exakt auf Sollhöhe eingemessene „Sockelhölzer“ exakt nach den Planvorgaben für das Aufsetzen der Erdgeschossteile angedübelt. Die ebenfalls vor der Montage angebrachten, geschossweisen „Abstandsrippen“ wurden in der Vertikalen genau eben zu den „Sockelhölzern“ ausgerichtet, angedübelt. In der Höhe sind kleinere Maßtoleranzen unproblematisch. Nach brandschutztechnischer

Ausrüstung dieser, auch als Schotte wirkenden Abstandskonstruktion wurden die Fassadenelemente aufgesetzt und von von vorne einfachst mit Vollgewindeschrauben festgesetzt. Bei den Flächen mit Verleistungen wurde in die offenen Fugen hinein geschraubt, bei den Flächen mit Mehrschichtplatten wurde die Verschraubung so angeordnet, dass sie in das übrige „Schraubenbild“ passt. Damit sind die tragenden Anschlüsse in der Ansicht nicht erkennbar.

### Die Forscher können jetzt messen

Durch die Einbindung der Forschung in das Projekt konnten von vornherein Messfühler und Verdrahtungen eingeplant werden. Die Fachhochschule Rosenheim wird nun über einen längeren Zeitraum das thermische Verhalten des rundum erneuerten Altbaus feststellen und auswerten. Man darf gespannt sein, wie nahe die Vorberechnungen und die im Feld erfassten Werte von einander abweichen und wie sich die Energie- und Komforteffizienz tat-

sächlich darstellt. „Schief gehen“ kann nicht viel, da im schlechtesten Fall die „Wandzwischenheizung“ stillgelegt werden kann und dann der rein passive Wandaufbau ohne den „Beheizungseffekt“ unverändert gegeben ist.

Das Projekt zeigt eine immer deutlicher werdende Seite energiesparenden Bauens. Einsparung alleine macht nicht unbedingt Energieeffizienz aus. Die Suche nach Alternativen zum Passivhausstandard mit dem Schwerpunkt „Bauen im Bestand“ erreicht zur Zeit einen Stand, der an Objekten ausprobiert wird. Für das Bauen im Bestand stellt diese Bauneuheit gewiss einen Ansatz dar, der mehr als neugierig machen sollte. Mit vorgeetzten, vorgefertigten Holzfassaden lassen sich solche Konzepte nahezu ideal verwirklichen. Bauen mit Holz wird Sie über die gerade erst begonnene Entwicklung auf dem Laufenden halten.

Josef Huber/Klaus Fritzen

Schlagnworte: Energieeffizienz, Fassade, Fassadenheizung, Sanierung, Vermessung



### Basismaschinen für alle Holzbaubetriebe

Holz bearbeiten ohne Messen, Anreißen und ohne Rüstzeiten



**Abbundmaschine K2i / K3i**  
Für den Zuschnitt und Abbund von Brettern, auch mehrlagig, und Balken von 20 x 50 bis 300 x 450 mm; Opt. 300 x 625 mm oder 300 x 900 mm bzw. 240 x 1250 mm - ohne umrüsten. Auch Rundhölzer für Blockhäuser und Spielplatzgeräte.



Internationale Fachmesse  
BWS in Salzburg / A  
vom 22. bis 25.04.2009  
Hundegger  
Maschinenvorführung  
Halle 11 - Stand 408

Hans Hundegger  
Maschinenbau GmbH  
D-87749 Hawangen

Tel. +49 (0) 8332 92330  
info@hundegger.de  
www.hundegger.de

## Abo-Vorteil 4: Bankeinzug



Abonnenten erhalten 3 % Rabatt bei Nutzung des bequemen Bankeinzuges.

Ich zahle per Bankeinzug und erhalte 3 % Skonto.

Kundennummer (falls vorhanden)

Name/Vorname

Straße

PLZ/Ort

Kontonummer

Bankleitzahl

Bankinstitut

Datum/Unterschrift

### Haben Sie Fragen?

Tel.: 0221 5497-304  
Fax: 0221 5497-130  
service@bruderverlag.de

Exklusiv für Abonnenten