

Vorwort

Nach mehrjähriger Pause konnte im Jahr 2008 wieder eine Holzbauexkursion für die Studenten des Bauingenieurwesens der Universität Karlsruhe durchgeführt werden.

Vom Lehrstuhl für Ingenieurholzbau und Baukonstruktionen wurde eine Reise in die Schweiz organisiert, um sowohl Konstruktionen und Bauwerke aus dem Bereich des Ingenieurholzbaus zu besichtigen, als auch Holzverarbeitende Betriebe und die Eidgenössische Materialprüf- und Forschungsanstalt zu besuchen.

Die Welt des konstruktiven Ingenieurbaus und das Gebiet des Ingenieurholzbaus lässt sich einfacher begreifen, wenn man wesentliche Fertigungsvorgänge einmal aus der Nähe gesehen hat, fertig gestellte Bauwerke besichtigt, begangen und somit „angefasst“ hat. Ergänzend hierzu tragen Gespräche und Diskussionen mit Mitarbeitern der einzelnen Firmen sowie mit Architekten und Ingenieuren zu einem tieferen Verständnis des Werkstoffes Holz bei.

Unser herzlicher Dank gilt daher den nachfolgend aufgeführten Firmen und Instituten, die mit ihrer Zeit und ihrem Engagement, mit ihren Vorträgen und ihrem offenen Ohr zum Gelingen dieser Exkursion beigetragen haben:

- **Fa. Sidler AG** (Oberlunkhofen), Sägerei und Massivholzbau
- **Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA)** (Dübendorf)
- **Fa. Nägeli AG** (Gais), Holzbau, Wohnhausbau
- **Conzett, Bronzini, Gartmann Ingenieure** (Chur)
- **Walter Bieler** Ingenieurbüro für Holzbau (Bonaduz) sowie **Künzli Holz AG** (Davos)
- **Fa. Schilliger Holz AG** (Küssnacht), Sägewerke, Produktion von Holz- und Holzwerkstoffen
- **Fa. Pavatex** (Cham), Dämmstoffe aus Holz

Ein besonderer Dank geht an dieser Stelle an den Holzabsatzfonds, die zentrale Marketingeinrichtung der deutschen Forst- und Holzwirtschaft.

Aus den Mitteln des Holzabsatzfonds wurde diese Reise großzügig bezuschusst.

Teilnehmerliste:

Helene Beck	Maik Höschele	Felix Schmider
Ernesto Bentjerodt	Eszther Kiraly	Christoph Schmied
Sebastian Buck	Jürgen Lehnert	Michael Steilner
Christina Buselmaier	Gaetano Marrone	Michael Teutsch
Michael Dutzi	Pascal Ortmann	Jonas Thelen
Markus Enders-Comberg	Friederike Rettinger	Dietrich Töws
Michael Heilig	Diogo Rosetto	Tobias Wacker
Marion Hohenschläger	Katharina Rupp	Tomislav Zupan
Darja Holz	Julien Schätzle	

Begleitpersonen:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Blaß
Dipl.-Ing. Gunnar Gebhardt
Dipl.-Ing. Oliver Krüger
Dipl.-Ing. Patrick Schädle



Programm

Dienstag, 13.05.2008:

Abfahrt an der Uni Karlsruhe

Werks- und Baustellenbesichtigung Fa. Sidler AG (Oberlunkhofen)

Übernachtung in Richterswil

Mittwoch, 14.05.2008:

Besichtigung Eidgenössische Materialprüf- und Forschungsanstalt
(EMPA) (Dübendorf)

Werksbesichtigung Fa. Nägeli AG (Gais)

Übernachtung in Tiefencastel

Donnerstag, 15.05.2008:

Wanderung von Zillis nach Thusis über den Traversiner Steg

Besichtigung Bahnsteigüberdachung Filisur

Übernachtung in Luzern mit Besichtigung der Kapellbrücke (älteste Holzbrücke Europas)

Freitag, 16.05.2008:

Werksbesichtigung Fa. Schilliger Holz AG (Küssnacht)

Werksbesichtigung Fa. Pavatex (Cham)

Rückfahrt nach Karlsruhe

Werksbesichtigung Sidler AG, Oberlunkhofen

Die Sägerei:

Die Sägerei Sidler AG in Oberlunkhofen ist ein modernes Sägewerk, welches mit ca. 10 Mitarbeitern rund 5000 Festmeter Rundholz pro Jahr zu Schnittwaren verarbeitet. Die Firma wurde 1976 von Kurt Sidler gegründet und wird zurzeit in zweiter Generation von Erich Sidler geführt. Die Sägerei Sidler AG hat sich in den letzten Jahren stets den wandelnden Bedürfnissen angepaßt und diverse Bereiche zur Holzveredelung angegliedert. Das zu verarbeitende Holz stammt aus heimischen Wäldern in einem Umkreis von ca. 15 km. Das Unternehmen fördert die nachhaltige Waldbewirtschaftung und die umweltfreundliche Verarbeitung.

Durch die Weiterverarbeitung des Rohproduktes in der eigenen Holztrochungsanlage, den Zuschnitt der Bretter, die eigene Keilzinkanlage sowie die optiholz[®] - Produktionsanlage erreicht die Sägerei Sidler AG eine hohe Wertschöpfung mit den kürzest möglichen Transportwegen.

Bei unserem Aufenthalt bei der Fa. Sidler AG erfuhren wir, dass die Sägerei nur noch ein Nebenerwerb ist, das Hauptaugenmerk liegt auf der Herstellung von optiholz[®]-Brettstapel – Elementen für den Einsatz als Deckenelement im Wohnhausbau. Zurzeit werden ungefähr 15000m² Brettstapeldecken pro Jahr hergestellt.



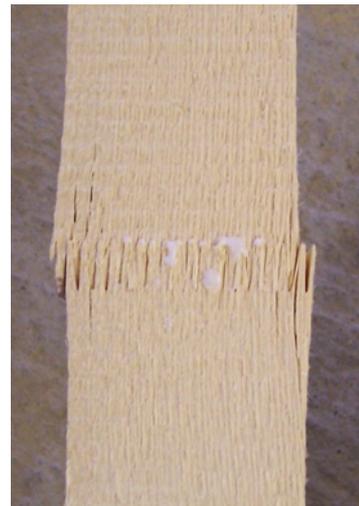
Herstellung der Brettstapelelemente:

Seit 2001 stellt die Sidler AG den gedübelten Brettstapel optiholz[®] her. Die Brettstapel werden nach dem Quell-Klemm-Dübel-Verfahren hergestellt.

Nachdem ein Mitarbeiter die gelieferten Bretter auf ihre Qualität geprüft hat werden die einzelnen Bretter per Keilzinkenverbindung miteinander verklebt und auf die passende Länge geschnitten.

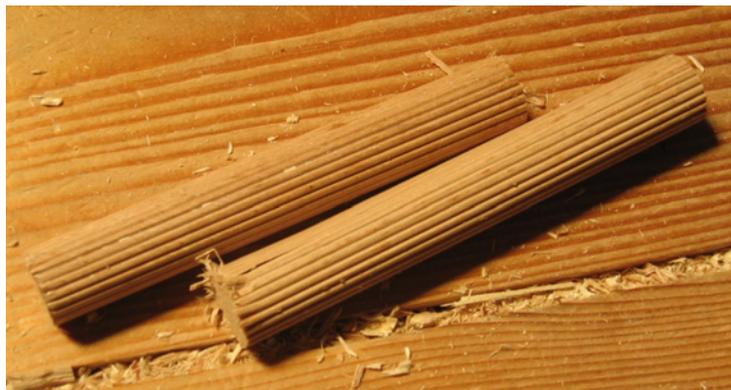


Keilzinkenanlage



Keilzinkenverbindung

Anschließend werden die Bretter aneinander gestapelt und durchbohrt (Lochdurchmesser 19,8 mm). Getrocknete, profilierte Buchendübel mit einer Holzfeuchte von ca. 6 % und einem Durchmesser von 20 mm werden in die vorgebohrten Löcher eingetrieben. Durch den Feuchteausgleich zwischen Dübel und umgebendem Holz quellen die Dübel und klemmen im Bohrloch fest. So werden die seitlich aneinandergestapelten Bretter fest zusammengehalten. Die Herstellung der sog. Grundelemente erfolgt in Blöcken von 416 mm Breite und 50 bis 210 mm Dicke. Die maximale Länge beträgt hierbei 12 m. Diese Grundelemente können dann mittels einer Nut-Feder-Verbindung zusammengefügt werden.



Verwendung der Brettstapel:

Da optiholz® nur aus Holz besteht (kein Leim, keine Metall-Teile), darf es als ökologischer Baustoff bezeichnet und bedenkenlos im Innenausbau verwendet werden. Die zusammengefügtten Brettstapel können als Wand- oder Deckenelement eingesetzt werden. Der Einsatz als Decke erfolgt im Holz – Beton – Verbundsystem. Gleichzeitig dienen die Brettstapelelemente als „verlorene“ Schalung für den Beton, wodurch Kosten gespart werden können. Die Unterseite kann entweder sichtbar oder mit einer Verkleidung ausgeführt werden. Ein typischer Deckenaufbau der Holz-Beton-Verbunddecke setzt sich zusammen aus:

1. Belag 10 mm
2. Zement - Unterlagsboden 80 mm
3. Trittschalldämmung (Mineralfaser) 40 mm
4. Überbeton 100/120 mm
5. Leitungen und Installationen in der Regel im Überbeton
6. Brettstapel 100/120 mm, sichtbar

Besichtigung eines Mehrfamilienhauses im Rohbau:

Nach der Werksbesichtigung konnten wir ein Mehrfamilienhaus besichtigen, welches mit Holz – Beton - Verbunddecken ausgeführt war. Die Decken waren sichtbar gelassen, was auch den Arbeitsaufwand beim Innenausbau verringert. Herr Alexander Werner von der Sidler AG führte uns durch das 5-Familien-Haus und erklärte uns die Montage der Holz-Betondecke.

1. Die Holzelemente werden fertig aus dem Werk an die Baustelle geliefert und auf die Wände aufgelegt.
2. Nachdem sie fertig montiert sind werden die für die elektrischen Anschlüsse benötigte Leerrohre und die für den Beton benötigte Bewehrung verlegt.
3. Der Beton wird als Ortbeton aufgebracht. Alternativ können auch vorbetonierte Elemente verlegt werden. Hier entfällt die Austrocknungszeit des Betons, was den Baufortschritt beschleunigt.



optiholz®- Sicht-Decke mit Unterzug

Die kraftschlüssige Verbindung zwischen Holz und Beton wird durch eine unregelmäßige Höhe der Brettlamellen im optiholz®-Brettstapel sichergestellt. Jede zweite Lamelle ist höher als ihre benachbarten. Dadurch kann sich der Beton zwischen den Lamellen verzahnen und eine kraftschlüssige Verbindung entsteht.

Fazit der Holz-Beton-Verbunddecke:

- + gutes Schalldämmmaß
- + Feuerwiderstand REI 60 (vergleichbar mit dem deutschen F60)
- + Spannweiten bis 12m
- + Vorfertigung möglich
- + kein Leim bei Brettstapelherstellung nötig
- + gutes Wohnklima
- + Kosten HBV-Decke [m²]: ca. 250 Franken (ca. 160€)

Besichtigung einer Brücke in Holz-Beton-Verbundbauweise:

Anschließend zeigte uns Herr Werner noch eine Brücke, die von der Firma Sidler erstellt wurde. Diese wurde, analog zu den Decken im Mehrfamilienhaus, in Holz-Beton-Verbundbauweise errichtet. In Zukunft soll diese Brückenart auf dem Markt konkurrenzfähig werden und eine kostengünstige Alternative zu den derzeitigen Ausführungsarten sein.



M. Enders-Comberg, M. Höschele, J. Thelen

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA)

Am zweiten Tag unserer Exkursion stand eine Führung bei der EMPA am Standort Dübendorf auf dem Programm. Die EMPA ist spezialisiert auf anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung und erbringt Dienstleistungen im Bereich der nachhaltigen Materialwissenschaften und Technologien. Zusammenarbeit mit Industrie und öffentlichen Institutionen, die Wahrung der Sicherheit von Mensch und Umwelt, Wissensvermehrung und Lehre auf Hochschulniveau sind ihre zentralen Aufgaben. Als Teil des ETH-Bereichs ist sie dem Eidgenössischen Departement des Inneren (EDI) zugeordnet und beschäftigt an den drei Standorten in Dübendorf, St. Gallen und Thun rund 800 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Zu Beginn wurden mehrere Präsentationen vorgetragen, in denen die historische Entwicklung, die Organisation sowie die verschiedenen Standorte und deren jeweilige Fachbereiche vorgestellt wurden. Bei der anschließenden Führung durften wir uns an sechs Stationen ein Bild von den Tätigkeitsbereichen und den aktuellen Projekten machen.

Station 1: Unterspannte Brettschichtholz (BSH) – Bogenbrücke

Diese besteht aus einem BSH-Träger aus Fichte sowie – aufgrund der erhöhten Bewitterung und der höheren Querdruckfestigkeit –



Randlamellen aus Eiche. Der Träger ist für eine bessere Lastverteilung bei großen Einzellasten in seiner Querrichtung vorgespannt. Die Vorspannung ist nicht wie üblich mit Gewindestangen, sondern aufgrund der großen Erfahrung und dem gewollten Verzicht auf den Werkstoff Stahl mit Bändern aus Kohlenstofffasern realisiert. In Längsrichtung ist eine Unterspannung ebenfalls aus CFK-Bändern sowie Druckstreben aus einem GFK-Verbundwerkstoff angeordnet.



Der Träger wird im Vorfeld durch eine Vierpunktbiegung belastet, so dass sich die Bogenform ergibt. Anschließend werden – im belasteten Zustand – die Unterspannung und die Druckstreben an den Träger montiert und wieder entlastet. Auch der Gehbelag und das Geländer

sind aus CFK-Verbundwerkstoffen. Auffällig ist die Schwingungsempfindlichkeit, da schon eine einzige Person durch leichtes Hüpfen deutlich sichtbare Verformungen der Brücke erzeugen kann. Eine mögliche Schwachstelle stellen die Umlenkpunkte und die Druckstreben dar, welche allein durch die Vorspannkraft in ihrer Lage gehalten sind und bei hohen Belastungen, insbesondere dynamischer Natur, aus ihrer Lage gleiten könnten.

Station 2: Zerstörungsfreie Bestimmung der Steifigkeit von Brettsperrholz (BSPH)

Ziel der Untersuchung ist die Bestimmung der E-Moduln für verschiedene Plattenaufbauten in den drei Hauptrichtungen der Platte: in Plattenebene parallel und senkrecht



zur Faserrichtung der Decklage sowie senkrecht zur Plattenebene. Dies geschieht über eine Erfassung der Eigenfrequenzen und Eigenformen. Dazu wird die BSPH-Tafel aufgehängt, mit Beschleunigungsaufnehmern versehen und an ausgewählten Stellen mit einem Impulshammer in Schwingung versetzt. Durch eine anschließende Modalanalyse wurden die Eigenfrequenzen und Eigenformen bestimmt, aus denen sich der E-Modul für die jeweilige Richtung errechnen lässt. Parallel dazu wird ein FE-Modell erstellt, dessen Ergebnisse als Vergleich zu den experimentell ermittelten dienen.

experimentell ermittelten dienen.

Station 3: Schwingungsverhalten von seilverspannten Fußgängerbrücken aus Holz



In dem bereits abgeschlossenen Projekt wurde das Schwingungsverhalten von schräg abgespannten Holzbrücken untersucht. Hierzu wurden unterschiedliche Modelle betrachtet – mit Trägern aus BSH oder BSPH, mit und ohne einen Gehbelag aus Gussasphalt. Die Brückenmodelle wurden mit einem Unwuchterreger in Schwingungen versetzt, welche quantitativ mit Beschleunigungsaufnehmern erfasst werden kann. Die Asphaltenschicht hatte dabei eine dämpfende Wirkung auf das Schwingungsverhalten der Brücke. Der Asphalt war durch eine Dampfsperre und ein Glasfaservlies vom Träger getrennt.

Station 4: Scherprüfung von Klebefugen

Es werden Klebefugen und deren Festigkeit mittels einer Scherprüfung untersucht. Hierzu wurde von der EMPA eine neue Prüfmaschine entwickelt, welche den Probekörper unter einem festgelegten Winkel zur Klebefuge und nicht wie bei der gängigen Methode parallel zur Klebefuge, belastet. Mit diesem neuen Aufbau wird das sonst entstehenden Versatzmoment ausgeschlossen. Abschließend wird die Bruchfläche visuell untersucht um Proben auszuschließen, bei denen z.B. ein Holzversagen und nicht das Versagen der Klebefuge maßgebend ist.

Station 5: EU-Projekt Holiwood: Mechanische Eigenschaften von thermisch modifiziertem Holz

Bei diesem Europäischen Forschungsvorhaben ist aus mechanischen Gesichtspunkten



die Einsetzbarkeit von thermisch vorbehandeltem Holz zu erfassen. Die Proben bestehen ausschließlich aus astreinem Buchenholz und werden in einem Vierpunkt-Biegeversuch geprüft. Aus den gemessenen Verformungen und den aufgebrachten Kräften können die Steifigkeits- und Festigkeitswerte errechnet werden.



Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass die Proben ein spröderes Bruchverhalten besitzen und die mechanischen Eigenschaften durch die thermische Vorbehandlung stark reduziert werden.

Station 6: Schlagbiegebeanspruchung von Gerüstbrettern und Kanthölzern



Wie unterscheiden sich die mechanischen Eigenschaften von auf Schlag beanspruchten Gerüstbrettern von den quasi statischen Werten? Mit einem Fallhammer, mit dem üblicherweise die Kerbschlagzähigkeit von metallischen Werkstoffen ermittelt wird, werden kleine, fehlerfreie Proben der Prüfung unterzogen. Da die untersuchten Proben durch ihre Fehlerfreiheit und Größe allerdings nicht repräsentativ sind, wurde von der EMPA eine Versuchsvorrichtung entwickelt, mit der Versuche an realen Bauteilen durchgeführt werden können. Durch die hohe Streuung der

Ergebnisse kann eine Erhöhung der Festigkeiten aufgrund der dynamischen Beanspruchung nicht eindeutig erwiesen werden.

Zum Abschluss unseres Besuches wurden wir freundlicherweise zu einem wahrlich köstlichen Mittagessen in dem Personalrestaurant der EMPA eingeladen, für welches wir uns an dieser Stelle herzlich bedanken.

Weiterhin möchten wir uns bei Herrn Dr. René Steiger, Herrn Dr. Klaus Richter, Herrn Arne Gülzow sowie Herrn Robert Widmann recht herzlich für die interessanten Vorträge und Präsentationen bedanken.

E. Bentjerodt, D. Rosotto, D. Töws

Werksbesichtigung Nägeli AG, Gais

Am Nachmittag des zweiten Exkursionstages stand die Besichtigung der Firma Nägeli AG auf dem Programm. Der Geschäftsinhaber Hannes Nägeli stellte uns seinen Betrieb vor, erläuterte die Entwicklung und Herstellung der Vollholzhäuser nach dem AppenzellerHolZ-System und führte uns durch den Betrieb.



Die Firma Nägeli

Die Firma Nägeli hat etwa 40 Mitarbeiter und beschäftigt sich mit dem Holz- und Innenausbau. Der Betrieb stellt Häuser in Elementbauweise mit maßgeschneiderten Lösungen her, aber auch Treppen, Altbaurenovierungen und Schreinerarbeiten gehören zum Angebot. Seit November 2005 bietet die Nägeli AG den Elementbau auch in Vollholzbauweise an. Das Bausystem „AppenzellerHolZ“ ist eine schadstofffreie, ökologische Bauweise dar, die zu 100% aus Holz und Naturmaterialien aus dem Appenzellerland besteht. Beim AppenzellerHolZ-System handelt es sich um eine Weiterentwicklung des sog. Strickbaus (vergleichbar dem deutschen Blockhausbau). Wände und Decken werden aus kreuzweise verlegten, getrockneten Bretterlagen aus Fichten- und Tannenholz aufgebaut, die jedoch bei der Firma Nägeli nicht verleimt, also mit chemischen Hilfsmitteln oder mechanischen (metallischen) Verbindungsmitteln verbunden werden, sondern mit Buchenholzdübeln verbunden werden.



Ein AppenzellerHolZ-Haus hat gegenüber einem Haus in Holzständerbauweise die Vorteile eines höheren Brandwiderstandes und eines besseren Schallschutzes durch die größere Masse der Wände. Die Vorzüge des AppenzellerHolZ-Systems sind aus ökologischer Sicht der Verzicht auf Leim, somit aus wohntechnischer Sicht die Vermeidung von Leimausdünstungen und die Diffusionsoffenheit der Fassade. Der Luftfeuchteunterschied kann über die Fassade langsam ausgetauscht werden, ohne dass Leimflächen als Dampfsperren wirken, an denen es zu Wasserausfall kommen kann. Im Inneren eines Holzhauses herrscht dadurch das ganze Jahr über ein behagliches Klima. Um eine absolut winddichte Fassade zu erreichen, liegt zwischen den einzelnen Holzschichten eine dünne papierartige Schicht aus Wolle, Baumwolle und Hadern.



Gegenüber einem Haus in Holzständerbauweise hat ein Haus nach dem AppenzellerHolZ-System den 10 fachen Holzverbrauch, jedoch sind die Kosten der Herstellung eines AppenzellerHolZ-Hauses nach Angaben von Herrn Nägeli nur etwa 5 % höher. Die Holzmenge von 230 m^3 für ein Haus entspricht dem in der Schweiz nachwachsenden Holz innerhalb von 10 Minuten.

Die Fassade hat eine Wärmeleitfähigkeit von $0,2$ bis $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, welche von der Wandstärke abhängt. Das sind hervorragende Werte, die ohne zusätzliche Dämmung

erreicht werden. Dennoch wird meist eine zusätzliche Schicht aus Pavatherm - Dämmung angebracht, welche aus zerfasertem Holz besteht (siehe Fa. Pavatex, letzter Exkursionstag). Die Wände können sichtbar belassen oder mit einem diffusionsoffenen Material verkleidet werden (z.B. Gipskartonplatten). Das Streichen der Fassade würde die Diffusionsoffenheit einschränken. Bei gutem Feuchteschutz kann das Vollholzhaus nach AppenzellerHolZ - Bauweise wie andere Holzhäuser 300-400 Jahre alt werden.

Fertigung des AppenzellerHolZ-Hauses

Die Mitarbeiter der Firma Nägeli geben das komplette Haus dreidimensional in ein CAD-Programm ein. Dabei wird jedes Bauteil mit allen Details (Fensteraussparungen, Steckdosenfräsungen usw.) gezeichnet. Gebräuchliche Elemente wie z.B. Verbindungsstücke zwischen den Wandelementen sind bereits vorkonstruiert und müssen nur eingefügt werden.



Dieser digitale, dreidimensionale Plan kann von allen Produktionsmaschinen eingelesen werden, die die Bauteile dann weitgehend vollautomatisch herstellen. Ausgangsmaterial sind gesägte Holzbretter von Sägereien aus der Region (vorwiegend aus dem Umkreis 20-30 km), welche eine geforderte Holzfeuchtigkeit von max. 6-8 % haben. Hier gilt: Trockenes Holz zu verbauen ist der beste vorbeugende Holzschutz. Ca 5% des Holzes ist für Außenflächen bestimmt und benötigt Sichteisqualität. Die Firma bietet deshalb z.B. an, eine Schicht nicht vollständig zu durchbohren, um die Dübel nicht zu zeigen.

Die Bretter liegen nach Länge und Qualität sortiert am Anfang der 48 m langen Fertigungsstraße. Von dort fährt eine Maschine vollautomatisch über die Brettstapel und transportiert die benötigten Bretter in die vom Programm vorgegebene Anordnung auf die Legefläche. Zum Aufgreifen der Bretter dreht die Maschine kleine Schrauben ein, die nach dem Transport wieder entfernt werden. Lediglich ein Mitarbeiter überwacht die Maschine. Für den Fall, dass ein Brett abfällt, eine Schraube bricht oder die Bretter von

der Maschine nicht sauber gelegt werden, muss der Mitarbeiter die Maschine anhalten und den Arbeitsschritt von Hand ausführen, bevor er die Maschine wieder in Betrieb nehmen kann. Große Aussparungen für Fenster und Türen werden von der Legemaschine bereits berücksichtigt unter Beachtung eines entsprechenden Überstands. Zwischen die Bretterlagen wird ein Vlies aus Wolle, Baumwolle und Hadern gelegt, welches die Funktion der Winddichtung übernimmt.



Im nächsten Prozessschritt wird das gelegte Wandelement von einem Förderband unter die Dübelmaschine transportiert. Diese Maschine bohrt selbständig 15 mm starke Bohrungen durch alle Brettlagen. Danach presst sie je einen Buchenholzdübel, der vorher von 16,2 mm auf ca. 14 mm komprimiert wurde, mit Wasser umspült in die Bohrungen. Dabei wirkt das Wasser als Gleitmittel und bringt den zuvor trockenen Dübel zum Quellen. Der Dübel klemmt so in der 15 mm Bohrung fest. Entlang den Element- und Ausschnittkonturen wird dichter gedübelt. Auch die Dübelung wird direkt aus dem Programmiersystem übernommen. Die Daten werden im Planungsbüro aus dem CAD ausgelagert und direkt auf die Maschinen übertragen.



Im dritten Schritt werden die AppenzellerHolz-Elemente in Form gebracht. Es werden mit einer weiteren vollautomatischen Maschine u.a. Konturen gesägt, Steckdosen gebohrt, Verbindungsnuten gefräst und die Elemente auf die genaue Dicke kalibriert. Ein weiterer Arbeiter überwacht die Fräse und räumt Sägeabfälle beiseite.



Eventuell werden danach noch Nachbesserungsarbeiten, die die Maschine nicht ausführen kann, von Hand erledigt. Dann können die fertigen Wandelemente zum Transport auf die Baustelle verladen werden. Es werden Holzelemente mit Abmessungen bis zur maximal transportablen Länge hergestellt. Dabei kann die Firma Nägeli auf Wunsch von der Fassade über Innenwände bis hin zu Treppen alle Holzbauteile selbst herstellen. Durch die optimale Vorbereitung in der Werkhalle kann ein Einfamilienhaus an einem Arbeitstag aufgerichtet werden.

Wir danken der Nägeli AG für die Präsentation, die Führung durch den Betrieb und die Fertigungsstraße, sowie für die Beantwortung aller unserer Fragen.



H.Beck, C. Buselmaier, K. Rupp, F. Schmider

Wanderung zum Traversiner Steg

Wandertag in der Schweiz.

Am Donnerstag haben wir ein Museum besichtigt – allerdings keines im klassischen Sinne. Das EcoMuseum verlangt vom Besucher, sich auf dem Pfad der Vergangenheit durch das Viamala – Tal zu bewegen. Auf diesem Pfad werden zum Teil Höchstleistungen vom Wanderer gefordert, die allerdings durch den traumhaften Anblick mehrerer Brückenbauten über gefährliche Schluchten oder anderen kulturgeschichtlichen Merkmalen belohnt werden.

Ganz im historischen Zusammenhang lag zunächst eine steinerne Brücke, die Pünt da Suransuns, und später eine hölzerne Brücke auf unserem Wanderpfad.

Die Pünt da Suransuns überspannt den Hinterrhein und ist gemäß der typischen Bauweise südwärts der Alpen mit Stein konzipiert worden. Ihre Spannweite beträgt 40 Meter und ist in Stein – Metall – Verbundweise gefertigt.



Widerlager aus Stahlbeton halten die vorgespannten Stahlzugglieder fest, die über ein dem Eisenbahnbau entlehntes Gelenk führen. Ziel dieses Gelenkes ist die Vermeidung von einem Bruch durch eine scharfe Kante bei Schwingungen der Brücke.



Der Oberbelag der Brücke besteht aus Andeerer Granitplatten mit dazwischen liegenden Aluminiumstreifen um einen kraftschlüssigen Verbund zu gewährleisten. Somit ist es der Brücke möglich, große Schwingungen zu ertragen. Die Platten sind mittels Edelstahlstangen, die als Geländerstangen fungieren, an den Stahlzuggliedern befestigt. Ungeduldig wurde unmittelbar das Schwingungsverhalten und die Eigenfrequenz der Brücke

cke im Selbststudium ermittelt. Hieraus ist zu resümieren, dass die Schwingungen und das Schaukeln des Gehweges recht gering sind.

Nach einem weiteren kurzen, aber anspruchsvollen Aufstieg gelangten wir zum zweiten Traversiner Steg. Dessen Vorgänger, der erste Traversiner Steg wurde im Jahre 1999 durch einen Stein-
schlag brachial zerstört. Zum Großteil konnte der zweite Traversiner Steg aus der Versicherungssumme des ersten Traversiner Steges finanziert werden. Die Planung des zweiten Traversiner Steges dauerte vom Jahre 2000



bis 2005, der Bau wurde dann innerhalb weniger Monate von Mai bis August 2005 ausgeführt.



Der Standort der neuen Brücke ist bewusst ca. 70 Meter in Richtung Rhein verlegt worden, um die Gefahr einer erneuten Zerstörung zu minimieren. Die Spannweite beträgt 60m, die Breite 2,60m. Hier ist zu erwähnen, dass die Brettschichtholzträger dieser Breite weitestgehend den direkten Blick in die Tiefe verhindern und so das Maß an Behaglichkeit erhöht. Außerdem erfüllen die Brett-

schichtholzträger – die uns während der Exkursion geradezu „verfolgten“ - weitere vielfältige Funktionen: Sie verteilen durch ihre Steifigkeit die punktuellen Einzellasten (der

Wanderer), sie stellen die druckbelasteten Untergurte der Seilfachwerke dar beeinflussen so das Schwingungsverhalten positiv, dienen also wiederum der Behaglichkeit. Mit den Querträgern und Zugstäben unter dem Gehweg bilden sie einen Windverband zur Stabilisierung der Brücke.

Das Tragwerk vermittelt optisch den Eindruck einer Hängebrücke. Konstruktiv wurde jedoch ein Seilfachwerk gewählt. Mittels einer großen Vorspannkraft in den Seilen, die einen Durchmesser von 36 Millimeter haben, wird ein extrem steifes System erzeugt, in dem der Untergurt, bestehend aus Holz der Region, auf Druck beansprucht wird. Damit ist der Steg schwingungsresistent und vermittelt ein Gefühl der Sicherheit. Die Planung der Brücke war sehr aufwändig und wurde zusätzlich durch Schwierigkeiten bei der Baugenehmigung verzögert. Die Seile sind durch einen 60 Tonnen schweren Findling auf der Südseite und auf der nördlichen Talseite durch ein massives Stahlbetonwiderlager verankert. Bemerkenswert ist die Bauausführung: Während des Bauablaufs wurde



das Material über einen Seilkran, der durch eine Waldschneise auf der südlichen Seite des Stegs verlief, hinauf transportiert. Oben wurden alle Teile sofort in die Brücke eingebaut, da es aufgrund der beengten Verhältnisse keine Möglichkeit der Lagerung gab. Im ersten Bauabschnitt musste zunächst eine Verbindung über die Schlucht hergestellt werden. Dazu wurden die Drahtseile auf beiden Seiten provisorisch verankert und in der Mitte zusammengeführt. Nun konnte der Bau zügig innerhalb eines Sommers durchgeführt werden. Zu erwähnen bleibt, dass die Brücke keinen konstruktiven Holzschutz hat. Das lässt sich dadurch erklären, dass das zum Bau verwendete Holz durch die Höhe und den Wind in der Schlucht stets recht trockenen Verhältnissen ausgesetzt ist. Falls doch ein tragendes Bauteil beschädigt sein sollte, kann durch die einfache Bauweise ein schneller Austausch durchgeführt werden.

Alle diese Einzelheiten haben wir von unserem Wanderführer, Herrn Rolf Bachofner vom Ingenieurbüro Conzett, Bronzini und Gartmann AG, vor Ort lernen können. Er konnte alle unsere Fragen zu diesen zwei Ingenieurbauwerken beantworten.

Unser Weg führte weiter durch die Graubündner Landschaft und durch das genannte, außergewöhnliche EcoMuseum. Vorbei an läutenden Kühen und kleinen Bergbächen folgten wir der Strecke noch ca. 5 - 6 km weiter bis Thusis, ab wo unser Tag nach dem Mittagessen schon weiter verplant war.

M. Dutzi, E. Király, P. Ortmann, C. Schmied

Bahnsteigüberdachung, Filisur



Webcambild vom 15.05.2008, 15:03 Uhr: Unsere Gruppe beim Besichtigen



Der Bahnhof Filisur wurde im Jahre 1903 als Unterwegsbahnhof errichtet. Seit 1909 ist er zudem Abzweigstation der tunnelreichen Strecke nach Davos.

2003 und 2004 wurde der Bahnhof von Grund auf modernisiert. Es wurde ein Gleis weggenommen, wobei dadurch der Platz für einen Mittelstreifen geschaffen wurde, welcher durch eine Fußgängerunterführung erreicht werden kann. Anschließend wurde die Überdachung des Bahnsteiges errichtet, welche Gegenstand unserer Besichtigung war.

Bei der Planung wurde besonderer Wert auf die Harmonie zwischen Bergwelt und Konstruktion gelegt. Dazu wurde dem Objekt ein kräftiges und doch modernes Äußeres verliehen. Gleichzeitig wird durch den hohen Abstand zwischen den Stützen eine Transparenz geschaffen, wodurch sich der Reisende in der Natur und nicht in einem Gebäude wieder findet.



Die Überdachung wurde zu Teilen vorgefertigt an die Baustelle geliefert und dort in drei Etappen zusammengesetzt. In jeder Etappe wurde jeweils ein Drittel der Gesamtkonstruktion montiert. Die Kranarbeiten wurden in 4 Nächten (22:00 – 05:00 Uhr) durchge-

führt, um den Bahnverkehr nicht zu beeinflussen. Zudem wurde der Bau durch das alte Bahnsteiggebäude behindert. Die Gesamtmontagezeit belief sich auf etwa zwei Wochen. Insgesamt wurde die Hauptkonstruktion von vier Arbeitern errichtet.



14.10.2004, 12:06 Uhr



15.10.2004, 05:00 Uhr



19.10.2004, 07:50 Uhr



22.10.2004, 08:24 Uhr

Der Großteil der Konstruktion besteht aus massivem Brettschichtholz, die Dachplatten und deren Stirnseiten wurden mit 8mm dickem Stahl verkleidet, um eine dauerhafte Witterungsbeständigkeit zu gewährleisten.

Das statische System ist ein steifer Rahmen, Dachflügel und Tragbalken werden durch die paarweise gegenübergestellten und damit raumbildenden Scheibenstützen (21cm dick) getragen. Damit die Konstruktion möglichst schlank bleibt, wurden die Stützen im Fundament und mittels einer im Tragkörper versenkten Stahlkrücke quer zur Längsrichtung eingespannt.

Die Überdachung hat eine Spannweite von 6,70m. Die Dachflügel sind in der Mitte eingehängt und bestehen aus 86 je 1m breiten Elementen. Die Flügel befinden sich etwa

3,30m über dem Bahnsteig. Das Brettschichtholz wurde mit einem speziellen Wasser- und Graffiti - abweisenden Anstrich versehen.

Durch den großen Dachüberstand sind die Stützen weitgehend vor Regen geschützt, eine ins Holz eingelassene Stahlplatte am Fußpunkt sorgt für Abstand zum Betonfundament und ermöglicht gutes Abtropfen, falls die Stelle doch einmal von Regen erreicht werden sollte.



Insgesamt wurden 200m³ Holz verwendet und ca. 500.000 CHF in die Dachkonstruktion investiert. Die Gesamtumbauten kosteten in etwa 18 Mio. CHF.

Vorge stellt wurde uns das Dach von Herrn Walter Bieler vom Ingenieurbüro Bieler, welches dieses Projekt kostenfrei entworfen hat, und Herrn Zimmermeister Töna Rauch von der Firma Künzli in Davos, welche die Bauausführung innehatte.

S. Buck, M. Heilig, M. Hohenschläger



Werksbesichtigung Schilliger Holz AG, Küssnacht

Die 1861 gegründete Schilliger Holz AG wird heute in der fünften Generation von Mitgliedern der Familie Schilliger geführt. Ursprünglich war es ein landwirtschaftlicher Betrieb mit Sägerei, die mit Wasserkraft aus dem Haltikerbach betrieben wurde. Nach einem Brand 1962 wurde nur noch die Sägerei aufgebaut, diese hat sich bis heute zu einem 170 Mitarbeiter starken Betrieb mit einer Tagesleistung von 1200 Festmeter Rundholz entwickelt.

Neben Sägewerken an verschiedenen Standorten in der Schweiz betreibt das Unternehmen heute auch noch Weiterverarbeitung in den Bereichen Trocknungsanlagen, Hobelwerke, Holzleimwerke, Plattenwerke und ein Druckimprägnierwerk.

Ein betriebseigener Fuhrpark von 20 LKW beliefert die Bauindustrie in der ganzen Schweiz, hinzu kommt ein Exportanteil von ca. 40% nach Italien, in die USA und den nahen und mittleren Osten. Um Leerfahrten zu vermeiden wird Rundholz und unter anderem auch italienischer Granit auf den LKW zurück transportiert.



Für die Produktion wird ausschließlich Holz aus der Schweiz verarbeitet (77% Fichte; 20% Weißtanne; 3% Douglasie, Lärche, Kiefer, Buche und Eiche).

Dieses wird auf dem sog. Rundholzplatz angeliefert, wo es nach Qualität und Holzart sortiert wird. Die Stämme werden elektronisch vermessen und auf Normlänge gekappt. Mit dem Portalkran erfolgt auf Abruf die Beschickung der Entrindungsanlage.

Das Herzstück der Firma ist die Profiler-spaneranlage. Hier wird das Rundholz zu Standardsortimenten wie Schal- und Kanthölzern, Lamellen für die Leimholzproduktion oder Hobelware verarbeitet. Die Anlage arbeitet mit einer stufenlosen Vorschubgeschwindigkeit von max. 65 m/min. Die durchschnittliche Tageskapazität liegt bei ca. 700 Festmeter Rundholz. Starkholz (über 40 cm Stammdurchmesser) wird in einem weiteren Sägewerk in Perlen verarbeitet.



Im Anschluss werden die Bretter, bzw. Kanthölzer visuell sortiert und für den Transport vorbereitet oder bei Bedarf der Trocknungsanlage zugeführt.

Der Betrieb verfügt über eine Konvektionstrocknungsanlage und einen Vakuumtrockner, in denen 1500m³ Holz getrocknet werden können.



Seit 1989 stellt die Schilliger Holz AG Leimholzprodukte her, wie beispielsweise Brettschichtholz (BSH). Es ist in Abmessungen von bis zu 50 m Länge und Querschnitten bis 260 x 2000 mm erhältlich, was die möglichen Abmessungen von Vollholz weit übertrifft. Mit Brettschichtholz lassen sich auch gekrümmte Träger herstellen. Zu den Vorteilen von Brettschichtholz gehören außerdem die schnelle Verfügbarkeit (es ist im Extremfall innerhalb von 2 Tagen lieferbar) und der geringe Rissanteil.



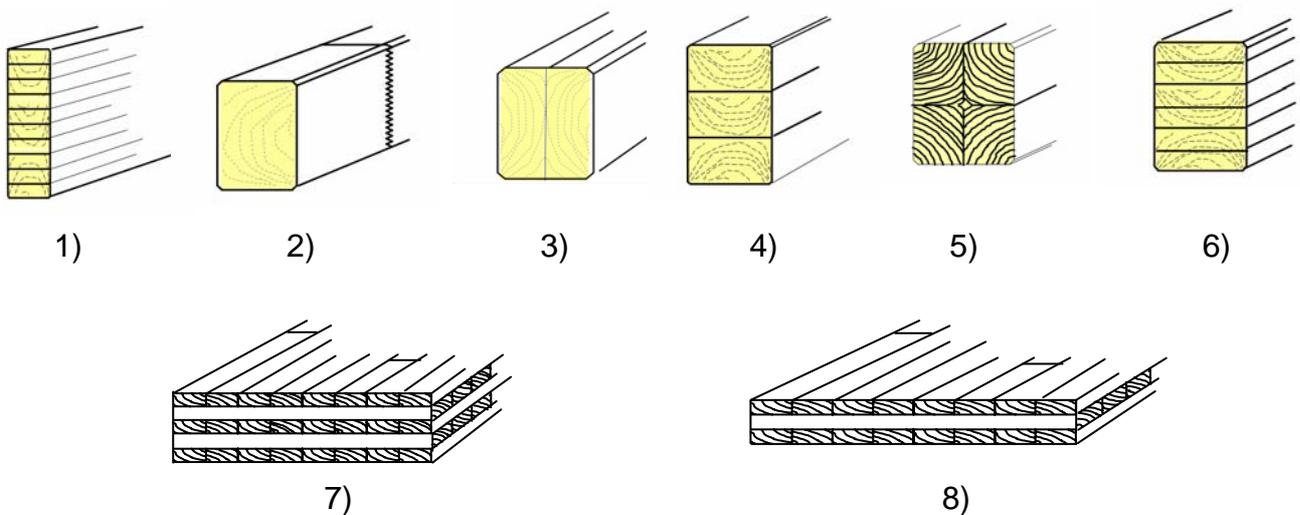
1998 wurde mit der Produktion von Groß – Format – Platten (GFP) begonnen. Diese bestehen aus mehreren Lagen Holz, welche kreuzweise aufeinander geschichtet und mit lösungsmittelfreiem Klebstoff verleimt werden. So schwindet bzw. quillt das Holz bei Temperatur- oder Feuchtigkeitsschwankungen weniger und kann für großformatige und anspruchsvolle Bauteile verwendet werden.

Seit Fertigstellung des neuen Plattenwerks 2003 werden die Platten nicht mehr hydraulisch, sondern im Vakuumsystem gepresst. Die Mittellagen werden bis zu einer Länge von 5 m auf einer Anlage mit erhitztem Pressbett verleimt. Nach der Pressung der Platten werden diese je nach Qualitätsanforderung gespachtelt oder ausgebessert und anschließend manuell geschliffen.

Auf einer CAD-gesteuerten Abbundanlage werden die Platten zugeschnitten. Diese fünfachsige Anlage ermöglicht fast jede Bearbeitung hochpräzise aufgrund von 3D Plänen. Brettschichtholz und Groß-Format-Platten werden ausschließlich objektbezogen produziert.



Auszug aus der Produktpalette:



- 1) Rahmenbaukanteln; 2) KVH; 3) Rigibalken; 4) Massivholzträger; 5) SKV-Balken (Schilliger-kreuzverleimt); 6) Brettschichtholz; 7) GFP 5-Schichtig; 8) GFP 3-Schichtig

Die Ausbeute von Schnittholz beträgt ca. 50 - 60 %, somit fallen etwa 40 % als Hack-schnitzel, Rinde, Sägemehl oder Späne an. Die Rinde wird zerkleinert und größtenteils an Landschaftsgärtner verkauft, der Rest wird zu Heizzwecken verwendet (sämtliche Gebäude auf dem Areal werden über eine zentrale Heizstation beheizt). Die Hack-schnitzel gelangen in die Papierproduktion, Sägemehl und Späne in die Spanplattenproduktion.

Die Firma Schilliger Holz AG wird zukünftig ihre Produktion weiter steigern. Der Betrieb wächst jährlich um zehn bis zwölf Mitarbeiter, zusätzlich wird in Luterbach ein weiteres Sägewerk mit einer Investitionssumme von 100 Mio. CHF erstellt. Dabei entstehen 120 weitere Arbeitsplätze in der Region.



J. Lehnert, F. Rettinger, M. Steilner, M. Teutsch



Werksbesichtigung Pavatex GmbH, Cham

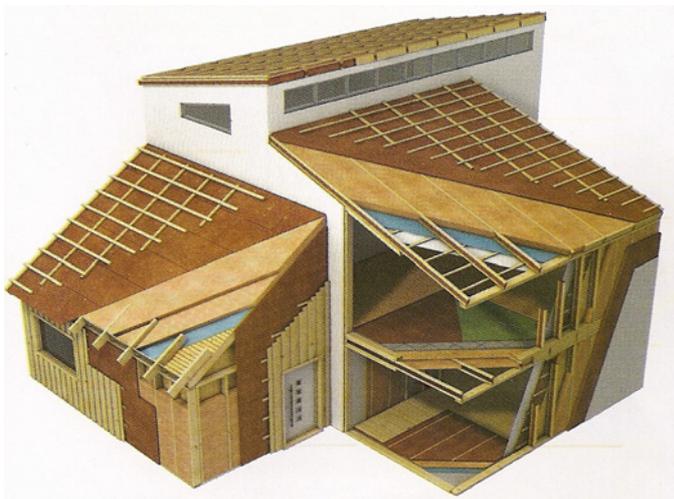
Am 16.05.2008 stand der Besuch der Firma Pavatex in der Niederlassung Cham auf dem Programm. Die Schweizer Firma produziert hauptsächlich Holzweichfaserplatten, welche zum Wärme-, Schall- und Brandschutz eingesetzt werden.

Die Firma wurde 1936 gegründet und beschäftigt heute insgesamt 160 Angestellte. Seit Jahren ist eine Gewinnsteigerung zu beobachten. Dies lässt sich auf die immer höher werdende Bedeutung energiesparender Bauweisen zurückführen, trotz des höheren Materialpreises.



Ein bedeutender Vorteil gegenüber herkömmlichen Dämmsystemen ist die bessere Umweltverträglichkeit, da die bei der Produktion anfallenden Abfallstoffe dem natürlichen Kreislauf wieder zugesetzt werden können. Außerdem werden bei den Platten selbst keine Fremdstoffe verwendet, was ein zusätzliches Plus ist.

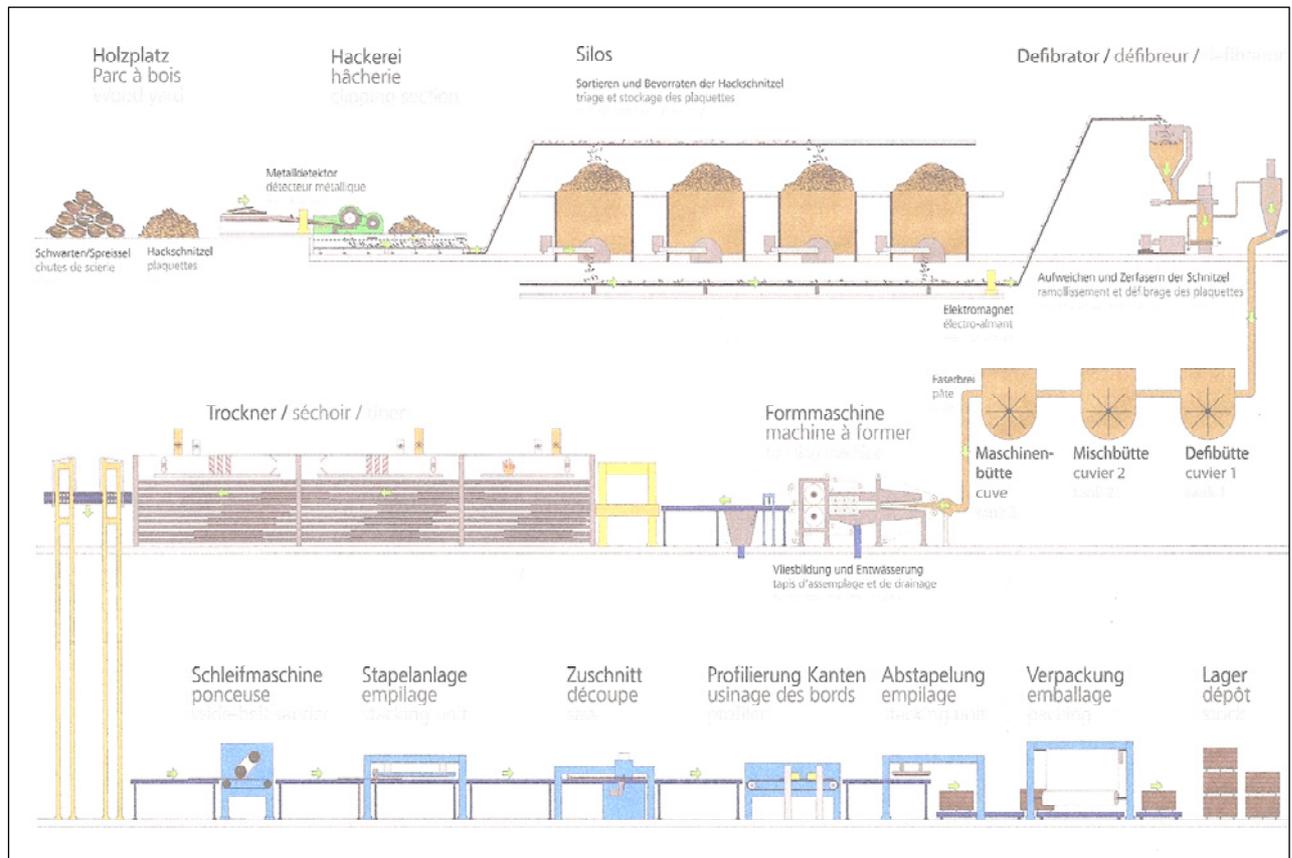
Laut Öko-Test Urteil 2007 bieten die Platten exzellente Schalldämmung, ausgezeichneten sommerlichen Hitzeschutz und ein angenehmes Raumklima, was durch diffusionsoffene Platten begünstigt wird. Des Weiteren besteht kein Kondensations- und Fäulnisrisiko.



Die einfach zu verarbeitenden Weichfaserplatten können sowohl in Dächern, als auch in Wänden und Böden eingesetzt werden.

Bei den Rohstoffen handelt es sich um Sägereiabfälle, welche aus heimischen Wäldern stammen.

Produktion:



Das Holz wird entweder in Hackschnitzel oder in ganzen Stücken angeliefert, die dann in der Hackerei zu feinen Hackschnitzeln verarbeitet und in Silos gelagert werden. Darauf folgt die Zugabe in den Defibrator, der die Schnitzel aufweicht und zerfasert. Anschließend werden sie in einem Wärmebad mit Paraffin durchgemengt, um den holzeigenen Klebstoff Lignin zu aktivieren.

Es folgt die mechanische Entwässerung (max. 50% Feuchte) und Pressung zu Platten, welche anschließend nochmals thermisch getrocknet werden müssen. Die Platten werden im nächsten Schritt geschliffen. Dann werden jeweils drei Einzelplatten zu einer fertigen Dämmstoffplatte verleimt. Bevor die Auslieferung erfolgen kann, müssen die Platten zugeschnitten werden. Abschließend werden die Platten verpackt und im Lager deponiert.

Beeindruckend ist die Lagergröße der Firma, so kann im Frühling und Sommer eine Überproduktion problemlos erfolgen, um den niedrigen Absatz im Winter zu überbrücken.

Projekte:

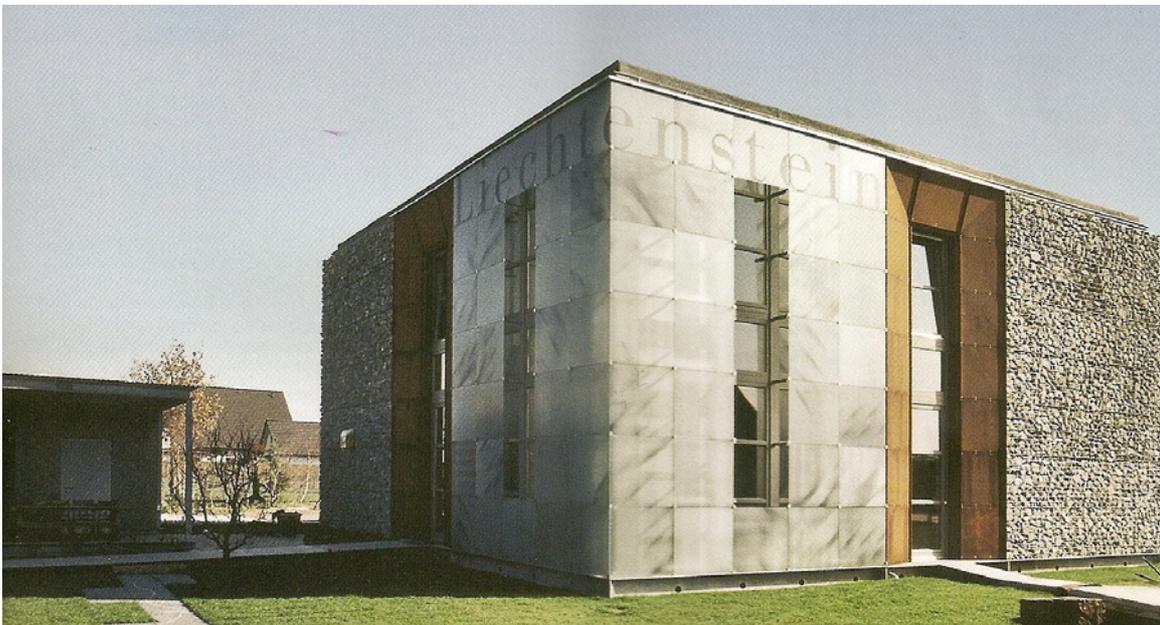
Erwähnenswert sind einige Projekte, an denen das Unternehmen beteiligt war.

Solidaritätsbau von 1964 mit insgesamt 16 Wohneinheiten vor (Bild unten links) und nach der Sanierung (Bild rechts).

PAVATHERM - Holzfaserdämmstoff hinter Schieferfassade und an Kellerdecke.



Umnutzung des EXPO-Pavillons Liechtenstein (2000) zum Wohnhaus: Verbesserter Wärmeschutz durch PAVATHERM-PLUS, außerdem unempfindlich gegenüber eindringender Feuchtigkeit.



D. Holz, G. Marrone, J. Schätzle, T. Wacker, T. Zupan