

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 109/110 (1937)  
**Heft:** 13: Sonderheft für Holzverwertung

## **Wettbewerbe**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 21.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Aus dem Wettbewerb für die neue Kräzern-Strassenbrücke bei St. Gallen

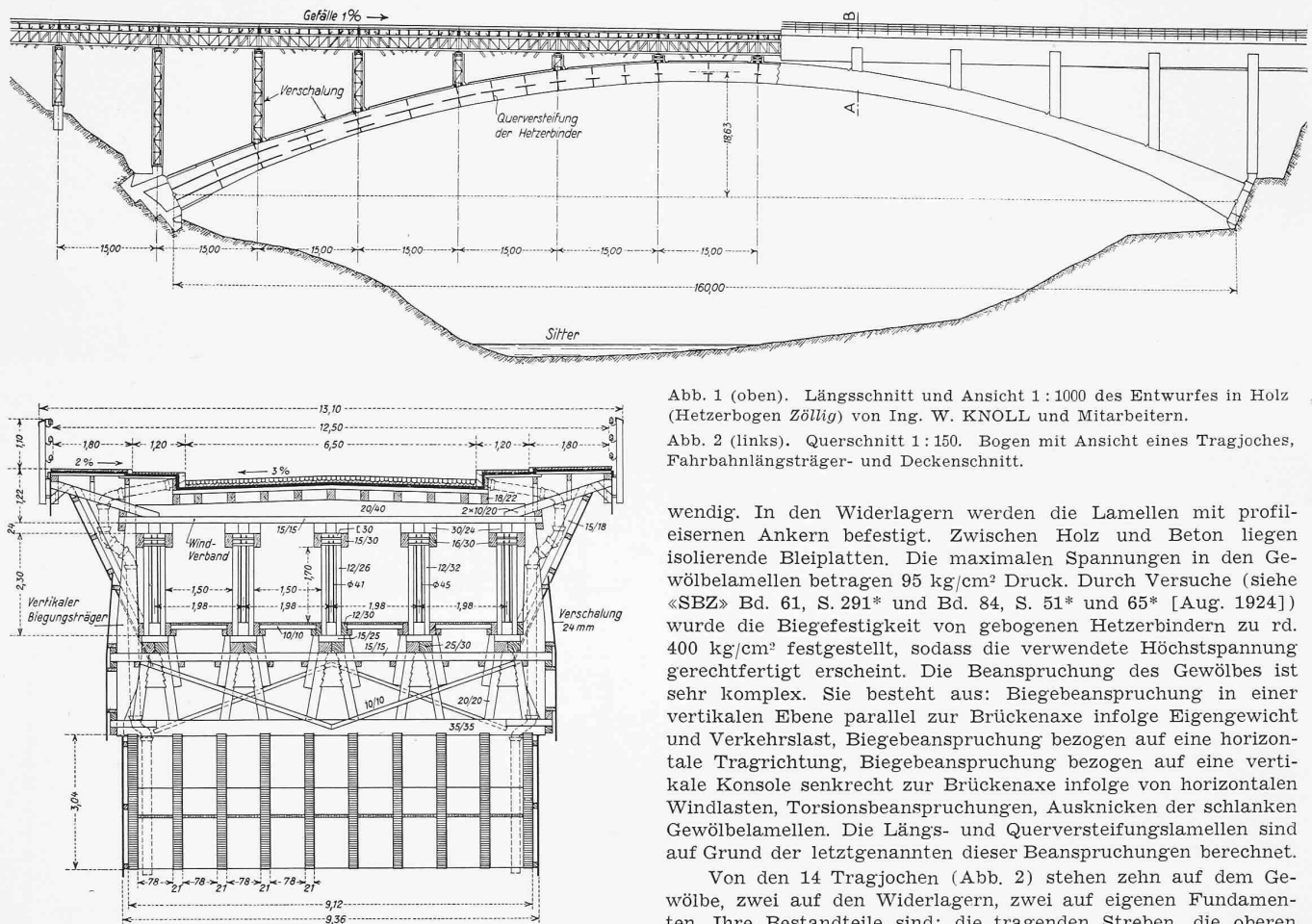


Abb. 1 (oben). Längsschnitt und Ansicht 1:1000 des Entwurfes in Holz (Hetzerbogen Zöllig) von Ing. W. KNOLL und Mitarbeitern.

Abb. 2 (links). Querschnitt 1:150. Bogen mit Ansicht eines Tragjoches, Fahrbahnträger- und Deckenschnitt.

wendig. In den Widerlagern werden die Lamellen mit profielisernen Anknern befestigt. Zwischen Holz und Beton liegen isolierende Bleiplatten. Die maximalen Spannungen in den Gewölbeklamellen betragen  $95 \text{ kg/cm}^2$  Druck. Durch Versuche (siehe «SBZ» Bd. 61, S. 291\* und Bd. 84, S. 51\* und 65\* [Aug. 1924]) wurde die Biegefestigkeit von gebogenen Hetzerbindern zu rd.  $400 \text{ kg/cm}^2$  festgestellt, sodass die verwendete Höchstspannung gerechtfertigt erscheint. Die Beanspruchung des Gewölbes ist sehr komplex. Sie besteht aus: Biegebeanspruchung in einer vertikalen Ebene parallel zur Brückenachse infolge Eigengewicht und Verkehrslast, Biegebeanspruchung bezogen auf eine horizontale Tragrichtung, Biegebeanspruchung bezogen auf eine vertikale Konsole senkrecht zur Brückenachse infolge von horizontalen Windlasten, Torsionsbeanspruchungen, Ausknicken der schlanken Gewölbeklamellen. Die Längs- und Querversteifungslamellen sind auf Grund der letztgenannten dieser Beanspruchungen berechnet.

Von den 14 Tragjochen (Abb. 2) stehen zehn auf dem Gewölbe, zwei auf den Widerlagern, zwei auf eigenen Fundamenten. Ihre Bestandteile sind: die Längs- und Querversteifungslamellen, die oberen und unteren druckverteilenden Querswellen, die Windverbände, verschiedene kraftübertragende und versteifende Füllstücke. Als vertikaler Windverband des Oberbaus und als Übertragungselement der Windkräfte vom Oberbau auf die Joche dient an jedem Joch beidseitig ein vertikaler Biegungsträger.

Die Tragkonstruktion der Fahrbahn (Abb. 2) besteht aus verschiedenen, kreuzweise untereinanderliegenden Tragsystemen. Unter dem eigentlichen Straßenbelag und der wasserdichten Isolationsschicht liegt ein tragender Bohlenbelag, darunter ein erster Längsbalkenrost und ein zweiter Querbalkenrost. Unter diesem liegt das eigentliche Haupttragsystem in der Brückenlängsachse: Von Joch zu Joch liegen je fünf einfache Balken in Fachwerkkonstruktion. Dieses Tragsystem ist also statisch bestimmt. Bei derartigen langen Fachwerkkonstruktionen aus Holz wäre ein durchlaufender Träger ungeeignet, weil infolge der unkontrollierbaren und unberechenbaren Quell- und Schwindmasse des Holzes nicht überbrückbare Spannungen auftreten würden. Die Fachwerke enthalten nur Zugdiagonalen und sind wenig aufgelöst. Die zwischen den Hauptträgern liegenden, für die Durchführung von Rohrleitungen bestimmten Räume konnten nicht für Querverbände in Anspruch genommen werden. Deshalb war der biegezugsfeste Verbindungsträger zwischen Joch und Oberbau notwendig. Ein horizontaler Windverband liegt direkt über den fünf Fachwerkträgern, d. h. in der Schwerebene der Windkräfte auf den Oberbau. — Auf dem bereits erwähnten Hängeseil werden nicht nur die Hetzerbogen, sondern auch alle andern Konstruktionseinheiten aufgezogen und montiert; ein Lehrgerüst ist also nicht notwendig.

Die ganze Brückenkonstruktion ist nach aussen wasserdicht abgeschlossen. Unter allen Fahrbahnbelägen zieht sich eine wasserdichte Schicht hindurch. Die Fahrbahn wirkt dadurch als Dach, unter dem alle tragenden Holzkonstruktionen liegen. Das Gewölbe erhält auf seiner Oberseite eine Kupferblechabdeckung. Ausserdem sind sämtliche seitlichen Flächen verschalt. Alle Untersichten sind offen und ermöglichen einen freien Luftzutritt zu allen Konstruktionsteilen. Die Erfahrungen bei alten Holzbrücken haben gezeigt, daß es durch einen regensicheren Schutz aller Konstruktionsteile und durch freien Luftzutritt ohne Wasser und nur dadurch möglich ist, eine lange Lebensdauer des

## Entwurf einer hölzernen Strassenbrücke von 160 m Spannweite

Von Dipl. Ing. WILLY KNOLL, St. Gallen

Unter den 47 Projekten des Wettbewerbes für die Kräzernbrücke<sup>1)</sup> befand sich eines, das Holz als Baustoff vorschlug. Viele Eigenschaften machen Holz für grosse Ingenieurbauten geeignet und liessen uns diese etwas ungewohnte Wahl treffen: Kleines spezifisches Gewicht in Verbindung mit relativ hohen Festigkeitseigenschaften; Holz ist leicht zu bearbeiten und leicht aufzurichten; es eignet sich zur Arbeitsbeschaffung (Lohnsummenanteil an den Gesamtkosten 57 %); grosse Lebensdauer bei richtiger Konstruktion; Holz ist einheimisches Material.

Das Tragsystem der Brücke besteht aus drei Hauptteilen: dem statisch unbestimmten, eingespannten Gewölbe, den pendelsäulenartigen Jochen, den statisch bestimmten Fahrbahnträgern (einfache Balken in Fachwerkkonstruktion).

Das Gewölbe (Abb. 1) besteht aus zehn gleichen, vollwandigen Gewölbeklamellen von veränderlichem Trägheitsmoment. Diese Lamellen sind gegeneinander mit Längs- und Querverbänden versteift, die ebenfalls aus vollwandigen Lamellen bestehen. Spannweite und Pfeilhöhe wären für eine Betonkonstruktion ausserordentlich, sind aber dem Baustoff Holz weitgehend angepasst. Ihr Verhältnis wird durch das Talprofil bestimmt. Infolge des geringen Gewichtes des hölzernen Bauwerkes ist seine Stabilität gegen grosse seitliche Windkräfte sehr empfindlich; es ist also notwendig, die Pfeilhöhe des Gewölbes der Forderung einer geringen Konstruktionshöhe möglichst anzupassen. Eine grössere Pfeilhöhe als die gewählte hätte eine starke Spreizung des Gewölbes in den Kämpfern und der hohen Joche und damit Unwirtschaftlichkeit zur Folge; im übrigen war die Stützweite durch das geologische Profil festgelegt. Die Gewölbeklamellen sind in Hetzerbauweise vorgeschlagen, was das Aufrichten sehr erleichtert. Die Lamellen werden auf dem Talboden in je zwei Hälften hergestellt und einzeln an einem Hängeseil aufgezogen. Im Gewölbescheitel wird ein Montageturm für die Herstellung der Scheitelverbindung errichtet; ein Lehrgerüst ist nicht not-

<sup>1)</sup> Ausführlich in Bd. 108, S. 266\* und 272\*, Dezember 1936.

### Aus dem Wettbewerb für eine ständige Fest- und Ausstellungshalle in St. Gallen

I. Preis (3500 Fr.) Verfasser Arch. M. HAUSER, Zürich, Dipl. Ing. E. SCHUBIGER, Zürich, W. SIEBER, Zimmerei, Luzern.

Abb. 3. Innenansicht gegen die Eingangsseite.

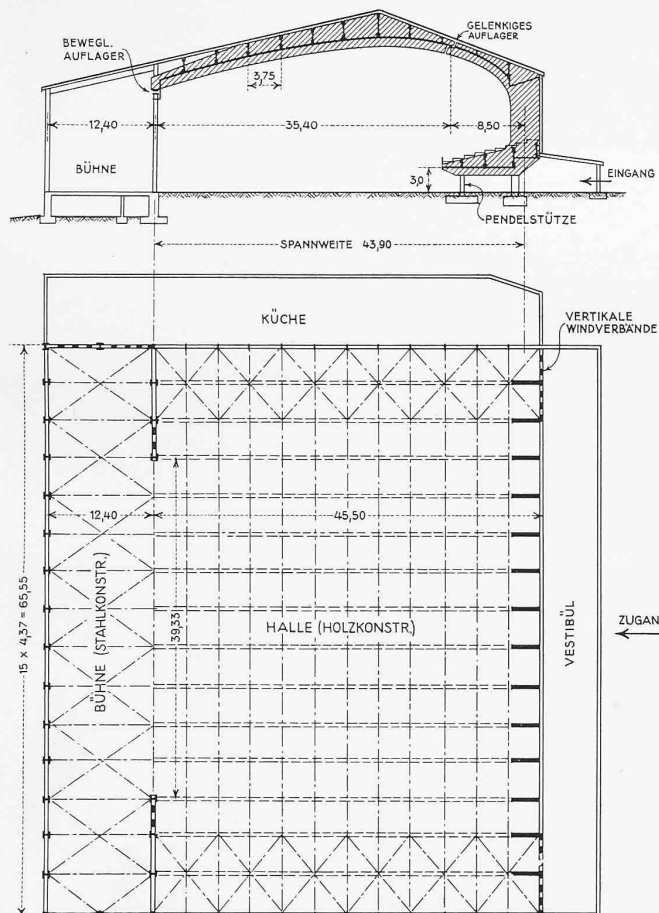
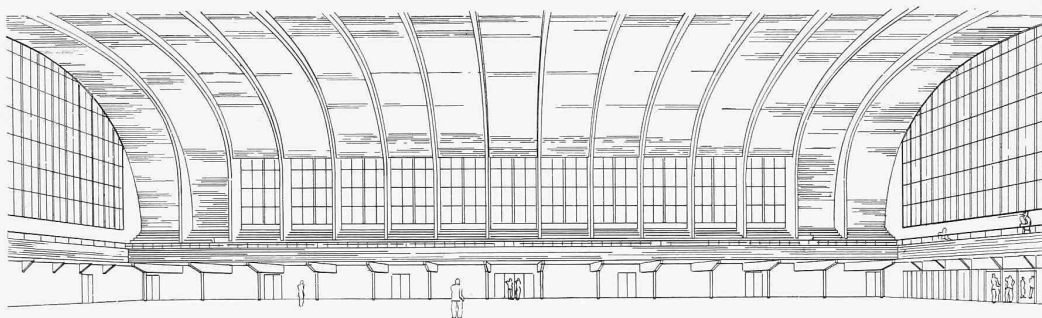


Abb. 1. Grundriss der Hallendecke und Schnitt 1 : 800.

Bauwerkes zu erhalten. Diese Forderung wurde bei der Erstellung des Projektes ganz besonders genau berücksichtigt. Alle Konstruktionsteile sind zugänglich und offen für Revisionen. Es wurden verschiedene Imprägnierungen je nach Lage und Gefährdung des Holzes vorgeschlagen. — Die Kosten der projektierten Holzbrücke betragen 785 000 Fr.

### Eine grosse Halle in Holznagelbau

Von Dipl. Ing. E. SCHUBIGER, Zürich

Die Nagelbauweise stammt ursprünglich aus Nordamerika, wo Kanthölzer mit Zapfen- und Schrauben-Verbindungen bei landläufigen Konstruktionen wie z. B. den gebräuchlichsten «Balloon Frame Constructions» längst nicht mehr zur Verwendung kommen. Auch im Hallenbau wurden schon vor dem Kriege Binder von 50 m Spannweite genagelt. Bohlen und Bretter stehen in grossen Mengen gut gelagerter Qualitäten aber nur in wenigen, normierten Typen für Bauzwecke zur Verfügung. Bei uns hingegen liegt oft im Zeitpunkt der Projektierung eines Baues das benötigte Holz noch im Walde draussen oder muss erst geschlagen werden. Wegen der heutigen kurzen Erstellungsfristen kann gelegentlich die Verarbeitung von grünem, schwerem Holz nicht umgangen werden. Der freitragende Holzbau mit traditionellen Zimmermannsverbindungen oder neuzeitlichen Knotenanschlüssen verwendet Kanthölzer, die grosse Stabkräfte konzentriert zu übertragen haben; auch Hetzerbinder weisen in der

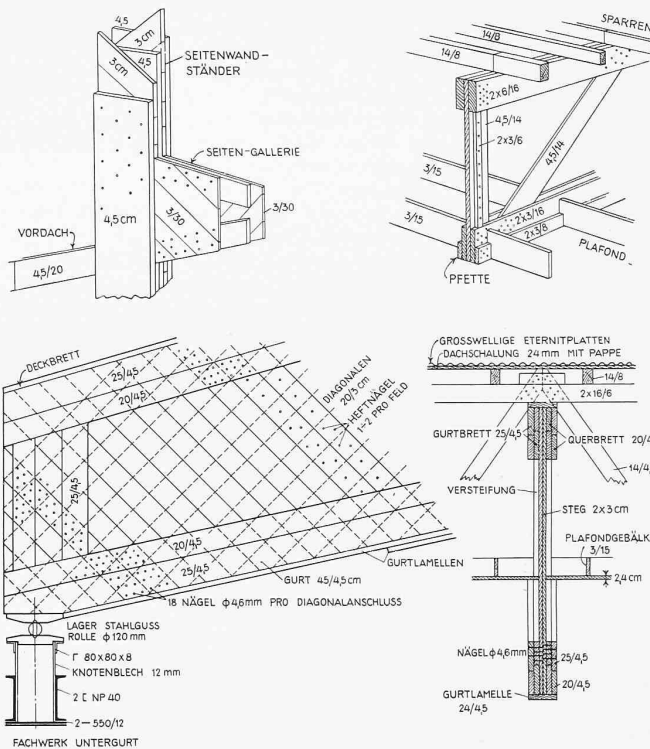


Abb. 2. Einzelheiten der Nagelkonstruktion, Masstab 1 : 60.

Regel die höchsten zulässigen Spannungen auf, sodass die Forderung nach markfreiem, astarmem Qualitätsholz nicht unbeeinträchtigt ist.

Die Nagelkonstruktion geht vom Grundsatz aus, die zu übertragenden Kräfte auf möglichst viele, kleine Elemente zu verteilen, gleichsam flächenhafte Verbindungen zu schaffen. Massgebend für die Dimensionierung der Bretter ist der Lochleibungsdruck, bezw. die für Stabanschlüsse und Gurtstösse erforderliche Anzahl Nägel. Die vorhandenen Knick- und Zugspannungen bleiben dabei weit unter den zulässigen Grenzen, insbesondere im Steg eines Vollwandträgers, der als Ueberlagerung einer Anzahl Strebenfachwerke aufgefasst werden kann. Aus diesem Grunde braucht bei der Holzausele nicht mit der obigen Strenge verfahren zu werden und es kann z. B. für Diagonalbretter ausserhalb der Auflagerzonen auch Material zweiter Qualität willkommene Verwendung finden. Wichtiger ist, dass stets luftgetrocknetes Holz verarbeitet werden kann, das im fertigen Bauwerk nicht wesentlich schwindet und sich verformt. Die benötigten Bretter von 24, 30 und 45 mm finden sich meist auf Lager, und wenn sie aus dem Walde beschafft werden müssen, sind sie rascher trocken als Kantholz.

In Europa hat die Nagelbauweise zuerst in Frankreich Eingang gefunden, wo der Initiative des einzelnen Konstrukteurs alle Freiheit gelassen ist. Leererüste von den grössten je ausgeführten Spannweiten (La Caille 140 m, Plougastel 170 m) wurden genagelt. Gegen die Auflager hin, wo Holz den grösseren Kräften nicht mehr angepasst war, ging man zu Beton über, wobei Nägel die Verbindung beider Materialien besorgten. In Deutschland wurden genagelte Binder während und nach dem Kriege von einzelnen Firmen verwendet, kamen aber in grösserem Ausmass erst auf, als behördliche Vorschriften auf Grund eingehender Versuche mehrerer Laboratorien die Nagelung als vollwertiges Holzverbindungs mittel anerkannten. Dr. Ing. W. Stoy z. B. hat in mehr als 1500 Versuchen über Lochleibungsdruck,

Nageldurchmesser und -Länge, Feuchtigkeit des Holzes und Einfluss des Schwindens zuverlässige Resultate<sup>1)</sup> erzielt, die eine eindeutige Grundlage für den Statiker und den Zimmermann bilden. Da der Nagel beim Einschlagen die Fasern nicht zerschneidet, sondern verdrängt, bleibt der Holzquerschnitt ungeschwächt und darf voll in die Berechnung eingeführt werden. Die Reibung zwischen den Brettlflächen hingegen wird gar nicht berücksichtigt, obschon sie auch beim Schwinden des Holzes nicht aufgehoben wird. Es kann nämlich kein Hohlraum zwischen den Brettern entstehen, weil diese durch die sofort eintretende Deformation der Nägel wieder aneinander gepresst werden. Dr. Stoy hat sogar bei vereinzelt Versuchskörpern, die in grünem Zustand genagelt und in getrocknetem belastet wurden, beste Resultate erzielt.

Bedenken gegen die Dauerhaftigkeit von Nagelkonstruktionen auf lange Sicht wegen des Rostens der Nägel müssten sich mit dem selben Recht gegen jede andere Verwendung von Eisenteilen im Holzbau wenden. Die Güte des Nagelmaterials (Siemens-Martin- oder Thomasstahl) ist derjenigen des üblichen Bolzeneisens überlegen. Die je nach Brettdicke 4 bis 6 mm starken Nägel werden ohne Vorbohrung eingeschlagen und sind gegen Feuchtigkeit besser geschützt als Bolzen und Dübel. An Aussenwänden und in Räumen, die Feuchtigkeit ausgesetzt sind, werden die Nägel feuerverzinkt oder besser mit «Udylite» behandelt. Bei Abbruch von älteren Bauwerken kann immer wieder die Beobachtung gemacht werden, dass Nägel wohl einen angerosteten Kopf, im Holzinne aber einen völlig blanken Schaft aufweisen. Die Nägel sitzen in der Regel so fest, dass sie oft nicht ohne Zerstörung des Holzes frei zu bringen sind. Der Vorzug trockener Bohlen- und Brettermaterialien hat in Amerika dazu geführt, sogar Gebälk und Einzelstützen aus Lamellen zusammenzunageln, mit oder ohne Zwischenschaltung von Diagonalbrettern. Die in den schweren Holzquerschnitten unvermeidlichen Verdrehungen und bis fingerdicken Faserspaltungen können dadurch ausgeschaltet werden.

In der Schweiz sind ausser vereinzelt Belastungsproben bisher keine eingehenden Versuchsreihen über Nagelverbindungen durchgeführt worden. Die provisorischen Normen des S. I. A. für hölzerne Tragwerke schliessen jedoch Nagelkonstruktionen für ständige Bauwerke nicht aus, sondern fordern nur, dass die Tragfähigkeit von Verbindungen, die nicht einwandfrei berechnet werden können, durch Versuche festzustellen ist. Unsere alterhergebrachte Zimmermannskunst mit ihren stark dimensionierten Hölzern setzt üblicherweise Neuerungen, besonders wenn sie amerikanischen Arbeitsmethoden entspringen, zuerst Widerstand entgegen. So steckt z. B. auch die Normierung der Holzquerschnitte noch in den Anfängen. Nachdem aber in Deutschland und Oesterreich Bretter- und Bohlenkonstruktionen grösseren Ausmasses und öffentlichen Charakters weitgehende Verbreitung gefunden haben, wird sich auch bei uns die Nagelbauweise einbürgern. Im Zeitalter der Arbeitsbeschaffung, die von den Auftraggebern möglichste Berücksichtigung lokaler Arbeitskräfte verlangt, ist eine Bauweise, die von jedem guten Zimmereibetrieb ohne wesentliche maschinelle Hilfsmittel ausgeführt werden kann, von besonderem Wert. Bei freitragenden Konstruktionen ist eine innige Zusammenarbeit von Ingenieur und Handwerksmeister unerlässlich, sodass nur nach ausklotierten Detailplänen, unter Verwendung von Schablonen der Nagelbilder gearbeitet werden soll, wie in Bauschlosserwerkstätten beim Vernieten. Der günstige Preis des Bohlen- und Brettermaterials mittlerer Qualitäten, vereint mit einfacher rationeller Arbeitsweise, verleihen dem Holz-Nagelbau anderen Ausführungen gegenüber eine finanzielle Überlegenheit. Die Wirtschaftlichkeit ist das wirksamste Propagandamittel für eine vermehrte Holzverwertung und in diesem Punkt stellt sich die Nagelkonstruktion ändern neuzeitlichen Holzbauweisen wirkungsvoll zur Seite.

Aus Abb. 5<sup>3)</sup> ist ersichtlich, dass speziell genagelte Vollwandbinder eine ruhige architektonische Wirkung ergeben und sich deshalb für repräsentative Hallen gut eignen.

Beim erstprämiierten Entwurf für die St. Galler Festhalle<sup>2)</sup> (Abb. 1 bis 3) wurde zur Verringerung der Sicht- und Hörweite

<sup>1)</sup> u. a. in der «SEZ» vom 17. Aug. 1935 (Bd. 106, S. 75\*) veröffentlicht.

<sup>2)</sup> Vergl. unter «Wettbewerbe» auf S. 84 ffd. Bds. (13. Febr. 1937).

<sup>3)</sup> Abb. 4 u. 5 entstammen der instruktiven Broschüre «Oesterreichische Holzgrossbauten», herausgegeben vom Oesterreich. Holzwirtschaftsrat, Wien III, Marxergasse 2. Text von F. Schaffer, Linz.

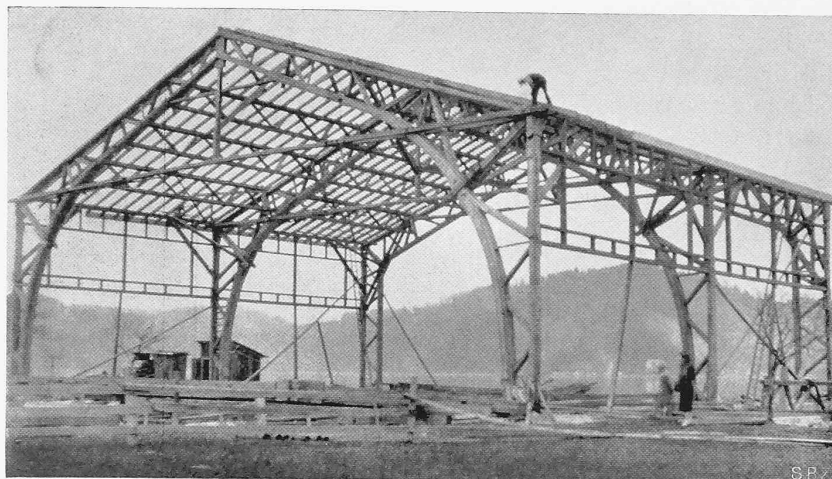


Abb. 4. Teilstück der Festhalle am Bahnhofplatz Luzern, in Nagelkonstruktion erbaut 1923, wieder aufgestellt 1932 in Hergiswil durch W. Sieber, Zimmerei, Luzern. Spannweite 27 m.

die Raumtiefe auf rd. 46 m beschränkt, mit einer Tragkonstruktion parallel zur Blickrichtung gegen die Bühne. Die Binderdistanz wurde dem Baumaterial Holz entsprechend klein gewählt und beträgt 4,37 m. Eine Vergleichsrechnung mit doppelt so grossem Abstand ergab wohl eine kleine Holzersparnis, die jedoch durch die teureren Montagegeräte und das erschwerte Richten aufgehoben wurde. Die im Raum sichtbaren Vollwandbögen sind dank der geringen Belastungsbreite sehr leicht, wodurch eine feingliedrige Struktur entsteht. Die Binderform gleicht einem einhöftigen Rahmen, der auf der Emporeseite eingespannt ist und auf der Bühnenseite frei aufliegt. Die Dachlast wird somit nur zu  $\frac{3}{8}$  auf das bühnenseitige Auflager übertragen, was für die Ueberbrückung der Bühnenöffnung erwünscht ist. Die Einspannung lässt sich in der breiten Emporenausladung leicht erzielen. Dieses statische System ergibt eine unsymmetrische Binderform, die sich dem aus akustischen Gründen gewählten Hallenprofil gut anpasst: in der Nähe des kleinsten Biegemomentes ist der Raum am höchsten und der Binderquerschnitt am geringsten. Um das System statisch bestimmt zu gestalten und dadurch die Einflüsse unberechenbarer Deformationen im Holzbinder auf die Kräfte und Momente auszuschalten, wurde nachträglich am Momenten-Nullpunkt ein Gelenk vorgesehen. Der eingehängte Teil wirkt als einfacher Träger, der übrige Teil als Konsole. Durch diese Anordnung wird zugleich die Montage erleichtert.

Die Uebernahmsofferte der Zimmerei W. Sieber (Luzern) für die gesamte Zimmerarbeit betrug rd. 200 000 Fr., die Gesamtstellungskosten der Festhalle würden rd. 700 000 Fr. erreichen.

## Das Holz als Brennstoff

### Schluss der Berichterstattung über den 1. Schweiz. Holzkongress

Sammelauszug aus den Referaten von Ing. U. R. Rüeegger, Forstmeister E. Hitz, Prof. P. Schläpfer, Ing. Keller, Dr. O. Stadler, Ing. A. Eigenmann, Forstinspektor F. Aubert, Dr. J. Tobler und Dir. H. G. Winkelmann.

#### Allgemeines, Sortiment.

Die schweizerische Waldwirtschaft registriert heute einen Brennholzüberschuss von 1 000 000 m<sup>3</sup> = 600 000 t pro Jahr. Der Heizwert dieses Holzes beträgt 2000 Milliarden Cal, die bei den heutigen Kohlenpreisen einen Geldwert von rd. 20 Mill. Fr. repräsentieren. Die etwas unbequeme Handhabung und der Mangel an geeigneten Feuerungseinrichtungen, die ungenügende Liefermöglichkeit von seiten der Holzverkäufer und das grosse, zur Lagerung einer bestimmten Wärmemenge nötige Volumen drängen das Holz vor allem in der Stadt, teilweise aber auch auf dem Lande immer mehr zurück.

Die Preise sind von Ort zu Ort sehr verschieden, ohne dass sich der Handel z. B. für die Preisspanne von 10 bis 16 Fr./Ster zwischen Zürich und Schaffhausen interessieren würde, ein Beweis dafür, dass der Holzpreis keine Transportspesen erträgt.

Die lokal stark variierenden Holzsortimente sind neben den hohen Transportkosten ein starkes Hindernis für den Markt. Die Normierung des Preises, der Sortimente, der Gewichte und des Trocknungsgrades ist im Interesse des Kunden in ähnlicher Weise durchzuführen, wie dies für die Konkurrenzbrennstoffe schon längst geschehen ist. Lagerung und Verkauf des Holzes

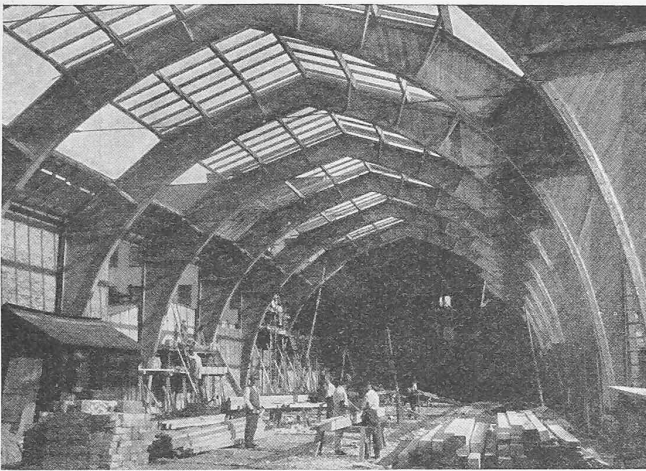


Abb. 5. Tennishalle-Ballhaus in Wien. Genagelte Dreigelenk-Vollwandbinder von 19 m Spannweite. Ausführung W. Hartl, Wien.

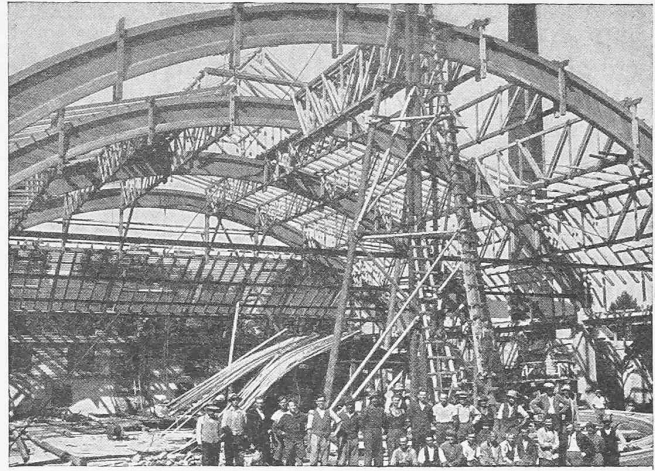


Abb. 6. Glashütte in Alt-Nagelberg. Spannweite der Nagelbinder 37 m, Abstand 12 m. Pfetten mit Ringdübeln. Ausführung A. Chromy, Wien.

sind von den interessierten Verbänden so zu organisieren, dass der Konsument ofenfertiges, gut getrocknetes Holz wenn möglich auf Abruf kaufen kann. Die Sortimente sollen ausser den bisherigen — ganze und gesägte Scheite, Prügel- und Sackholz — die neuen umfassen: Hackholz und Würfelholz, die vor allem für Holzgasgeneratoren, daneben auch für moderne Feuerungen Verwendung finden. Sie lassen sich wie Kohle schaufeln und mit Koks zusammen verfeuern, was feuerungstechnisch keine Schwierigkeiten bereitet und eine gute Ausnutzung des Holzes gewährleistet.

Der Preis des Brennholzes nach Wärmeäquivalenz darf pro Ster je nach Verhältnissen und Holzarten  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  des Tonnenpreises für Koks betragen.

Das neue Sortiment Hackholz wird in einer Maschine mit automatischem Vorschub mittels eines an einem Schwungrad befestigten Beiles schräg zur Faser abgeschnitten. Diese Maschine verarbeitet etwa 3000 kg schwaches Prügelholz in der Stunde zu einem ungleichkörnigen, schaufelbaren Brennstoff in einem Arbeitsgang. Das Würfelholz wird aus größeren Stämmen durch Spalten und Sägen auf einer Maschine mit beweglicher Kreissäge und automatischem Vorschub hergestellt. Der zweifache Arbeitsgang und die geringere Leistungsfähigkeit der Maschine, 300 bis 500 kg/h, verteuern das Produkt. Die Zerkleinerungskosten betragen für Hackholz rd. 4 Fr. pro 1000 kg, bei Würfelholz etwa das Dreifache. Die Trocknung des gehackten Holzes ist schwierig; andererseits lässt sich grünes Holz leichter hacken als dürres. Die Frage harret noch der endgültigen Lösung.

#### *Brenneigenschaften, Feuerungen, Oefen, Holzgasgeneratoren.*

Dem Konsumenten ist Gewähr dafür zu bieten, dass er eine fachgerecht konstruierte Feuerungsanlage geliefert erhält. Durch Schaffung des gesetzlich geschützten Gütezeichens der Brennholzkommission, das von denjenigen Firmen geführt werden darf, die sich vertraglich zur Befolgung der neuen Konstruktionsgrundsätze verpflichtet haben, ist dieser Bedingung Genüge geleistet.

Der Abbrand des Holzes erfolgt im Gegensatz zu den meisten anderen Brennstoffen in zwei deutlich unterscheidbaren Phasen. Die erste Phase beginnt mit der Entgasung von rd.  $150^{\circ}\text{C}$  aufwärts. Diese Entgasung verläuft in einem gewissen Temperaturbereich exotherm und entzieht sich damit der Beeinflussung durch irgendwelche Massnahmen. Es werden innert kurzer Zeit grosse Mengen brennbarer Gase frei, die verbrannt werden müssen. Die Feuerungsanlage ist für diese erste Phase zu dimensionieren, wenn eine gute Wärmeausnutzung erzielt werden soll. Zu kleine Feuerräume oder zu starke Abkühlung der Gase, deren Zündtemperatur zum Teil über  $500^{\circ}$  liegt, bewirken Wärmeverluste und Kondensationen von Teer und Essigsäure, die die Kesselmaterialien angreift. Zwecks Erzielen einer vollständigen Verbrennung ist auch die Sekundärluft, die über der Brennstoffschicht zugeführt wird, zu erwärmen. In der zweiten Phase wird die Holzkohle zu Asche verbrannt.

Der geringe Aschengehalt des Holzes und der Wegfall jeglicher Schlackenbildung sind vorteilhaft. Die mässigen Temperaturen des Holzfeuers und das Fehlen jeden Schwefels in den Rauchgasen schonen die Kesselwerkstoffe. Schlechte Trocknung des Holzes bedingt Mehrverbrauch für die gleiche Leistung und vermehrte Kondensationsgefahr infolge Erhöhen des Taupunktes.

Eine neuzeitliche Holzfeuerung gestattet eine Wärmeausnutzung des Holzes von 75 bis 80 %. Bedingung für diese hohe Leistung ist, dass in der zweiten Phase der Verbrennung die Luft stark gedrosselt oder fast ganz abgestellt wird, um einen zu grossen Luftüberschuss und damit verbundenen Wärmeabgang zu verhindern.

Bei Kachelöfen ist die Wärmespeicherung so gross, dass eine täglich einmalige Beschickung ausreicht; bei Oefen mit kleinerem Speichervermögen ist die Beschickung oft zu wiederholen oder eine Einrichtung zu treffen, dass der Brennstoff aus einem Einfüllschacht automatisch nachrutscht. Der Rost einer Holzfeuerung nimmt etwa den dritten Teil des Feuerraumquerschnittes ein. Dafür wird über der Brennstoffschicht heisse Sekundärluft zur Verbrennung der entflammaren Gase zugeführt, während die Primärluft durch den Rost eintritt. Heute sind auch leistungsfähige Warmwasserbereiter und Wascheröfen für Holzfeuerung zu haben. Auch für Backöfen, sei es mit Direkt- oder Dampfheizung, ist die Holzfeuerung brauchbar.

Unter den Zentralheizungskesseln sind einzelne Bauarten so eingerichtet, dass durch behelfsmässiges Einlegen von Gussplatten in einen für Kohlenfeuerung bestimmten Kessel der Rost teilweise abgedeckt wird. In diesen Platten sind auch die Kanäle für das Erhitzen und die Zufuhr der Sekundärluft angebracht. Bei grosser Kälte erfolgt das Umstellen auf Koksbetrieb durch einfaches Entfernen der Einlagen. Für Zentral- und Etagenheizungen ist in städtischen Verhältnissen meist zu wenig Platz für das Einlagern von Holzvorräten für eine ganze Heizperiode. Die Kachelofenzentralheizung erfordert auch viel Platz in der Wohnung selbst, sodass sie nur für ländliche Verhältnisse in Betracht kommt.

Unter den Spezialkesseln sind Konstruktionen für oberen Abbrand und für den aus dem Gasgeneratorbau übernommenen Tiefbrand vertreten. Grosse Kessel sind für das direkte Verfeuern von 1 m langen Scheiten eingerichtet.

Der Taupunkt der Verbrennungsgase des Holzes liegt namentlich bei kleinem Luftüberschuss sehr hoch und umso höher, je grösser der Wassergehalt des Holzes ist. Um Kondensationen zu vermeiden, muss eine hohe Kesseltemperatur angestrebt werden. Dies geschieht mittels Beimischung von Rücklaufwasser zum Vorlauf.

Es sind heute auch vereinzelte Halbgasfeuerungen für Zentralheizungen mit 50 000 Cal/h zweckmässig durchgebildet. Die Feuerung besteht aus einem Generator, der einfach vor den Kessel gestellt wird und der bei gutem Kaminzug keines motorischen Antriebes bedarf. Um Ansammlungen von Knallgas im Kessel und in den Kaminzügen zu verhindern, ist eine absolut zuverlässige Zündung unerlässlich. Diese erfolgt mittels einer Reihe von Zündflammen, die sich ihrerseits am glühenden Vergaserherd entzündet, sobald zündbares Gas produziert wird, und die durch Uebertritte von erhitzter Sekundärluft nach dem Gasstrom genährt wird. Der Betrieb eines solchen Brenners hat während des ganzen Winters keinen Versager gezeitigt, so dass das System als zuverlässig gelten kann.

Der Verbrauch an Holz ist gewichtsmässig etwa doppelt so gross, wie der an Oel.

Kleingeneratoren, ähnlich denen für den Motorenbetrieb, für die Erzeugung des im Haushalt verwendeten Kochgases sind teuer und kompliziert, in Deutschland aber auf dem Markt.