

Stand und Entwicklungstendenzen im Holzbau¹⁾

Dipl.-Ing. Wolfgang Rug, Bauakademie der DDR, Institut für Industriebau, Berlin

Allgemeiner Überblick

Veröffentlichungen

Seit meinem Bericht in [1.1.] sind fast 3 Jahre vergangen. Während dieser relativ kurzen Zeitspanne zeigen zahlreiche Veröffentlichungen, daß der wissenschaftlich-technische Fortschritt auch im Holzbau schnell voranschreitet. Das zeigt sich auch bei Nachauflagen schon vorhandener Bücher [1.2. bis 1.5.,

Tabelle 1. Auf ausgewählten internationalen Tagungen behandelte Fragen des Holzbaus; ● Hauptthema; × umfangreiche Information; + wesentliche Information; — nur am Rande erwähnt

Teilgebiet des Holzbaus	Rapperswil 1984 (1.23)	Bratislava 1984 (1.26, 1.27)	Oren 1985 (1.28)
Allgemeiner Stand			
Produktion		×	×
Forschung	●	●	●
Entwicklung	●	●	●
Baustoffeigenschaften, -festigkeiten			
Holz	+	●	×
Holzwerkstoffe	+	+	
Verbundwerkstoffe		+	
Rheologisches Verhalten	+	+	
Sortierung	+		×
Festigkeitsklassen	×		×
Sicherheit/Zuverlässigkeit			
Sicherheitskonzept	+	+	×
Zuverlässigkeitstheoretische Untersuchungen	×		
Prüfung	×		+
Vorschrift/Standard	●		●
Berechnungsgrundlagen			
Bemessung	+		+
Theorie II. Ordnung		+	
Stabilität	+		×
Berechnung Festigkeit (zusammenges. Beanspruchung)	+		
Verbindungsmittel (Festigkeit/Berechnung)		+	
Klebstoffe		+	
Nägeln/Nagelplatten	+	+	×
Bolzen/Stabdübel	+		×
Tragverhalten/Tragwerke		●	
Stützen			
Balken-TW	+))	+))	
Rahmen-TW		+	
Bogen-TW		+	
Ebene Stab-TW	+		+
Flächen Raum-TW		+	
Vorgespannte TW		—	
Hallenbauten		+	
Konstruktionen/Bauwerke			
Wohnungsbau		×	
Gesellschaftsbau		+	
Industriebau		+	
Landwirtschaftsbau		+	
Verkehrsbau		+	
Herstellung		—	
Montagetechnologie		—	
Wirtschaftlichkeit		—	
Rekonstruktion/Instand- setzung			
Beurteilung des Bau- zustandes		+	
Instandsetzung, Verstärkung, Rekonstruktion		+	
Sonstiges			
Brandschutz		+	
Holzschutz		+	

+) Holzwerkstoffträger

1) Vortrag anlässlich der Tagung „Technisch-technologische Grundlagen für die Anwendung von Ingenieurholzkonstruktionen zur Senkung des spezifischen Holzeinsatzes“ (Dresden, 11. bis 12. 12. 1986)

1.9.] oder neuer Bücher [1.6., 1.9., 1.10.]. Eine Zusammenfassung zahlreicher Veröffentlichungen aus den letzten Jahren enthalten [1.61.] und [1.62.]. Zum Entwicklungsstand in der DDR informieren [1.63. bis 1.69.].

Tagungen

Die inhaltlichen Schwerpunkte von internationalen Tagungen können Tabelle 1 entnommen werden. Neben den in [1.1.] schon ausgewerteten Fachtagungen wurden 3 weitere Veranstaltungen ausgewertet. Dabei handelt es sich um je ein 1984 und 1985 durchgeführtes CIB-W 18-Meeting in der Schweiz und Israel sowie um eine große internationale Fachtagung in der CSSR, die ebenfalls 1984 stattfand [1.23., 1.26. bis 1.28.].

Standards

Der von der CIB-W 18-Arbeitsgruppe herausgegebene Normvorschlag [1.29.] wurde durch die Internationale Standardorganisation (ISO) als erster Entwurf einer internationalen vereinheitlichten Holzbaunorm herausgebracht [1.37.]. Damit ging man einen weiteren Schritt in Richtung einer Harmonisierung der Holzbauvorschriften. Gleichzeitig arbeitet eine Arbeitsgruppe des ISO/TC „Holzbauwerke“ an einer Norm für Brettschichtträger/Prüfmethoden und Leitlinien für das Herstellungsverfahren unter Berücksichtigung verschiedener Holzarten und Produktionstechniken [1.59.].

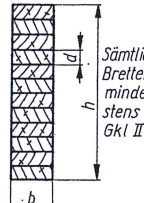
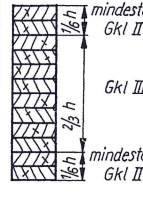
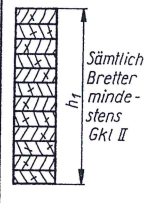
1985 wurde in der EWG ein erster Entwurf einer vereinheitlichten Holzbauvorschrift (Eurocode Nr. 5) zur Diskussion gestellt. Die Euro-Normen sollen als Alternative zu den geltenden differenzierenden Regeln der Mitgliedsstaaten angewendet werden können [1.54.].

Auch bei den Prüfstandards für Holz, Verbindungen und Holzwerkstoffen wurde auf Initiative der CIB-W 18-Arbeitsgruppe in enger Zusammenarbeit mit der RILEM (Reunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherches sur les Matériaux et les Constructions) eine Vereinheitlichung erreicht [1.48. bis 1.52.].

In der BRD erschien 1985 die Neufassung der DIN 1052 [1.31.], die gegenüber der Fassung von 1969 zahlreiche Erweiterungen erfuhr, so enthält sie u. a. Materialkennwerte für außereuropäische Holzarten, für Bau-, Furniersperrholz und für Flachpreßplatten und neue Werte für die Spannungserhöhung beim Grenzlastfall HZ. Der Kriecheinfluß wird beim Nachweis der Durchbiegung berücksichtigt. Sie enthält des weiteren Knickzahlen für verschiedene Holzarten und Holzwerkstoffe.

Neu sind die Festlegungen zum rechnerischen Nachweis für Trägerdurchbrüche, Ausklinkungen und für zusammengesetzte Träger aus Einzelteilen mit verschiedenen E-Modulen. Während die DIN 1052 noch auf der Methode der zulässigen Spannungen beruht, basieren die neuen Fassungen der Holzbaunormen der Länder Nordeuropas [1.30., 1.39., 1.41.] auf der Methode der Grenzzustände. In Großbritannien, den USA, Österreich und der BRD wird an der Umstellung des Normkonzepts auf die Methode der Teilsicherheitsfaktoren gearbeitet.

Tabelle 2. Aufbau von Brettschichtholz nach TGL 33 136 (1. Änderung 1985)

Sorte	1	2	3
Querschnitts- aufbau			
Keilzinkenver- satz mindestens	250 mm	im Bereich h/6 250 mm	keine Forderung

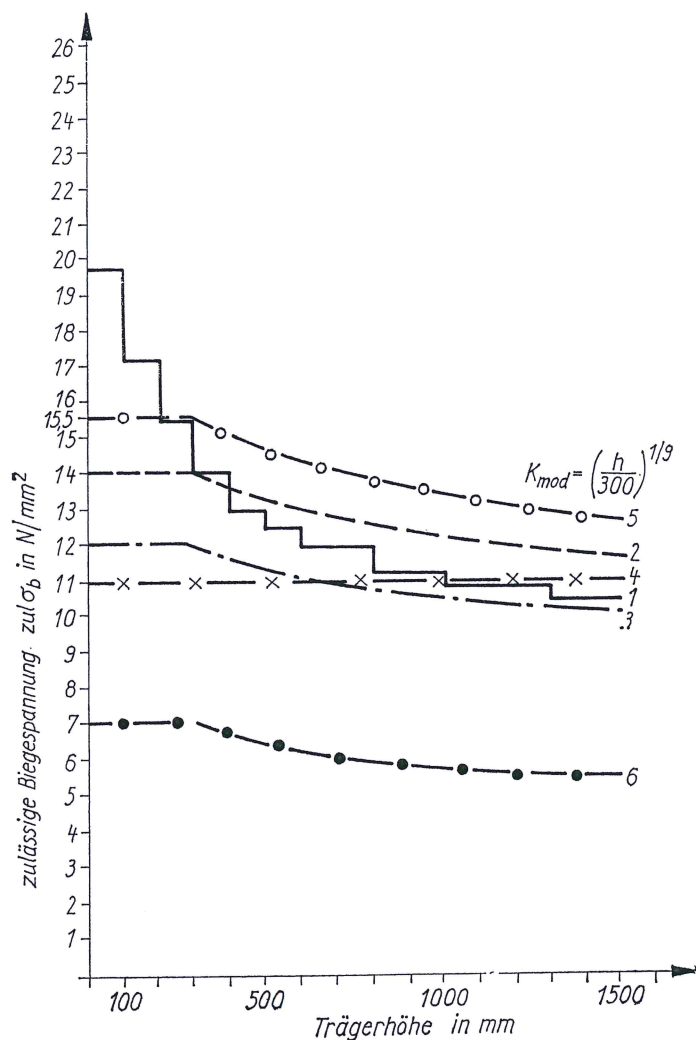


Bild 1. Zulässige Biegespannungen für Brettschichtholz der DDR ($u \leq 18\%$) im Vergleich zur BRD und der Schweiz (GLFH); 1 – zul. σ_b nach TGL 33 135/1984 $u \leq 12\%$; 2 – zul. σ_b für Festigkeitsklassen A und FA nach SIA 164; 3 – zul. σ_b für Festigkeitsklassen B und FB nach SIA 164, Sorte 2 und zul. $\sigma_{b,d}$ für Sorte 3 nach Vorschrift Staba 174/85; 4 – Güteklasse II nach DIN 1052 (E) $u \leq 18\%$; 5 – zul. σ_b nach Vorschrift Staba 174/85, Sorte 1, $u \leq 18\%$; 6 – zul. $\sigma_{b,z}$ für Sorte 3 nach Vorschrift Staba 174/85, $u \leq 18\%$

Tabelle 3a. Einfluß der Holzfeuchte auf die zulässige Spannung

Holzfeuchtebereich in %	Abminderungsfaktor für zul. σ		
	Vorschrift 174/85 DDR	DIN 1052 (E) 84	SIA 164/81 ¹⁾
≤ 12	1,0	1,0	1,0
15	1,0	1,0	0,8
18	1,0	1,0	0,8
18...24	0,83	0,83	0,6
24	0,5 ²⁾	0,83	0,6
≥ 30	0,5 ²⁾	0,83	0,6

¹⁾ Größere Differenzierung der Holzfeuchtebereiche in Abhängigkeit von der Nutzung

²⁾ Zustimmung der staatlichen Bauaufsicht erforderlich

tet [1.47., 1.53.]. Der Neufassung, der schon seit Jahren auf der Methode der Grenzzustände beruhenden Standards der UdSSR und der VR Polen [1.1.] folgte 1983 auch die ČSSR, indem sie ihre Holzbaunorm novellierte [1.40.].

Seit 1985 ersetzt in der DDR die neue Holzbaunorm TGL 33 135, Bl. 1 und 2 [1.32., 1.33.] die frühere TGL 112-0730 aus dem Jahre 1963. Der Kenntnisstand dieser Norm wurde zusätzlich durch die Vorschrift 174/85 der Staatlichen Bauaufsicht [1.34.] ergänzt. Parallel dazu mußte die TGL 33 136 [1.35., 1.36.] aktualisiert werden. Auf der Grundlage neuer Erkenntnisse, unter Berücksichtigung der materiellen und technologischen Bedingungen in der DDR, sind Brettschichtholzsorten eingeführt worden. Die einzelnen Sorten unterscheiden sich im Querschnittsaufbau (Tabelle 2). Die zulässigen Biegespannungen sind wie in TGL 33 135 ebenfalls hö-

Tabelle 3b. Erhöhungsfaktor für zulässige Spannungen in Abhängigkeit von der Lastkombination

Lastkombination	Grenzlastfall	Erhöhungsfaktor für zulässige Spannungen nach verschiedenen Normen		
		TGL 33 135/84 DDR	DIN 1052 (E) 84 (BRD)	SIA 164/81 (Schweiz)
nur langfristige Lasten	H	1,0	1,0	1,0
langfristige Lasten und kurzfristige Lasten oder nur kurzfristige Lasten	HZ	1,15	1,25 2,00 ¹⁾ 1,50 ²⁾	1,25
langfristige und stoßartige Lasten oder nur stoßartige Lasten				1,40

¹⁾ Waagerechte Stoßlasten n. DIN 1055 Teil 3 und Erdbebenlasten n. DIN 4149

²⁾ Transport- und Montagezustände

henabhängig. Die höhenabhängige Verminderung folgt aber jetzt einer international gebräuchlichen Funktion (Bild 1). Der Einfluß der Feuchte auf die Festigkeit wurde neu festgelegt (Tabelle 3).

Über den Stand der Arbeiten zur Umstellung des Bemessungskonzepts nach zulässigen Spannungen (TGL 33 135) auf die Methode der Grenzzustände informiert [1.55.]. Weitere Ergebnisse der einzelnen an den Forschungsarbeiten beteiligten Einrichtungen enthalten die Arbeiten [1.42. bis 1.46.].

In der ČSSR erschien eine Norm über die Konstruktion und Ausführung von Holzbrücken [1.70.]. 1985 wurde in Österreich eine spezielle Norm zur Güteüberwachung bei der Herstellung von Brettschichtholz herausgegeben [1.71.].

Literaturverzeichnis

- [1.1.] Rug, W.: Stand und Entwicklungstendenzen im Holzbau. – In: Holztechnologie. – Leipzig 25 (1984) 4, 5. – S. 171–175, 257–262
- [1.2.] Werner, G.: Holzbau. Teil 1 und 2. – Düsseldorf, 1984, 1983
- [1.3.] Werner, G.: Holzbau. – In: Schneider, K. J.: Bautabellen mit Berechnungshinweisen und Beispielen. – Düsseldorf, 1984
- [1.4.] Mönck, W.: Holzbau. – Grundlagen für Bemessung und Konstruktion. – Berlin, 1986
- [1.5.] Krabbe, E.; Neuhaus, H.: Holzbau. – In: Wendehorst: Bautabellen. – Stuttgart, 1985
- [1.6.] Csielski, E.: Konstruktionen und Berechnungen von Holzhäusern in Tafelbauart. – Grafenau, 1984
- [1.7.] Pischl, R.; Wolf, E.: Holzleimbau, Bauen mit verleimten Elementen aus Holz. – Graz, Wien, 1984
- [1.8.] Pischl, R.: Was macht das Holz, wie gehts dem Holzbau? – In: Einige Beiträge zum heutigen Ingenieurholzbau; Konrad Sattler zum 80. Geburtstag. – Institut für Stahlbau-, Holzbau und Flächentragwerke TU Graz. – Heft 4, 1985
- [1.9.] Ivanov, W. A.; Klimentko, W. S.: Konstruktionen aus Holz und Plast. – Kiew, 1983
- [1.10.] Scheer, Muszala, Kolberg: Der Holzbau. – Stuttgart, 1985
- [1.11.] Möhler, K.: Ingenieurholzbau als Hauptthema des IVBH. – In: Bauen mit Holz. – Karlsruhe 32 (1980) 10. – S. 592–594
- [1.12.] 11. IVBH-Kongreß: Abschlußbericht; Wien, 1980/Zürich, 1981
- [1.13.] Arbeitssitzung „Moderner Ingenieurholzbau“ auf dem 11. Kongreß der IVBH in Wien 1980. – In: Holz Roh- u. Werkstoff. – Berlin [West] 38 (1980) 12. – S. 478–479
- [1.14.] 11. IVBH-Kongreß: Einführungsbericht; Wien, 1980/Zürich, 1979
- [1.15.] Forschung im Ingenieurholzbau. Wissenschaftliche Fachtagung in Karlsruhe. – In: Bauen mit Holz. – Karlsruhe 84 (1982) 7. – S. 452–453
- [1.16.] Ehlbeck, J.; Steck, G.: Ingenieurholzbau in Forschung und Praxis. – Karlsruhe, 1982
- [1.17.] Dziuba, T.; Neumüller, J.: Rheologie des Holzes und der Holzkonstruktionen. – In: Holztechnologie. – Leipzig 24 (1983) 1. – S. 57–58
- [1.18.] Rheologie des Holzes und der Holzkonstruktionen: Tagungsmaterial; Zielonka, 21.–22. 10. 1982
- [1.19.] Rug, W.: Anwendung von Holz und Holzwerkstoffen für neuzeitliche Konstruktionen im Bauwesen. – In: Holztechnologie. – Leipzig 24 (1983) 4. – S. 246–247
- [1.20.] Untersuchungen zur Anwendung von Holz und Holzwerkstoffen für neuzeitliche Konstruktionen im Bauwesen: Tagungsmaterial; Szczecin, 24.–25. 5. 1983
- [1.21.] CIB-W 18-Meeting: Protokoll; Karlsruhe, Juni 1983 (unveröffentlicht.)
- [1.22.] CIB-W 18-Meeting: Protokoll; Lillehammer, 1983 (unveröffentlicht.)
- [1.23.] CIB-W 18-Meeting: Proceedings of the 17th Meeting in Rapperswil, 1984
- [1.24.] CIB-W 18 Meeting: Proceedings of the 15th Meeting in Karlsruhe, 1982
- [1.25.] CIB-W 18-Meeting: Proceedings of the 16th Meeting in Lillehammer, 1983
- [1.26.] Rug, W.: Holz in Baukonstruktionen. – In: Holztechnologie. – Leipzig 26 (1985) 2. – S. 105–106

- [1.27.] III. Internationales Symposium Holz in Baukonstruktionen: Tagungsmaterial; Bratislava/Košice, 1984
- [1.28.] CIB-W 18-Meeting: Protokoll; Ooren, Juni 1985 (unveröffentl.)
- [1.29.] CIB – Structural Timber Design Code. 6. Fassung vom Januar 1983. – In CIB-Report 1983. – Publication 66
- [1.30.] DS 413 Konstruktive Anwendung von Holz. – 83 Dän. Norm
- [1.31.] Möhler, K.: DIN 1052 „Holzbauwerke“. – In: Bauen mit Holz. – Karlsruhe 86 (1984) 9. – S. 592–605, 10. – S. 686–700, 11. – S. 774–783
- [1.32.] TGL 33 135/01 Holzbau, Tragwerke, Berechnung bauliche Durchbildung. – 84
- [1.33.] TGL 33 135/02 Holzbau, Tragwerke, Verbindungsmittel. – 84
- [1.34.] Vorschrift 174/84. – 1. Änderung von TGL 33 135; StBA 10/11, S. 82–85. – Berlin 1985
- [1.35.] 1. Änderung von TGL 33 136/01 Entwurf „Holzbau, Bauteile aus Brettschichten geklebt, Techn. Lieferbedingungen, Prüfung. – VEB Kombinat BauFa, Forschungsinstitut. – Leipzig, 1986
- [1.36.] 1. Änderung von TGL 33 136/02 Entwurf „Holzbau, Bauteile aus Brettschichten geklebt, Qualitätssicherung bei der Herstellung. – VEB Kombinat BauFa, Forschungsinstitut. – Leipzig, 1986
- [1.37.] ISO-165-N, 1983 Timber Structures, Design, 1st Working Draft. – 1983
- [1.38.] NEN 3852 Technische Grundlagen zur Berechnung von Baukonstruktionen aus Holz. – 82 Niederländischer Standard
- [1.39.] NS 3470 Projektierung von Holzkonstruktionen, Berechnung und Dimensionierung. – 79 Norwegischer Standard
- [1.40.] ČSN 73 1701 Bemessung von hölzernen Baukonstruktionen. – 83 ČSSR-Norm
- [1.41.] RIL 120 Projektierungsvorschriften für Holzkonstruktionen. – 83 Finnische Norm
- [1.42.] Zimmer, K. H.: Zur Bemessung von Holzkonstruktionen nach Grenzzuständen: 12th Congress, Vancouver, BC, Reprint from the Final Report. – Zürich, 1985
- [1.43.] Rug, W.: Grundlagenuntersuchungen zur Berechnung nach Grenzzuständen im Holzbau. – Forsch.-Ber./Bauakademie der DDR, Inst. f. Industriebau. – Berlin, 1984
- [1.44.] Rug, W.: Forschung auf dem Gebiet der Bemessung nach Grenzzuständen in Vorbereitung auf den neuen DDR-Standard Holzbau. – Bauakademie der DDR, Inst. f. Industriebau. – Berlin, 1985
- [1.45.] Badstube, M.; Rug, W.: Erarbeitung der ingenieurtheoretischen Grundlagen für den Standard „Holzbau, Tragwerke (Berechnung nach Grenzzuständen)“. – Bauakademie der DDR, Inst. f. Industriebau. – Berlin 1985
- [1.46.] Zimmer, K. H.; Lißner, K.: Zur Bemessung von Holzkonstruktionen nach Grenzzuständen. – In: Wiss. Z. Techn. Univ. Dresden. – Dresden 34 (1981) 1. – S. 65–72
- [1.47.] Madsen, B.; Sexsmith, R.: Recent development in timber engineering. – In: Can. J. of Civ. Eng. – Ottawa 10 (1983) 4. – S. 722–739
- [1.48.] RILEM/CIB-3 TT: Testing methods of timber in structural size. – In: Mater. Constr. – Paris 11 (1978). – S. 445–452
- [1.49.] RILEM/CIB-3 TT: Testing methods for joints with mechanical fasteners in load-bearing timber structures. – In: Mater. Constr. – Paris 12 (1979). – S. 329–334
- [1.50.] Kuipers, J.: Testing methods for timber. – In: Mater. Constr. – Paris 14 (1981). – S. 129
- [1.51.] RILEM/CIB-3 TT: Testing methods for joints with mechanical fasteners in load-bearing timber structures. – Annex B „Nails“. – In: Mater. Constr. – Paris 17 (1984). – S. 229–239
- [1.52.] RILEM/CIB-3 TT: Testing methods for joints with mechanical fasteners in load-bearing timber structures. – Annex C „Staples“. – In: Mater. Constr. – Paris 18 (1985). – S. 135–143
- [1.53.] Smith, I.: Partial Coefficients Limit States Design Codes for Structural Timberwork. – In: CIB-W 18/17-102.2. – Rapperswil (Schweiz), 1984
- [1.54.] Ehlbeck, J.: Zum Stand der Normungsarbeit im Ingenieurholzbau. – In: VDI-Berichte 547. – Düsseldorf, 1985
- [1.55.] Badstube, M.; Rug, W.: Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Bemessung nach Grenzzuständen in Vorbereitung auf den neuen DDR-Standard Holzbau. – In: Holztechnologie. – Leipzig 27 (1986) 6. – S. XXX
- [1.56.] 12. Dreiländer-Holztagung 1984 in Augsburg. – In: Holz Roh- u. Werkstoff. – Berlin [West] 42 (1984) 11. – S. 437–440
- [1.57.] Aus der Tätigkeit des BDZ. – In: Bauen mit Holz. – Karlsruhe 87 (1985). – S. 366–371
- [1.58.] Ingenieurholzbau – Eine Herausforderung für Architekten, Ingenieure und Bauausführende. – In: Bauen mit Holz. – Karlsruhe 87 (1985). – S. 410–413
- [1.59.] Aus der Normung. – In: Holz Roh- u. Werkstoff. – Berlin [West] (1984). – S. 116–175
- [1.60.] ISO 6891. Timber structures joints made with mechanical fasteners – General principles for the determination of strength and deformation characteristics. – 83
- [1.61.] Holz als Baustoff, eine Literaturdokumentation. – IRB Themendokumentation Nr. 9. – Stuttgart, 83
- [1.62.] Bauen mit Holz, eine Literaturdokumentation. – IRB-Themendokumentation Nr. 8. – Stuttgart, 83
- [1.63.] Rug, W.: Bericht vom 2. Holzbauseminar. – In: Bauplanung-Bautechnik. – Berlin 38 (1984) 2, S. 468–469
- [1.64.] Rug, W.: Bericht vom 3. Holzbauseminar. – In: Bauplanung-Bautechnik. – Berlin 39 (1985) 1, S. 40–41
- [1.65.] Rug, W.: Bericht vom 4. Holzbauseminar. – In: Bauplanung-Bautechnik. – Berlin 39 (1985) 10, S. 468–469
- [1.66.] Rug, W.: 2. Holzbauseminar 1983. – Mitteilungsheft 1/84 des FA Ingenieurholzbau und des Instituts für Industriebau. – Berlin, 1984

- [1.67.] Rug, W.: 3. Holzbauseminar 1984. – Mitteilungsheft 1/85 des FA Ingenieurholzbau und des Instituts für Industriebau. – Berlin, 1985
- [1.68.] Rug, W.: 4. Holzbauseminar 1985. – Mitteilungsheft 1/86 des FA Ingenieurholzbau und des Instituts für Industriebau. – Berlin, 1986
- [1.69.] Rug, W.: Forschungs- und Entwicklungsergebnisse der Holzbauauforschung in der DDR. – Mitteilungsheft 2/84 des FA Ingenieurholzbau und des Instituts für Industriebau. – Berlin, 1984
- [1.70.] ČSN 736212 Holzbrücken. – 81 ČSSR-Norm
- [1.71.] Ö-Norm B 4103 Güteüberwachung der werksmäßigen Herstellung verleimter Bauteile aus Holz, Normkennzeichnung. – 85 Österreichische Norm

Holzkonstruktionen

Die Forschungs- und Entwicklungstätigkeit der Ingenieure in vielen Ländern konzentriert sich auf die Erschließung neuer Anwendungsbereiche für Holzkonstruktionen. Der Zwang zu wirtschaftlicheren Konstruktionen führt zur ständigen qualitativen Verbesserung der ingenieurtheoretischen und konstruktiven Grundlagen im internationalen Ingenieurholzbau. Die Holzbauauforschung konzentriert sich deshalb zunehmend auf alle das qualitative Niveau der Grundlagen bestimmenden Entwicklungsbereiche (Bild 2).

Die Wirtschaftlichkeit einer Holzkonstruktion wird international immer weniger im minimalen Materialaufwand gesehen als in der Suche nach Konstruktionsformen, die sowohl in ihrem Materialverbrauch als auch in Herstellung- und Montageaufwand ein bautechnisches Optimum darstellen, d. h. ökonomisch optimal konstruiert sind.

Im Hinblick auf die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Holzkonstruktionen ist international folgender Trend erkennbar (s. auch [2.7., 2.11.]):

1. Beanspruchungsgerechter Einsatz der Holzbaustoffe entsprechend ihrem Veredlungsgrad sowohl als Rundholz [2.8., 2.52.], Vollholz [2.7., 2.9., 2.33.] oder Brettschichtholz [2.8., 2.9., 2.10., 2.33.] oder Holzwerkstoffkonstruktion [2.53.].
2. Entwicklung von typisierten räumlichen Konstruktionen für mittlere bis große Spannweiten [2.5., 2.6., 2.24., 2.28. bis 2.30., 2.46., 2.50., 2.52.].
3. Entwicklung zuverlässiger Sortiermethoden [2.32., 2.33., 2.43.].
4. Entwicklung und Fertigung von Verbund- und Hybridkonstruktionen, in denen die Materialien entsprechend ihren mechanischen Eigenschaften optimal ausgenutzt bzw. wirkungsvoll genutzt werden. Beispiele hierfür sind vorgespannte und bewehrte Brettschichtholzkonstruktionen [2.20., 2.21., 2.43.], Verbundkonstruktionen aus Holz und Holzwerkstoffen [2.43., 2.33.] bzw. Hybridtragwerke aus verschiedenen Holzarten [2.20., 2.21., 2.26., 2.43.] bzw. Holz in Kombination mit Stahl- und/oder Beton [2.10., 2.29., 2.30.]. Des weiteren ist man bestrebt, Restholzsorimente durch Verkleben zu veredeln.

5. Rationalisierung der Verbindungen im Hinblick auf eine industrielle Fertigung im Fertigungsbetrieb, wobei die Belange kleinerer Zimmereibetriebe, die international immer noch den größten Anteil an den Holzbaubetrieben stellen, berücksichtigt werden [2.10., 2.12., 2.32., 2.33., 2.36.].

6. Industrialisierung der Abbundarbeiten [2.10., 2.33.]. Dadurch läßt sich der Arbeitsaufwand beträchtlich senken (Tabelle 4).

Zur Gestaltung der Holzbauten wurden prinzipielle Überlegungen in [2.11., 2.24., 2.25., 2.35., 2.36.] dargelegt.

– Konstruktionen aus Vollholz bzw. Nadelnschittholz

In der Schweiz wurde ein neues Holzbausystem (Planisec-System) entwickelt, das aus standardisierten Brettquerschnitten (33×120 , 33×200) besteht, die in Längsrichtung zusammenge-nagelt werden. An den Enden werden Bleche von 0,8...1,5 mm Dicke mit vernagelt, die die Verbindung zwischen den einzelnen Bauteilen (z. B. eines Fachwerkes) herstellen [2.5., 2.6., 2.10.].

In der BRD entwickelte eine Firma einen geklebten Träger mit I-Querschnitt, der durch eine Hochfrequenzverklebung wirtschaftlich hergestellt werden kann. Das Verfahren ist patentrechtlich geschützt. Eingesetzt werden die Querschnitte als Dachsparren und Deckenbalken [2.4.].

– Holzklebekonstruktionen

Die Produktion von Brettschichtholz hat sich in den letzten Jahrzehnten dynamisch entwickelt. Heute werden in führenden Ländern etwa $3...10 \text{ m}^3/1\,000$ Einwohner gefertigt. In

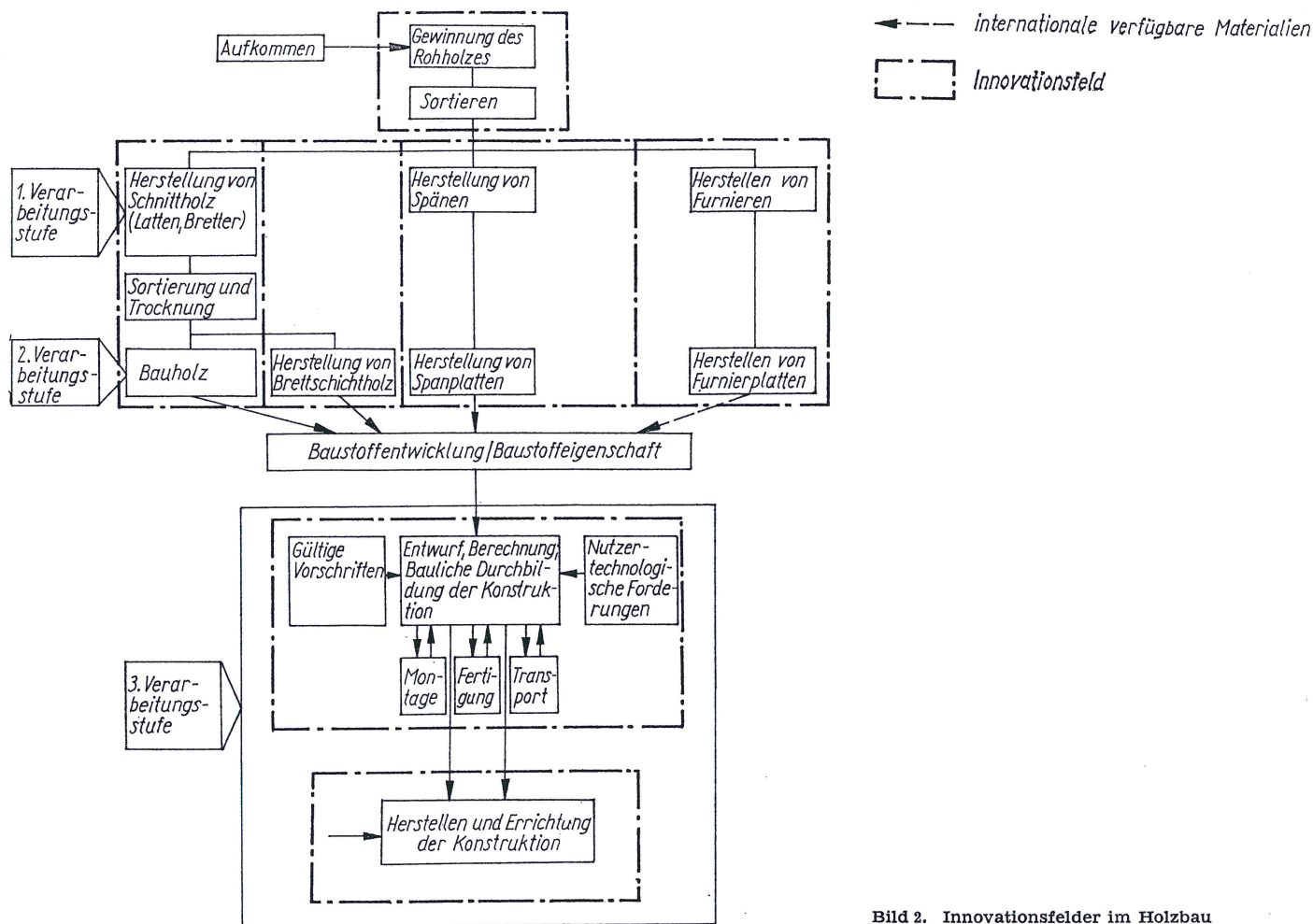


Bild 2. Innovationsfelder im Holzbau

Tabelle 4. Vergleichende Übersicht des Stundenaufwandes für einen Abbund mit Handmaschinen und einen solchen mit computer-gesteuerten Anlagen

	Manuelle Arbeit mit Handmaschinen h/m³		Manuelle Arbeit mit BSB Bearbeitungsautomaten h/m³	
	1984	1988	1984	1988
Einfacher Abbund				
– Schnittholz	6	5	5	3
– Brettstichholz	6	5	2	1
Komplizierter Abbund				
– Schnittholz	12	10	10	6
– Brettstichholz	12	10	4	2

der BRD werden jährlich mit 150 000 m³ (4,2 m³/1 000 Einwohner) Brettstichholz, das von etwa 40 inländischen und 10 ausländischen Firmen hergestellt wird, Bauleistungen von rund 500 Mill. DM realisiert [2.52].

Entwickelt wurden Holzgitterschalen für Tennishallen (Schweiz [2.5]) mit Spannweiten von 35...40 m. In der BRD führte eine Holzbaufirma erstmals eine Brettstichkonstruktion für eine offene Bahnsteighalle aus [2.1.] (Bild 3).

Das bisherige Produktionssortiment an typisierten BSH-Konstruktionen in der DDR wurde durch eine Mehrzweckhalle mit textiler Hülle (18 m Spannweite, Bild 4) und durch einen Fachwerkbinder aus Brettstichholz (24 m Spannweite) für Düngerlagerhallen ergänzt (Bild 5).

Über 12 Jahre wurden eingespannte Kranbahnstützen bei einer Industriehalle erprobt. Die Stützenfüße versiegelt man mit Epoxidharz und Glasfasermatten. Der Fundamentboden wurde mit Bitumen ausgegossen. Die Stützen waren mit Zementmörtel im Hülsefundament vergossen (Bild 6). Weitere Hinweise zur Ausführung und Berechnung gibt [2.16].

Die verstärkte Anwendung von Fußgängerbrücken in Holz ist auf ökonomische Vorteile gegenüber vergleichbaren Konstruktionen in Stahl zurückzuführen. Aus dem gleichen

Grund werden auch wieder zunehmend Straßenbrücken in Holz errichtet. In der BRD wurden zum Beispiel 3 Straßenbrücken für die Brückenklasse 30 mit freien Spannweiten von 6...17,5 gebaut [2.23]. In den USA gibt es allein 20 000 Holzbrücken, davon etwa 13 000 (65 %) in der Forstwirtschaft. Neben Rundholz werden die Brücken zumeist in Brettstichholz ausgeführt.

Amerikanische Erfahrungen weisen darauf hin, daß Brücken

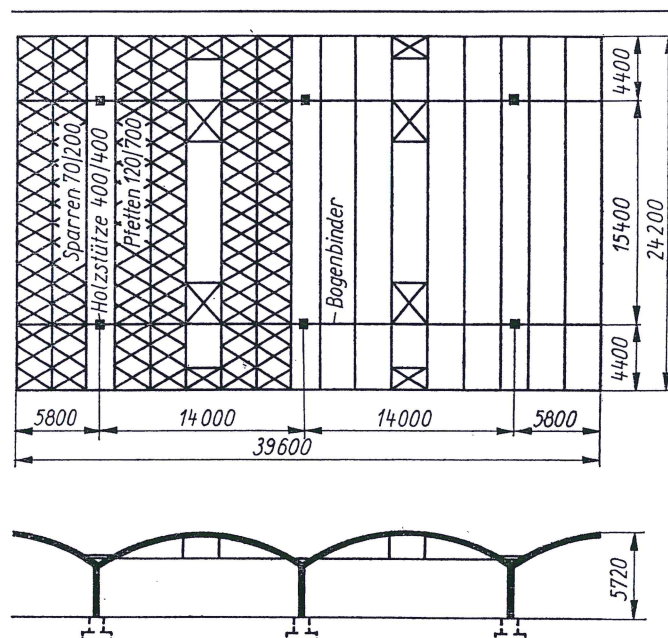


Bild 3. Grundriß und Schnittschema der Halle mit der Rautenpfettenlage und Längspfetten sowie Oberlichtanordnung

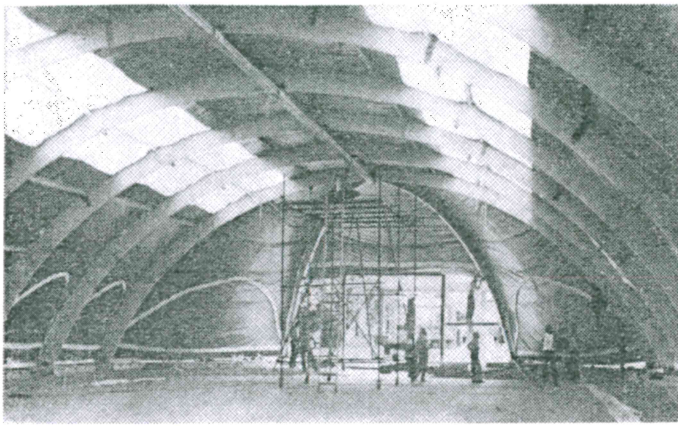


Bild 4. Innenansicht der Halle

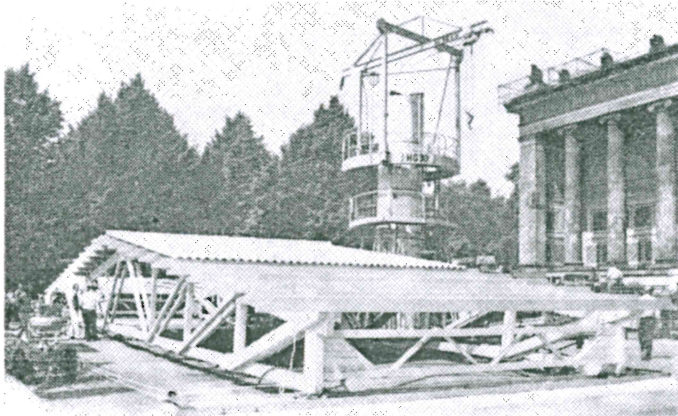


Bild 5. Dachsegment mit SW 24 m

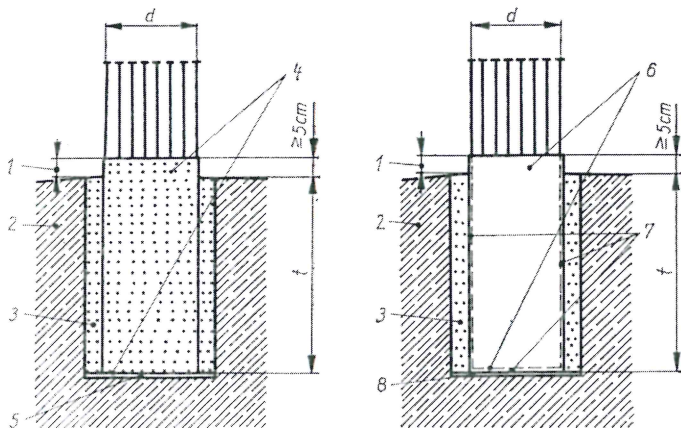


Bild 6. Eine eingespannte Stütze mit Beschichtung des Stützfußes (Epoxyd-Harz mit Glasfasergewebeverstärkung) links; 1 – vor mechanischer Beschädigung und Feuchte schützend; 2 – Stahlbeton-Fundament; 3 – Verguß nach DIN 1045; 4 – Beschichtung; 5 – Zementausgleichsschicht oder Stahlblech $1 \geq 2$ mm; Variante einer eingespannten Stütze mit ummanteltem Stützfuß (rechts); 6 – Ummantelung; 7 – Verfüllung; 8 – Zementausgleichsschicht

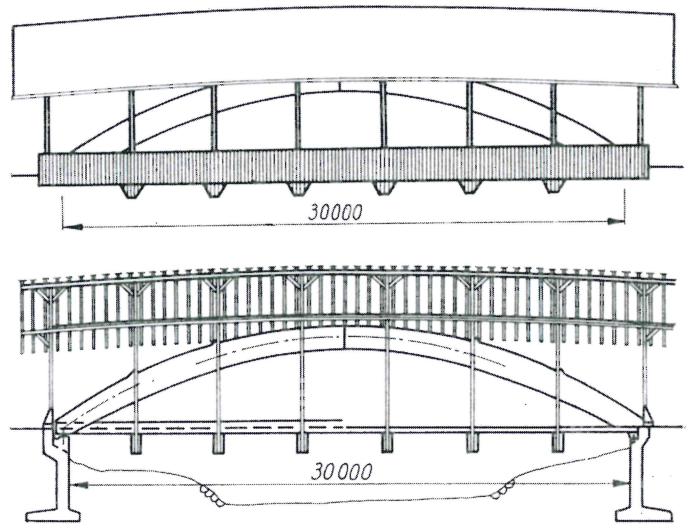


Bild 7. Straßenbrücke in Eggwil (Schweiz) [220]

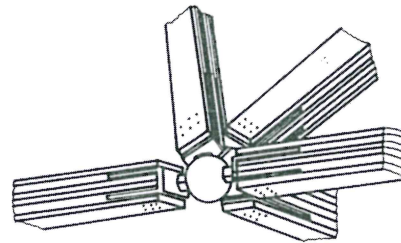
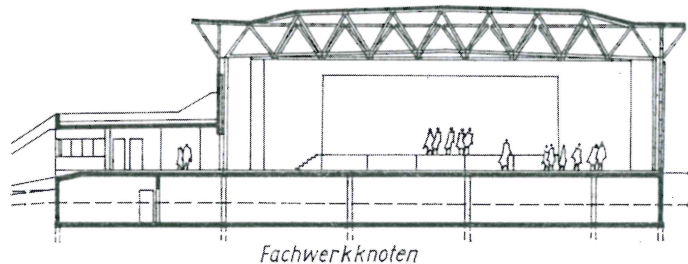


Bild 8. Halle in Arbon (Schweiz); Umbauter Raum 32 000 m³, Gesamtfläche EG 2 700 m², Saalfläche (27 m × 45 m) 1 215 m²

Raumfachwerk
Grundrißraster 3 m × 3 m, Systemhöhe 2,5 m, Stabquerschnitte 11/11 bis 17/17 cm, Bodenmontage 2 Wochen, Hubmasse 72 Tonnen

Brettschichtholz insges. 59,7 m³
Tragkonstruktion, Föhre 32,9 m³ (55 %), Buche 16,7 m³ (28 %)
Fassade, Föhre 10,1 m³ (17 %)

Anzahl der Stäbe insges. 1 284 Stck.
Tragkonstruktion, Föhre 792 Stck. (62 %), Buche 264 Stck. (20 %)
Fassade/Dachvorsprung, Föhre 228 Stck. (18 %)

Anzahl der Kugeln insges. 328 Stck.
Tragkonstruktion 266 Stck., Fassade/Dachvorsprung 62 Stck., Holzverbrauch (Dachkonstruktion) 0,04 m³/m² GF

aus Beton oder Stahl heute nur noch eine Lebensdauer von 15...20 Jahren haben, während bei Brücken aus Brettschichtholz die Lebensdauer 50 Jahre [2.19.] beträgt. Interessante Brückenlösungen aus der UdSSR stellt [2.26.] vor. Über weitere Brücken berichten [2.17. bis 2.19., 2.22., 2.23., 2.32., 2.49.].

Schweizer Forscher haben eine Reihe von neuen Erkenntnissen aus der Holzbauforschung beim Bau einer Straßenbrücke mit 31 m Spannweite umgesetzt (Bild 7). Die Hängepfosten und Fahrbahnträger bestehen aus Buchenbrettschichtholz. Die Fahrbahnplatte (6,6 m × 30,6 m × 0,2 m) wurde in Anlehnung an kanadische Erfahrungen bei der Rekonstruktion von Brückendecks aus Holz mittels hochfester Spannstähle quer vorgespannt. Die einzelnen Bretter sind verklebt. Die Vorspannung bewirkt, daß trotz der geringen Zugfestigkeit des Holzes quer zur Faser eine dauernde Plattenwirkung erzielt werden kann [2.20., 2.21.].

Die Platte kann auch aus sägerauhen unverklebten Brettern hergestellt werden [2.43.]. Eine ebenfalls interessante Entwicklung aus der Schweiz zeigt Bild 8. Auf die Forschungsarbeiten zu diesem Thema an der ETH Zürich wurde in [1.1.] schon hingewiesen. Bei der in Bild 8 dargestellten Halle mit 22 m × 45 m wurden die Ergebnisse erstmals praktisch umgesetzt. Die Gesamtlast des Daches betrug 3 kN/m². Der Holzverbrauch (Tragkonstruktion) liegt bei 4 m³/100 m² Grundfläche. Die Montage des ebenerdig vormontierten Raumfachwerkes mit 1 056 Stäben aus Brettschichtholz (davon 28 % für hochbelastete Stäbe aus Buchenbrettschichtholz) dauerte 5 Stunden. Typisierte Konstruktionen für Sporthallen in der VR Polen enthält [2.45.].

In der ČSSR untersuchten Forscher typisierte Rippenkuppeln. Zwischen Rippen und Dachhaut besteht ein tragfähiger

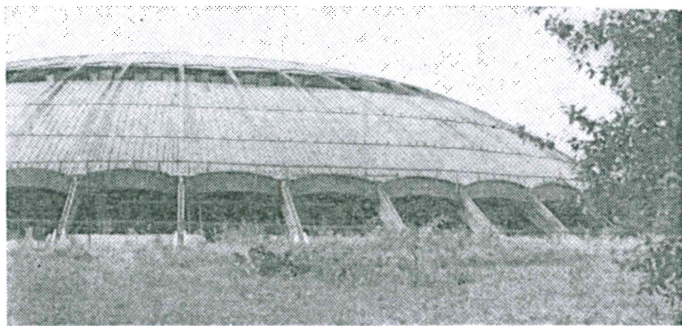


Bild 9a. Halle in Zilina (ČSSR)

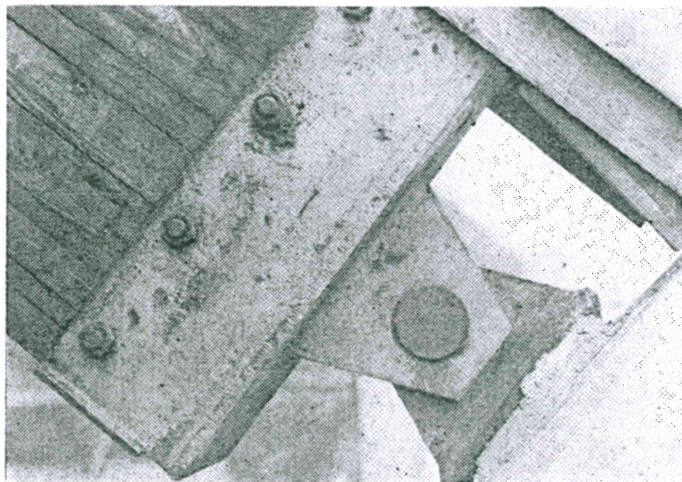


Bild 9d. Fußpunkt der Halle in Zilina (ČSSR)

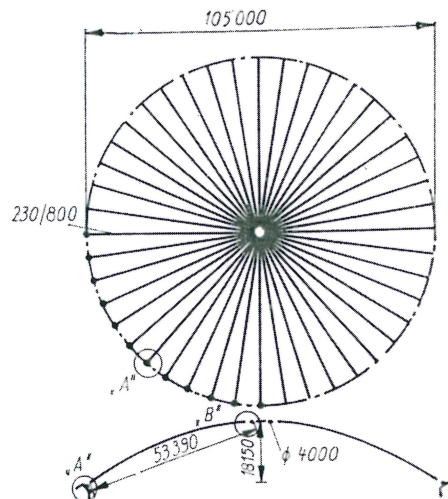
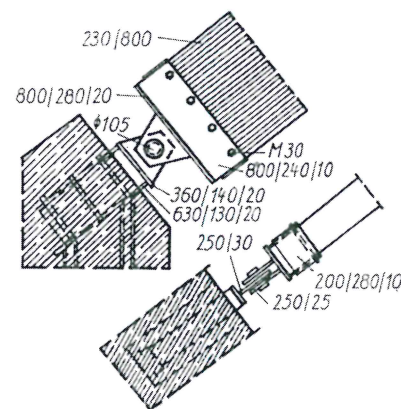


Bild 9b. Grundriß und Schnittschema der Hauptbinder von der Halle in Zilina (ČSSR)

Bild 9c. Ansicht und Draufsicht der Fußpunktverankerung der Halle in Zilina (ČSSR)



Verbund. Dadurch kann eine 28%ige Holzeinsparung realisiert werden [2.28.]. Weitere räumliche Tragwerke aus Holz, die in der ČSSR und der UdSSR entwickelt wurden, sind in [2.29., 2.30.] enthalten. In der ČSSR errichtet man einen Kuppelbau für eine Sporthalle mit 105 m Spannweite (Bilder 9 a–c).

44 Brettschichtträger mit einer Länge von 53,4 m tragen die Dachhaut. Der Holzverbrauch bezogen auf die Dachkonstruktion, beträgt $9,4 \text{ m}^3/100 \text{ m}^2$ Grundfläche [2.2., 2.3.]. Im Zusammenhang mit der Rationalisierung der Technologie für den monolithischen Betonbau in der DDR wurde ein hölzerner Schalungsträger entwickelt. Die Bilder 10a und 10b zeigen 2 untersuchte Varianten. Eine der untersuchten Varianten kann aus Schnittholzkürzungen einer Dimension hergestellt werden [2.34.].

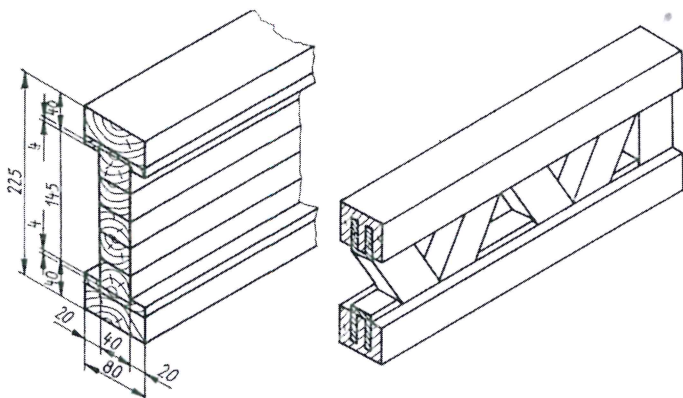


Bild 10a. Querschnitt und technische Kennwerte des Serienträgers; Länge 2,25...5,50 m; Gurtbreite 40 mm; Stegbreite 80 mm; Höhe 225 mm; Masse ($u = 18\%$) = $7,5 \text{ kg/m}$; zul. $M = 9 \text{ kNm}$; zul. $Q = 8 \text{ kN}$

Bild 10b. Gitterträger Variante III; zul. $M = 5 \text{ kNm}$; zul. $Q = 8,7 \text{ kN}$; Masse 6 kg/m ; Holzverbrauch $1,2 \text{ m}^3/100 \text{ m}$

Literaturverzeichnis

- [2.1.] Die Holzkonstruktion einer großflächigen Bahnsteigüberdachung. – In: Bauen mit Holz. – Karlsruhe 86 (1984) 4. – S. 202–204
- [2.2.] Kreiskuppel als Sporthallenüberdachung. – In: Bauen mit Holz. – Karlsruhe 87 (1985). – S. 376–377
- [2.3.] Die Sporthallenkuppel aus 100 m^3 Holz. – In: Holzkurier. – Wien (1982) 2. – S. 217–218
- [2.4.] Doppel-T-Querschnitte als seriengefertigtes Konstruktionselement. – In Bauen mit Holz. – Karlsruhe 86 (1984) 10. – S. 683 bis 685
- [2.5.] Holzbau in der Schweiz, III. Teil, Aktuelle Bauten, Neuentwicklungen. – In: Bauen mit Holz. – Karlsruhe 85 (1983) 12. – S. 784–787
- [2.6.] Ruske, W.: Holz – die reizvolle Alternative, Holz im Industrie- und Hallenbau. – In: Baumarkt. – (1984) 7. – S. 318–328
- [2.7.] Helmeshoff, B.: Wirtschaftliche Aspekte beim Entwurf von Holztragwerken. – VDI-Berichte. – Düsseldorf (1985) 547
- [2.8.] Jugendhaus mit Zeltdachkonstruktion aus Rundhölzern. – In: Schweizer Holzbau. – Zürich 51 (1985) 4. – S. 29–31
- [2.9.] Meierhofer, H.: Nicht entweder oder, sondern – mehr Massivholz und mehr Brettschichtholz. – In: Schweizer Holzbau, Zürich 51 (1985) 9. – S. 19–20
- [2.10.] Natterer, J.; Winter, W.: IBOLS-Impulse: Erweiterung der baulichen Holzverwendung. – In: Schweizer Holzbau. – Zürich 51 (1985) 8. – S. 20–22
- [2.11.] Leonhardt, F.: Gestaltungsmöglichkeiten von Ingenieurholzbauten. – In: Bauen mit Holz. – Karlsruhe 86 (1984) 1. – S. 14–18
- [2.12.] Mückl, G.: Ein neues Holzskelettbau-System setzt sich durch. – In: Holz-Zentralblatt. – Stuttgart 109 (1983). – S. 832–833
- [2.13.] Kofent, W.: Grundsätze für die Anwendung von Brettschichtholz in Dach- und Hallenkonstruktionen. – In: Bauzeitung. – Berlin 39 (1985) 1. – S. 35–38
- [2.14.] Kofent, W.; Nicolussi-Moretto, D.: Mehrzweckhallen in Holz- und Mischbauweise. – In: Bauzeitung. – Berlin 38 (1984) 12. – S. 562–563
- [2.15.] Eingespannte BSH-Stützen seit 22 Jahren erprobt. – In: Bauen mit Holz. – Karlsruhe 86 (1984) 5. – S. 278–279
- [2.16.] Helmeshoff, B.; Eglinger, W.: Einspannung von Stäben aus Brettschichtholz durch Verguß in Betonfundamente. – In: Bauen mit Holz. – Karlsruhe 85 (1983) 9. – S. 558–560
- [2.17.] Ruske, W.: Hölzerne Brücken im Aufwind. – In: Tiefbau-Ingenieurbau-Straßenbau. – Gütersloh (1985) 9. – S. 491–492, 495
- [2.18.] Flühmann, O.: Tüftelsteig – Neubau mit einer weitgespannten Holzfachwerkkonstruktion. – In: Schweizer Holzbau. – Zürich 51 (1985) 9. – S. 35–38
- [2.19.] The timber bridge an old and new concept. – In: Forest Prod. J. – Madison 33 (1983) 11. – S. 6–7

- [2.20.] Gehri, E.: Neue Dörrfibrücke in Eggiwil. — In: Schweizer Holzbau. — Zürich 51 (1985). — S. 31–37
- [2.21.] Aus Fichten- und Buchenholz. In: Bauen mit Holz. — Karlsruhe 87 (1985) 2. — S. 70–71
- [2.22.] Brückenmontage in 6 Stunden. — In: Bauen mit Holz. — Karlsruhe 86 (1984) 7. — S. 464
- [2.23.] Aufwind im Holzbrückenbau. — In: Bauen mit Holz. — Karlsruhe 87 (1985) 7. — S. 460
- [2.24.] Dittrich, W.; Natterer, J.: Ingenieur und Architekt im Holzbau. — In: Konstruktiver Ingenieurbau, Verband beratender Ingenieure. — Berlin [West], (1985)
- [2.25.] Dittrich, W.; Natterer, J.: Ingenieurholzbauwerke großer Spannweite. — In: Konstruktiver Ingenieurbau, Verband beratender Ingenieure. — Berlin [West], (1985)
- [2.26.] Popov, W. I.: Moderne Konstruktionen der Holzbrücken in der UdSSR. — In: III. Internationales Symposium Holz in Baukonstruktionen; Tagungsmaterial. — Bratislava/Kočovce, 1984
- [2.27.] Kofent, W.: Vorgefertigte leichte geleimte Dachkonstruktionen. — In: III. Internationales Symposium Holz in Baukonstruktionen; Tagungsmaterial. — Bratislava/Kočovce, 1984
- [2.28.] Dutko, P.; Draskovic, F.; Kaiser, J.: Entwicklung, Grundsätze der konstruktiven und statischen Lösung der hölzernen veränderlich verbundenen Faltwerk-Rippenkuppeln. — In: III. Internationales Symposium Holz in Baukonstruktionen; Tagungsmaterial. — Bratislava/Kočovce, 1984
- [2.29.] Pischl, R.: Zwei bemerkenswerte Überdachungen in Holzfachwerkkonstruktionen mit Stabdübelverbindungen. — In: III. Internationales Symposium Holz in Baukonstruktionen; Tagungsmaterial. — Bratislava/Kočovce, 1984
- [2.30.] Hrecka, I.: Entwicklung eines neuen Typs einer räumlichen Stahlkonstruktion unter Verwendung der Holz- und Stahlelemente. — In: III. Internationales Symposium Holz in Baukonstruktionen; Tagungsmaterial. — Bratislava/Kočovce, 1984
- [2.31.] Dimitrijew, P. ...: Industrielle räumliche Holzkonstruktion. — In: III. Internationales Symposium Holz in Baukonstruktionen; Tagungsmaterial. — Bratislava/Kočovce, 1984
- [2.32.] Umscheid, O.: Fertigung und Einsatz von Wellsteg-Trägern. — In: III. Internationales Symposium Holz in Baukonstruktionen; Tagungsmaterial. — Bratislava/Kočovce, 1984
- [2.33.] NFP 12: Stand der Forschungsarbeiten über lebenswichtige Holzprodukte. — In: Schweizer Holzbau. — Zürich 50 (1984) 12. — S. 20–23
- [2.34.] Blumer, H.: Auswahlkriterium: Massivholz oder Brettschichtholz für Tragwerke. — In: Schweizer Holzbau. — Zürich 51 (1985) 12. — S. 19–23
- [2.35.] Rug, W.; Kreißig, W.; Kofent, W.: Entwicklung eines hölzernen Schalungsträgers. — In: Bauplanung-Bautechnik. — Berlin (1986). — (in Vorbereitung)
- [2.36.] Dröge, G.: Entwurf und Bemessung von Hallentragwerken unter besonderer Berücksichtigung von Erkenntnissen aus typischen Schadensfällen. — In: VDI-Berichte. — Düsseldorf (1985) 547.
- [2.37.] Herrschmann, D.: Räumliche Tragwerke aus Holz. — In: VDI-Berichte. — Düsseldorf (1985) 547
- [2.38.] Stiefler, H.-D.: Holzbrücken. — In: VDI-Berichte. — Düsseldorf (1985) 547
- [2.39.] Thomas, S. T.; Thomas, D. J.; Solits, L. A.: Continuous Timber Diaphragm. — In: Journ. Struct. Div. — New York 111 (1985). — S. 993–1003
- [2.40.] Vieh, C. B.: An emulsion polymer insocyanat adhesive for laminating composite lumber. — In: Forest Prod. J. — Madison 34 (1984) 4. — S. 27–34
- [2.41.] Kolb, H.: Leimen tragender Bauteile. — In: 5. Seminarreihe „Kleben und Leimen rund ums Holz“. — Rosenheim, 1984
- [2.42.] Hinterwälder, R.; Teichmann, R.: Innovation bei der Verleimung von Massivholzelementen. — In: 5. Seminarreihe „Kleben und Leimen rund ums Holz“. — Rosenheim, 1984
- [2.43.] Neuner, S.: Überblick Holzleimbau — Besondere Betrachtung der Leimnachweise der Leimsysteme und Technologie. — In: 5. Seminarreihe „Kleben und Leimen rund ums Holz“. — Rosenheim, 1984
- [2.44.] Holzbau: Praxisnahe Forschung. — In: Schweizer Holzbau. — Zürich 51 (1985) 12. — S. 23–25
- [2.45.] Research Programm 1984/1985. — In: BRE. — Garston, 1983
- [2.46.] Sale sportowe. — Centralny Osrodek Badawazo — Projektowy Budowniatwa Przemyslowego
- [2.47.] Ein Raumfachwerk als Hallendach. — In: Bauen mit Holz. — Karlsruhe 86 (1984) 9. — S. 575–577
- [2.48.] Holzleimbau haben Gütezeichen für Brettschichtholz im Visier. — In: Schweizer Holzbau. — Zürich (1985) 2. — S. 29
- [2.49.] Aus der Tätigkeit des BDZ. — In: Bauen mit Holz. — Karlsruhe 87 (1985) 6. — S. 366–371
- [2.50.] Moderne Holzbrücken. — In: Schweizer Baublatt. — Zürich 92 (1983) S. 2–6
- [2.51.] Neuartiges Holz — Raumfachwerk überspannt Seepark-Saal in Arbon. — In: Schweizer Holzbau. — Zürich 51 (1985) 7. — S. 35–38
- [2.52.] Schrage, K. P.: Das Brettschichtholz und seine Möglichkeiten. — In: VDI-Berichte. — Düsseldorf (1985) 547
- [2.53.] Haybers, J. P.: Space structures made of timber poles. — International Congress IASS; Moskau 1985. — S. 367–377
- [2.54.] Lee, D. C.: Construction practices with particleboard in Northern Europe. — In: Journ. of Wood Science. — Madison 8 (6) (1980). — S. 246–253
- [2.55.] Weber, Ch.: Die Holzwerkstoff-Industrien in Europa und Nordamerika. — In: Schweizer Holzbau. — Zürich 51 (1985) 10. — S. 41 bis 42
- [2.56.] Deppe, H. J.: Forschungsschwerpunkte in der deutschen Holzwerkstoffindustrie. — In: Holz- und Kunststoffmaschinen. — 19 (1984) 5. — S. 39–46

Anlage zur Hochfrequenz-Zahnschärfung

Zur Standzeitverlängerung von Sägen wurde im VEB VHI „Nordharz“, Wernigerode, BT Neuwegersleben, eine HF-Zahnschärfanlage entwickelt und gebaut. Als Vorschubmechanik und Sägenaufnahme für Band-, Gatter- und Kreissägen kam ein sowjetischer Sägenscharfautomat Typ TSPA-5 ohne Oberteil (Schleifscheibenaufnahme und Support) zum Einsatz.

Vom VEB Steremat Berlin wurde der HF-Generator GD 4-02 mit einer Frequenz von 27,12 MHz verwendet. Seine Leistung wurde von 4 auf 2 kW herabgesetzt. Der Vorschub der Sägen erfolgt diskontinuierlich, so daß jeder Zahn einzeln gehärtet wird. Der Vorschubfinger steuert den Generator an; die Einschaltdauer des hochfrequenten Feldes ist entsprechend den Forderungen einstellbar (Vorzugswerte 0,1...0,2 s). Die Zähnezahl der Sägen läßt sich vorprogrammieren, so daß sich die Anlage nach Sägendurchlauf automatisch abschaltet.

Der Induktor, über den die eigentliche Zahnschärfung erfolgt, besteht aus versilbertem Cu-Draht und zeichnet sich

durch einfachen Aufbau aus. Er läßt sich leicht auswechseln. Die Verwendung von Zusatzmedien zur Kühlung des Induktors oder der Zahnschärfung ist nicht erforderlich, da die Wärmeableitung in das ungehärtete Zahnvolumen ausreicht. Die Tiefe der Härtezone im Sägezahn ist so gering, daß die Elastizität des Zahns nicht verlorengeht. Der Zahn bricht beim Schneiden nicht aus und hält der harten Beanspruchung beim Schneidvorgang stand. Nach jedem Werkzeugschliff sollten die Zähne erneut gehärtet werden.

Die Zahnschärfanlage hat sich sowohl bei geschränkten als auch bei gestauchten Sägezähnen bewährt und zu einer mehrfachen Standzeit geführt. Die Anlage wurde im Rahmen des Neuererwesens entwickelt und kann im o. g. Betrieb eingesetzt werden. Für das Betreiben der Anlage wurde eine technische Dokumentation erarbeitet, die gleichzeitig als Informationsmaterial dient.

Ing. oec. Klaus-Peter Bartöck;
Dr.-Ing. Wolfgang Knüffer

holz technologie

**Wissenschaftlich-
technische Zeitschrift
für die
holzverarbeitende
Industrie**

6 • 86



VEB Fachbuchverlag Leipzig

ISSN 0018-3881
Holztechnologie
Leipzig 27 (1986) 6, Nov./Dez.
S. 281-336