

Raumfachwerke aus Rundholz

Dr.-Ing. Wolfgang Rug, Bauakademie der DDR, Institut für Industriebau, und
Dipl.-Ing. Wilfried Pötke, Bauakademie der DDR, Institut für Heizung, Lüftung und Grundlagen der Bautechnik

Problemstellung

Holz hat im Verhältnis zu seiner Masse eine hohe Festigkeit. Die Verwendung von Holz für Baukonstruktionen ist in Abhängigkeit vom Veredlungsgrad mit einem relativ geringen Energieaufwand verbunden. Sowohl bei der Herstellung bzw. der Fertigung von Konstruktionen, als auch bei der Unterhaltung benötigt man gegenüber anderen Baustoffen einen niedrigen Aufwand an Energie (Tabellen 1 und 2).

Rundholz ist ein Holzsortiment der ersten Verarbeitungsstufe, das eine relativ hohe Tragfähigkeit hat. Da die Fasern von Rundhölzern durch Zersägen noch nicht zerstört worden sind, liegen die zulässigen Spannungen sogar höher als bei dem zur 2. Verarbeitungsstufe gehörenden Schnittholz.

Die Rundholzgewinnung ist schon zeitig durch Rodung und Auslichtung von jungem Waldbestand möglich. Das nachwachsende Baumaterial kann also schon in einem früheren Wachstumsstadium als konstruktives Bauholz genutzt werden.

Ein weiterer Vorteil ist die regionale Vorfertigbarkeit. In den letzten Jahren hat man sich u. a. auch in der DDR mit der wirtschaftlichen Nutzung von Rundholz für Baukonstruktionen beschäftigt [1 bis 6; 13].

Für einfache Zweckbauten, wie Berge- und Lagerräume in der Landwirtschaft, für Lager- und Produktionsbauten in der Industrie, sind Holzkonstruktionen mit niedrigem Veredlungsgrad besonders wirtschaftlich.

Nachfolgend berichten die Autoren über Untersuchungen zur Entwicklung von Raumfachwerken aus Rundholz.

Die Entwicklung von Raumfachwerken in Holz erfordert die Lösung der Knoten- und Anbindungspunkte. Neuere Entwicklungen, die in [1,2,3,6] veröffentlicht wurden, haben die Autoren in ihre Überlegungen einbezogen.

Die Untersuchungen gliederten sich in zwei Schwerpunkte

1. Entwicklung einer effektiven Verbindungslösung
2. Analyse des Tragverhaltens der Verbindungen und des Tragwerkes.

Verbindungs-lösung

Die Verbindungslösung sollte folgende Merkmale aufweisen:

- einfache Konstruktion und Herstellung,
- geringer Materialverbrauch,
- Herstellung der Verbindung mit einfachen Hilfsmitteln,

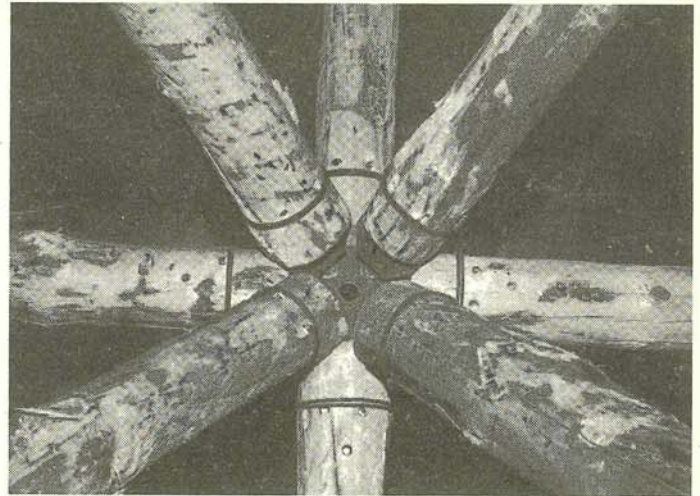


Bild 1. Knoten eines Raumfachwerkes

- Annäherung der Tragfähigkeit des Raumfachwerkknotens an die zulässigen Traglasten der Rundholzstäbe.

Die realisierte Verbindung besteht aus Stahl mit entsprechendem Korrosionsschutz. Die Stahlstäbe werden an den Stabenden über Stabdübel mit dem Holz verbunden. Die Tragfähigkeit dieser Holz-Stahl-Verbindung kann in Abhängigkeit von der Blechdicke, der Dübelanzahl, dem Dübeldurchmesser und der Materialgüte variiert und optimiert werden.

Zur Sicherung der Rundstabenden gegen Aufspalten bzw. zur Verhinderung der Spaltung durch die Dübel ist es ratsam, die Rundstabenden durch Umrödelung mit Draht zu sichern.

Die Knotenverbindung der horizontal und im Raster rechtwinklig zusammenstoßenden Stäbe erfolgt über je zwei Bohrungen im Blech an den beiden Enden der Holzstäbe. Die Verschraubung dieser Stäbe wird mit den an die Bleche der Diagonalstäbe angeschweißten Bolzen M 16 vorgenommen (Bild 1).

Dabei wurde die Geometrie so ausgebildet, daß sich die Systemachsen aller Knotenstäbe in Höhe des Knotenbleches schneiden. Die Knotenverbindung ermöglicht Stabdurchmesser von 75 bis 100 mm.

Tabelle 1. Güteforderungen für Bauholz verschiedener Veredlungsstufen nach [10]; Vergleich der Materialpreise und Festigkeiten

Bauholz	Güteforderungen	Materialpreis i. V. zum Rundholz	zulässige Festigkeit im Vergleich zum Rundholz nach [10]		
			σ_{bBII}	σ_{dBII}	σ_{zBII}
Rundholz	gesund, gerade gewachsen, Drehwuchs entsprechend Güteklasse II nach TGL 117-0767 [11] zulässig, wobei die Abweichungen auf der Mantelfläche zu messen sind	1,0	1,0	1,0	1,0
Schnitt-holz	Nadel-holz Güteklasse I bis III nach TGL 117-0767 [11]	1,65	0,83 ¹⁾	0,25 ¹⁾	1,0 ¹⁾
	Laub-holz mindestens wie Güteklasse II für Nadelholz		0,83	1,0	1,18
Brett-schichtholz	nach TGL 33 136/01 [12]	4,0	1,0 ²⁾	0,95 ²⁾	-

¹⁾ Vergleichswert GKI. II

²⁾ Vergleichswert Sorte 2, h = 300 mm

Tabelle 2. Energieverbrauch zur Erzeugung verschiedener Werkstoffe (nach Angaben in [7] und [8])

Material	Energieverbrauch bezogen auf Schnittholz
Rundholz	0,70 ¹⁾
Schnittholz	1,00
Brettschichtholz	6...20
Zement	4...5
Beton (vorgefertigt)	3,0
Beton in situ	2,0
Glas	13...14
Stahl	23...24
Aluminium	120

¹⁾ geschätzt

Untersuchungen zum Tragverhalten der Verbindungen und des Raumtragwerks

Tragverhalten der Verbindung

In Zugversuchen an Rundholzstäben wurde das Tragverhalten der Holz-Stahlverbindung analysiert. Die Versuche wurden in Anlehnung an [9] durchgeführt.

Bild 2 zeigt die Last-Verformungskurven für verschiedene Rundholzdurchmesser sowie unterschiedliche Durchmesser und Stahlgüte der Stabdübel. Die Tragfähigkeit von Verbindungen aus Stabdübeln mit einer höheren Stahlgüte (ST 50) liegt etwa 30% höher als mit der gebräuchlichen Stahlgüte, was auf den höheren Biege widerstand der Dübel zurückzuführen ist. Für die Fachwerkstäbe der geprüften Versuchssektion wurde eine Stabdübelverbindung mit 3 Dübeln (Durchmesser 10mm, St 38) gewählt.

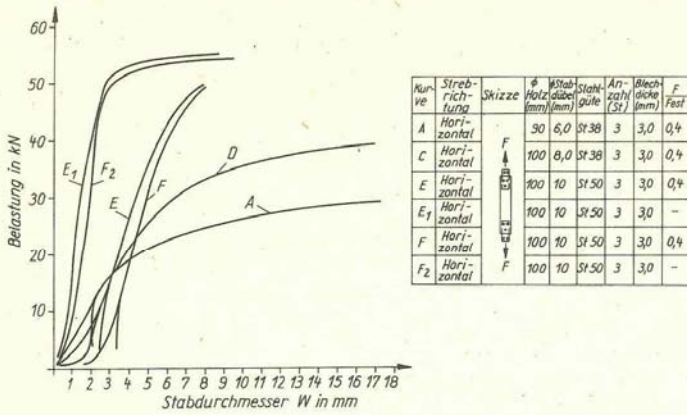


Bild 2. Lastverformungskurve der Stabdübelverbindung in Abhängigkeit von der Stahlgüte und dem Durchmesser

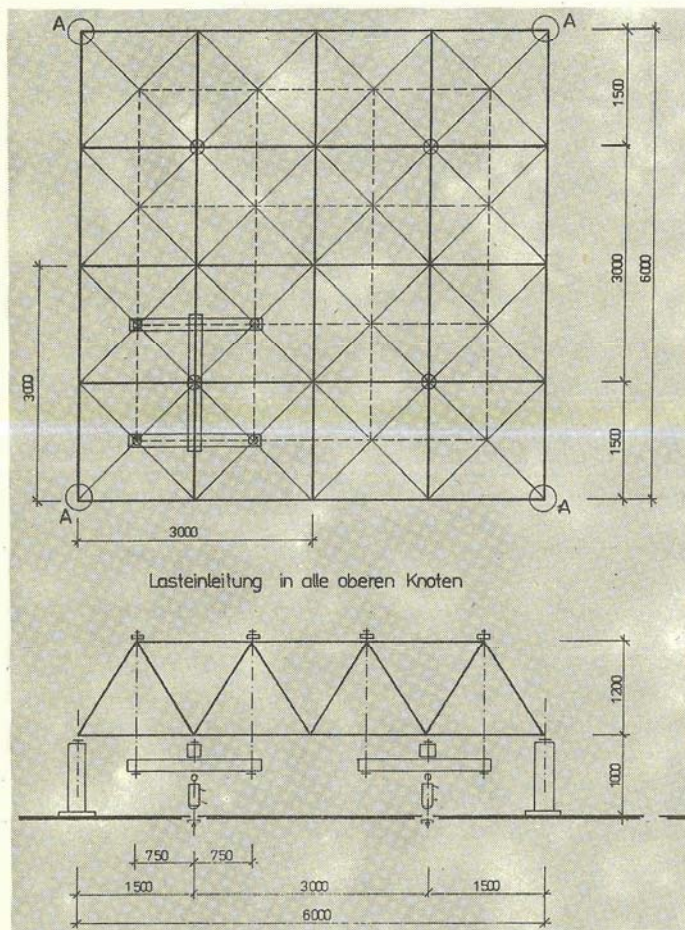


Bild 3. Versuchsaufbau zur Belastungsprüfung; Raumfachwerk M 1:50, Lasteinleitung in alle oberen Knoten

Tragverhalten des Raumtragwerkes

Die Belastungsversuche wurden an einer Versuchssektion (Bild 3) von 6m x 6m Größe durchgeführt (Bild 4). Aufgebracht wurde eine gleichmäßig verteilte Flächenlast, die an 16 Lastpunkten über Zugstangen in den oberen Knotenpunkten eingetragen wurde. Die Lasterzeugung erfolgte mittels Hydraulik-Zugzylindern. Die Vertikalverschiebungen wurden über Nivellement abgelesen. Die Verkehrslast des Tragwerkes wurde durch die Belastungszylinder erzeugt, sie wurde in Laststufen von 0,2 kN/m² aufgebracht. Die Laststufen wurden in Zeitschritten von 20min erhöht. Das Verhältnis Versagenslast/Bemessungslast lag bei 2,8:1. Als Bemessungslast wurde zugrunde gelegt:

Eigenlast des Raumfachwerkes	0,24 kN/m ²
Eigenlast der Dacheindeckung aus Wellasbestzementplatten	0,2 kN/m ²

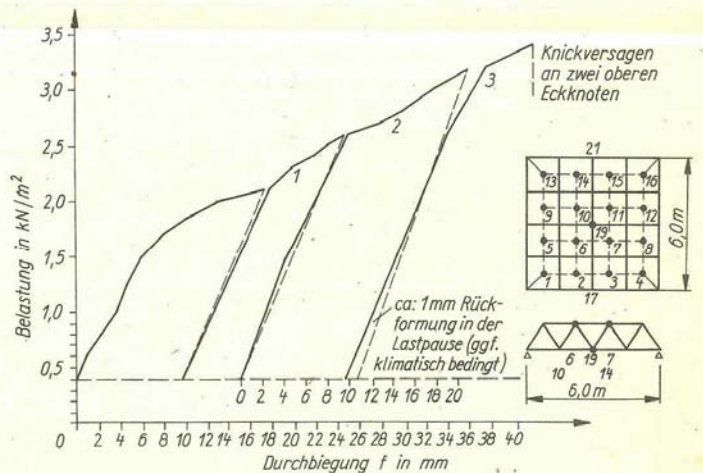


Bild 5. Lastverformungskurve für das Raumfachwerk aus Rundholz

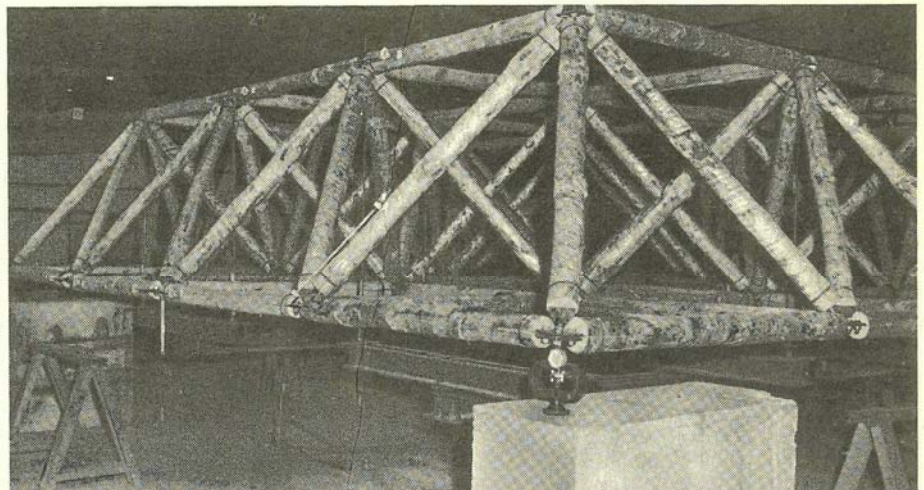


Bild 4. Ansicht der 6m x 6m großen Versuchssektion

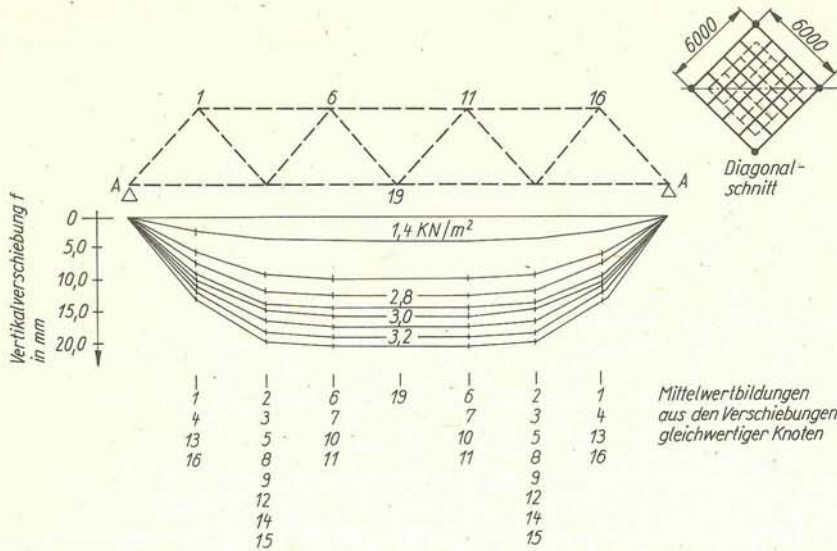


Bild 6. Biegelinien (Vertikalverschiebung der Raumfachwerkknoten; Zweitbelastung bis 3,2 kN/m² nach vorangegangener Belastung bis 2,6 kN/m²)

Schneelast
Bemessungslast

0,8 kN/m²
1,24 kN/m²

Die Lastverformungskurve zeigt Bild 5.

Die gemessenen Durchbiegungen entstanden vorwiegend aus Schlupf- und Gleitbewegungen in den Verschraubungen und durch Stabdübelverschiebungen in der Phase der Erstbelastung jeder Laststufe. Insgesamt waren die Verformungen aber gering. Sie lagen bei der Maximallast etwa beim zulässigen Wert 1/300 (Bild 6). Charakteristisch waren die Verformungen an den hochbelasteten Ecken, während der weniger beanspruchte mittlere Bereich sich relativ eben absenkte.

Das Tragwerk versagte an einem der Eckstäbe, die die höchste Beanspruchung aufzunehmen hatten. Der Stab verdrehte sich im oberen Knoten nach dem örtlichen Ausknicken der Stahlteile. Aufgrund des hochgradig innerlich statisch unbestimmten Tragwerkes kommt es aber beim Versagen nur eines Stabes nicht zum Absturz des gesamten Tragwerkes, was eine zusätzliche Sicherheitsreserve bedeutet.

Anwendungsbereich

Mit den getesteten Knoten lassen sich stützenfreie Überdachungen von 9 m × 6 m; 9 m × 9 m; 12 m × 3 m; 12 m × 4,5 m projektieren.

EDV – System – Komplettlösungen aus einer Hand!

Das IBU-Systemhaus bietet Ihnen in Zusammenarbeit mit Hewlett-Packard GmbH (hp) folgende Leistungen:

- EDV-Unternehmensberatung
- Bereitstellung komplexer Systemlösungen für Unternehmen der Möbelindustrie, einschließlich
 - Schulung – Installation – Pflege – Programmierung nach Kundenwünschen
 - wie z. B. die Fertigungs-, Organisations- und Systemsoftware FOSS der Firma ORDAT-Gießen speziell für HP-3000.
- sämtliche Hardware von Hewlett-Packard vom PC/AT HP-Vectra bis Mehrplatzsystem HP-9000 einschließlich Peripherie, Meß- und Steuertechnik sowie Software.
- komplette EDV-Lösungen aus einer Hand
- Einsatz moderner, sofort verfügbarer Lösungen
- langfristig geschützte Soft- und Hardware-Investitionen
- passende Hardware für jeden Einsatzzweck
- Vertrauen durch langfristige Partnerschaft

Ihre Vorteile:

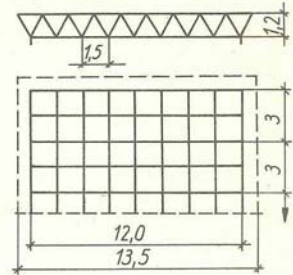
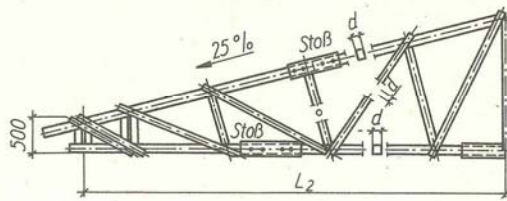
Informieren Sie sich:

IBU IBU-Institut für Betriebswirtschaft
und Unternehmensberatung GmbH i.G.

Geschäftsbereich EDV
Eichbuschallee 51, Berlin 1195
Tel.: (Berlin) 6329911/21
6329767, Herr Sievert

Tabelle 3: Technisch-ökonomischer Vergleich

Parameter	Rundholzkonstruktion	
	Fachwerkbinder	Raumfachwerk
Stützweite in m	12	12
Binderabstand/Stützabstand	3	3
Holzbedarf je 100 m ² in m ³	2,2	4,2
Stahlbedarf in kg	471	587
max. Einzellänge der Stäbe in mm	4790	1500
Durchmesser der Stäbe in mm	160...180	80



Erste technisch-ökonomische Untersuchungen zeigen, daß der Holz- und Stahlverbrauch über dem Verbrauch vergleichbarer ebener Binder aus besäumtem Rundholz liegt (Tabelle 3). Allerdings können für ein Raumfachwerk unbesäumte Rundhölzer kurzer Längen und relativ geringer Durchmesser verwendet werden. Bezogen auf die Gebrauchslast (Bemessungslast) wurde eine relativ hohe Vesagenslast erreicht, so daß eine weitere Verbesserung der Materialökonomie in Abhängigkeit von der gewünschten Spannweite und Belastung möglich ist.

Die gegenwärtig laufenden statisch-konstruktiven Untersuchungen konzentrieren sich auf folgende Punkte:

- Verbesserung der Materialökonomie durch weitere Ausmagerung des Tragwerkes in Abhängigkeit von der Beanspruchung und Anwendung.
- Erweiterung des Anwendungsbereiches auch auf größere Spannweiten durch Weiterentwicklung der Knoten.

Ausblick

Die durchgeführten Untersuchungen zeigten eine gute Tragfähigkeit derartiger Tragwerke aus Rundhölzern.

Sowohl die Herstellung als auch die Montagetechnologie erweisen sich als unproblematisch.

Die geprüfte Lösung soll im Rahmen von Experimentalbauten un-

ter konkreten Nutzungsbedingungen erprobt und weiterentwickelt werden.

Literaturverzeichnis:

- [1] Holz-Raumstrukturen/Firma Mero/BRD. - Prospekt
- [2] Huybers, I.P.: Space structures made of timber poles. - In: International Congress IASS: Vorträge; Moskau, 1985. - S. 367-377
- [3] Koch, P.; Burke, E. J.: Strength of fabricated joints with flanges of minimally machined whole or half stems of lodgepole pine. - In: Forest Prod. J. - Madison 35 (1985) 1. - S. 34-47
- [4] Lemke, O.: Erste Erfahrungen der ZBO Parchim mit dem Einsatz von Rundholzbindern im Landwirtschaftsbau. - In: Melioration und Landwirtschaftsbau. - Berlin 20 (1986) 2. - S. 86-87
- [5] Lemke, O.: Information über Rundholzbinder RH 12, RH 15 und RH 18. - In: Wiss.-techn. Information des Bezirkes Rostock. - Rostock 18 (1988) 3. - S. 3-5
- [6] Räumliche Holzkonstruktionen. - Moskau, 1982
- [7] Ressel, J.: Zur aktuellen Lage der Holzbaubranche in der Bundesrepublik Deutschland. - In: Holz - Zent.bl. - Leinfelden-Echterdingen 111 (1985). - S. 1012-1013
- [8] Rug, W.; Schmidt, H.: Zur Entwicklung des Holzbaues. - In: Holztechnologie. - Leipzig 30 (1989) 4. - S. 186-193
- [9] Testing methods for timber in structural size = RILEM-/CIB-Empfehlung. - In: Materials and structures. - Paris (1978). - S. 445-452
- [10] TGL 33 135 Holzbau, Tragwerke, Berechnung, Bauliche Durchbildung. - 1984
- [11] TGL 117-0767 Bauschnittholz, Gütebedingungen. - 1963
- [12] TGL 33 136 Holzbau, Bauteile aus Brettschichten geklebt. - 1979
- [13] Zimmermann, W.; Müller, H.: Holzkrägiel für Dachbinder geringer Spannweite. - In: Melioration und Landwirtschaftsbau. - Berlin 22 (1988) 6. - S. 247-248

Serra-Mobilsägewerk in Dresden



Im April dieses Jahres präsentierte die SERRA-Maschinenbau GmbH in Dresden ihr Mobilsägewerk.

Zahlreiche Fachleute aus DDR-Sägewerken nutzten die Gelegen-

heit und informierten sich über Funktion und Vorzüge der mobilen Blockbandsäge aus dem bayrischen Rimsting. Die Vorführung soll im kommenden Jahr wiederholt werden.

Die Horizontal-Blockbandsäge mit stufenlos regelbarem Vorschub ruht auf einem stabilen starren Zweischielen-Rahmen mit Pkw-Achse. Sie ist für den Straßenverkehr (bis 80 km/h) zugelassen. Die Maschine ist in wenigen Minuten von Transport- auf Arbeitsstellung umgestellt.

Sie arbeitet je nach Stammdurchmesser mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 4...20 m/min. Alle Funktionen werden von gekapselten wartungsfreien Bauteilen ausgeübt, die Bedienung erfolgt von einem tragbaren Steuerpult aus. Der Durchlaß beträgt in der Breite 0,9 m, in der Höhe 1,1 m, die Säge eignet sich für Schnittlängen von 5 bis 12 m. Angetrieben wird die Maschine von einem 7,5-kW-Elektromotor. Die Mobilsäge hat eine Masse von 1200 bis 1800 kg (je nach Schnittlänge).

Neu an der Maschine ist z. B. die Höheneinstellung über aufrollbare Kunststoffgurte sowie die Tellerführung für das Sägeblatt, die eine hohe Schnittgenauigkeit ermöglicht. Der Sägeschlitten läuft nicht wie bei anderen Modellen auf Rollen, sondern auf selbstschmierenden Kunststoffleisten.