

TS3 Für Grossflächen aus Holz

Stützen, Platten, fertig!

Mit der Technologie TS3 schnell und klimafreundlich bauen –
8×8 Meter Stützenraster

Factsheet für
Ingenieure

Inhalt

1	Allgemeine Beschreibung	4
1.1	Was ist TS3?	4
1.2	Anwendungsgebiete	5
2	Engineering und Planung	7
2.1	Technische Information	7
2.1.1	Verwendete Baustoffe	7
2.1.2	Festigkeitseigenschaften	7
2.1.3	Brandverhalten	8
2.1.4	Schallschutz	8
2.2	Bemessung	9
2.2.1	Nachweise und Platteneinteilung	9
2.2.2	Vertikale Lastdurchleitung	10
2.3	Kosten und Ausschreibung	12
3	Bauprozess und Details	13
3.1	Kurzbeschrieb	13
3.2	Geometrie	14
3.3	Qualitätssicherung	15
3.4	Ergänzende Bauteile	15
3.5	Der Bauprozess	16
4	Kreislaufwirtschaft	17
5	Giessharz	18
5.1	Herstellung	18
5.2	Emissionen	18
5.3	Abfallprodukte	18
6	Schulungen	19
6.1	E-Learning	19
6.2	Schulung Anwendungstechnik	19
7	Weiterführende Informationen	20
8	Anhang Verbindungskapazitäten	21

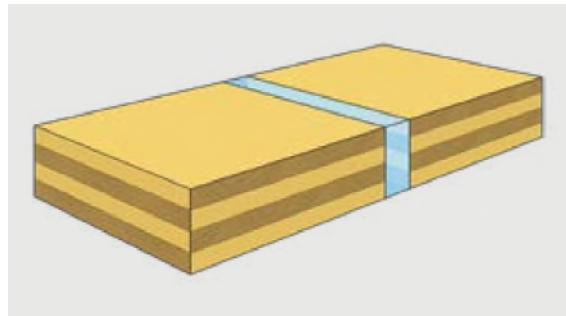
1.1 Was ist TS3?

Die TS3-Technologie ist ein neues Bausystem mit einer biegesteifen Verbindung in der Ebene zwischen Brettsperrholzplatten. Die TS3-Verbindung mittels Fugenverguss ermöglicht den Bau von unterzugsfreien Skelettbastrukturen aus Holz mit schlanken, punktgestützten Platten.

Durch Aktivierung der sekundären Tragrichtung können mit Holz die gleichen Decken gebaut werden wie mit Stahlbeton, und das lediglich mit herkömmlichem Brettsperrholz und der TS3-Verbindungstechnologie.



Jetzt klassische Stahlbetonbauten neu in Holz ausführen



Die Timber-Structures-3.0-Technologie (TS3) verbindet Holzbauteile aus Brettsperrholz stirnseitig.



Mit der TS3-Verbindungstechnologie ist der Holzbau so einfach wie der Stahlbetonbau. Somit bietet Holz viel architektonische Freiheit und ermöglicht grosszügige Grundrisse mit einer hohen atmosphärischen Raumqualität.

1.2 Anwendungsgebiete



Klassischer Wohnungsbau ohne tragende Innenwände und ohne Unterzüge für volle Flexibilität

Gewerbebau mit Stützenraster bis ca. 8,5 x 8,5 m



Spezialbauten wie Kunstobjekte, Perrondächer oder Falwerke jeder Grösse



**Gewerbebauten
mit grossen
Stützenrastern**



**Wohnungen mit
offenen Grund-
rissen**

**Überdachungen
mit optisch leichten,
fast «schwebenden»
Dächern und schlanken
Dachrändern**

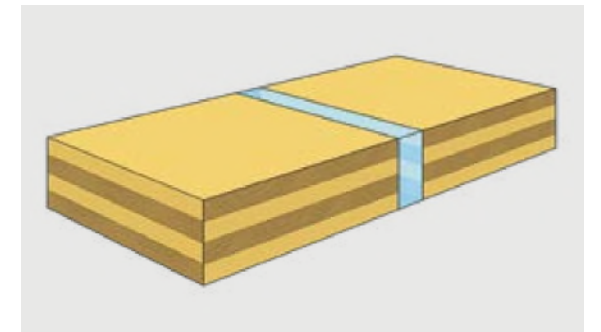


2.1 Technische Information

Eindeutiger Name: TS3 PTS
Verwendungszweck: Stirnseitig verbundene Brettsperrholzplatten als tragende Bauteile
Hersteller: Timber Structures 3.0 AG

2.1.1 Verwendete Baustoffe

- Holz C24 (Brettsperrholz CLT Fi/Ta)
- Vorbehandlung PTS PT192
- Giessharz PTS CR192



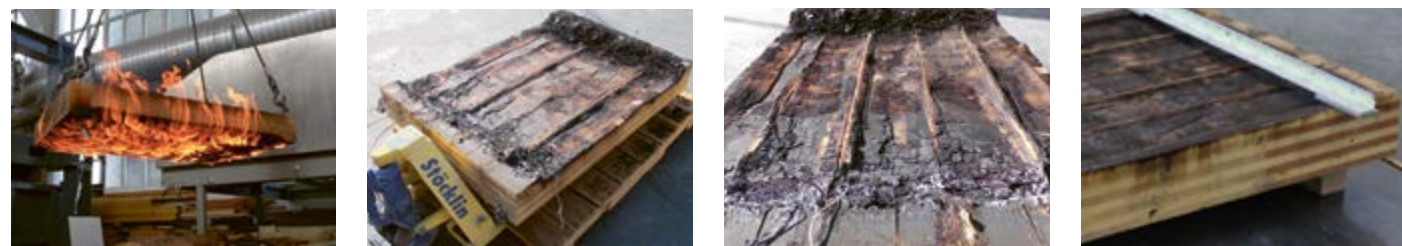
2.1.2 Festigkeitseigenschaften

Biegefestigkeit	$f_{m,k} = 7,2 \text{ N/mm}^2$	
Schubfestigkeit	$f_{v,TS3,k} = 4,5 \text{ N/mm}^2$	Der Rollschubwiderstand CLT muss separat betrachtet werden
Beiwerte	$\gamma_m = 1,3$ Feuchtklasse 1 $\eta_{mod} = 0,90$ (KLED kurz) $\eta_{mod} = 0,80$ (KLED mittel) $\eta_{mod} = 0,70$ (KLED lang) $\eta_{mod} = 0,60$ (KLED ständig)	Feuchtklasse 2 $\eta_{mod} = 0,70$ (KLED kurz) $\eta_{mod} = 0,65$ (KLED mittel) $\eta_{mod} = 0,55$ (KLED lang) $\eta_{mod} = 0,50$ (KLED ständig)

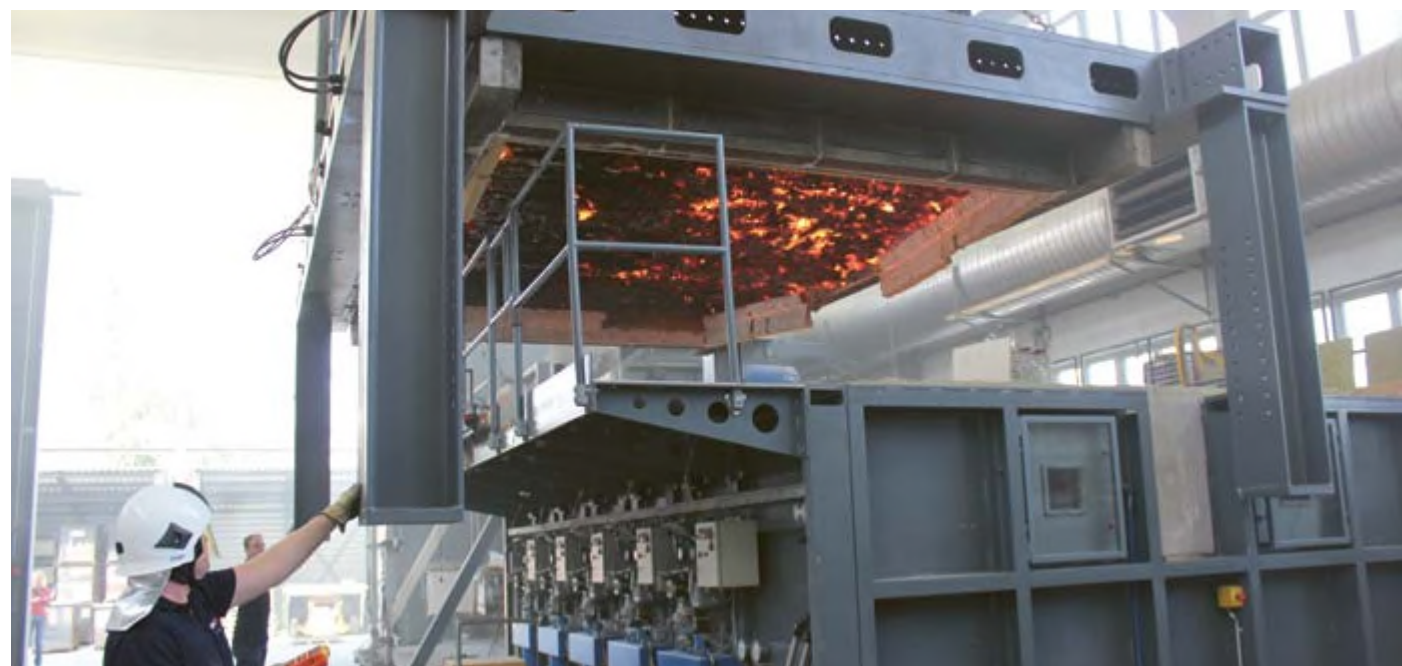
Die hier aufgeführten Festigkeiten und Teilsicherheitsbeiwerte gelten für die Schweiz. Ausserhalb der Schweiz sind die länderspezifischen Zulassungen zu berücksichtigen.

2.1.3 Brandverhalten

Wesentliche Merkmale	Leistung	Harmonisierte technische Spezifikation
Brandverhalten	D-s2, d0 (Verbindung gleich wie CLT)	EN 13501-1
Brandverhaltensgruppe	RF3	
Feuerwiderstand	Gemäss Abbrandberechnung mit $d_{0,TS3} = 30$ mm	EN 13501-2



Beim optischen Vergleich aller Prüfkörper war deutlich zu sehen, dass die TS3-Verbindung weniger tief abgebrannt war als das Holz selbst. Der Einfluss wurde grösser, je länger der Prüfkörper dem Brand ausgesetzt war. Ein Nachweis mittels Restquerschnitt ist auch für die TS3-Verbindung zulässig.



2.1.4 Schallschutz

Die akustischen Leistungen der Bodenaufbauten im TS3-Online-Konfigurator erfüllen die Mindestanforderungen der SIA SN 520 181:2020 ($D_i \geq 52$ dB, $L' \leq 53$ dB). Höhere Anforderungen sind problemlos möglich. Die TS3-Tragstruktur ist mit allen handelsüblichen Bodenaufbauten im Holzbau kompatibel. Gerne beraten wir Sie auch zu bauphysikalischen Fragestellungen. Dazu

pflegen wir eine enge Zusammenarbeit mit unserer Schwesterfirma Timbatec Holzbauingenieure Schweiz AG. In ihrem Magazin gibt Timbatec Einblicke in ihre Bauphysik-tätigkeit.



2.2 Bemessung

Eine TS3-Platte kann analog einer Stahlbetonflachdecke geplant werden. Die folgende Tabelle gibt die erforderliche Plattendicke für punktgestützte CLT-Platten in Abhängigkeit der Spannweite und der Nutzlast an. Unter www.ts3.biz/configurator sind diese Plattendicken mit möglichen Aufbauten dargestellt. Im Rahmen der detaillierten Bemessung ist der genaue Schichtaufbau der CLT-Platte zu definieren.

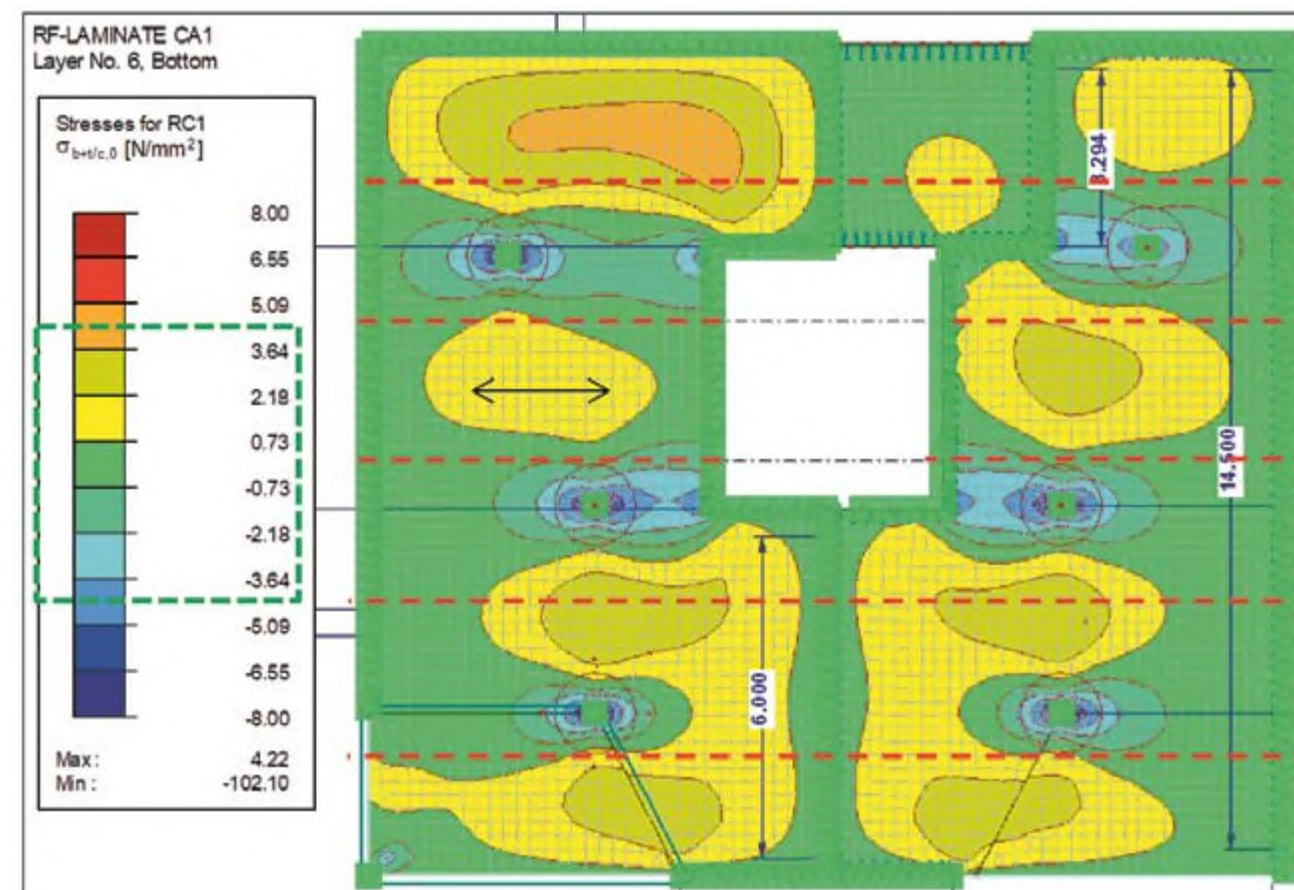
Weiter steht Ihnen ein dynamischer TS3-Konfigurator zur Verfügung. Damit können Sie Ihren Grundriss zeichnen, Nutzlasten definieren, Bodenaufbauten auswählen und die Fugenanordnung definieren und erhalten eine Vorbemessung für die Brettsperrholzplatte. <https://ts3-preview.d2p.ch/new>

Nutzlast q [kN/m²]	Spannweiten [m]														
	4x4	5x4	5x5	6x4	6x5	6x6	7x5	7x6	7x7	8x6	8x7	8x8	9x7	9x8	9x9
2	180	200	220	240	240	270	270	270	300	310	340	350	380	400	420
3	180	210	230	250	250	270	280	280	300	320	350	360	390	410	430
4	200	220	260	270	270	280	300	300	310	350	360	370	400	420	440
5	220	230	270	270	270	280	320	320	330	360	370	380	410	420	440

2.2.1 Nachweise und Platteneinteilung

Eine TS3-Platte kann als durchgehende Platte modelliert werden. Die TS3-Verbindung zeigt die gleiche Steifigkeit wie die umliegende CLT-Platte. Wird RFEM mit dem Zusatzmodul RF-Laminat verwendet, können die Spannungen direkt ausgelesen werden. Für Gebrauchstauglichkeitsnachweise ist ebenfalls keine Abminderung der Steifigkeit der TS3-Verbindung zu berücksichtigen.

Die Plattenstösse werden entsprechend angeordnet, sodass die Spannungen in der TS3-Verbindung die Bemessungsfestigkeiten nicht überschreiten. Die Abbildung zeigt die Biegeandspannung der zweituntersten Lage der CLT Platte. Die Decklagen sind in diesem Beispiel von rechts nach links gerichtet. Diese sind in diesem Fall massgebend für die TS3-Verbindung.

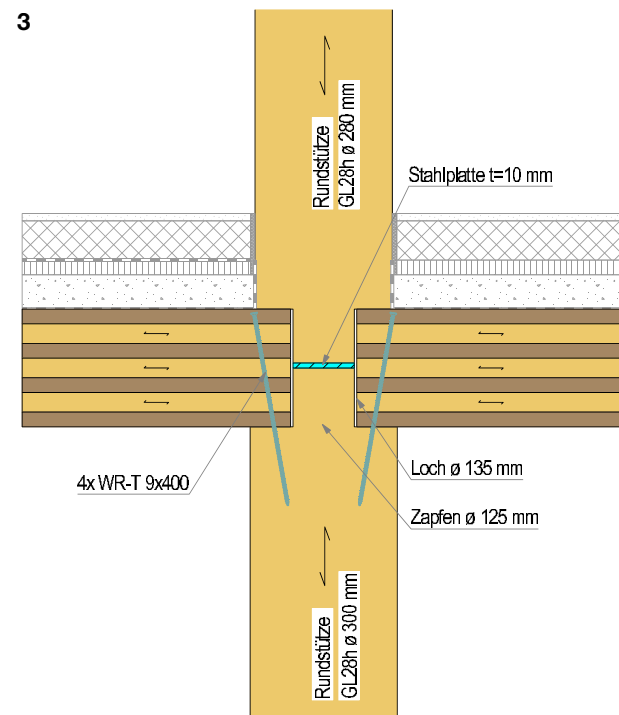
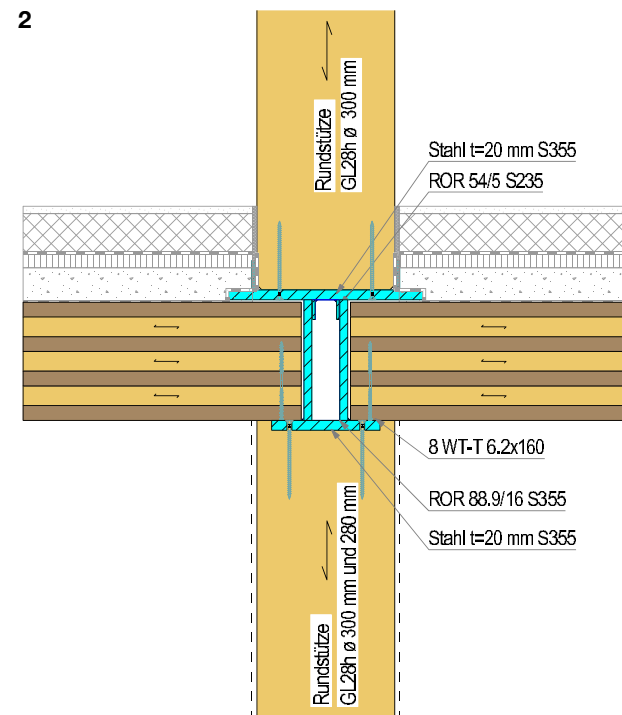
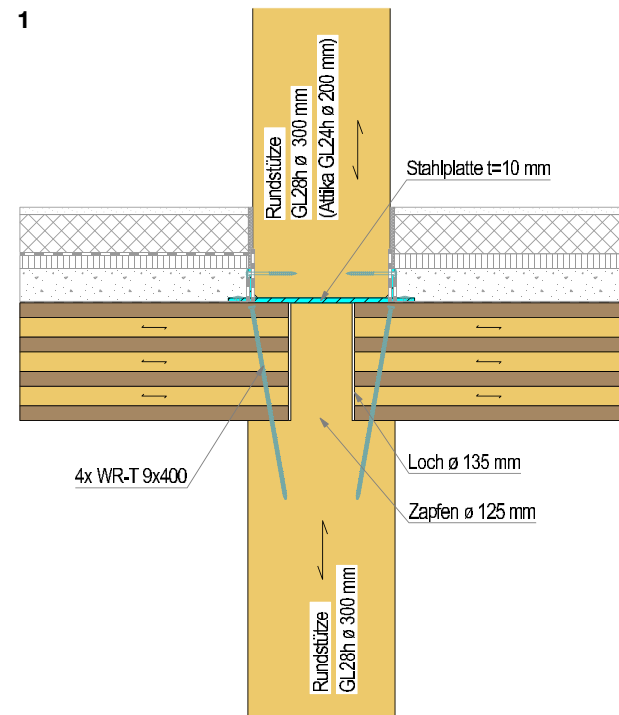


2.2.2 Vertikale Lastdurchleitung

Die Ableitung von Vertikallasten aus oberen Geschossen durch die Decke, ohne dass die CLT-Platten durch Druck senkrecht zur Faser gequetscht werden, ist von grosser Bedeutung. Je nach verwendetem Übertragungsmaterial sieht die Lösung anders aus. Die unten stehenden Abbildungen zeigen mögliche Lösungen, um vertikale Las-

ten durch die Platte zu übertragen. Detail 1 und 3 zeigen die einfachsten Möglichkeiten: Zwei direkt gekoppelte Brettschichtholzstützen werden durch eine Öffnung verbunden. Eine dünne Stahlplatte dazwischen ermöglicht es, die volle Druckfestigkeit parallel zur Faser des Holzes zu nutzen.

In Detail 2 ist die stärkste Möglichkeit dargestellt. Zwei ineinandergreifende Stahlrohre, die auf Stahlplatten geschweisst sind, sorgen für eine hohe Tragfähigkeit bei gleichzeitiger Reduzierung der Öffnungsweite auf ein Minimum.



Bemessungsvorgehen

Für den Nachweis der Biegerandspannung über dem Auflager muss ein Flächenlager ohne Öffnung in der Platte modelliert werden. Für den Nachweis der Rollschubspannung und der Querdruckspannung kann eine Fläche ohne Öffnungen und mit punktuellen Lagerungen modelliert werden. Die zu verwendenden Formeln und Faktoren sind nachfolgend aufgeführt.

Biegespannungsnachweis
Modellierung eines Flächenlagers ohne Öffnung, Biegerandspannung mit Faktor k_{sc} vergrössern:

$$k_{sc} \approx \frac{500}{500 - d_{\text{öffnung}}}$$

Nachweis Querdruck:
Erhöhung der Querdruckfestigkeit mit

$$k_{c,90} = \sqrt{\frac{A_{c,eff}}{A_c}}$$

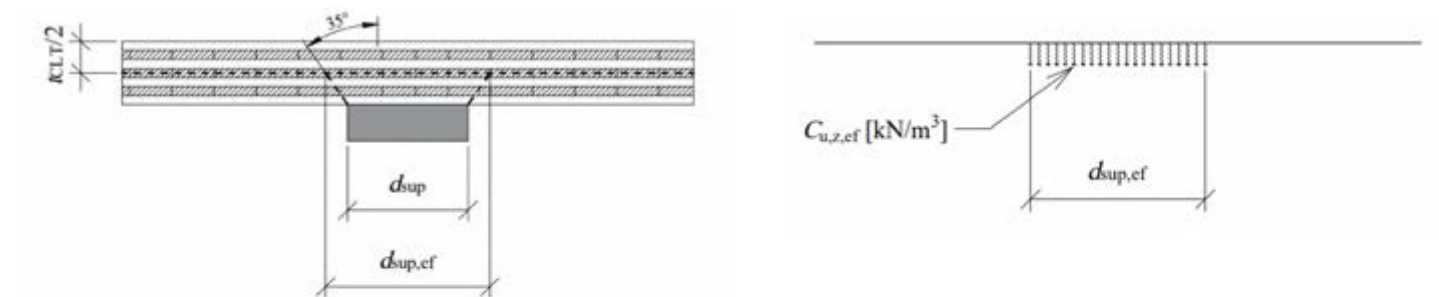
Wobei A_c : Auflagerfläche
 $A_{c,eff}$: Fläche in der Mitte der Platte mit Lastausbreitung 35°

Nachweis Rollschubspannung

$$f_{R,d} \times k_{r,pu} \geq \frac{1.5 \times F_d}{h_{CLT} \times U_{eff}}$$

Wobei U_{eff} : Nachweisumfang (Stützenumfang plus Lastausbreitung bis Plattenmitte unter 35°)
 F_d : Auflagerkraft, $k_{r,pu} = 1,6$ (Systemeffekt punktuelle Lagerung), h_{CLT} : Dicke CLT Platte

Modellierung eines Flächenlagers ohne Öffnung



$C_{u,z,ef}$ ist hauptsächlich von der Plattendicke abhängig:

$$C_{u,z,ef} = 10^{14} \times t_{CLT}^{-3,15} \text{ [kN/m}^3\text{]}$$

t_{CLT} entspricht der Plattenstärke und ist in mm einzusetzen.

2.3 Kosten und Ausschreibung

In unserem Online-Konfigurator finden Sie Richtpreise für verschiedene Plattenstärken. www.ts3.biz/configurator

Vorlagen für Ausschreibungstexte stehen Ihnen auf unserer Website zum Download bereit. www.ts3.biz/de/downloads-tools/



Bei Anfragen für konkrete Projekte steht Ihnen TS3 gerne unterstützend zur Seite. www.ts3.biz/de/ueber-uns/



Sparnweite [m]:

Nutzlast Q [kN/m²]:

Mit Bodenaufbau (Mindestanforderungen an Luft- und Trittschall)

Aufbau und Richtpreis der Geschossdecke Stand Januar 2022

	Dicke (mm)	Richtpreis (CHF/m²)
Fussbodenbelag	15	
Anhydrit-Fliesestrich inkl. Trennlage	55	31.00
Trittschalldämmung	30	12.00
Elastisch gebundene Splitschüttung inkl. Trennlage	60	27.00
CLT inkl. Montage (TS3-Technologie)	180	135.00
Gesamt	340	244.00

Verformung der Geschossdecke

Maximale Verformung im Grenzzustand
 Gebrauchstauglichkeit quasi-ständiger Lastfall (inkl. Kriechen): 12,6 mm

3.1 Kurzbeschreibung

Die zu verbindenden Stirnflächen der CLT-Platten sind eben, und die TS3-Verbindung wird durch das Ausfüllen der Fuge (4 mm breit) zwischen den CLT-Platten mit dem TS3-Giessharz erreicht. Die Vorbehandlung der Verbindungsflächen direkt nach der Produktion garantiert die Tragfähigkeit der TS3-Verbindung, versiegelt die Oberflächen und verhindert Probleme mit Feuchtigkeitsveränderungen, bis die Platten auf der Baustelle mit dem TS3-Harz verbunden werden.

Die TS3-Verbindungen werden in Hohlräume von einem Meter Länge unterteilt, um sicherzustellen, dass jedes Segment mit der richtigen Menge an Giessharz gefüllt ist. Nach der Injektion benötigt der Klebstoff bei 17°C rund 10 Tage zum Aushärten. Während dieser 10 Tage müssen die Platten nach Vorgabe Ingenieur entlang der TS3-Verbindung abgestützt werden. Nach diesen 10 Tagen erreicht die TS3-Verbindung 100% ihrer Festigkeit, was im Vergleich etwa 35% der Festigkeit des umgebenden Holzes

entspricht. Im Vergleich zum umgebenden Holz liefert die TS3-Verbindung die gleiche Steifigkeit. Da im Holzbau die Steifigkeit oft die bestimmende Grenze ist (Verformungen), ist dies ein massiver Vorteil. Kann die Bauteiltemperatur von 17°C nicht gewährleistet werden (1. Oktober bis 31. März), sind Zusatzmassnahmen erforderlich. Das kann einerseits durch Zuwarten mit dem Verguss gemacht werden, bis die Gebäudehülle geschlossen ist, oder durch Einlegen eines Heizdrahtes in die TS3-Verbindung.



Auftrag der Vorbehandlung im Werk



Abdichtung und Segmentierung



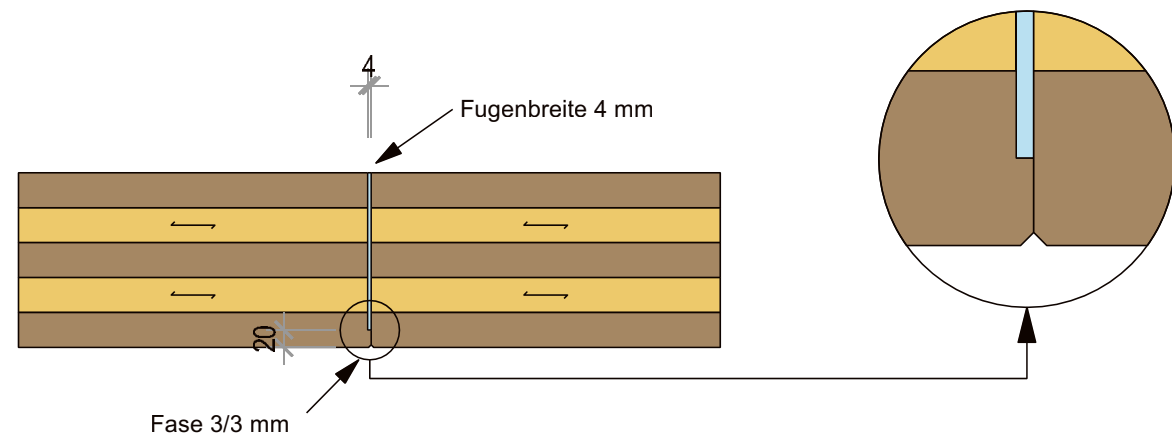
Lehrgerüst für die Montage der TS3-Decke



Fugenverguss

3.2 Geometrie

Die Standardverbindung ist die sogenannte AP-Verbindung (Abgesetzte Parallelverbindung):



Technischer Beschrieb

Bei der TS3-Verbindung werden die CLT-Platten passgenau zueinander eingebaut. Um eine Fugenbreite von 4 mm zu erhalten, werden die Platten bei einem zweiten Formatierungsschritt um 4 mm bis auf die unterste Lage zurückgeschnitten (Resthöhe mind. 20 mm). Das Konfektionieren der Fuge erfolgt im CLT-Werk oder beim Weiterverarbeiter mit Dichtbändern (weiss) und Segmentierungsbändern (anthrazit).

Ästhetik

Die TS3-Verbindung wird unten mit einer Fase ausgebildet. Dadurch ist die Verbindung kaum sichtbar und die Fase bildet eine Schattenfuge, wodurch auch kleine Höhentoleranzen aufgenommen werden können.



Die TS3-Verbindung ist in der fertigen Decke kaum sichtbar

3.3 Qualitätssicherung

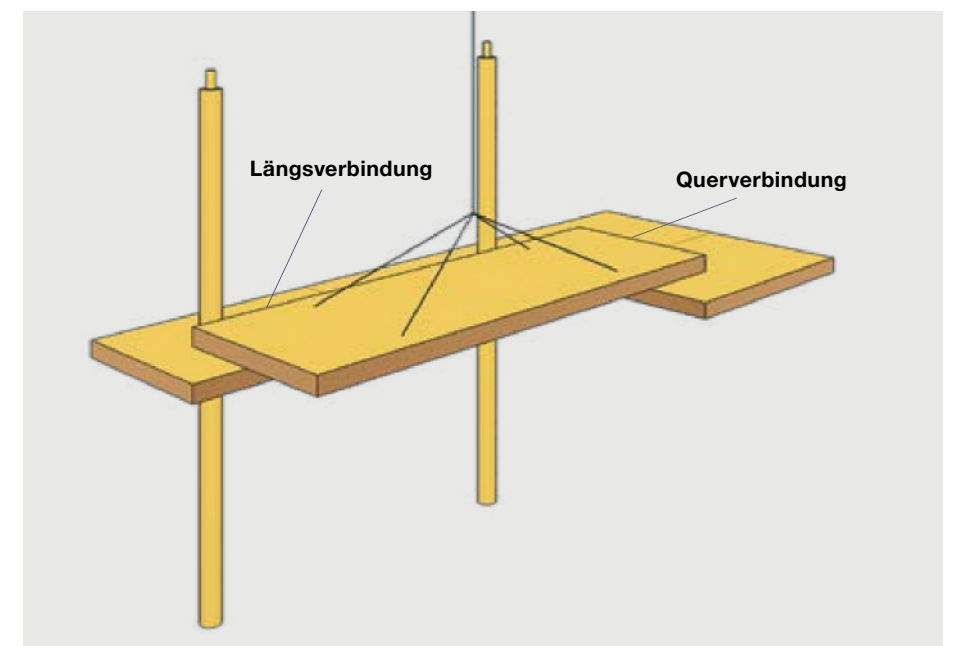
TS3 führt eine durchgängige Qualitätssicherung von der Vorbehandlung der Fügeflächen bis zum Verguss und zur Aushärtung des Giessharzes durch. In einem kontinuierlichen Prozess werden folgende Parameter überprüft:

- Fügeoberflächen nach Zuschnitt der CLT-Platten
- Oberflächen nach Vorbehandlung
- Einfüllmengen des Giessharzes
- Temperaturen beim Verguss und beim Aushärtungsprozess
- Erstellung eines Prüfkörpers während des Fugenvergusses und Prüfung im Prüflabor



3.4 Ergänzende Bauteile

Damit die Platten auf der Baustelle effizient auf den richtigen Abstand zusammengezogen werden können, kommen X-Fix-Verbinders zum Einsatz. Pro Längsverbindung werden mindestens zwei Verbinders angeordnet (Regelabstand 3 Meter). In den Querverbindungen werden immer 1 bis 2 X-Fix angeordnet.



3.5 Der Bauprozess



Architektur

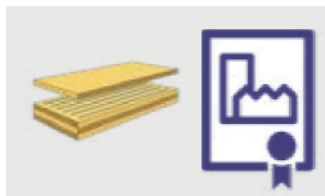
In Beton planen – in Holz bauen: Der Entwurf und die Planung von TS3-Bauteilen sind gleich wie bei Bauten aus Stahlbeton, da TS3-Geschossflächen mehrschichtig tragen.



Engineering

(Durch TS3-Lizenznehmer auszuführen)

Die Bemessung von TS3-Bauteilen wird durch einen lizenzierten Holzbau- oder Bauingenieur vorgenommen. Er schreibt in der Regel die TS3-Holzbauteile aus.



Herstellung CLT

(Durch TS3-Partnerfirma auszuführen)

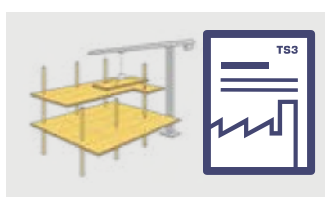
Die Brettsperrholzplatten werden nach den Qualitätsvorgaben von TS3 produziert. Der Abbund erfolgt durch den Hersteller oder durch einen Weiterverarbeiter.



TS3-Vorbehandlung

(Durch TS3-Lizenznehmer auszuführen)

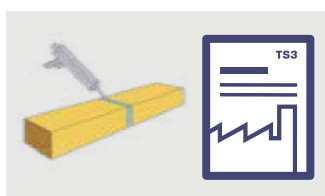
Die Vorbehandlung erfolgt direkt nach dem Abbund. Dieser Schritt wird durch einen TS3-Lizenznehmer vorgenommen.



Montage

(Durch TS3-Lizenznehmer auszuführen)

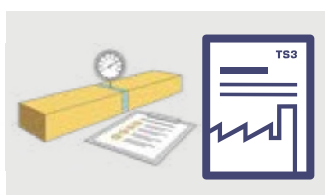
Der geschulte TS3-Lizenznehmer führt die Aufricht- und Montagearbeiten aus. Er kennt die Qualitätsvorgaben für einen reibungslosen Ablauf auf der Baustelle.



TS3-Fugenverguss

(Durch TS3-Lizenznehmer auszuführen)

Ein TS3-Anwendungstechniker verbindet die Brettsperrholzplatten mittels Fugenverguss. Je nach Projektgrösse wird die passende Applikationsmethode gewählt.



Qualitätssicherung

(Durch TS3-Lizenznehmer auszuführen)

TS3 führt eine durchgängige Qualitätssicherung von der Vorbehandlung der Fügeflächen bis zum Verguss und zur Aushärtung des Giessharzes durch.

Rund 40% der CO₂-Emissionen weltweit fallen auf den Gebäudesektor. Etwa die Hälfte davon betrifft den Bau von Gebäuden, die andere Hälfte deren Betrieb. Das zeigt, wie wichtig eine sorgfältige Auswahl der Bauprodukte und Materialien ist. Nur mit dem Verzicht auf klimaschädliche Baumaterialien wie Stahl und Beton kann der Bausektor entscheidend zum Klimaschutz beitragen. Der Gebäude- und Infrastrukturland Schweiz hat sogar grosses Potenzial als temporäre CO₂-Senke, wenn er aus CO₂-speichernden Baumaterialien erstellt wird. Weil Holz heute «Best Practice» ist, empfiehlt der SIA in seinem Positionspapier den Einsatz von Holz. Auch die Verwendung von schnell wachsenden biobasierten Rohstoffen wie Stroh, Hanf oder Flachs haben enormes Potenzial.

Kann ein CO₂-speicherndes Bauteil nach Abbruch eines Gebäudes in einen zweiten Lebenszyklus überführt werden, bleibt das gespeicherte CO₂ noch länger gespeichert. Die zirkuläre Bauwirtschaft ist daher aus ökologischer Sicht hochinteressant. Tragende Bauteile aus Holz wie Brettsperrholzträger oder Brettsperrholzplatten eignen sich bestens für Re-use, denn sie lassen sich einfach auftrennen und in neue Dimensionen zusägen.

Geschossdecken aus Brettsperrholzplatten mit der TS3-Technologie eignen sich besonders gut für die zirkuläre Bauweise. Bei einem allfälligen Rückbau des Gebäudes können diese Platten einfach im gewünschten Format aufgeschnitten und in einen neuen Lebenszyklus überführt werden.

Grossformatige TS3-Platten können einfach aufgetrennt werden und eignen sich bestens für die Wiederverwendung.



Rückbau des Langzeitprüfstandes und Abtransport der Platten für die Wiederverwendung



5.1 Herstellung

Die 2K-PUR-Giessharze PT 192 und CR 192 bestehen aus einer Komponente Harz und einer Komponente Härter. Bei der Reaktion der beiden Komponenten im Verhältnis 2:1 entstehen Polyurethanverbindungen. Diese Produkte sind im freien Handel nicht verfügbar und exklusiv nur bei TS3 Timber Structures 3.0 AG zu erwerben. Die produktspezifischen Kenndaten im Einzelnen sind dem technischen Datenblatt (TDS) sowie den Sicherheitsdatenblättern (MSDS) zu entnehmen.



5.2 Emissionen

Das ausgehärtete Giessharz setzt nach der vollständigen Reaktion der beiden Komponenten keine Schadstoffe für Mensch, Tier und Umwelt frei. Dank dieser Ausgangslage können wir den natürlichen Baustoff Holz respektive die Brettsperrholzplatten nachhaltig und umweltfreundlich mit TS3 verbinden.

Gerne verweisen wir auch auf die Verklebung von Brettsperrholz, die in fast allen Produktionsstätten mit einem 1-Komponenten-Polyurethan-Klebstoff ausgeführt wird: lösungsmittel-, formaldehyd- und VOC-frei.



5.3 Abfallprodukte

Jegliche Abfallprodukte aus der TS3-Systemlösung werden stofflich getrennt und recycelt. TS3-Bauteile eignen sich zur Wiederverwendung (siehe Kap. 4), nicht recycelbare Restabfälle können mit dem normalen Hausmüll oder einer Sammelstelle für Altholz entsorgt werden.

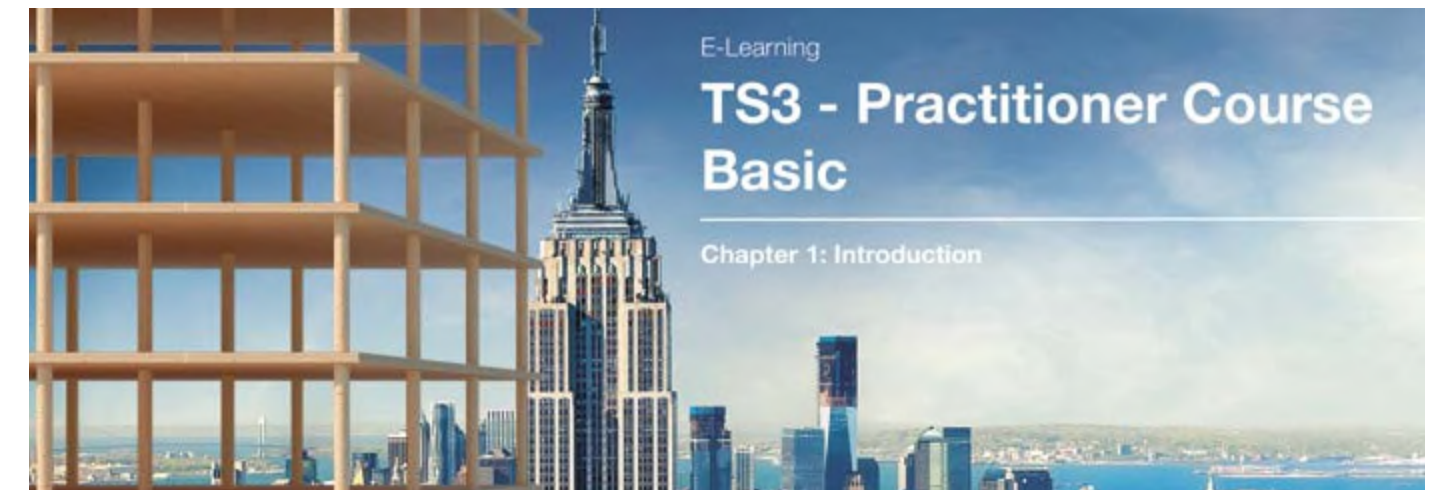
Da der Anteil an TS3-Giessharz im Holzverbund sehr gering ist, können mit der TS3-Technologie verbundenen Holzbauteile inklusive Giessharz in kontrollierten Verbrennungsanlagen sicher verbrannt werden. Bei der Verbrennung von Holz wird die gleiche Menge CO₂ ausgestossen, wie

beim Wachstum des Baumes im Holz eingelagert wurde. Somit wird der Kohlenstoffkreislauf des Naturprodukts Holz geschlossen.

6.1 E-Learning

Für Architekten und Ingenieure bieten wir auf der digitalen Lernplattform Moodle-Cloud E-Learningkurse an. Alle Kurse bestehen aus Tutorialvideos, Übungsunterlagen und Selbsttests. Der Basiskurs ist kostenlos und richtet sich an Architektinnen und Architekten sowie an alle Interessierten. Er dauert rund eine Stunde und ist Grundlage für die Schulung «Statik und Konstruktion».

Die Schulung «Statik und Konstruktion» dauert rund einen halben Tag und richtet sich an Ingenieurinnen und Ingenieure. Nach Abschluss jeder Schulung erhalten Sie ein Zertifikat, Sie gehören zur TS3-Community und dürfen TS3-Bauprojekte planen, sobald Ihre Firma zertifiziert ist. Mit unseren E-Learning-Modulen werden Sie zum Profi im Umgang mit dem neuen Baumaterial.



TS3-Schulung Anwendungstechnik

Sie möchten selbst einmal eine TS3-Fuge vergiessen?



Für die TS3-Anwendungstechnik bieten wir im Werk der Balteschwiler AG in Laufenburg Schulungen an. In der eintägigen Schulung zeigen wir alle Tipps und Tricks der Vorbehandlung und des Fugenvergusses, Sie lernen, auf was bei der CLT-Produktion und bei der Montage geachtet werden muss. Nach der Schulung erhalten Sie ein Zertifikat als TS3-Anwendungstechniker.

Weitere Informationen: www.ts3.biz



Die folgende Liste zeigt alle Publikationen zu den TS3-Technologien. Zusätzlich wurden 25 Bachelor- und Masterarbeiten an der Berner Fachhochschule (BFH) und der ETH Zürich geschrieben.

Column-Slab Connection In Timber Flat Slabs

Marcel Muster
 Doctoral Thesis ETH Zurich, 2020.
 Research Collection ETH

Experimental analysis and structural modelling of the punching behavior of continuous two-way CLT flat slabs

Marcel Muster, Andrea Frangi
 Engineering structures, vol. 205, pp. 110046, Amsterdam: Elsevier, 2020.
 DOI: 10.1016/j.engstruct.2019.110046 Research Collection

Zweiachsig tragende, punktgestützte Brettsperrholzdecken

Marcel Muster
 51. Fortbildungskurs Hochleistungswerkstoffe im Holzbau (S-WIN FBK 2019), Weinfelden, Switzerland, pp.145-152, Zürich: Lignum Holzwirtschaft Schweiz, October 22-23, 2019.
 Research Collection

Butt-joint bonding of timber as a key technology for point-supported, biaxial load bearing flat slabs made of cross-laminated timber

Stefan Zoellig, Marcel Muster, Adam Themessl
 Sustainable Built Environment Conference (SBE19 Graz), Graz, Austria, pp.012144 Bristol: Institute of Physics, September 11-14, 2019.
 DOI: 10.1088/1755-1315/323/1/012144 Research Collection

Punching behaviour of continuous two-way CLT flat slabs at interior connections to columns

Marcel Muster, Andrea Frangi
 World Conference on Timber Engineering (WCTE 2018), Seoul, Korea, August 20-23, 2018.
 DOI: 10.3929/ethz-b-000299130 Research Collection

Butt joint gluing of cross laminated timber

Adam Themessl, Martin Lehmann, Dario Salzgeber, Steffen Franke
 World Conference on Timber Engineering (WCTE 2018), Seoul, Korea, August 20-23, 2018.

Durchstanzverhalten von zweiachsig tragenden, durchlaufenden Brettsperrholzdecken

Marcel Muster, Andrea Frangi
 7. Doktorandenkolloquium Holzbau «Forschung + Praxis», Kolloquium 2018, Stuttgart, Germany: Universität Stuttgart, March 8-9, 2018.
 DOI: 10.3929/ethz-b-000299133 Research Collection

Numerical structural identification of a cross-laminated timber slab using 3D laserscanning

Eugenio Serantoni, Marcel Muster, Andreas Wieser
 9th European Workshop on Structural Health Monitoring (EWSHM 2018), Manchester, United Kingdom, pp.0065 Bad Breisig: Nondestructive Testing (NDT), July 10-13, 2018.
 DOI: 10.3929/ethz-b-000299776 Research Collection

Timber Structures 3.0 – New Technology for multi-axial, slim, high performance timber structures

Stefan Zöllig, Andrea Frangi, Steffen Franke, Marcel Muster
 World Conference on Timber Engineering (WCTE 2016), Vienna Austria: Technische Universität Wien, August 22-25, 2016.
 Research Collection

Timber Structures 3.0: Stirnseitige Verklebung von Holzbauteilen

Dio Lins, Steffen Franke
 9. Doktorandenkolloquium Holzbau «Forschung + Praxis», Kolloquium 2022, Stuttgart, Germany: Universität Stuttgart, March 10-11, 2022.

Variantenstudium zur Entwicklung einer zweiachsig tragenden Hohlkastendecke aus Holz

Dominik Bissig, Andrea Frangi
 9. Doktorandenkolloquium Holzbau «Forschung + Praxis», Kolloquium 2022, Stuttgart, Germany: Universität Stuttgart, March 10-11, 2022.

CLT-Lagenaufbau	TS3-Verbindung		Stiffigkeitsverhältnis längs/quers der Platte	Plattenbeanspruchung		Scheibenbeanspruchung	
	Längsfuge → Lippenstärke 20 mm → Beanspruchung → Beanspruchung rechtwinklig zur Faserichtung der Decklagen	Querfuge → Lippenstärke 20 mm → Beanspruchung → Beanspruchung parallel zur Faserichtung der Decklagen		parallel zur Faserichtung der Decklagen	rechtwinklig zur Faserichtung der Decklagen		
100-5s 20-20-20-20-20			3,39	$V_{TS3,RK} = 41,3 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 4,5 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 41,3 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 3,0 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 200 \text{ kN/m}$	$V_{TS3,RK} = 200 \text{ kN/m}$
120-5s 20-30-20-30-20			2,26	$V_{TS3,RK} = 51,1 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 7,9 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 52,3 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 4,0 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 250 \text{ kN/m}$	$V_{TS3,RK} = 250 \text{ kN/m}$
140-5s 40-20-20-20-40			8,57	$V_{TS3,RK} = 45,6 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 5,3 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 81,2 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 9,4 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 300 \text{ kN/m}$	$V_{TS3,RK} = 300 \text{ kN/m}$
150-5s 30-30-30-30-30			3,37	$V_{TS3,RK} = 62,3 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 10,3 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 87,6 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 8,0 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 325 \text{ kN/m}$	$V_{TS3,RK} = 325 \text{ kN/m}$
160-5s 40-20-40-20-40			6,34	$V_{TS3,RK} = 64,6 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 8,2 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 94,6 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 12,6 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 350 \text{ kN/m}$	$V_{TS3,RK} = 350 \text{ kN/m}$
170-5s 30-40-30-40-30			2,52	$V_{TS3,RK} = 72 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 15,3 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 103,5 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 9,6 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 375 \text{ kN/m}$	$V_{TS3,RK} = 375 \text{ kN/m}$
180-5s 40-30-40-30-40			4,41	$V_{TS3,RK} = 73,8 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 13,0 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 111,9 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 15,1 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 400 \text{ kN/m}$	$V_{TS3,RK} = 400 \text{ kN/m}$

200-5s 40-40-40-40-40	3,34			$V_{TS3,RK} = 83,4 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 18,6 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 129,2 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 17,7 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 450 \text{ kN/m}$
180-7s 30-20-30-20-30-20-30	3,35			$V_{TS3,RK} = 100,1 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 14,1 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 108,9 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 14,0 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 400 \text{ kN/m}$
210-7s 30-30-30-30-30-30-30	2,28			$V_{TS3,RK} = 120,1 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 23,9 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 131,4 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 17,0 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 475 \text{ kN/m}$
220-7s 40-20-40-20-40-20-40	4,26			$V_{TS3,RK} = 120,8 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 18,0 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 135,2 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 25,4 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 500 \text{ kN/m}$
240-7s 30-40-30-40-30-40-30	1,73			$V_{TS3,RK} = 140,1 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 35,8 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 153,9 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 20,0 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 550 \text{ kN/m}$
260-7s 35-40-35-40-35-40-35	2,00			$V_{TS3,RK} = 150,4 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 39,2 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 168,2 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 27,2 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 600 \text{ kN/m}$

280-7s 40-40-40-40-40-40-40	2,27			$V_{TS3,RK} = 160,6 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 42,7 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 181,8 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 34,9 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 650 \text{ kN/m}$
260-9s 20-40-20-40-20-40-20-40-20	0,94			$V_{TS3,RK} = 150,5 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 52,6 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 151,8 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 30,1 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 600 \text{ kN/m}$
310-9s 30-40-30-40-30-40-30-40-30	1,43			$V_{TS3,RK} = 176,2 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 63,8 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 198,6 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 34,4 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 725 \text{ kN/m}$
340-9s 40-35-40-35-40-35-40-35-40	2,12			$V_{TS3,RK} = 189,6 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 62,9 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 221,9 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 54,1 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 800 \text{ kN/m}$
360-9s 40-40-40-40-40-40-40-40-40	1,86			$V_{TS3,RK} = 202,0 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 75,4 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 237,0 \text{ kN/m}$ $M_{TS3,RK} = 58,0 \text{ kNm/m}$	$V_{TS3,RK} = 850 \text{ kN/m}$



Timber Structures 3.0 AG
Niesenstrasse 1
3600 Thun
+41 58 255 42 00
info@ts3.biz, www.ts3.biz

TS3
Timber Structures 3.0