

PROJEKT 3 // FINNLAND

Spannende Bögen fürs Hallendach	32
Gurt und Bogen verbunden	34
Steckbrief	36
Kann ich das auch?	37

Finnland

Spannende Bögen fürs Hallendach

Der Hallenneubau der finnischen Niederlassung von Würth setzt auf eine schlichte Konstruktion aus Stützen und Bogenträgern. Letztere haben es in sich.

Eines der strategisch wichtigsten Logistikzentren von Würth befindet sich in der Nähe von Riihimäki, rund 70 km nördlich von Helsinki. Von dort aus liefert Würth finnlandweit ein breites Produktsortiment an Endverbraucher sowie an 200 Zweigstellen und Läden. Aufgrund des kontinuierlichen Wachstums wurde die Niederlassung laufend erweitert und modernisiert. Um diesem anhaltenden Trend und den veränderten Geschäftsanforderungen gerecht zu werden, erhielt das Würth Center 2021 einen ergänzenden Neubau, um sein spezielles Angebot für die sogenannte ASSY-Schraube zu präsentieren. Für diesen Zweck wollte die Bauherrschaft das neue Würth Center denn auch als Ingenieurholzbau ausführen.

Das äußere Erscheinungsbild der Halle lässt zunächst keine außergewöhnliche Konstruktion vermuten. Der Quader mit Glasfassade an einer seiner Stirnseiten überrascht erst im Innern mit seinem Holztragwerk. Dabei fallen besonders die Bogenbinder des Dachtragwerks ins Auge.

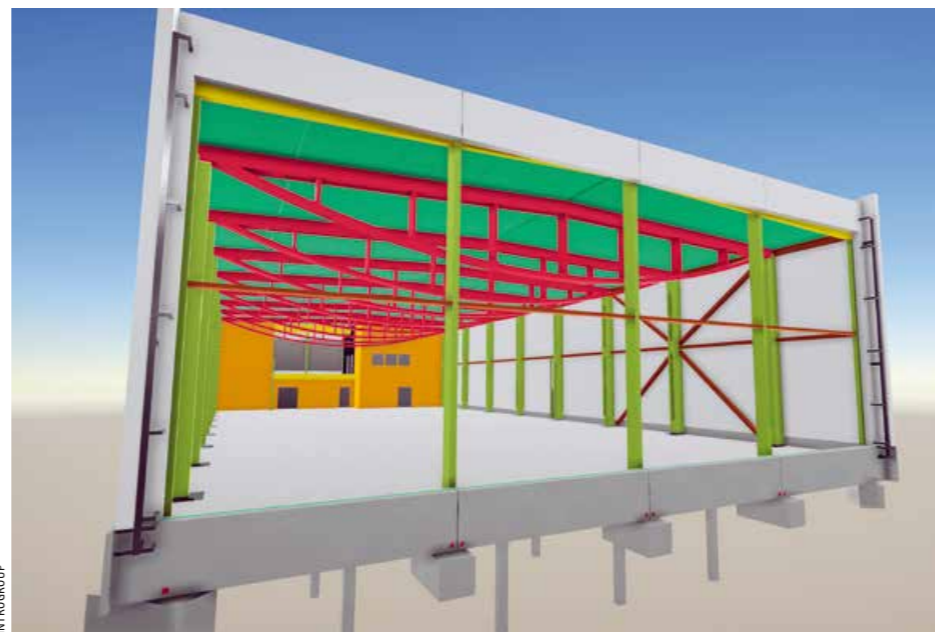
Beim Gesamttragwerk handelt es sich um Balken auf zwei Stützen in Reihung, wobei die Balken als Bogenbinder ausgeführt sind. Die Bogenbinder erscheinen dem Laien wegen der eingefügten Vertikalstäbe möglicherweise wie bogenförmige Fachwerkträger besonderer Ausführung, sie sind jedoch keine. Nach zahlreichen Entwürfen für Fachwerkträger-Varianten kamen die Tragwerksplaner von SWG Engineering von dieser Idee ab und suchten nach einer sinnvolleren Geometrie. Daraus hat sich schließlich der Bogenbinder mit Vertikalstäben ergeben.

Für das Tragwerk waren die Gebäudeabmessungen mit knapp 58 m Länge, 23 m Breite und 10 m Höhe vorgegeben. Damit war nicht nur die Spannweite für die Bogenbinder mit 22,50 m fixiert, sondern auch deren Binderhöhe mit rund 2,80 m am Bogen tiefpunkt. Schnell wurde klar, dass die Bögen aufgrund der erforderlichen Querdrukfestigkeiten nicht aus Brettschichtholz (BSH) sein konnten, sondern Kerto-Furnierschichtholz das Material der Wahl war. ■

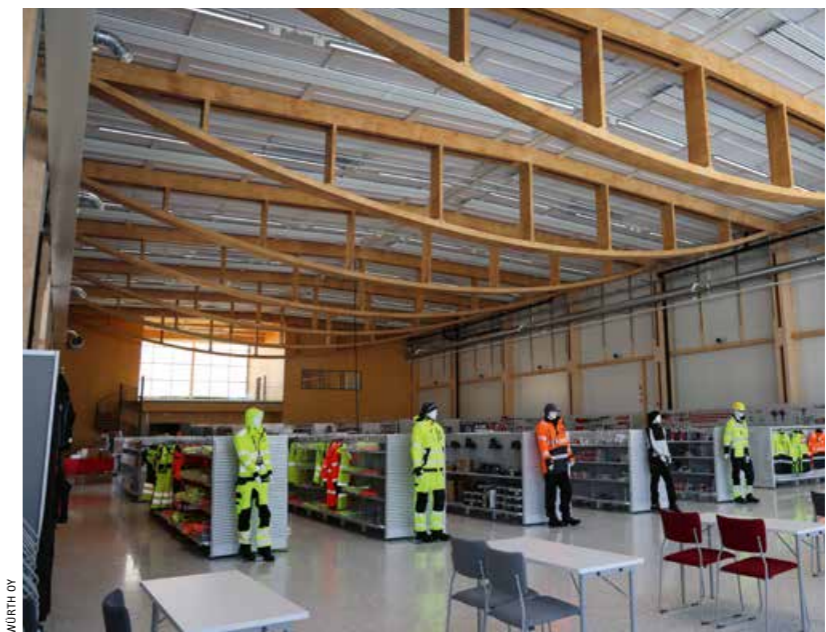


WÜRTH/TOY

◀ Würth hat sein Logistikzentrum im finnischen Riihimäki mit einer Halle erweitert. In dem knapp 58 m langen, 23 m breiten und etwa 10 m hohen Neubau werden vor allem Verbindungsmittel für den Holzbau präsentiert



INTROGROUP



WÜRTH/TOY

◀◀ Isometrie der Halle mit Bogenbindern auf eingespannten Stützen

◀ Blick in die Halle zur Präsentation sowohl der Würth-Center-Produkte als auch der Schlüsselkomponenten für den Holzbau

► Die Untersicht auf die Bogenbinder zeigt die vermeintlich schlichte Konstruktion, die es aber in sich hat



DIETRICH TOWNS - SWG ENGINEERING

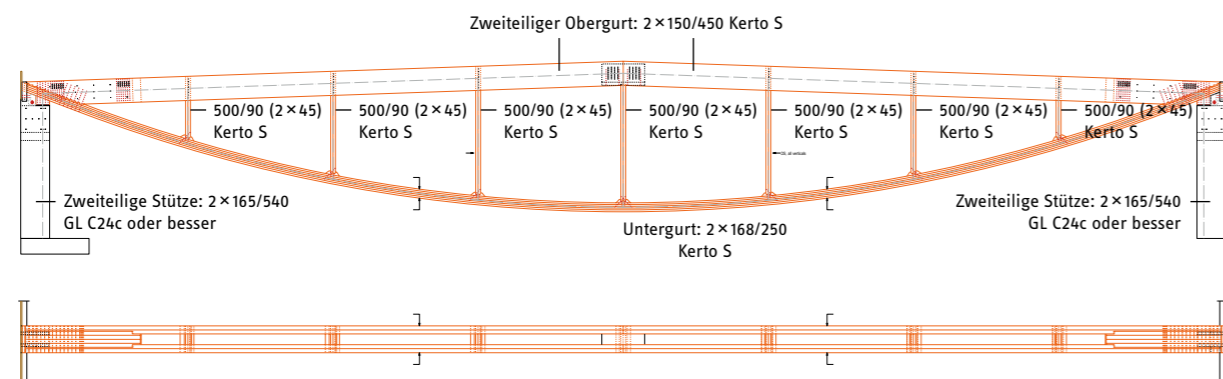
Konstruktion

Gurt und Bogen verbunden

Die Ausbildung der FSH-Bogenbinder erwies sich als nicht trivial und fügt dem modernen Ingenieurholzbau eine neue Variante für Dachtragwerke hinzu.

BOGENBINDER

Die in Trägermitte 2,80 m hohen und 22,50 m weit gespannten Bogenbinder setzen sich aus einem zweiteiligen, satteldachförmigen Druckgurt oben und einer dünnen Sehne als Zugbogen unten zusammen. Dazwischen sind im Abstand von 2,80 m Vertikalstäbe (Steher) eingefügt. 1,20 m lange Treppenversätze und zahlreiche Schrauben verbinden die Gurte im Auflagerbereich.



SWG ENGINEERING

Thema des Monats

Der Bogenbinder besteht aus einem Obergurt, der als Druckgurt fungiert, und einem Untergurt in Form eines Zugbogens, der als relativ dünne Sehne ausgeführt ist. Ein mit 1,20 m extrem langer Treppenversatz und zahlreiche Schrauben koppeln die beiden Gurte im Bereich der Auflager. Sieben Vertikalstäbe sind im Abstand von rund 2,80 m zwischen dem Ober- und Untergurt eingefügt.

Bei der Lastabtragung werden die Kräfte in die Obergurte eingeleitet und von dort über die Vertikalstäbe in die Bögen weitergeleitet. Zur Optimierung der Binder haben die Tragwerksplaner durch Variation der Vertikalstab-Abstände den idealen Stababstand mit 2,81 m errechnet. Für die Optik stand die senkrechte oder geneigte, also rechtwinklige Anordnung der Stäbe bzw. der 2 x 45 mm dicken Kerto-S-Platten auf dem Bogen zur Auswahl. Letzteres lehnten die Architekten aus ästhetischen Gründen ab.

Die lotrechte Anordnung der in der Höhe variablen Steher auf den Zugbögen hatte nun allerdings geneigte Plattenränder als Aufstandsflächen auf den Bögen bzw. als Anschlussflächen am Obergurt zur Folge – eine Ausnahme bildet lediglich der höchste Steher in Bindermitte. Aus der Neigung resultiert nun an jedem Steherpunkt, an dem quasi die Steherachse auf die Tangente des Bogens trifft, eine Schubkraft bzw. an den Kontaktflächen zwischen Stehern und Bögen Querdruck, den es zu übertragen galt. Dies lösten die Ingenieure mit ausgefrästen Kopplungsstücken, ebenfalls aus Kerto S, die sie als „Schuhe“ bezeichneten. Auf die Bögen geschraubt, ließen sich die Steher passgenau anschließen, was eine saubere Lastverteilung des Querdrucks ermöglichte. Auf diese Weise entstehen im Obergurt hauptsächlich

Druckkräfte – wenngleich auch Momente auftreten und übertragen werden müssen – und im Untergurt überwiegend Zugkräfte. Diese Zug- und Druckkräfte werden über den Treppenversatz im Auflagerbereich kurzgeschlossen und die Differenzkräfte in vertikaler Richtung als Auflagerkraft in die Stützen eingeleitet.

Bogenbinder auf ausgeklinkten Stützen gelagert

Bei den Stützauflagern handelt es sich nicht um querdruckverstärkte Auflagerungen, sondern die Bogenbinder lagern rein rechnerisch lediglich auf den Schrauben. Hierfür erhielten sie an den Bogenenden auf der Bogenunterseite einen trapezförmigen Holzklötz, in den die „Auflager“-Schrauben eingedreht wurden. Der Holzklötz selber fungiert dabei lediglich als Füll- oder Haltematerial für die Schrauben. Diese wirken wie kleine Pfähle, die die Lasten über Knicken bzw. Eindringen aus dem Bogenbinder aufnehmen und über die Stahlplatten, die auf den ausgeklinkten Stützen aufgelegt sind, in diese exzentrisch einleiten.

Die Systemlinien des Ober- und Untergurtes treffen sich in der Mitte dieses exzentrischen Anschlusses und erzeugen ein Moment. Die Ingenieure entschieden sich, die Kräfte an dieser Stelle entsprechend kurzzuschließen, da die Bogenbinder keine weiteren Kräfte hätten aufnehmen können. Deshalb wurden die Stützen eingespannt. Für sie kam dann allerdings BSH der Festigkeitsklasse GL 30h zum Einsatz.

Aussteifung über Dachscheibe und Auskrenzungen

Als Dachdecke dienen selbstaussteifende Rippen- bzw. Kastenelemente. Sie spannen 6 m weit von Bogenbinder zu

D **Dietrich's**



Einfach stabil.

PLANEN

KONSTRUIEREN

BEMESSEN

FERTIGEN

Sie haben die Idee, wir das Werkzeug.

Die DC-Statik ist unser umfassendes Werkzeug für die Bemessung von Holzbaukonstruktionen. Klingt gut, aber was genau haben Sie davon?

Durch die dialoggeführte Software erstellen Sie im Handumdrehen statische Vorbemessungen und prüffähige Nachweise. Und das für alle Bauteile, Konstruktionen und Holzbauanschlüsse sowie deren Befestigung auf Punkt- oder Streifenfundamenten. Wenn Sie möchten, bekommen Sie zusätzlich auch einen ausführlichen Brandschutznachweis! Wollen Sie noch mehr? Mit der Gebäudeaussteifung stellen Sie sicher, dass optimierte Holzrahmenbauten auch extremen Windlasten standhalten. Einfach stabil eben.

Genau das ist Ihr Nutzen: Wir helfen Ihnen bei der Umsetzung Ihrer Ideen!

Holzbau ist unser Programm.

Neugierig? Besuchen Sie uns auf dietrichs.com oder schreiben Sie uns: experten@dietrichs.com

3D-CAD/CAM

dietrichs.com

Software

◀ Anschluss-Situation Bogenbinder auf ausgeklinkter BSH-Stütze

▶ Die Fußpunkte der „Vertikalstäbe“ stehen mit schräg abgeschnittener Kante auf dem Untergurt – jeder Steher mit anderer Neigung



INTROGROUP

DIETRICH TOWS – SWG ENGINEERING

◀ Das Füllholz im Firstbereich koppelt die Balken des zweiteiligen Obergurts

▶ Das Füllholz zwischen den Balken des Obergurts im Auflagerbereich sorgt für die erforderliche Anschlussfläche des Treppenversatzes zur Kraftübertragung



DIETRICH TOWS – SWG ENGINEERING

Bogenbinder und sind in der Machart den Rippen- und Kasten-Elementen aus Furnierschichtholz (FSH) ähnlich. Als Dachscheibe ausgebildet, sorgen sie zusammen mit Auskrenzungen in Längswandebene für die Längsaussteifung der Halle. Die Queraussteifung erfolgt über die eingespannten Stützen. Die Gebäudehülle bilden Blech-Sandwich-elemente.

Konzept und Konstruktion

Die Gurte der Bogenbinder sind zweiteilig ausgeführt. Dabei besteht der Obergurt aus 2 x 2 FSH-Balken (b x h: 15 cm x 45 cm) mit einer Länge von 11,25 m. Mit einem lichten Abstand von 20 cm verlegt, erreichen

die Obergurte eine Gesamtbreite von 50 cm. In diesen Zwischenraum greifen die ausgeklinkten Steher ein, die als „Abstandhalter“ gleichzeitig das Auflager für die Balken bilden.

Kerto hat in Deutschland eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) (Z9.1-847) bzw. eine für u. a. gebogene Bauteile (Z-9.1-291) und schließlich eine, in der auch die Blockverklebung geregelt ist (Z-9.1-100), während das finnische Pendant ein VTT-Zertifikat (VTT-C-184/03) besitzt. Die Dokumente beschreiben die Anwendung des Holzwerkstoffes sehr ausführlich, die deutschen sogar die mehrteilige Anwendung samt Blockverklebung, selbst in gebogener Form. Auf dieser Basis war die

Fertigung der Zughögen aus Kerto-S bis zu einer definierten Dicke ein zugelassener Prozess. Entsprechend setzt sich der Untergurt des Bogenbinders aus 2 x 25 cm breiten und 16,80 cm hohen Teilquerschnitten zusammen. Die 50 cm Binderbreite waren zum einen das entscheidende Maß für die Bauteiltragfähigkeit, zum anderen aber auch für die erforderliche Fläche des Treppenversatzes. Das hieß im Umkehrschluss für den Gesamtquerschnitt des Obergurts, dass dieser hätte kleiner ausfallen können, und eröffnete damit die Möglichkeit, ihn zweiteilig und auf Abstand verlegt auszuführen.

Die Füllhölzer im Obergurt sorgen zum einen als Verbindungsstücke – insbesondere im Firstpunkt, wo sie die 11,25 m langen Balken, von beiden Seiten kommend, koppeln. Im Zuggurt braucht es sie jedoch als statisch relevantes Holz, da der gesamte Versatz mit 1,20 m Länge und 50 cm Versatztiefe als Anschlussbereich zur Kraftübertragung erforderlich ist. Die Füllhölzer sorgen hier für die benötigten Anschlussflächen, wurden darüber hinaus aber noch ein Stück aus dem Zwickel in den sich aufspitzenden Trägerbereich geführt. Die Bogenbinder-Zwickel bzw. -Auflagerbereiche erhielten eine entsprechend große Anzahl an kraftschlüssig eingedrehten Schrauben, um einerseits die Querkräfte zwischen den drei Bauteilen, also dem Füllholz und den zwei Balken des Obergurts, zu übertragen, andererseits aber auch die Druckkraft aus dem dreiteiligen Gesamtpaket über den Treppenversatz in den Untergurt einzuleiten.

STECK BRIEF

PROJEKT:

Hallen-Neubau Würth Center
FI-11710 Riihimäki

BAUHERR:

Würth Oy | FI-11710 Riihimäki | www.wurth.fi

ARCHITEKTEN:

Arkkitehtitoimisto Jari Tamminen Oy
FI-05800 Hyvinkää

GENERALPLANER:

Introgroup Oy
FI-20100 Turku | www.introgroup.fi

HERSTELLUNG TREPPEN-VERSATZ:

Punkaharjun Puutaito Oy
FI-58500 Punkaharju | www.puutaito.fi

TRAGWERKSPLANUNG (BOGENBINDER UND HOLZBAUBERATUNG):

SWG Engineering | D-76761 Rülzheim
www.swg-engineering.de

BAUJAHR: 2021

BAUWEISE: Ingenieurholzbau

MONTAGE:

Turun Elementtiasennus Oy
FI-20780 Kaarina | www.elementtiasennus.fi

VERKLEBUNG DER GEBOGENEN UNGERTURTE:

Versowood Group Oy
FI-19110 Vierumäki | www.versowood.com

Fertigung eines blockverklebten Bogenbinders

Auch für die Herstellung bedeutete die Verklebung der Bauteile – insbesondere die des Zughögen – eine große Herausforderung. Hier haben die Planer lange nach einem Unternehmen für die Fertigung der blockverklebten, gekrümmten Bauteile des Untergurts gesucht. Hinzu kam, dass diese aufgrund der Tiefe von 50 cm nicht an einem Stück hergestellt werden konnten. So bestehen die Untergurte ebenfalls aus zwei Teilen. Die beiden 25 cm breiten und 16,80 cm hohen Bögen liegen nebeneinander. Fixiert sind sie über die „FSH-Schuhe“ der Steher sowie die Steher selbst. Doch sie sind auch an den Bogenenden fixiert, wo sie über den Treppenversatz und die

Verschraubungen unverschieblich gehalten sind. Eine weitere Herausforderung lag im Abbund der 50 cm tiefen Treppenversätze sowie der erforderlichen Präzision, damit alle fünf Bauteile, die in diesem Punkt zusammentreffen, auch exakt zusammenpassen. Beim Abbund galt es zudem, den konstanten Radius der Untergurt-Bögen zum Auflager hin tangential auslaufen zu lassen. Das ermöglichte gerade Flächen, in die sich ein ebener Treppenversatz problemlos einschneiden lässt. Alle acht Bogenbinder wurden im Werk vormontiert, in Folie gepackt und zur Baustelle gebracht. Dort konnten sie in die bereits gestellten Stützen eingehängt und angeschlossen werden. Die zweiteiligen Stützen (b x h: 2 x 16,50 cm x 54 cm) sind aus BSH ausgeführt und über spezielle

Stahlteile in die Fundamente eingespannt. Ähnlich wie bei den Obergurten erhielten sie an den Kopf- und Fußpunkten Füllhölzer, sodass für die Anschlüsse Vollholzquerschnitte zur Verfügung standen. Die abzutragenden Verkehrslasten ergeben sich vor allem aus Schnee. Dabei hat Schnee eine sogenannte „mittlere Lasteinwirkungsdauer“ (k_{mod} : 0,8), was als durchaus hohe Belastung zu betrachten ist (s_k 2,75 kN/m²). Da Schnee als asymmetrische Last auftreten kann, galt es, dies in den statischen Berechnungen im Hinblick auf die Verformungsempfindlichkeit der Bogenbinder bzw. der Gesamtkonstruktion zu betrachten. In Sachen Brandschutz galt es F30 zu erfüllen. Eine Sprinkleranlage ist ebenfalls Teil des Brandschutzkonzepts.

Susanne Jacob-Freitag, Karlsruhe ■



WÜRTH OY

KANN ICH DAS AUCH?

Spezialgebiet: Verkleben von Furnierschichtholz

Für das Blockverkleben gerader und gebogener Bauteile aus Furnierschichtholz braucht es zum einen entsprechende Zulassungen, zum anderen Erfahrung mit der Bearbeitung dieses speziellen Holzwerkstoffes. Wer sich die Fertigung solcher Bauteile zutraut, sollte unbedingt über beides verfügen. An dieser Stelle sei zudem erwähnt: Selbst in Finnland, wo der Holzwerkstoff Furnierschichtholz Tradition hat, war es bei dem Hallen-Neubau Würth Center in Riihimäki nicht gerade leicht, solche Unternehmen zu finden.