

Digital Wood Flow

Ursula Frick
Blumer-Lehmann AG
Gossau SG, Schweiz



Digital Wood Flow

1. Fascination Free Form Timber Construction

1.1. Blumer Lehmann – vielfältige Bauten aus Holz

Blumer Lehmann bietet als eines der führenden Schweizer Holzbau-Unternehmen umfassende Holzbaukompetenz, von der Beratung über die Planung, Produktion, Montage bis zur Projektleitung sowie als General- oder Totalunternehmerin.

In Zusammenarbeit mit international renommierten Architekturbüros realisiert Blumer Lehmann zukunftsweisende Holzbauten auf der ganzen Welt. Dabei entstehen einzigartige Bauten und Strukturen, vom aus Holz gefrästen «On-Turnschuh», über den exklusiven Apple-Store in Bangkok, bis zum gigantischen Hotelprojekt am Roten Meer. Für das «The Red Sea Project» plant und realisiert Blumer Lehmann, nach den Entwürfen von Foster + Partners sowie Kengo Kuma Architects die Villen und Infrastrukturgebäude für zwei Hotelkomplexe.



Abbildung 1: Free Form-Pavillon Hotel 12, für das «The Red Sea Project», entworfen von Foster + Partners.

1.2. Der nachhaltige Holzkreislauf

Seit 1875 bestimmt die Faszination fürs Holz das Denken und Handeln des Unternehmens. Auf dem Erlenhof, dem Schweizer Hauptsitz, wird der natürliche Rohstoff Holz im nachhaltigen, kompletten Wertschöpfungskreislauf verarbeitet. So entsteht aus jährlich rund 170 000 m³ einheimischem Rundholz im Säge-, Hobel- und Keilzinkwerk das umfangreiche Sortiment an Schnittholzprodukten für den Baubedarf. Das Restholz wird für die Herstellung von Rindeneinstreu und CO₂-neutralen Pellets sowie als Energieträger für das eigene Kraftwerk verwendet.

Im Januar 2021 eröffnete Blumer Lehmann in Deutschland in Großenlöder bei Fulda eine Modulbauproduktion sowie ein Büro für den Verkauf und die Projektentwicklung in der Grafschaft bei Bonn. Die Blumer-Lehmann S.à r.l. in Luxemburg ist seit 2019 aktiv im Verkauf und der Projektentwicklung von Holzbauten im heimischen Markt tätig.

Ein weiteres Spezialgebiet von Blumer Lehmann sind Silos und Anlagen für den Strassen- und Winterdienst; automatisiert und mit moderner Fördertechnik ausgestattet. Geplant und produziert werden die Anlagen in der Schweiz und Deutschland.

1.3. Vielfältige Holzbauweise – vom standardisierten Modulbau bis zum Forschungsprojekt

Neben dem klassischen Holzelementbau, der für verschiedene Anwendungen, wie Wohn-, Tourismus-, Industrie- oder Bürobauten zum Einsatz kommt, ist ein weiteres Spezialgebiet von Blumer Lehmann der Modul- und Temporärbau. Mit standardisierten Raummodul-Konzepten werden Schulbauten, Bürogebäude, Wohnanlagen und andere Gebäude realisiert. An Bedeutung gewinnen auch Umbauten, Sanierungen und Aufstockungen von Bestandsgebäuden.

Ebenso investiert Blumer Lehmann regelmässig in die Zusammenarbeit mit Forschungsinstituten und Universitäten. So entstand mit den Instituten ICD und ITKE der Universität Stuttgart im Jahr 2019 der einzigartige Urbach-Turm. Dieser ist weltweit die erste bauliche Anwendung einer tragenden Holzkonstruktion aus sich selbstformenden Holzbauteilen. Genutzt wurde dafür die natürliche Eigenschaft des Holzes, das quillt und schwindet unter der Einwirkung von Feuchtigkeit.

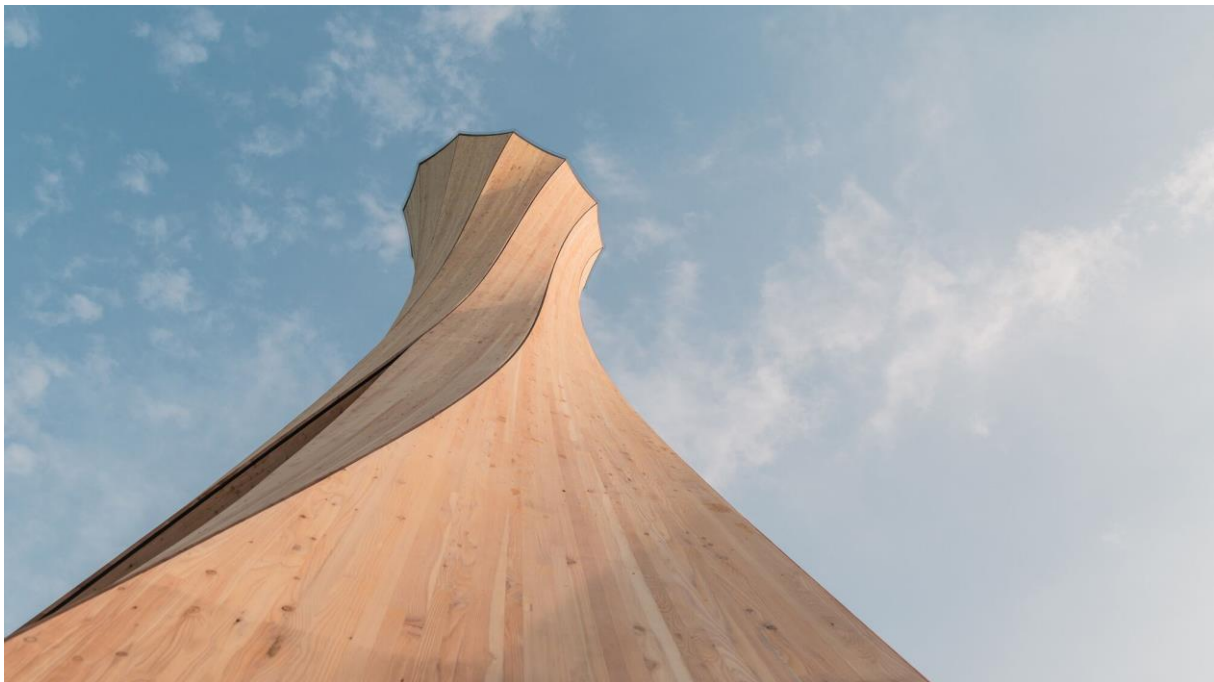


Abbildung 2: Forschungsprojekt Urbach Turm, aus selbstformendem Bilayer-Holz.

2. Highlight Projekte in Free Form-Bauweise

Ihren Ursprung hat die Free-Form-Erfolgsgeschichte von Blumer Lehmann mit dem ersten Freiform-Projekt, dass im Jahr 2008 für den Golfclub Haesley Nine Bridges im südkoreanischen Yeosu realisiert wurde. Seither wurden viele weitere Highlight-Projekte gebaut, wie die Swatch-Schlange im schweizerischen Biel, die Cambridge Mosque, das Casino in Venlo oder der Knies Zauberhut, um nur einige zu nennen. Die Umsetzung der aussergewöhnlichen Holzbauprojekte wird ermöglicht durch Planungsprozesse, die von Beginn weg interaktiv, iterativ und vor allem lösungsorientiert sowie auf Augenhöhe mit allen Beteiligten erfolgen. Die parametrische 3D-Planung, digitale Produktion und Vorfertigung sind dafür zwingend nötig.

3. Digital Wood Flow – parametrische Planung und Modellierung

Doch was genau versteht man unter dem «Digital Wood Flow» und wie sieht nun der konkrete Arbeitsprozess aus, damit solch aussergewöhnliche Holzbauten entstehen können?

3.1. Digitales Modell als Grundlage

Die theoretische Grundlage dafür wurde mit der generellen Entwicklung der Tragwerksplanung geschaffen, die im Laufe des 20. Jahrhunderts stattfand. Dazu beigetragen hatten unter anderem die methodischen Arbeiten von Frei Otto und anderen Architekten jener Zeit, die die Wichtigkeit des Experiments in der Formfindung unter Beweis stellten. Durch neue Rechentechniken und Simulationsmethoden entstanden so für die Tragwerksplaner völlig neue Möglichkeiten, um mithilfe von digitalen Prototypen die richtige Form für ein architektonisches Raumkonzept zu entwickeln.

Für die Planung und Fertigung eines komplexen Holzbaus ist das digitale Modell also immer die wegweisende Grundlage.

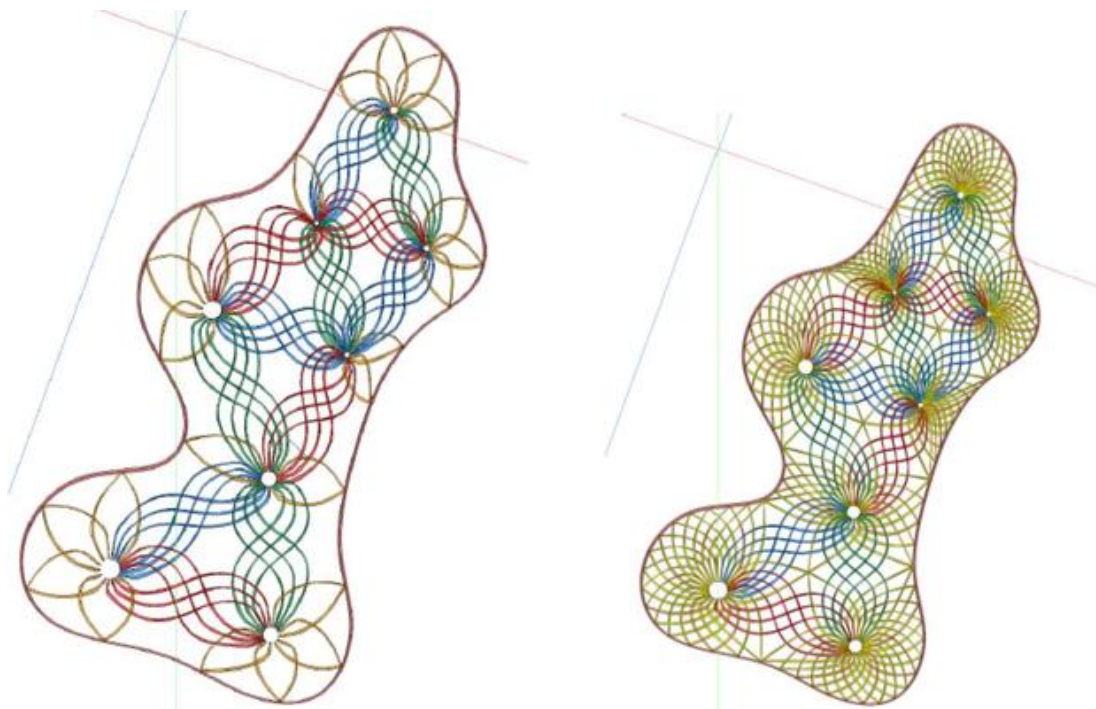


Abbildung 3: Strukturelle Vorprüfung im 3D-Modell.

3.2. Digitale Kette beginnt bereits im Sägewerk

Aber nicht nur in der Planung, auch in der Bearbeitung des Rohmaterials Holz ist heute die Digitalisierung nicht mehr wegzudenken. So wird das Rundholz bereits bei der Anlieferung in der Sägerei automatisiert vermasst für die spätere Verrechnung sowie für die Definition des Einschnitts. Dieser wird so vorgenommen, dass die Ausbeute des Holzes möglichst optimiert wird. Anschliessend wird das Schnittholz bei der Verarbeitung im Keil- oder Hobelwerk mittels digitaler Techniken weiter veredelt und im Hochregal gelagert, bis es für die Weiterverarbeitung intern oder an dritte Partner geliefert wird. Die digitale Kette beginnt also bereits im Sägewerk und wird nachher über die Planung und Produktion sowie für die Montageplanung weitergeführt.

3.3. Produktionsdaten im fertigungsoptimierten 3D-Modell

Das 3D-Modell wird in Zusammenarbeit von Architekten, Ingenieuren, parametrischen Planern und uns als Produzenten so entwickelt, so dass es als Grundlage für die spätere Produktion der einzelnen Bauteile auf der CNC-Maschine dient. Ausnahmslos alle Bauteile, die es zu produzieren gilt, werden in diesem Modell erfasst. Diese spezifische Modellierung der Bauteile enthält bereits viele zusätzliche Informationen (Attribute), die später nötig sind um die Planungsdaten im CAD effizient in einen Maschinencode CNC/CAM umzuwandeln.

3.4. CAD/CAM-Programmierung und Simulation

Bei Blumer Lehmann wurde inhouse eine Software entwickelt, die es ermöglicht, diese optimierten Planungsdaten, auch von sehr komplexen Bauten, aus dem CAD in einen CNC-Maschinencode umzuschreiben. Dazu gehört die Möglichkeit, vorgängig zur Produktion, die Fertigung der einzelnen Bauteile in einer Simulationssoftware zu prüfen, um allfällige spätere Kollisionen auf der Produktionsanlage zu vermeiden.

Produziert werden die Bauteile anschliessend auf unterschiedlichen CNC-Anlagen. Komplexe 2-sinnig gekrümmte Bauteile werden bei Blumer Lehmann meist auf der Anlage von Technowood bearbeitet. Diese fünfsichtige Fräsmaschine wurde eigens für Blumer Lehmann konstruiert und ermöglicht die Produktion von Bauteilen mit einer Länge von 27 m, 5.5 m Breite und 1.35 m Höhe. Dank den drei 5-Achs-Aggregaten und den acht Transportwagen ist die gleichzeitige Bearbeitung aller sechs Seiten eines Bauteils möglich. Die CNC-Maschine fräst die Bauteile in die Form und nimmt gleichzeitig die benötigten Bohrungen für die späteren Verbindungen vor.



Abbildung 4: Die CNC-Anlage von Technowood ermöglicht eine präzise Bearbeitung der Holzbauteile.

4. Angepasste Prozesse in der Planung gefordert

Die neuen technologischen Möglichkeiten in der Holzbauproduktion erfordern die Anpassung der Vorgehensweise in der Planung und eine neue prozessoptimierte Arbeitsweise. Dazu gehören insbesondere folgende Punkte:

4.1. Engagement in der frühen Entwurfsphase

Damit die komplexen Free Form-Projekte überhaupt realisiert werden können, ist das Planungsteam gefordert, sich in einer frühen Phase disziplinenübergreifend auszutauschen. Durch die gemeinsame Weiterentwicklung des digitalen Modells in einem interdisziplinären Team wird dieses so optimiert, dass eine erste strukturelle Analyse möglich ist, eine Produktionsmethode definiert wird und diese Grundlagen als Basis für eine Kalkulation dienen.

Im Idealfall wird vor der eigentlichen Ausschreibung des Projekts ein 1:1 Modell erstellt, ein sogenanntes Mock-up, mit dessen Hilfe die Planungsgrundlagen und der spätere Produktionsprozess so optimiert werden, dass die Konstruktion aus technischen aber auch aus ökonomischen Aspekten produzierbar wird.



Abbildung 5: 1:1 Mock-up der Dachkonstruktion für den Wisdome in Stockholm.

4.2. Parametrisches Regelwerk anstatt Planunterlagen

Die digitalen Prozesse verändern nicht nur die Vorgehensweise, sondern auch die Arbeitsunterlagen, die genutzt werden. Herkömmliche Planunterlagen vermögen teilweise die komplexen Konstruktionen nicht mehr abzubilden und können daher oft nicht mehr verwendet werden. Anstatt dessen wird mit einem parametrischen Regelwerk, einem sogenannten DMS, Design Method Statement, gearbeitet.

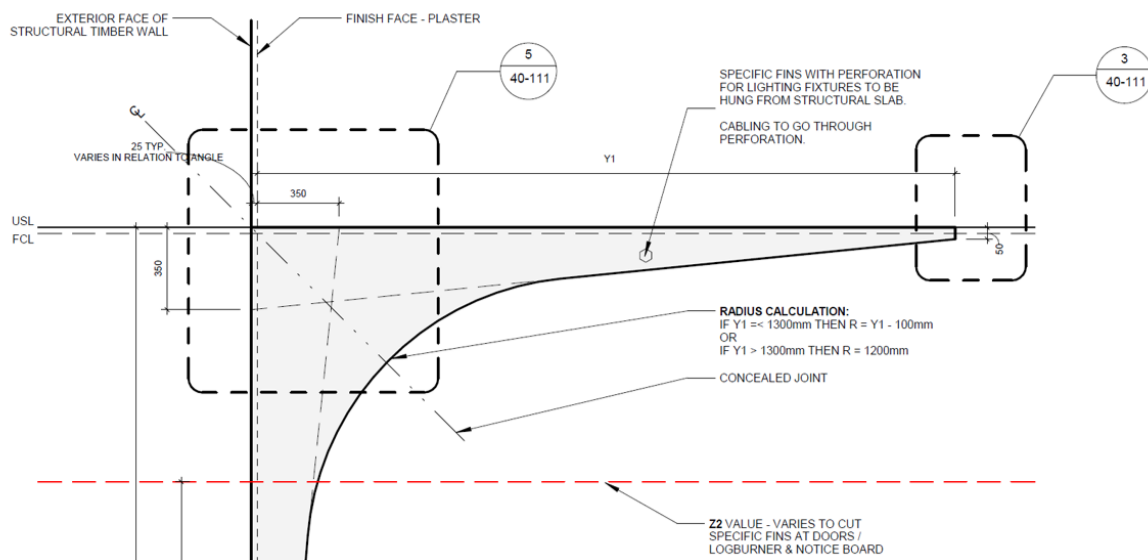


Abbildung 6: Das «DMS» am Beispiel der Tragstruktur des Maggie's Center in Leeds, entworfen von Heatherwick Studio.

4.3. Parametrische Modellierung

In den Modellen möchten wir bei Blumer Lehmann nicht nur die geometrischen Objekte selbst, sondern auch funktionale Abhängigkeiten zwischen den Geometrien sowie Variablen definieren. Dazu gehören zum Beispiel Grössenbeschränkungen der Bauteile für den späteren Transport oder die Reihenfolge der Bauteile für die Montage. Diese parametrische Modellierung erfolgt daher mit Hilfe moderner Planungs-Softwares wie zum Beispiel Rhino Grasshopper und Python Scripting. Die damit erstellten Modelle ermöglichen eine hohe Flexibilität in der Planungsphase. Dazu gehört das Testen von Varianten und damit auch die Unterstützung von Architekten und Planern im Designprozess. Ausserdem besteht so die Möglichkeit die Produktionsgeometrie bis kurz vor Produktionsstart anzupassen.

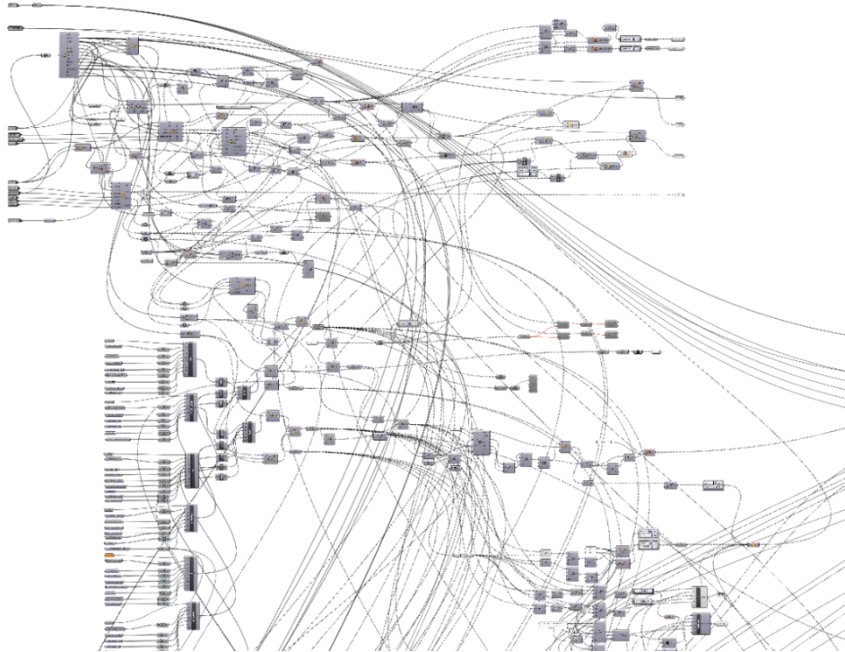


Abbildung 7: Beispiel eines parametrischen Modells in Rhino Grasshopper. Grasshopper ist ein Werkzeug für die algorithmische Modellierung in der 3D-CAD-Software Rhinoceros.

5. Einige Projektbeispiele der parametrischen Planung

5.1. Knies Zauberhut, Design: Carlos Martinez Architekten

Mitten im zoologischen Garten von Knies Kinderzoo in Rapperswil realisierte Blumer Lehmann, nach den Entwürfen von Carlos Martinez Architekten, den 26 Meter hohen Eventbau. Der zeltartige Bau stellt eine Kombination aus Holzelementbau und Freiform dar. Neben der Vor- und Umsetzungsplanung sowie der Produktion und Ausführung des Holzbaus war Blumer Lehmann auch für die 3D-Modellierung sowie die Erstellung der Werkpläne für den Metallbau verantwortlich.

Das freitragende Zeltdach aus Fichten- und Tannenholz wurde als Schalentragswerk realisiert. Dieses ermöglicht die spezielle Dachform schafft und eine Zirkusatmosphäre im Innenraum des Zauberhutes.



Abbildung 8: Die aussergewöhnliche Free form-Konstruktion des Knies Zauberhuts.

Die Holzelemente für den Knies Zauberhut wurden komplett im Werk von Blumer Lehmann produziert und zusammengefügt. Ausserdem wurden die metallenen Fassadenverkleidungen bereits im Werk direkt auf die Holzelemente angebracht. Die vorgefertigten Bauteile wurden anschliessend in einem Stück auf die Baustelle geliefert und vor Ort montiert, was eine erhebliche Einsparung der Montagezeit bedeutete. Überhaupt stellte die Montage aufgrund der Grösse und des Gewichts der einzelnen Tragwerkselemente eine grosse Herausforderung dar. So wurde das letzte Bauteil, der Hut, mit einem Gewicht von fast 20 Tonnen in einem Stück aufgesetzt.

Weitere Informationen zum Projekt auf:
www.blumer-lehmann.ch/knies-zauberhut

5.2. Free Form-Holzskulptur «Sunflower», Design: Blumer-Lehmann AG

Die einzigartige Skulptur schmückt das Atrium eines indischen Privathauses und erinnert in ihrer Erscheinung an eine Sonnenblume mit ellipsenförmigen Blättern. Das Team von Blumer Lehmann verantwortete für dieses Projekt neben der eigentlichen Holzbauplanung, der Produktion und Montage, bereits den architektonischen Entwurf.

Das Planungsteam der «Advanced Geometry Group» hatte dabei verschiedene Herausforderungen zu meistern. So erforderte die beengte Platzsituation, die spezielle Grundform des Innenhofs (Ellipse) und die erforderliche Asymmetrie zur Entwässerung bereits einige spezielle Lösungen.



Abbildung 9: Die Sonnenblumen-Skulptur aus Eschenholz ziert das Atrium eines indischen Privathauses.

Auch wurde die Konstruktion aus geometrischen und fabrikationstechnischen Aspekten so optimiert, dass die Anzahl der Rohlingstypen minimiert und die Knotentypen auf vier reduziert werden konnten. Diese Optimierungen hatten entsprechend positive Auswirkungen auf die Produktionskosten.

Gefertigt wurde die Tragstruktur aus dampfgebogenen Brettschichtholzträgern aus Esche, da sich dieses auch in kleinen Radien biegen lässt sowie optisch sehr hochwertig erscheint. Für die Verleimung der Bauteile war die Burgbacher Holztechnologie zuständig. In die richtige Form brachte die Bauteile das Holzbiegewerk Winkler.

Weitere Impressionen des Projekts auf www.blumer-lehmann.ch/sunflower-india

6. Digital Wood Flow – natural High-tech

Der Einsatz der digitalen Planungs- und Produktionsmethoden, veränderte den Holzbau wesentlich. So haben die Architekten und Designer bereits in einer frühen Phase die Möglichkeit eine Variantenstudie ihres Entwurfs vorzunehmen. Die flexiblen parametrischen Modelle erlauben ausserdem eine schnelle Anpassung der Datengrundlage während der gesamten Planungsphase, bis kurz vor der Produktion. Auch ermöglicht der Austausch über das 3D-Modell eine klare Kommunikation aller am Prozess Beteiligten. Unliebsame Überraschungen während der Produktions- und Bauphase werden vermieden und es herrscht für alle Involvierten Klarheit, was die finale Form betrifft. Dank modernster Werkzeuge und optimierter Prozesse entsteht kaum Mehraufwand in der Planung. Im Gegenteil, der Produktionsaufwand verringerte sich sogar. Und; die Fertigung erfolgt dank der optimierten Modelle mit höchster Genauigkeit.

Der «Digital Wood Flow» im Holzbau eröffnete also Architekten und Designern faszinierend neue Ausdrucksmöglichkeiten. Wir bei Blumer Lehmann sehen es dabei als wesentliche Aufgabe als Holzbauproduzentin dieses Toolset zu verstehen und zu beherrschen. Zusammen mit unseren Netzwerkpartnern möchten wir die Grenzen des Machbaren im Holzbau weiter verschieben und das mit dem wohl schönsten und ältesten Baustoff der Menschheit.