

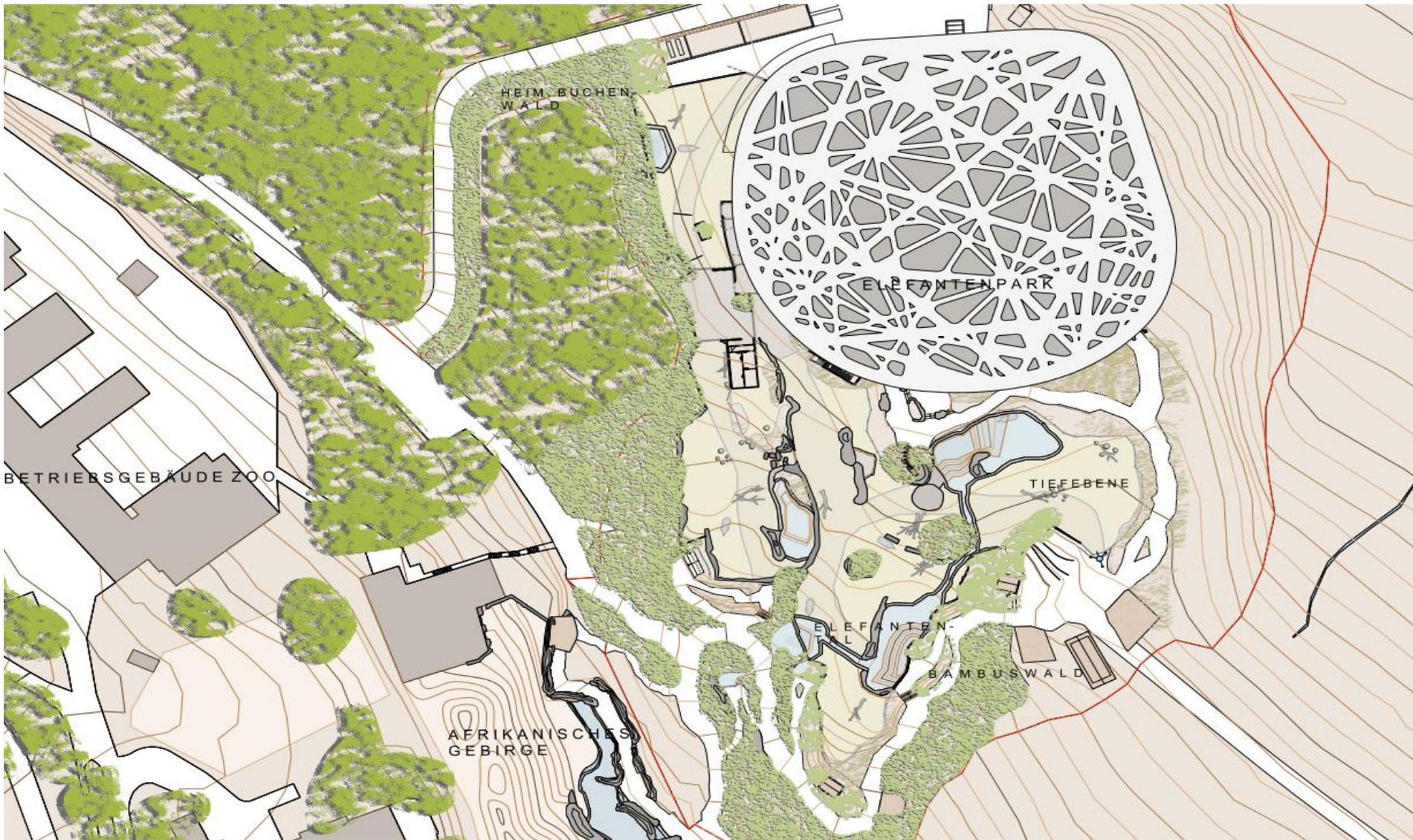


... angesichts der **wachsenden Konkurrenz innerhalb der Tourismus- und Kulturbranche** und der **heutigen Anforderungen an Zoos** ist es von **grösster Wichtigkeit**, dass die **begonnenen Innovationsbemühungen fortgeführt** werden. Das Hauptaugenmerk gilt dabei **qualitativ hoch stehenden, innovativen Anlagen** entsprechend den hohen Massstäben des Zoos in dieser Philosophie **bezüglich Erlebnis, Edukation, Artterhaltung und Nachhaltigkeit**

Der Zürcher Elefantenpark soll die **bestmögliche Zooanlage für eine der weltweit wichtigsten Zuchtgruppen Asiatischer Elefanten sein**, wobei auf ein gutes Management und das Wohlbefinden der Tiere grosser Wert gelegt wird.

Schaffung einer **einzigartigen Attraktion entsprechend der Welt-Zoo-Naturschutz-Strategie**, die **Besucher und Touristen auch ausserhalb des Kantons Zürich anzusprechen** vermag.

Optimale und innovative, dem authentischen Lebensraum in Asien nachempfundene Innen- und Aussenanlagen, die den spezifischen Bedürfnissen von Asiatischen Elefanten gerecht werden ...











Walt+Galmarini AG, Zürich

Dr. Deuring+Oehninger AG, Winterthur

BlessHess AG, Luzern

Ulagapartner AG, Basel

HallerIngenieure AG, Baar

Galmarini+Waidacher AG, Arosa

Kinkel und Partner, Neu-Isenburg

AEE AfroEuropeanEngineers, Addis Abeba

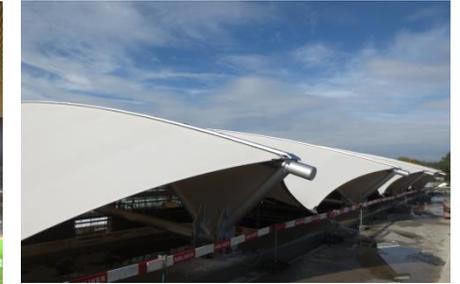
8 eigenständige Ingenieurbüros
total ca. 100 Mitarbeiter
gemeinsames QS, Ausbildungs- und Kapazitätsverbund

Tragwerksplanung im

- Beton-, Stahl- und Holzbau
- Membranbau, Fassaden und Gebäudehüllen
- Spezialtiefbau, Baugruben und Hangsicherungen
- Brückenbau
- Werkleitungen und allg. Tiefbau
- Brandschutzplanung, Bauphysik, Materialtechnologie
- Bauwerkterhaltung und -instandsetzung

dreik

Ingenieurverbund für Kompetenz, Kapazität, Kreativität



seit dem Wettbewerb 2008 Tragwerkplanung alle Phasen

- Stahlbetonbau inkl. Pfahlfundation und Felsanker
- Wasserdichtigkeitskonzept
- Holztragwerk Dachschale

seit 2012 Ausführungsplanung Gebäudehülle zusammen mit msa

- Fassadenplanung
- Abdichtung
- Luftkissen
- Stallungsfassade

seit 2013 Bauleitung/Bauablaufplanung Dach/Hülle/Fassade

Leistungen BlessHess AG für W+G über alle Phasen

- Erdbewegungen
- Rückverankerte Bohrpfahlstützkonstruktionen
- SP und AP Kunstfelsobjekte
- Wasserbecken
- Schwere Zäune und Abschrankungen
- Planerische Koordination Werkleitungen Aussenbereich

- naturalistische Erscheinung und Integration in den Landschaftspark für Elefanten
- flächige Untersicht mit unauffälligem Fugenbild für unbeeinträchtigte Wirkung vom Öffnungsbild
- nicht sichtbare Leitungsführung und damit Integration von Leitungen für Luftkissen, RWA, Pflanzenberegnung und UV-Leuchten, Sensoren, Event-Beleuchtung, Video, etc. mit flexibler Nachrüstbarkeit
- für Pflanzen und Tiere ausreichender Tages- und UV-Lichteinfall (ca. 30-35% Öffnungen)
- Verwendung von Holz wegen Raumwirkung und Analogie zum Blätterdach
- Wärmedämmung, bauphysikalisch robuster Aufbau, zuverlässige Wasserdichtigkeit

Wesentliche statische Anforderung:

- wegen stark variablem Baugrund (Fels <-> Gehängelehm),
- geometrische Singularitäten im Kraftfluss durch unregelmässige Öffnungen und
- nur teilweiser Randauflagerung des Dachrandes ein

duktilen und robusten Tragverhalten als Gesamttragwerk mit Systemreserven



Markthalle Basel von 1929, 60m Spannweite

8 - 15cm Beton => ca. 250kg/m²

Konstruktionsprinzip nach Dischinger:

vier sich schneidende Tonnen

Öffnungsanteil < 10%

-> **lineare Randauflagerung?**

-> **Zugband möglich?**

-> **gleichmässiges Stabraster möglich?**

-> **Öffnungsanteil?**

-> **Eigengewicht?**

Tropenhaus Bot. Garten Uni ZH von 1977, 30m Spannweite

6mm Acryl => ca. 10kg/m²

nach US-Patent von E. Kaiser von 1965

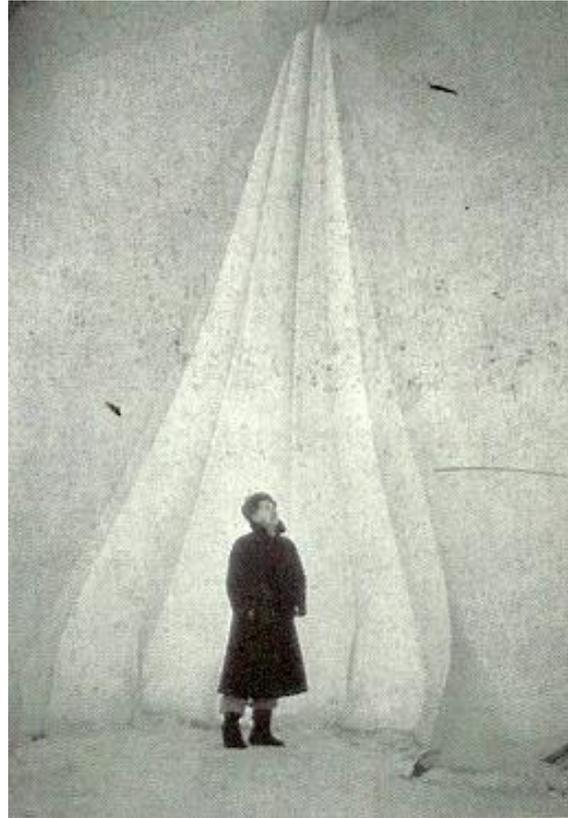
Alu-Dome mit aussteifender Acryleindeckung

Öffnungsanteil > 90%

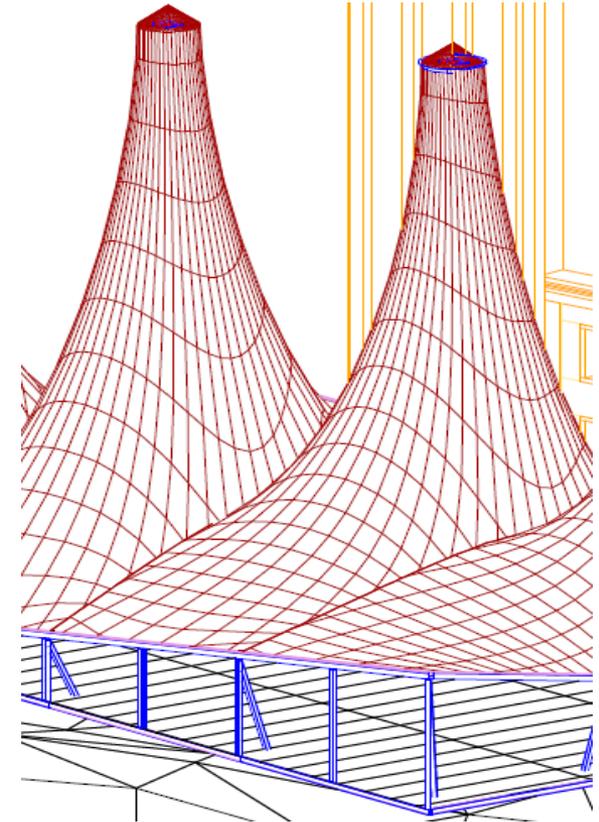
Robert Hooke 1675: «Wie die biegeschlaufe Linie hängt, so wird umgekehrt das stabile Gewölbe stehen»



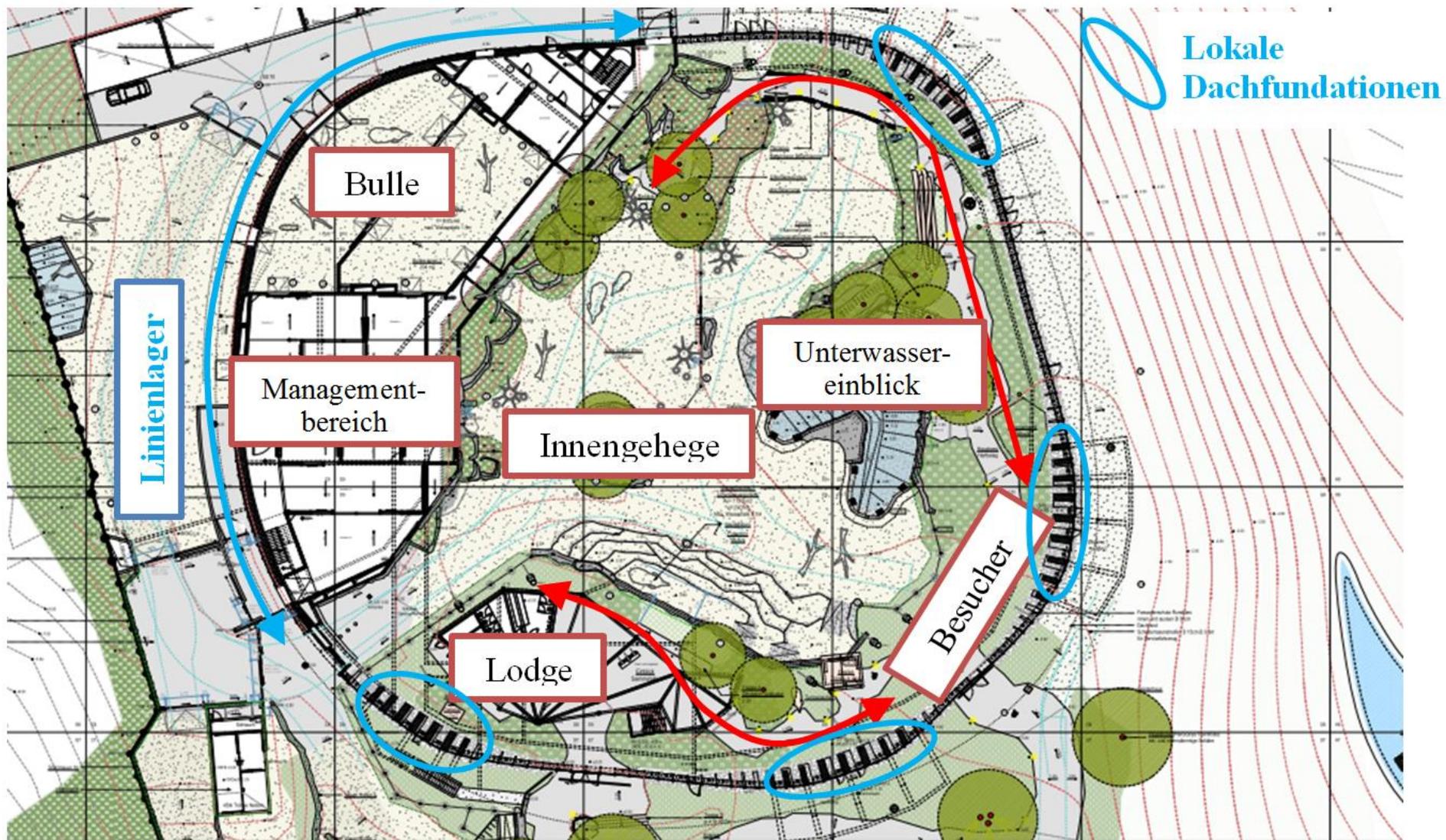
Hängemodell Antoni Gaudi
www.architectura.net

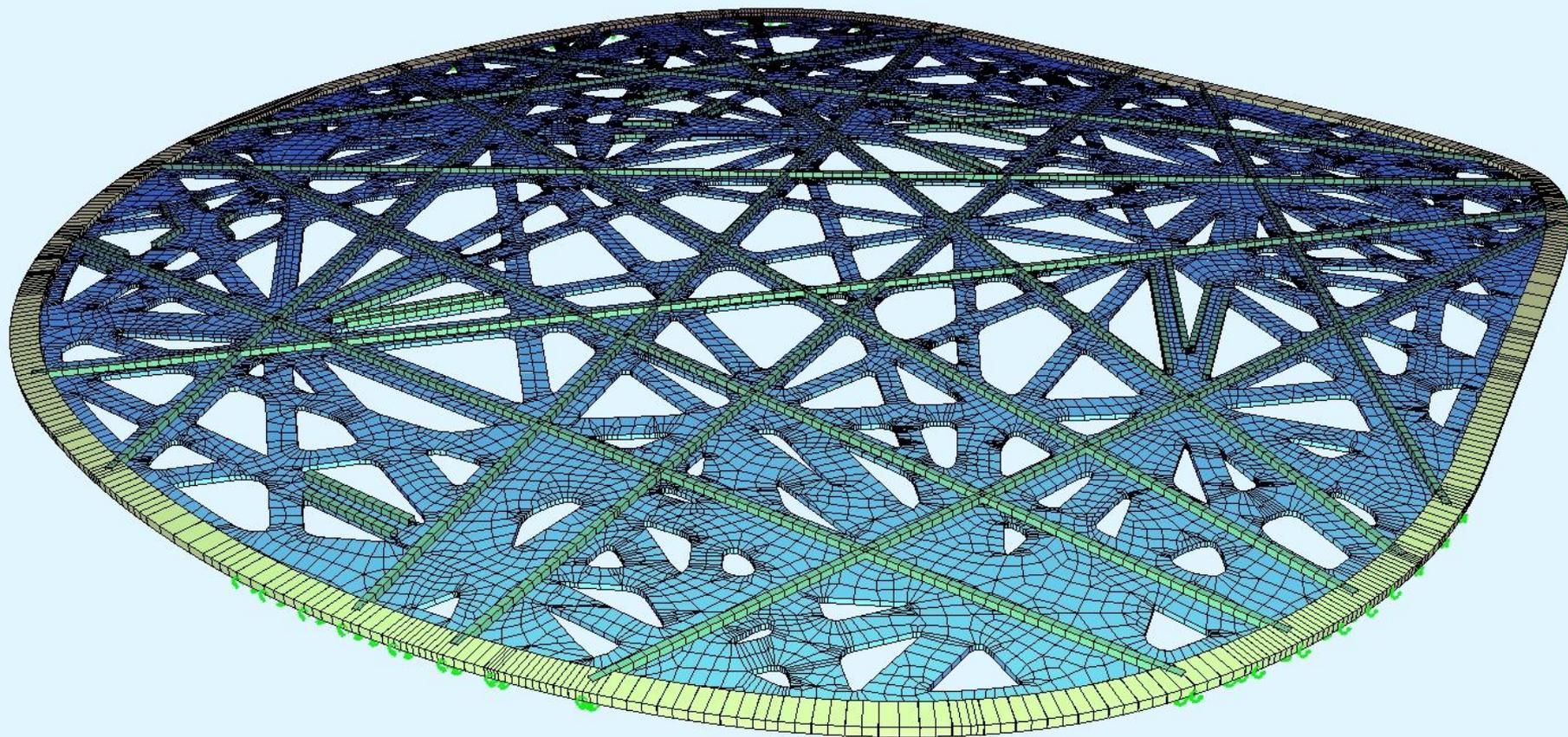


Eisversuche Heinz Isler
aus «Heinz Isler Schalen» [Ramm, Schunk]

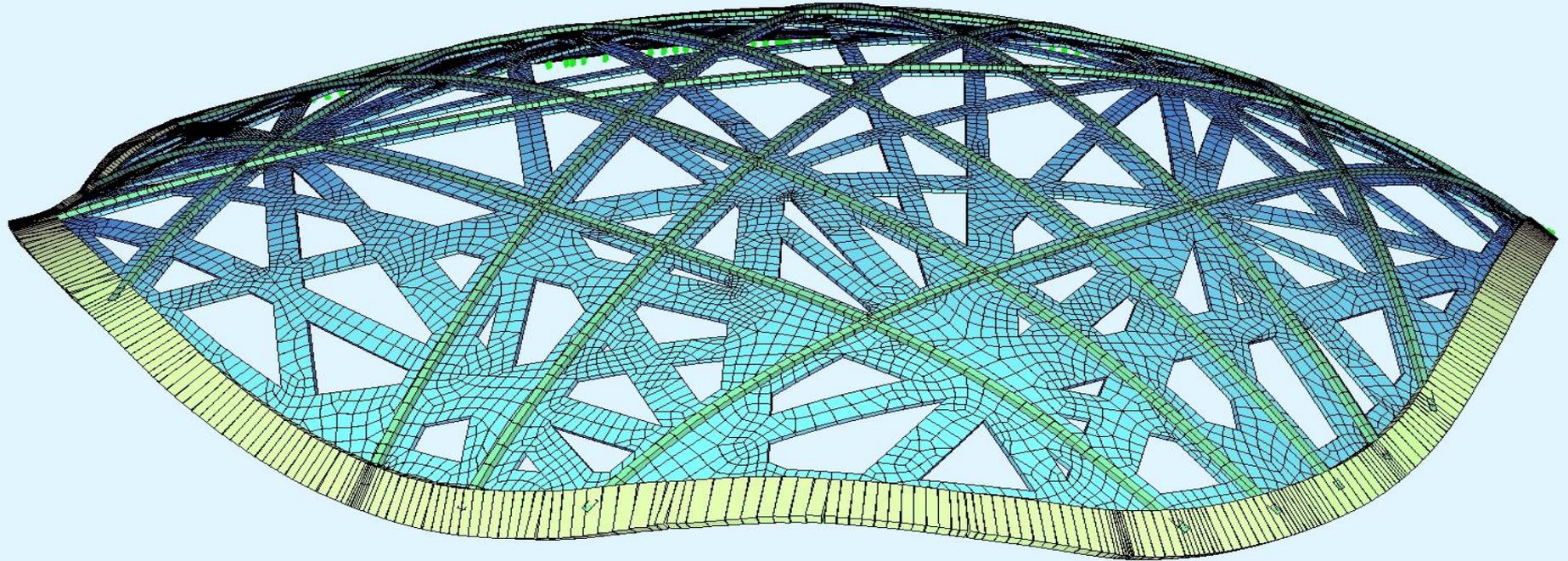


Formfindung Hochpunktmembrandach
Liste Basel, Undend Architektur
Tragwerksplanung: Katja Kübler bei HPGasser Membranbau





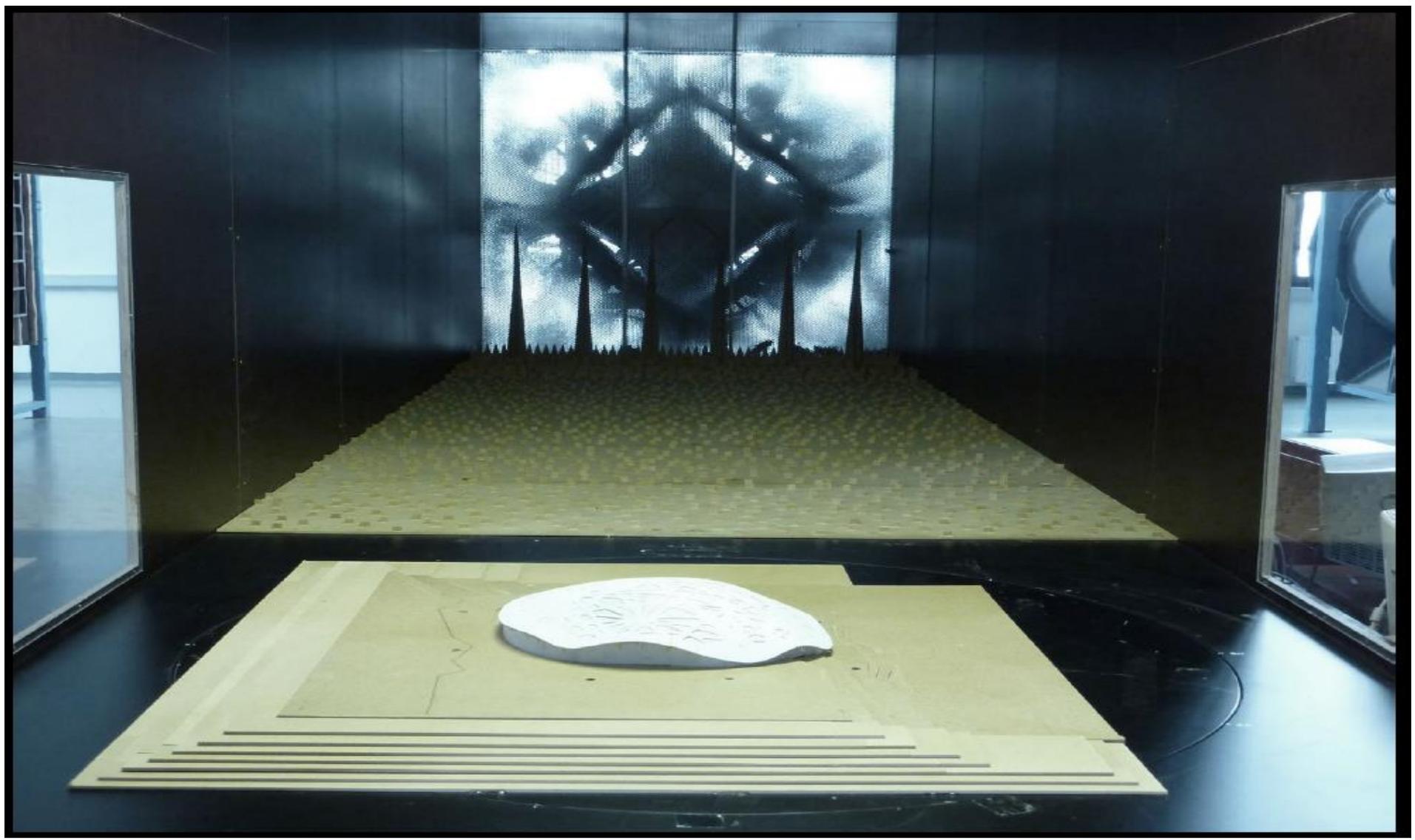
Definition der Lastpfade und des Lochbilds projiziert in der Ebene im Grundriss



Computerbasierte Formfindung nach dem «Prinzip Isler»

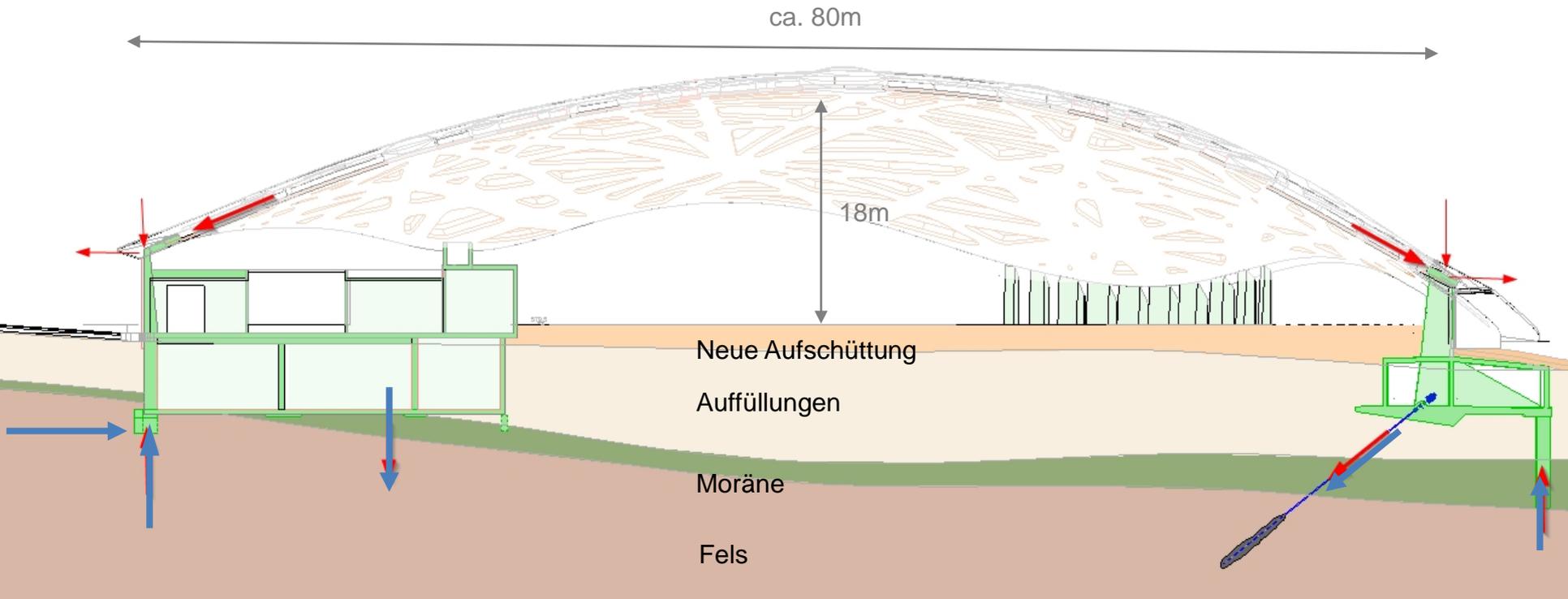
Einschichtiges Schalenmodell für Variantenstudium verschiedener Konstruktionsprinzipien inkl. Betonschalen

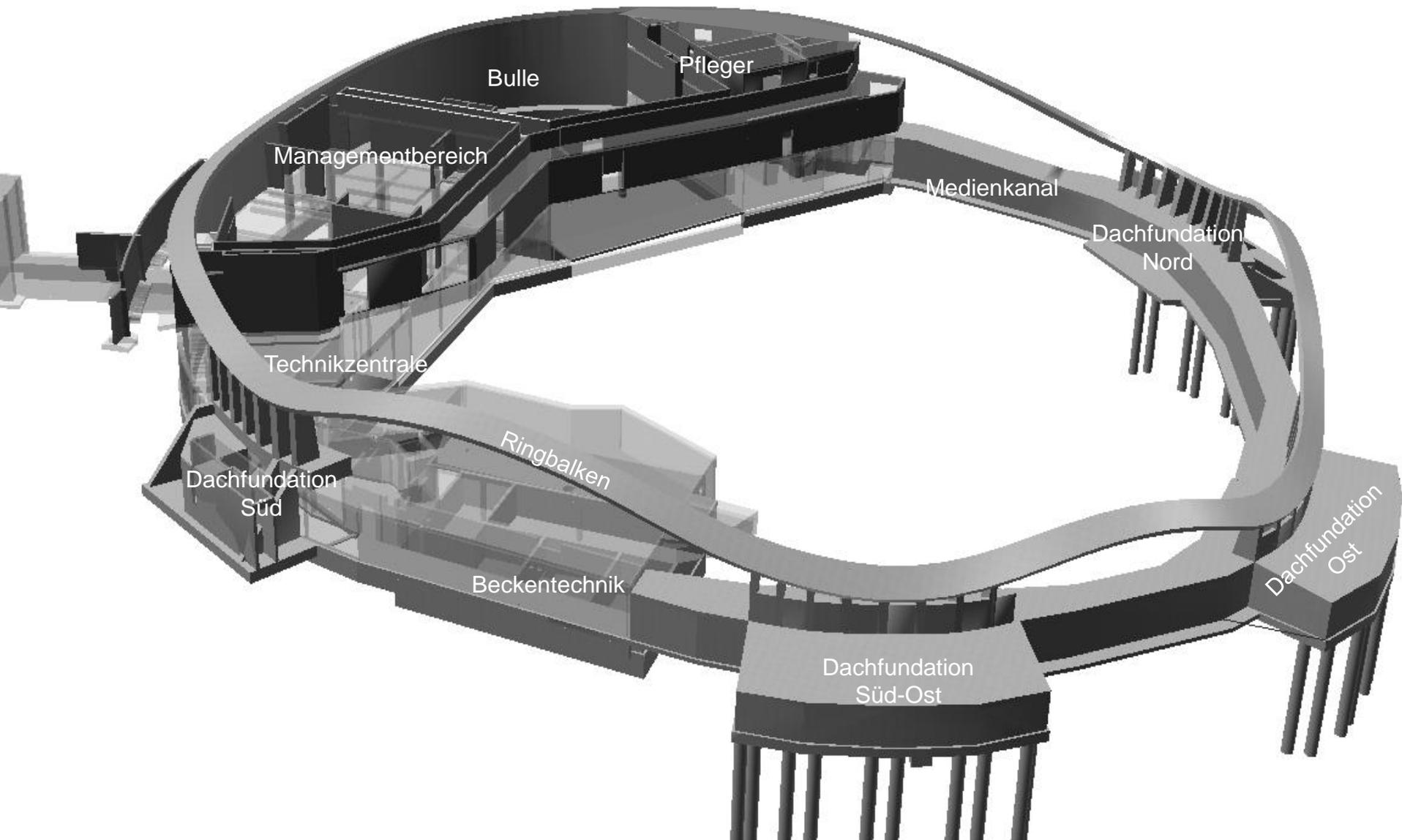
Form ist Basis für parametrisierte Geometriegenerierung der Dachkonstruktion

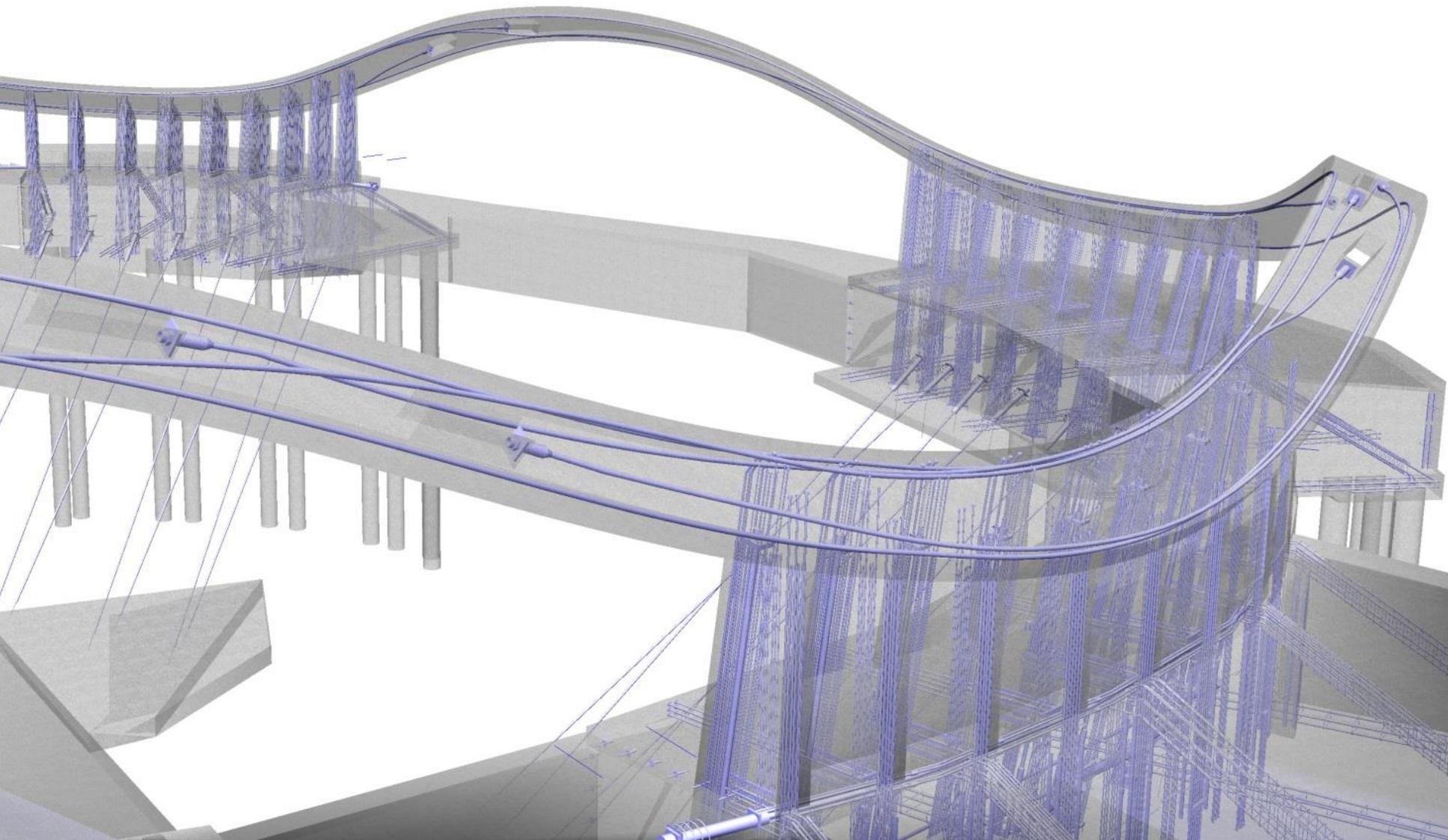




Windkanalversuch zur Ermittlung Windbelastung und von Schneeverfrachtungen (lokal bis zu 160kg/m^2)







- einfache Herstellung mit ebenen/geraden **Standardprodukten**
- duktile und robuste **Verbindungen und Knoten flächig** über ganze Schale
- es sollen **keine** planmässigen **Querzugbeanspruchung** auftreten
- **Konstruktion** soll im statischem FEM-Modell **ohne nichtlineare Materialeffekte** zuverlässig abgebildet werden können
- **keine Sonderfälle/Ausnahmen** bei Knotenanschlüssen
- **Geometrisches Modell** der Konstruktion muss sich **über einfache Prinzipien parametrisieren** lassen
- **Risikominimierung** über Kontrollstufen in komplexer Planung und dadurch resultierender repetitiver und kontrollierter Ausführung
- **Gerüst** braucht es auch weil Leitungen vor Ort eingebaut werden müssen
- **Notdach** braucht es auch wegen Montage Luftkissen und Abdichtung

Entscheid => keine Elementvorfabrikation, sondern Montage komplett auf der Baustelle

bis >100 Personen unterschiedlicher Firmen/Gewerke können gleichzeitig am Dach arbeiten



Biegen der Brettsperrholzplatten auf Baustelle



Verebnung Freiform



Nägel als duktile Verbindungsmittel unabhängig vom Kraftfaserwinkel

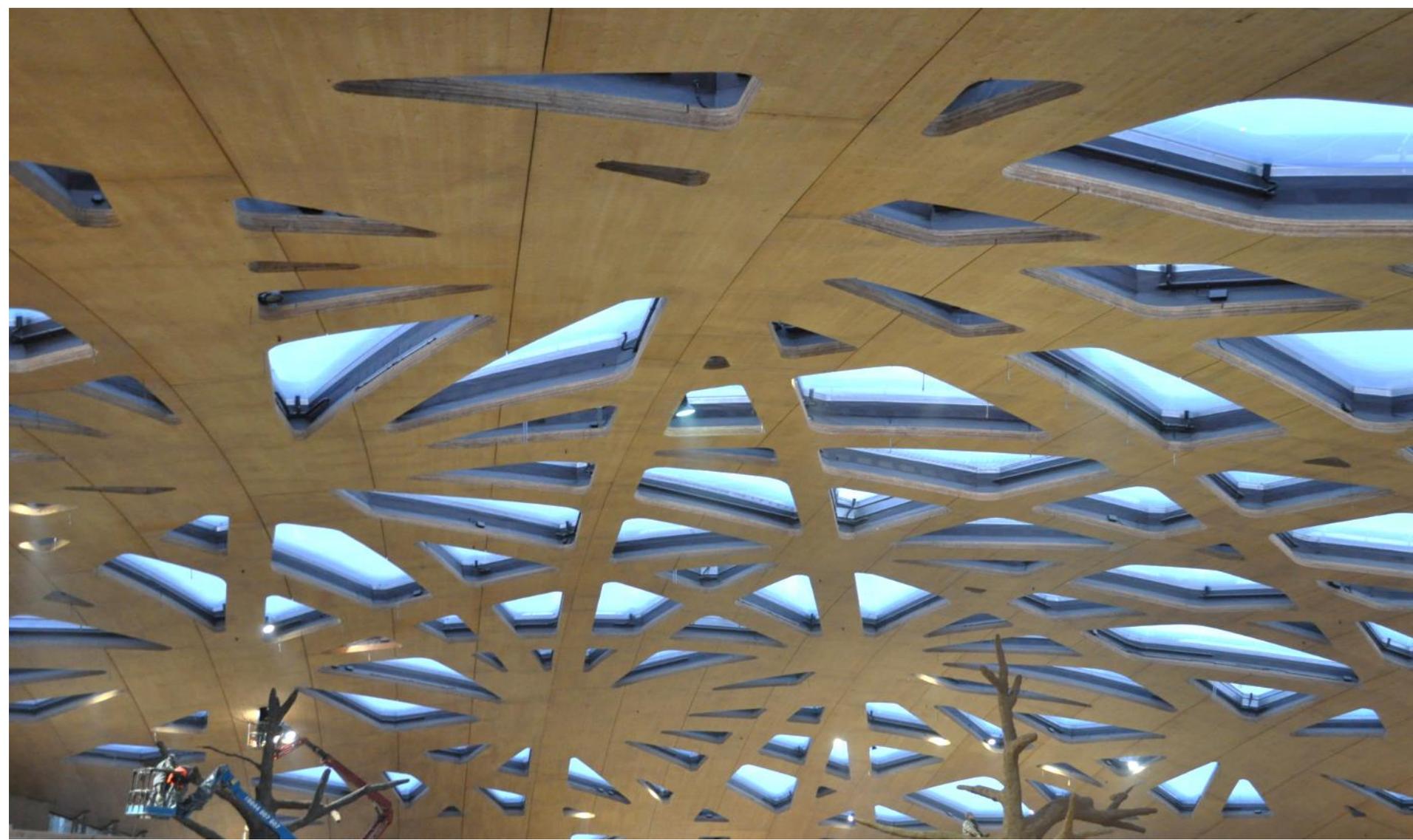
SNA 5

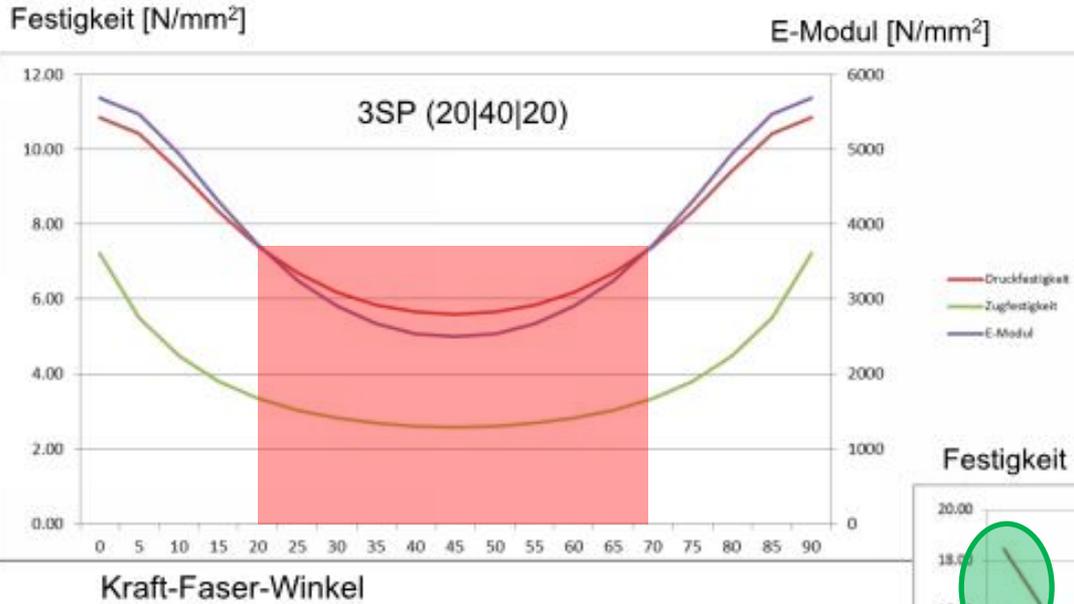
01.03.2012 Univ.-Prof. Dr.-Ing. H.J. Blaß Dimensionierung und Nachweisverfahren für stiftförmige Verbindungsmittel

Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine Holzbau und Baukonstruktionen

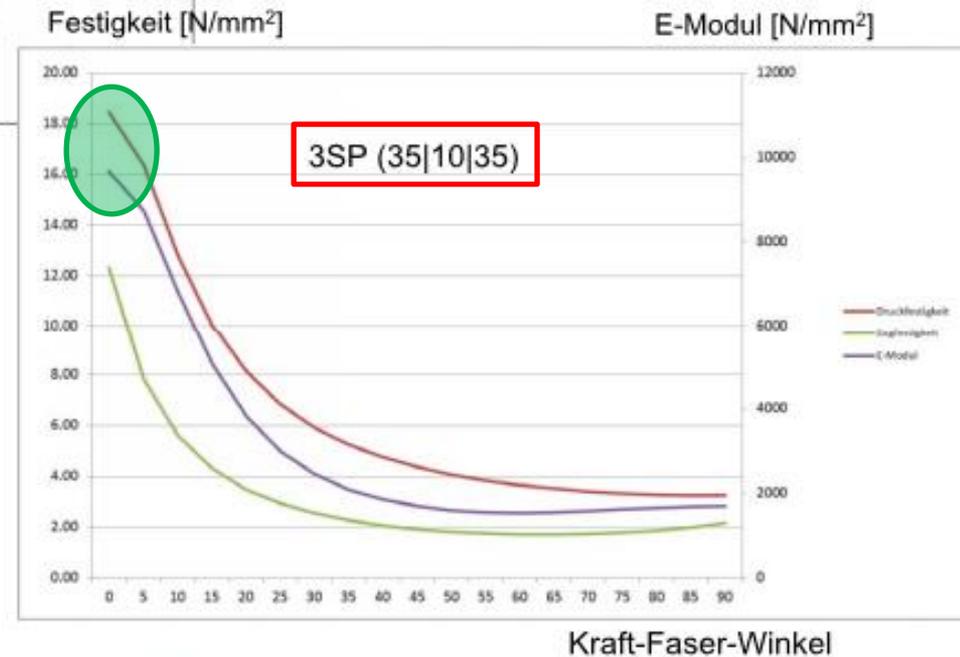


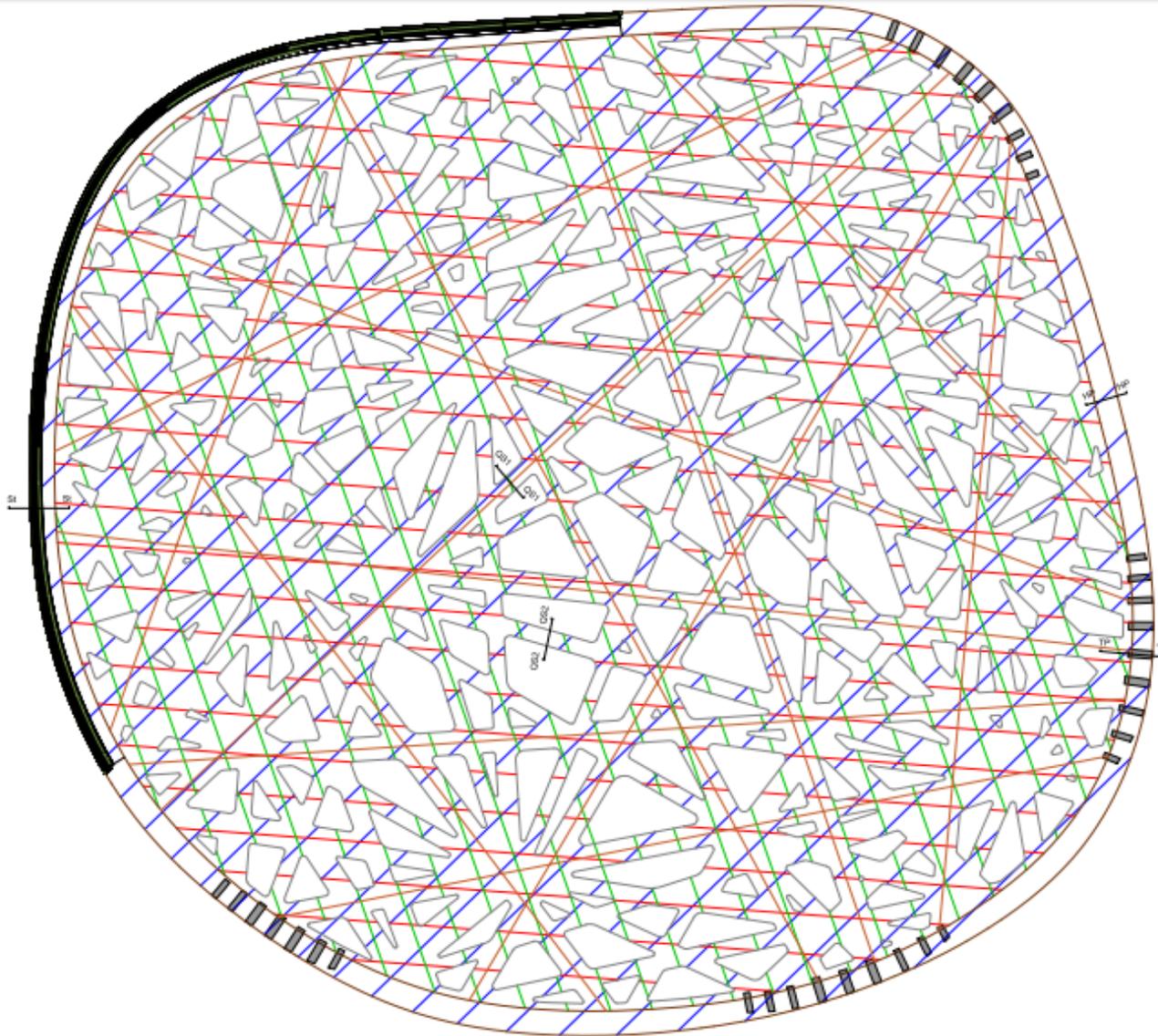
Nachgiebiger Verbundträger mit Vollgewindeschrauben

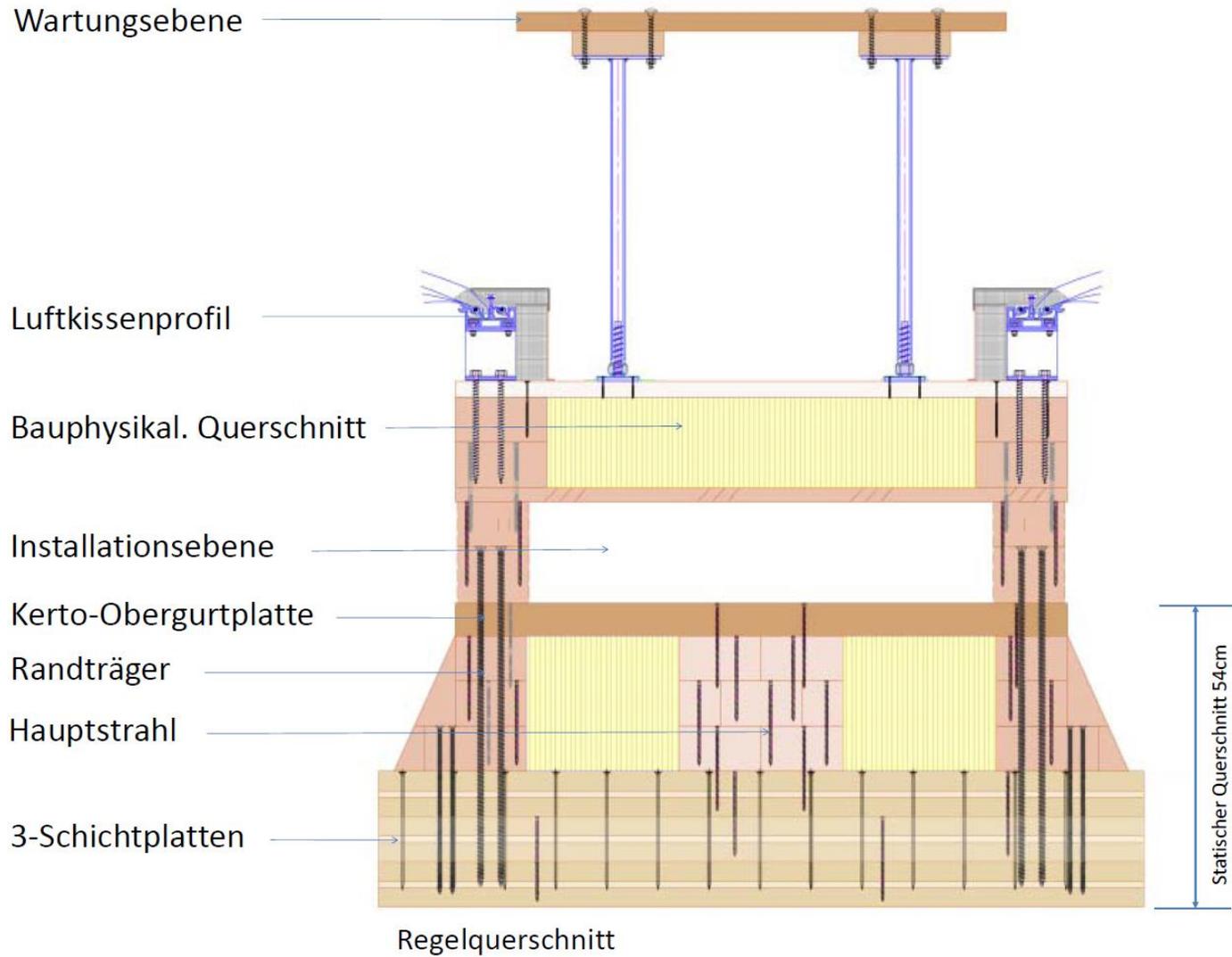




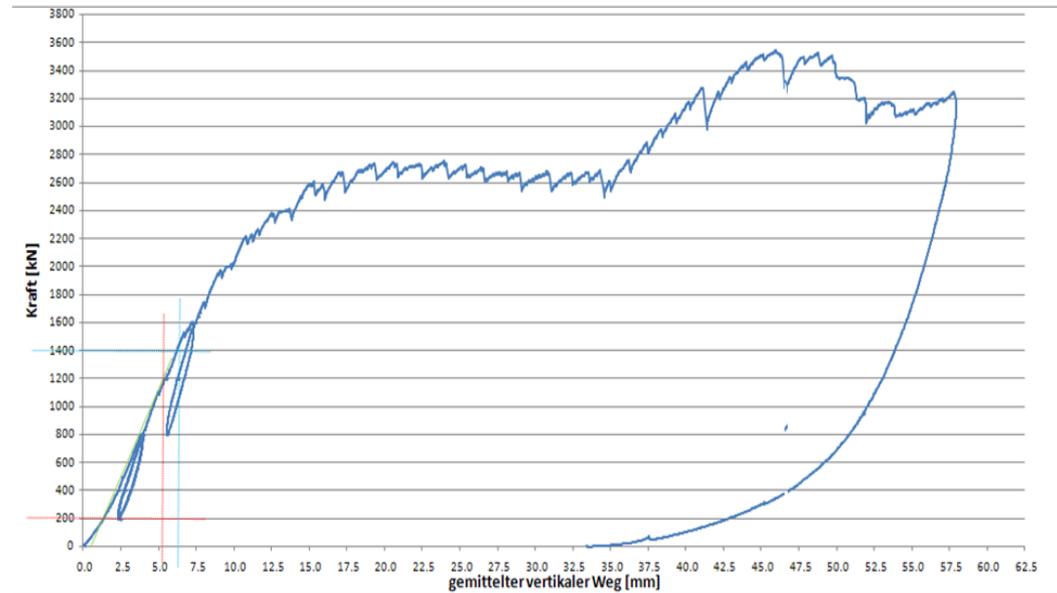
selbst bei bzgl. Lagen symmetrischem Aufbau
 Steifigkeit und Festigkeit <2/3 der beiden Lagen
 im Bereich zwischen 15° und 75° KFW
 deshalb bewusst keine Kraftübertragung über
 Querstösse sondern ausschliesslich über
 Nägel im Versagensmodus 3



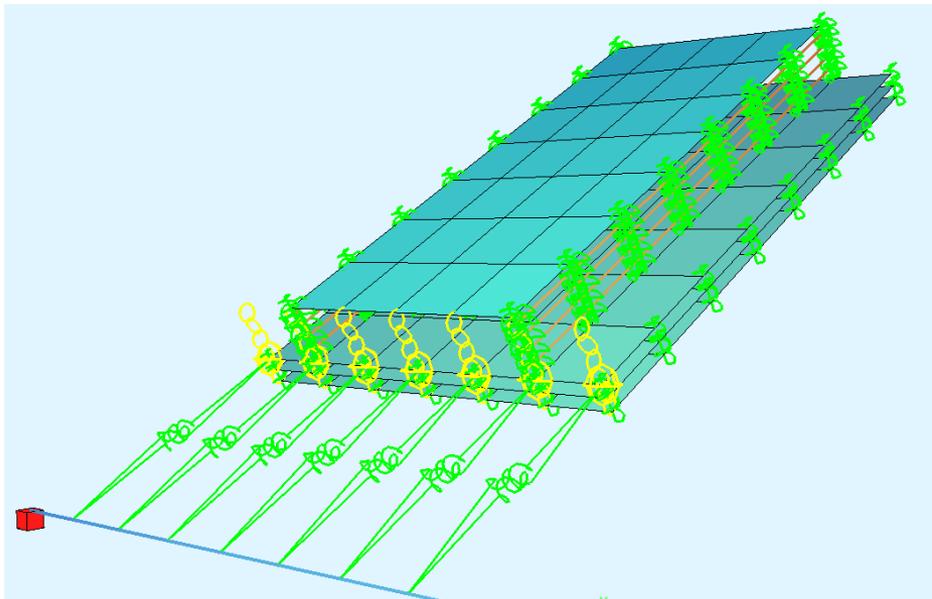
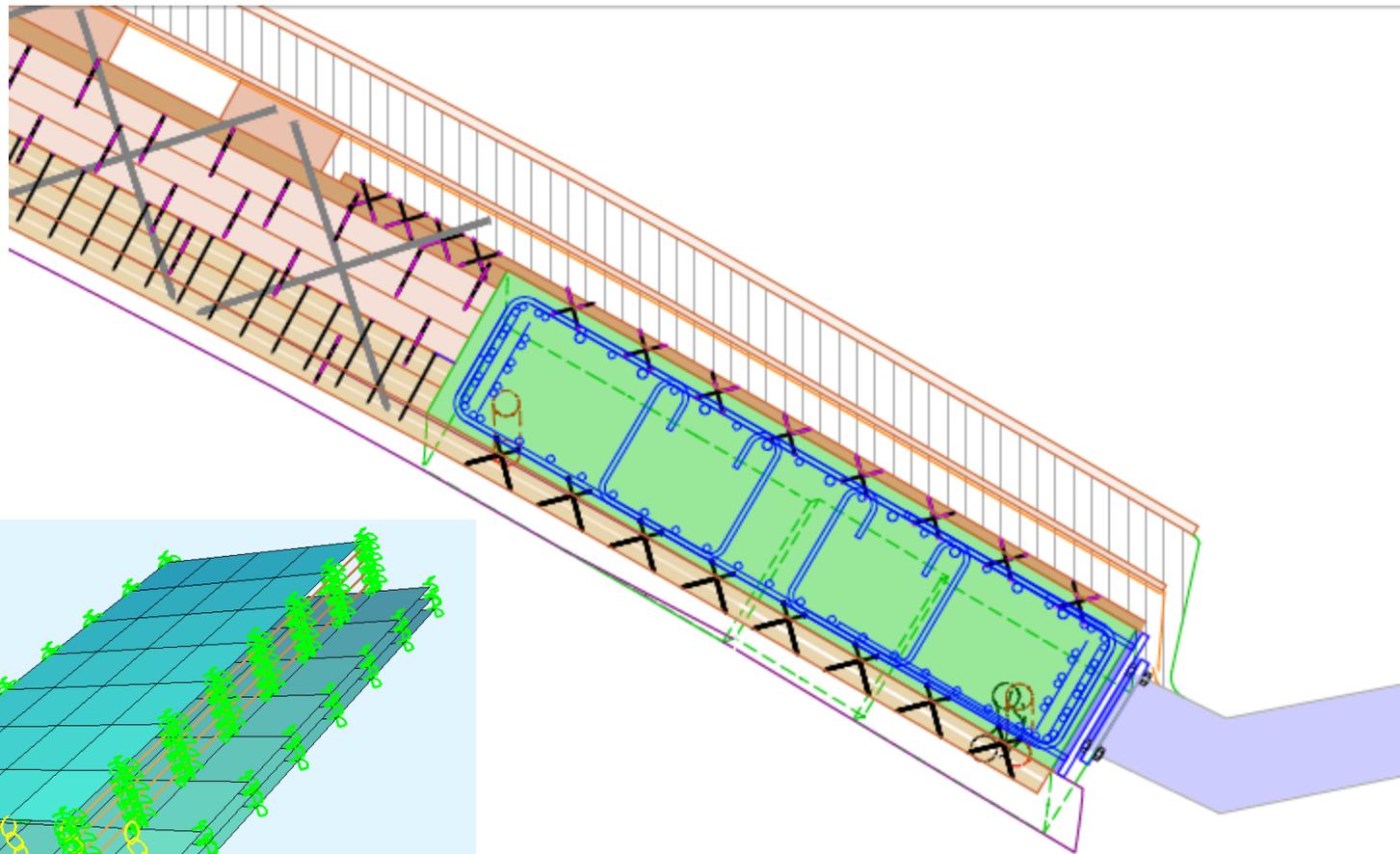


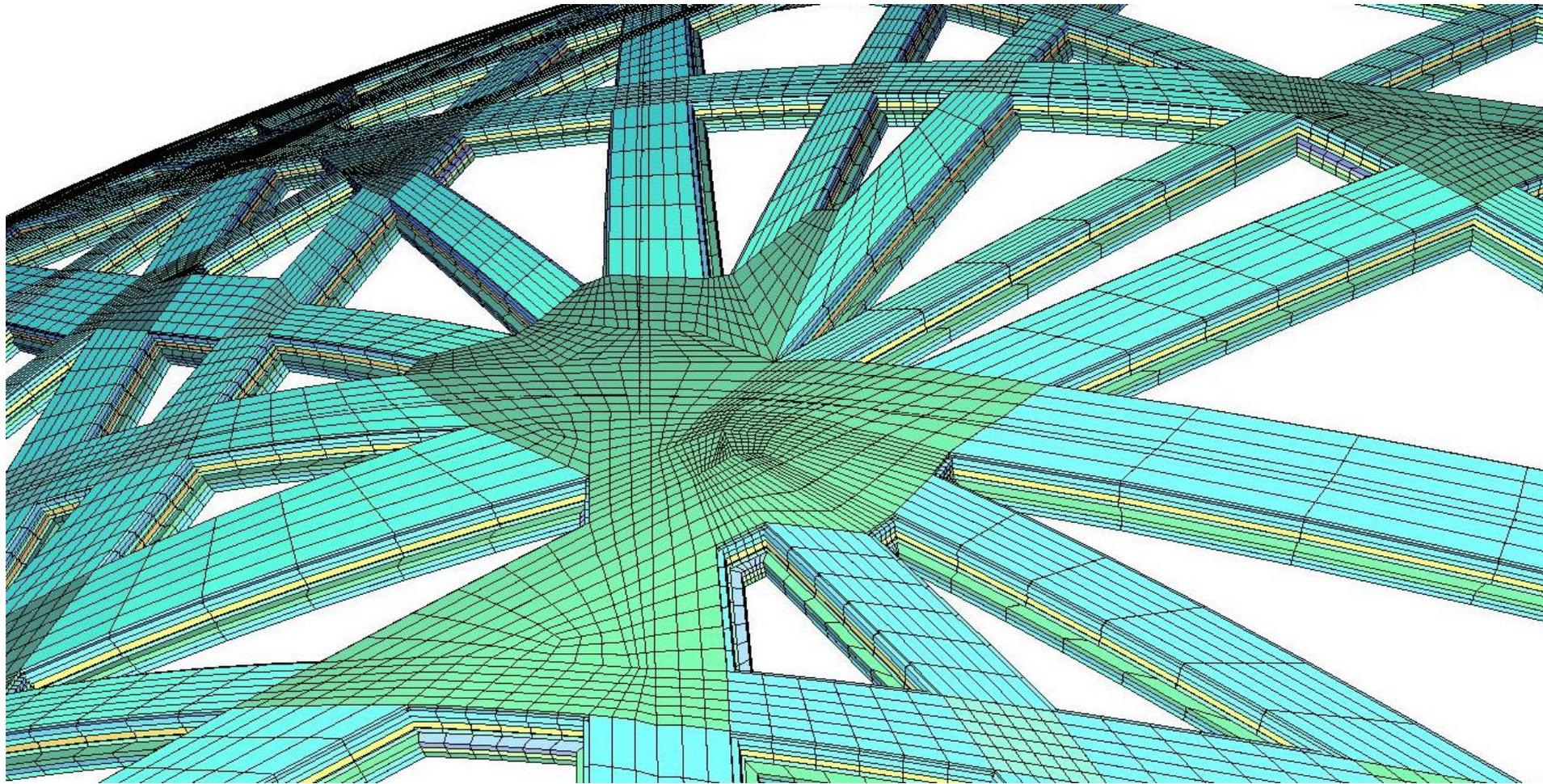


- 6 Druckversuche
- 1 Zugversuch
- 3 Schubversuche
- 2 Biegeversuche

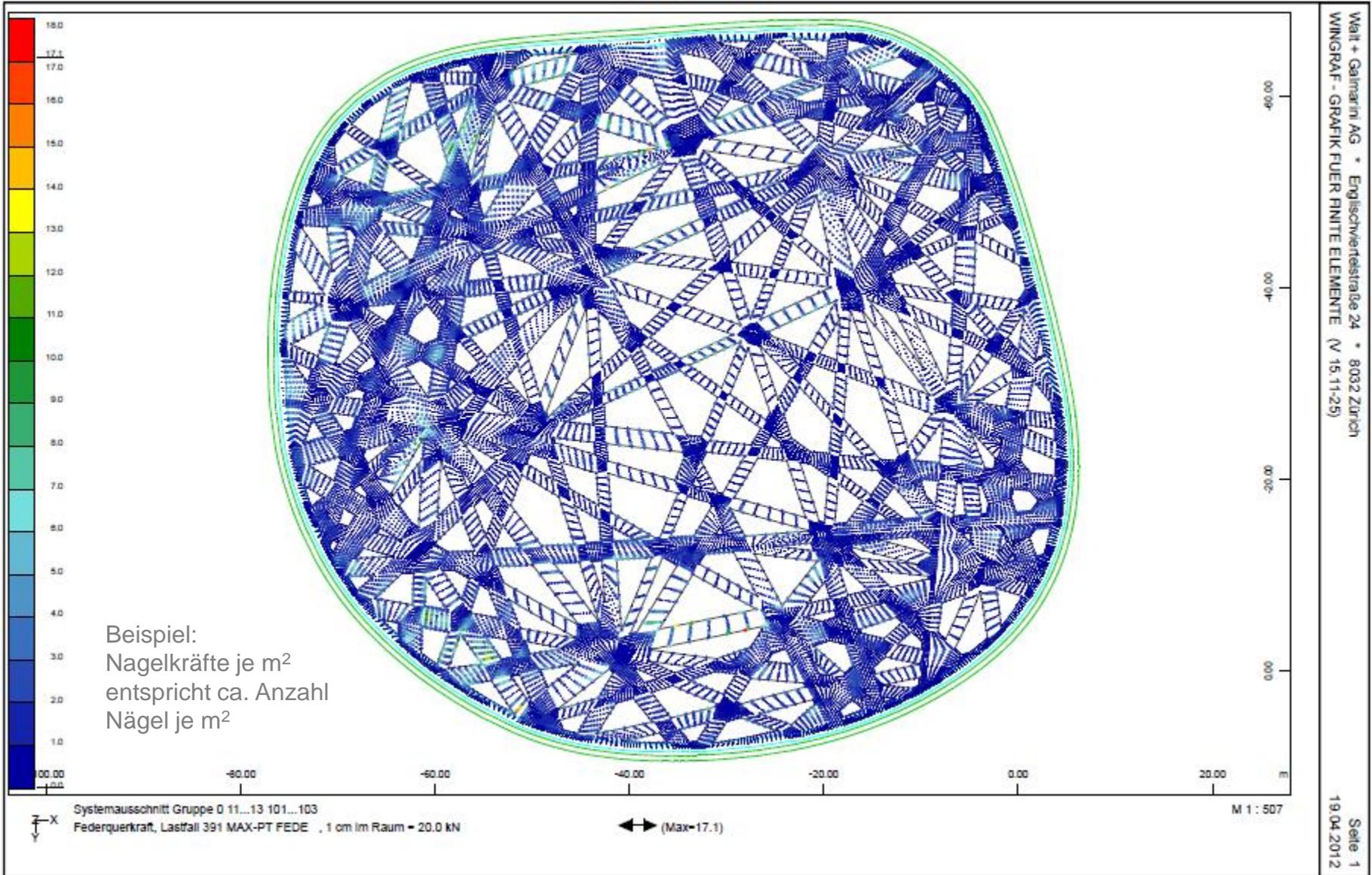


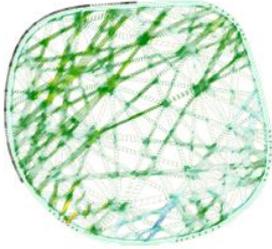
Versagen auf Druck erfolgt erst lange nach dem die dünnen Nägel sich mit grossen Verformungen verbiegen



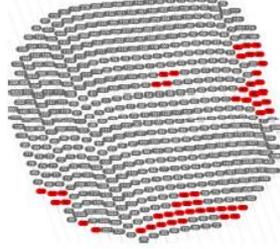


SOFISTIK AG - www.sofistik.de

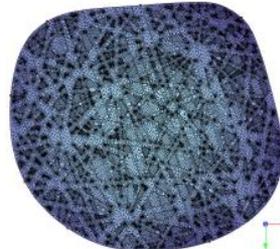




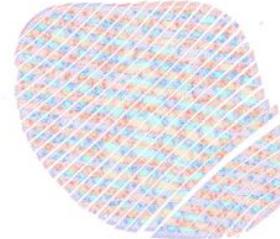
Berücksichtigung Kraftfluss (Hauptmembrankräfte)



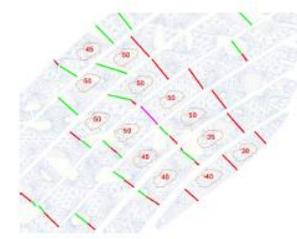
Krümmungsanalyse
Elemente $r < 50m$ werden einachsig vorgekrümmt verklebt (15% der Fläche)



FE-Netz mit Informationen aller Schnittachsen und Öffnungen

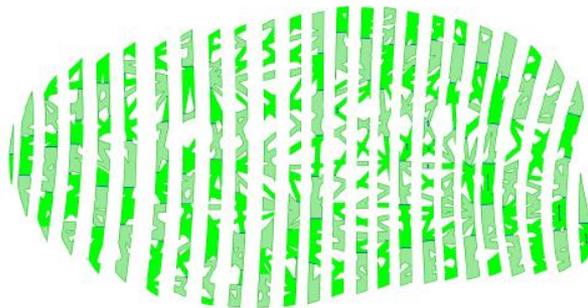


Streifenförmiger Zuschnitt in der Ebene

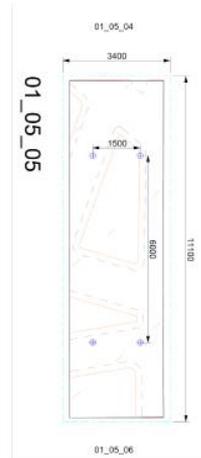


Definition der Plattenstöße nach statischen Anforderungen

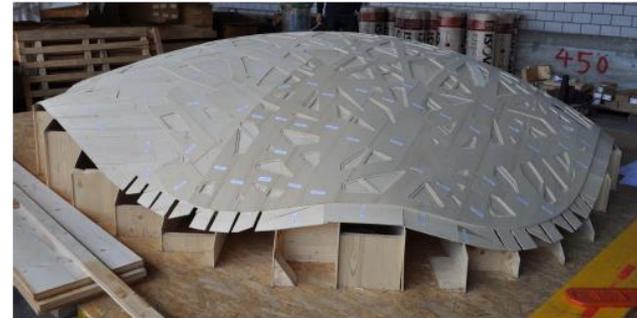
Grüne Linie: keine Vergussfuge
Rote Linie: Vergussfuge
Wolke mit Zahl: vorgekrümmte Platte, Zahl=Krümmungsradius



Pro Lage über 200 Platten -> jede Platte eine Datei in Maschinencode und als pdf



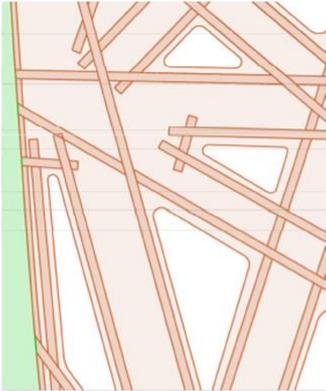
Werkstattplan einer Platte



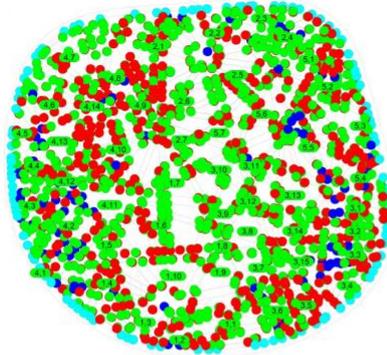
Modell 1:20 um die Plausibilität des Zuschnitts zu kontrollieren

14'000m² 3-Schichtplatten bzw. 500t Holz in nur 600 Einzelbauteilen

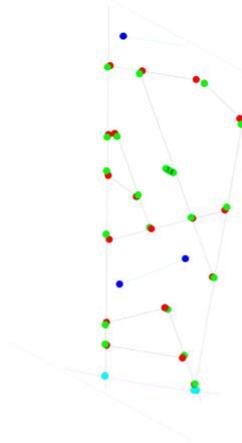
Unter Berücksichtigung der statischen Anforderungen konnte mit Hilfe des parametrisierten Modells die Werkplanung des Unternehmers stark vereinfacht und beschleunigt werden.



Übergreifungsschema
Randträger
(Stand Submission)

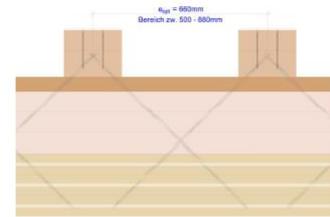


Grundriss des Daches
mit Festlegung der
«Vorfahrtsregeln» der
Randträger

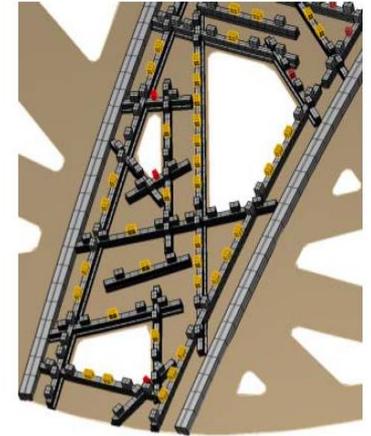


Definition der «Vor-
fahrtsregeln» im
Detail:

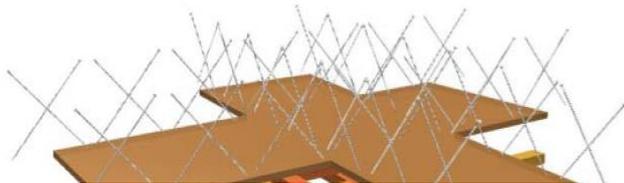
- Randträger läuft durch
- Randträger ist gestossen
- Füllträger zur Unter-
stützung der Kertoplatte
- Randträger stößt auf
Ringbalken



Zusätzliche Bedin-
gung zur Bestim-
mung der Übergreifung der
Randträger: Abstand
der «Klötze» mit
langen Vollgewinde-
schrauben



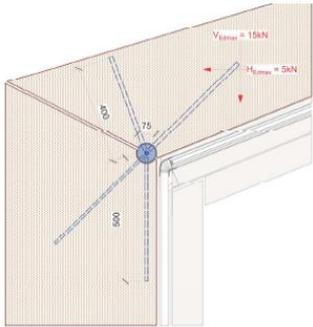
Nach Festlegung der Regeln
im 2d transformieren der
Linien inkl. Klötze ins 3d und
Generierung der Quer-
schnitte



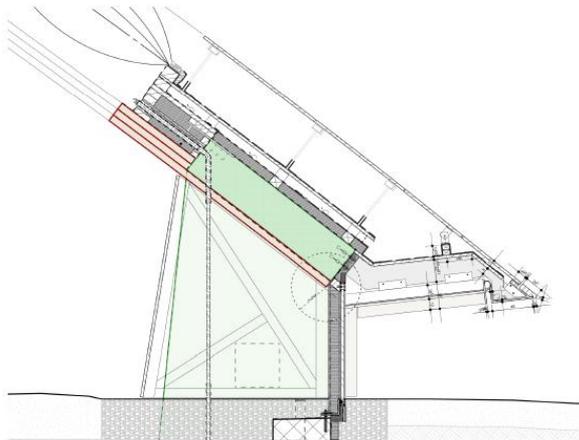
**6'300 Einzeldateien, 400m³ Randträger/Hauptstrahlen, 150to Holz
450 Einzelplatten, 3'500m² Kerto-Obergurtplatte, 100to Holz**



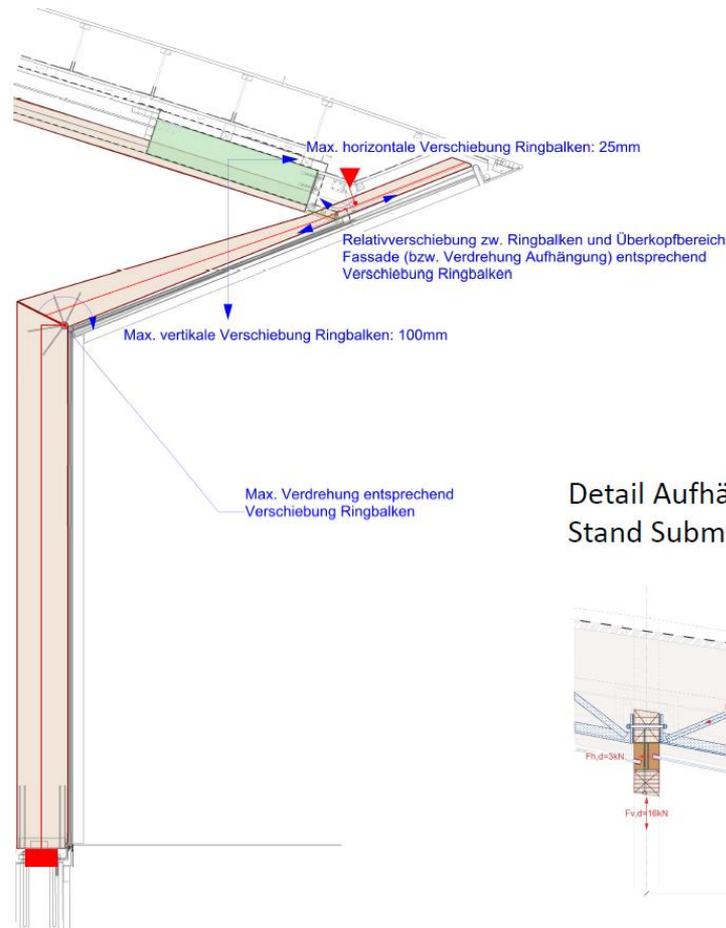
Detail Gelenk im Knickbereich. Stand Submission



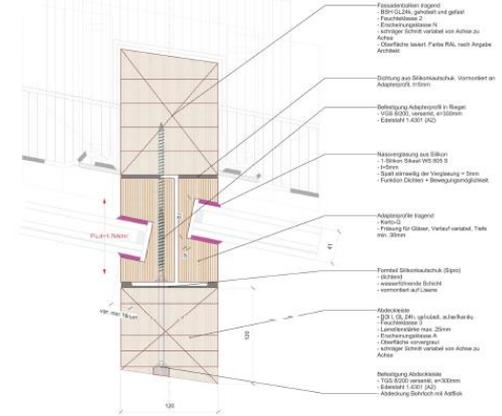
Fassadenschnitt im Bereich Dachfundation. Stand Submission



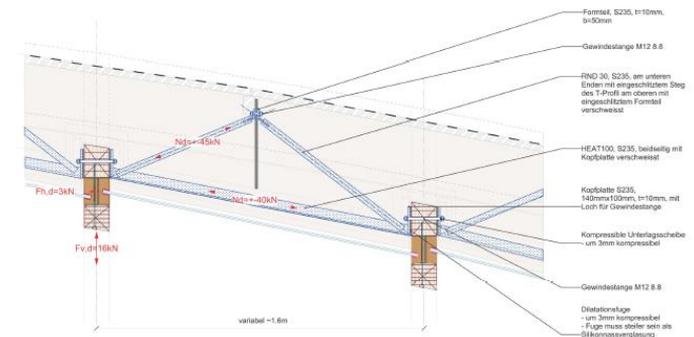
Fassadenschnitt im Bereich zwischen Dachfundationen mit statischem System und aufzunehmenden Verformungen. Stand Submission



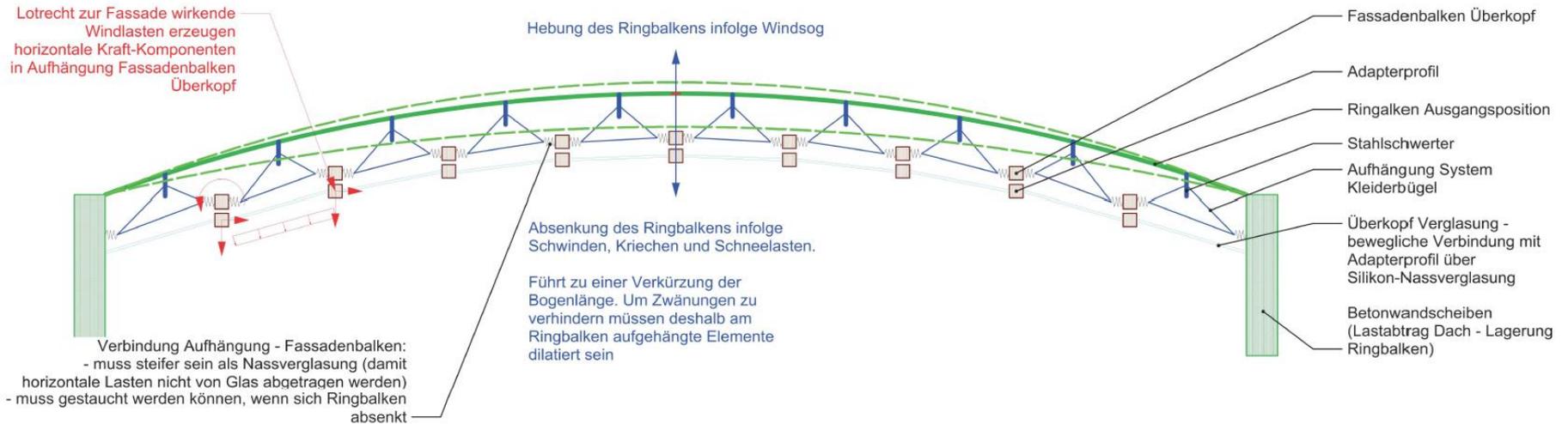
Detail Glasbefestigung im Überkopfbereich. Stand Submission



Detail Aufhängung Überkopfbereich an Dach. Stand Submission



Aufhängung Überkopfbereich Fassade an Ringbalken – schematisch. Stand Submission

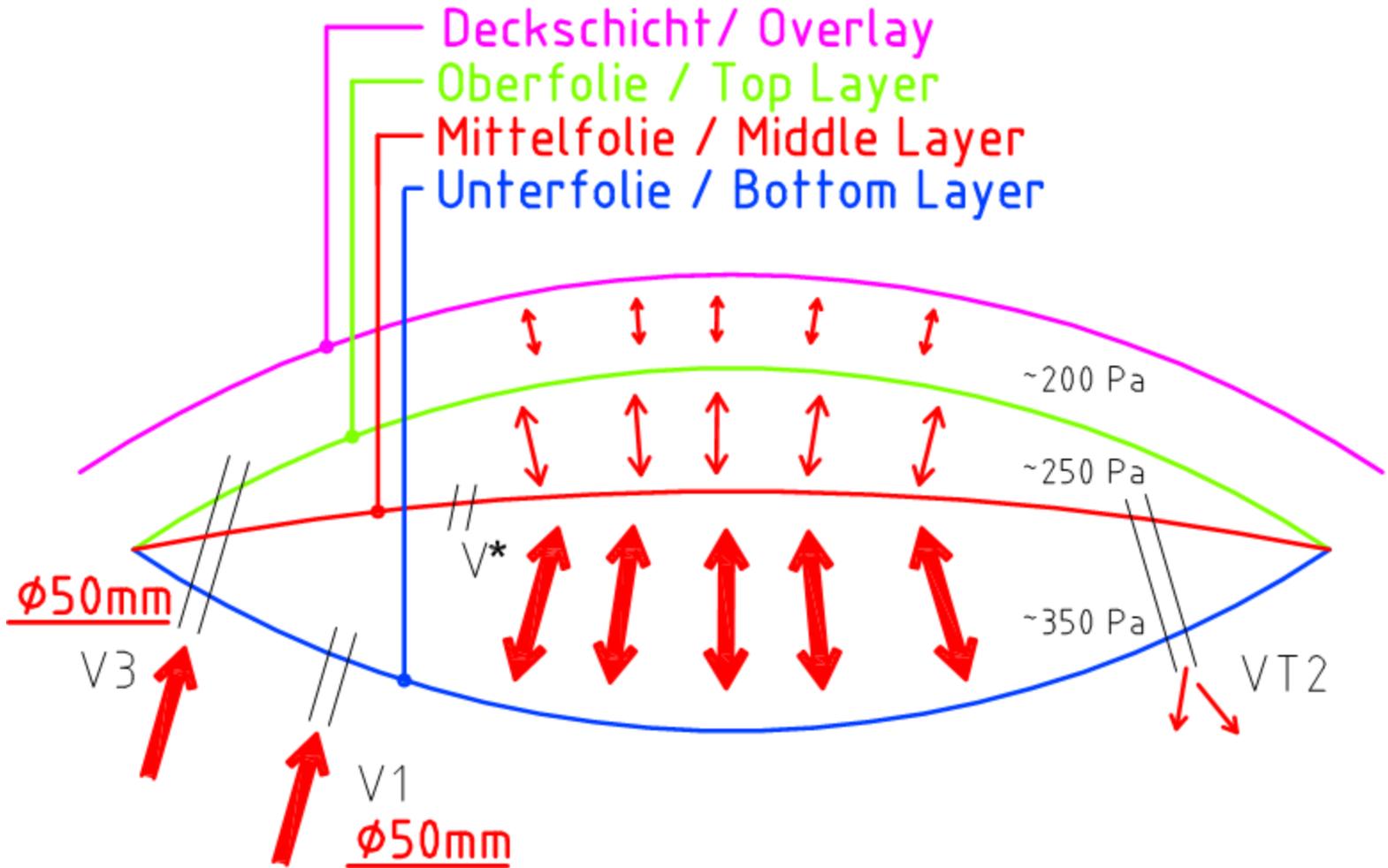


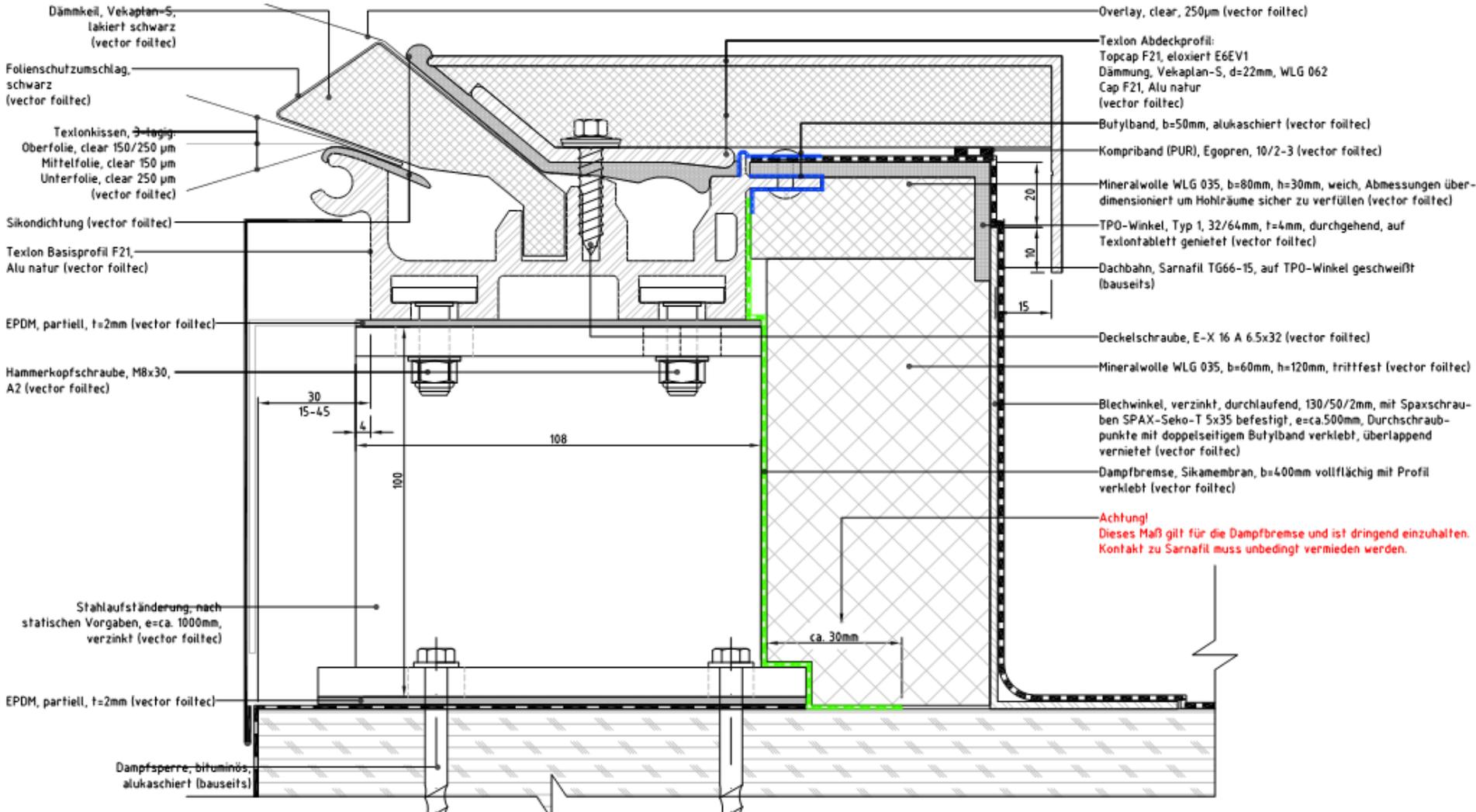




Typische Anwendung Luftkissen:

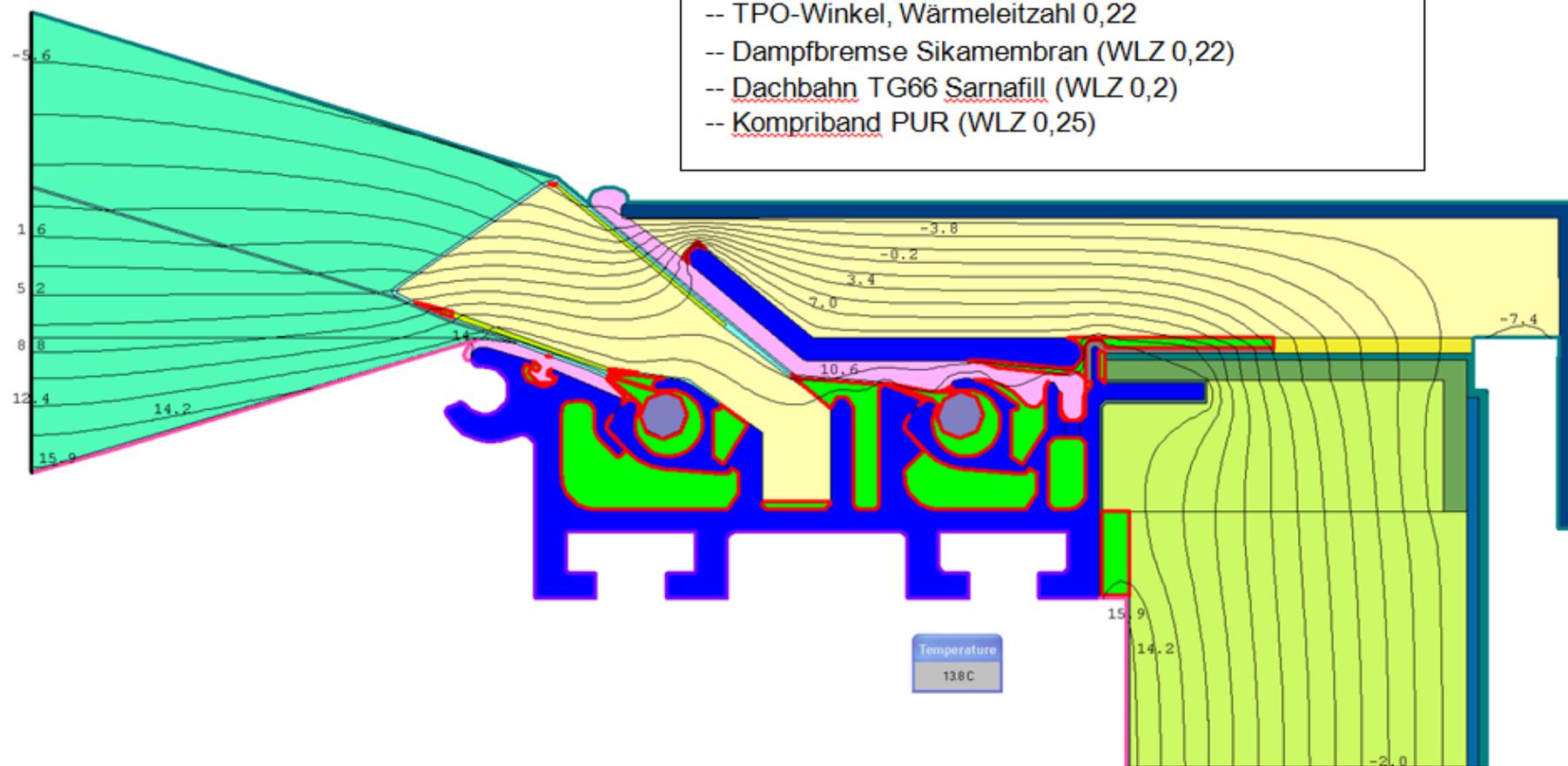
- > Kondensat unkritisch
- > Luftleitungen nur unten an Traufe notwendig
- > Hagelrisiko über Verschleisschicht
- > Schnee rutscht mehrheitlich ab





**TPO-Winkel: der Taupunkt von 13,5°C wird am Profilrand nicht überschritten,
keine Kondensatbildung zu erwarten!**

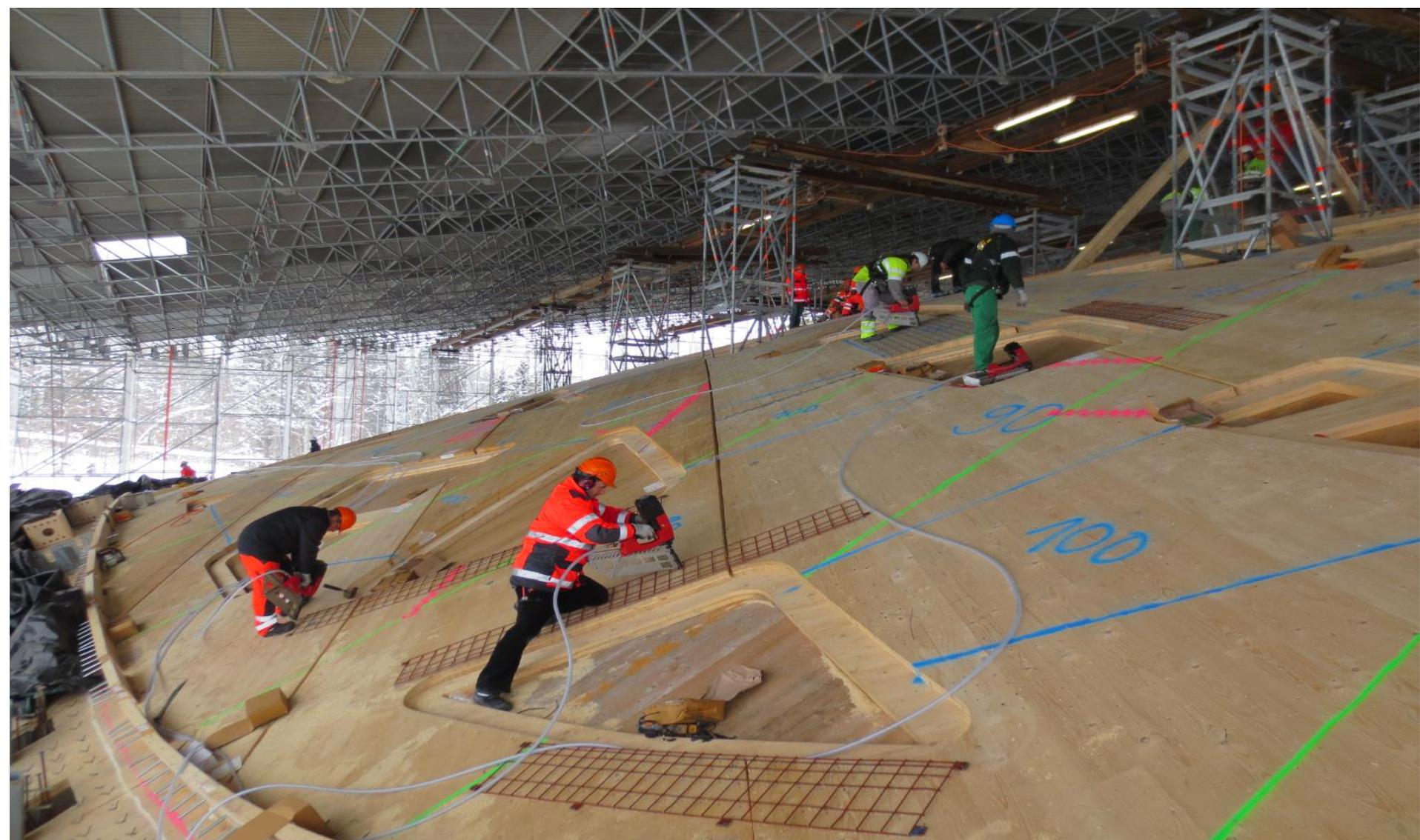
- Dämmung/Rand 60mm
- Dämmung/Deckel ca. 22mm
- TPO-Winkel, Wärmeleitzahl 0,22
- Dampfbremse Sikamembran (WLZ 0,22)
- Dachbahn TG66 Sarnafill (WLZ 0,2)
- Kompriband PUR (WLZ 0,25)



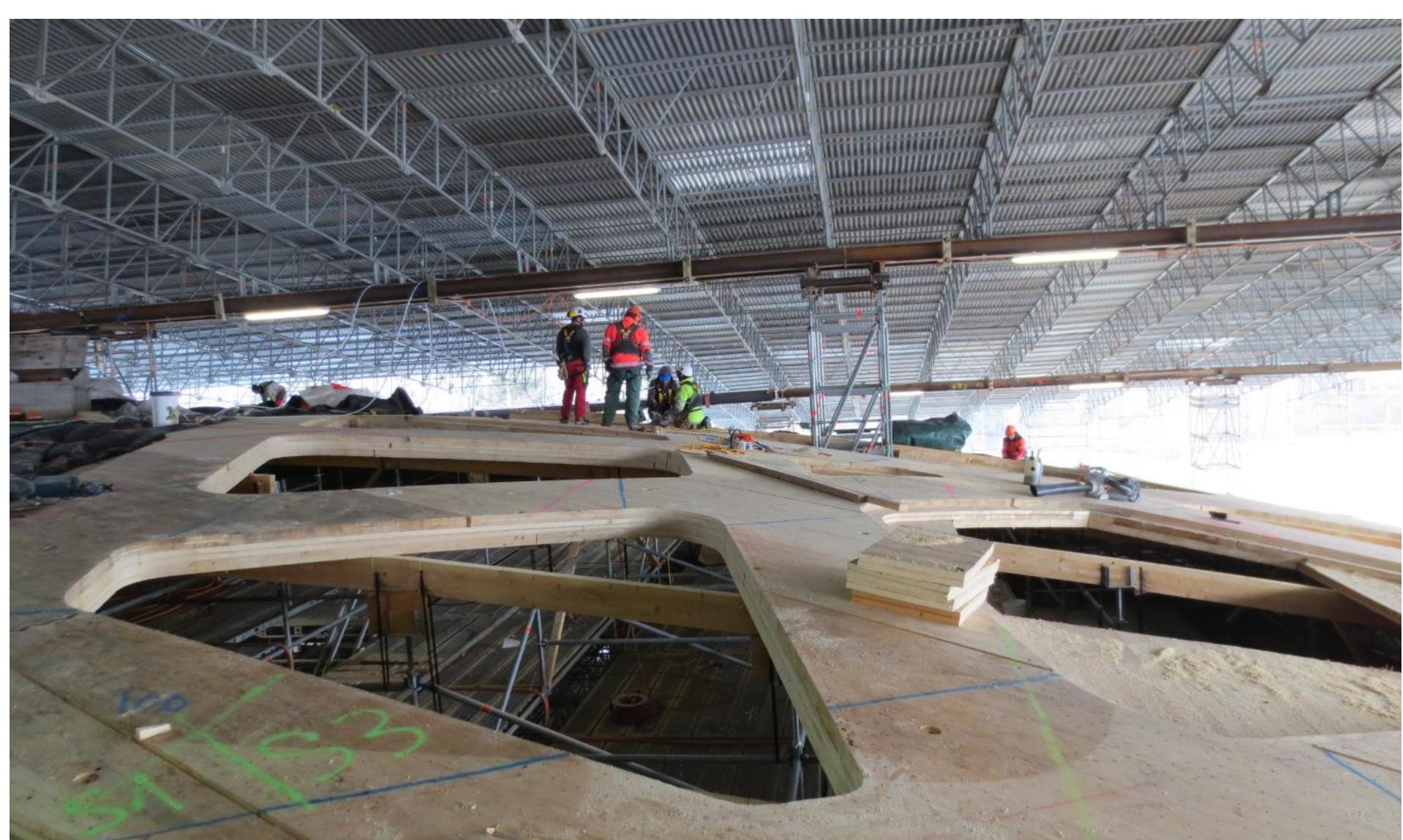
















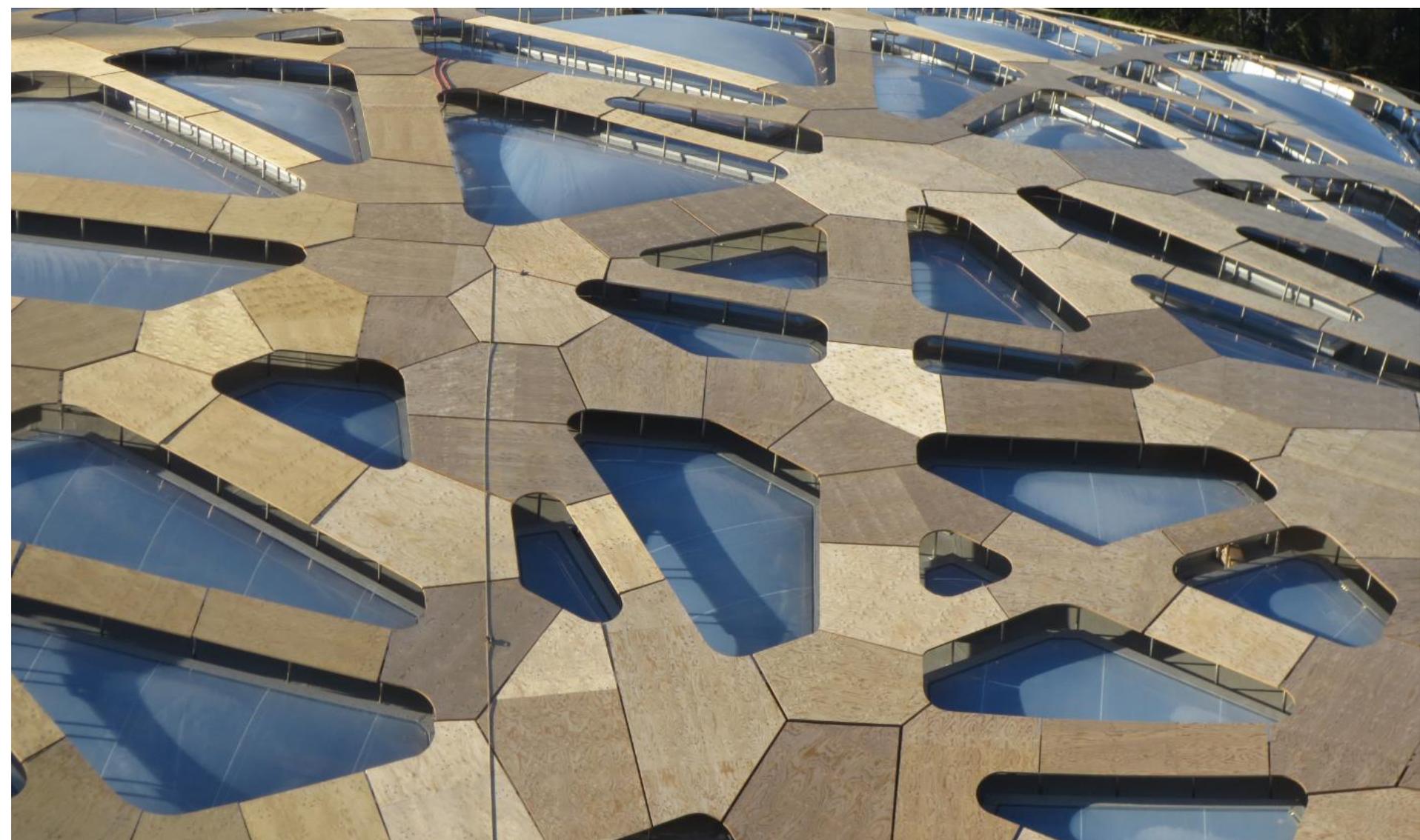


















Projektleitung Dach/Hülle/Fassade

-> Walt+Galmarini AG: Wolfram Kübler, QS+KR Carlo Galmarini

Architektur Dach + Fassade, Koordination Leitungsführung Dach

-> Markus Schietsch Architekten GmbH: Markus Schietsch, Philipp Heidemann, Alke Misselhorn

(Tragwerks)Planung

Stahlbeton/Fundation:

-> Walt+Galmarini AG: Wolfram Kübler, Vincenzo Santoro, Micheal Asrat, Katja Kübler, Jasmin Kolschen, Lukas Schmid

Dach/Hülle/Fassade

-> Walt+Galmarini AG: Wolfram Kübler, Stefanie Rossbach, Katja Kübler, Michael Büeler, Johannes Villing

Tiefbauplanung:

-> BlessHess AG: Carlo Bless, Samuel Hernandez, Patrick Brun, Vania Gaspar

Bauleitung/-ablaufplanung Holzbau, Abdichtung, Luftkissen, Fassade, Leitungsführung

-> Walt+Galmarini AG: Wolfram Kübler, Alan Collery, Johannes Villing

3D-Parametrisierung/CNC-Ansteuerung

-> Kaulquappe GmbH: Markus Giera, Volker Helm, Andreas Eisenhardt, Florian Frank

UN Holzbau

-> ARGE HOLZBAU Implenia/Strabag: Simon Beeler, Martin Stadler, Fridolin Oberholzer

UN Fassade

-> ARGE HOLZBAU Implenia/Strabag: Markus Klaus, Christian Asam

UN Luftkissen

-> Vector Foiltec: Hans-Christoph von Düring, Andrea Tiedemann, Alf Naumann

UN Abdichtung

-> SikaSarnafil/Preisig AG: Roland Bischoff, Hans Meier