

DIE TRAGWEITE DES HOLZBAUS

INHALTSVERZEICHNIS

AUFGABENSTELLUNG	3
ENTWURFSSTUDIEN	4
STATIK	5
PLÄNE	10
MONTAGEKONZEPT	12
KNOTEN	15
SKIZZEN	17
MODELLFOTOS	23
PRÄSENTATIONSPLÄNE	25



AUFGABENSTELLUNG

Die bestehende Hallen-Planung (nicht in Holz gedacht) soll auf ihre Machbarkeit in Holzbauweise geprüft und neu projiziert werden.

Besonderes Augenmerk wird auf den ästhetisch-konstruktiven Ansatz des Tragwerkes gelegt.

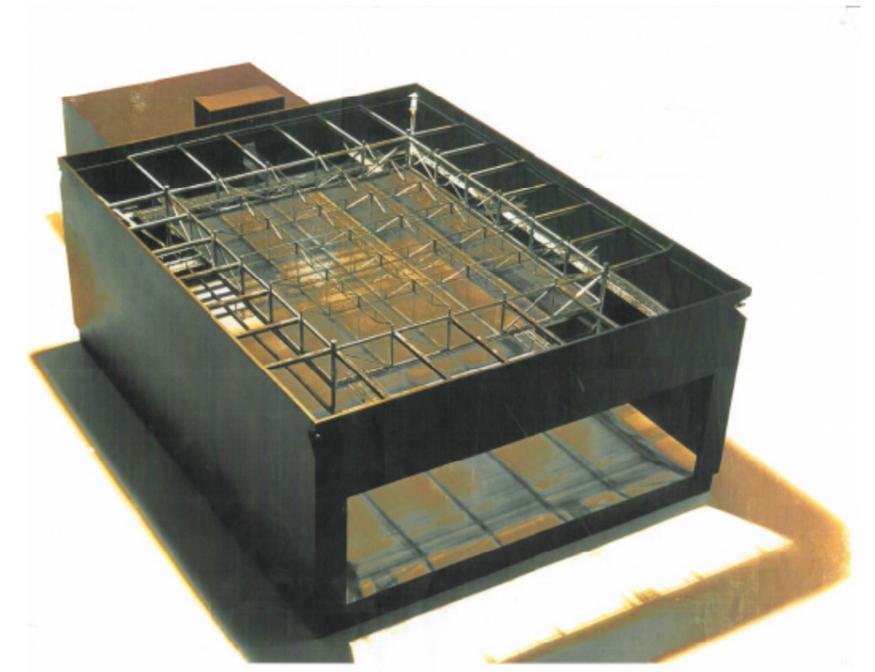
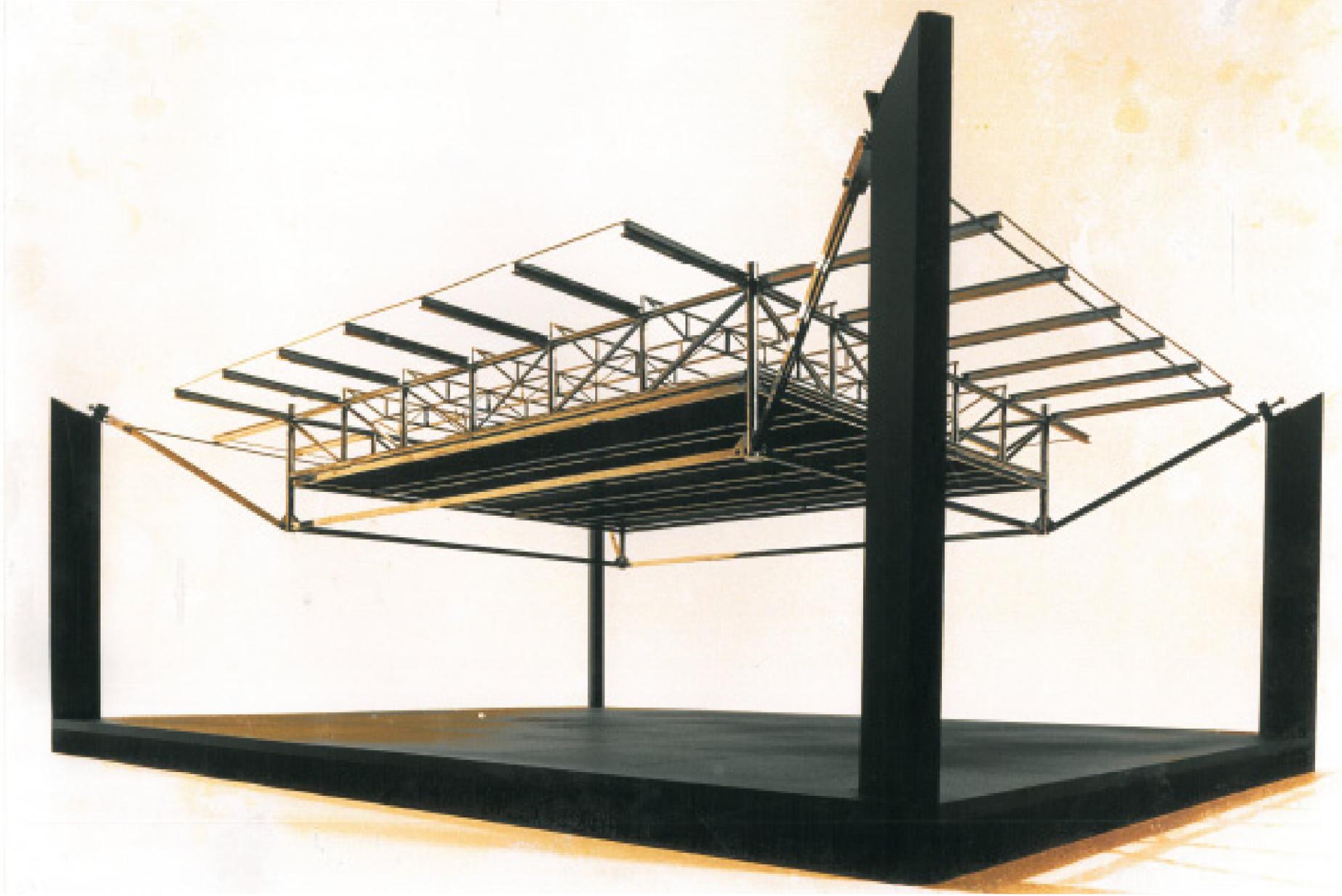
Zusätzlich gilt es mittels Vorfertigung / Elementierung den Arbeitsaufwand und die Errichtungszeit möglichst zu verkürzen.

Bei der gegenständlichen Halle handelt es sich um die Probebühne der Bregenzer Festspiele.

Die Halle hat die Außenachs-Abmessungen von 48m x 38m. Gefordert ist eine, dem Verwendungszweck entsprechende stützenfreie Überdachung.

Als zusätzliche Herausforderung gilt die Funktion des Schnürbodens über dem Kernbereich der Halle welcher ca. 40% der Gesamtfläche beansprucht.

Dieser Bereich muss ungehindert bedienbar sein und trägt zu einer beachtlichen Erhöhung der Nutzlast bei, siehe Lastaufstellung Statik.



PROJEKTARBEIT 3 - team 3

schindler | wehinger | moser | leuthner

PROJEKT:
DIE TRAGWEITE DES HOLZBAUS

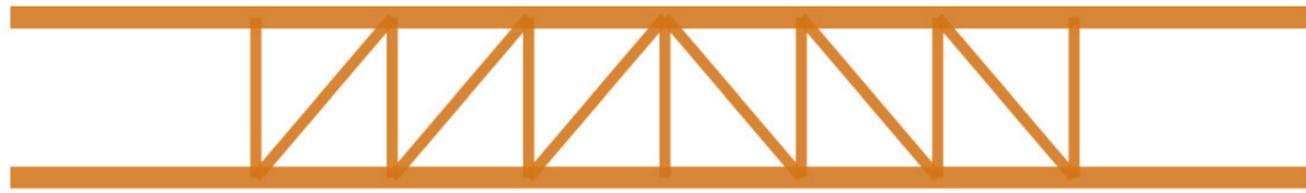
[PROBEBÜHNE FESTSPIELHAUS BREGENZ]

PROJEKTPHASE:
MODUL 7

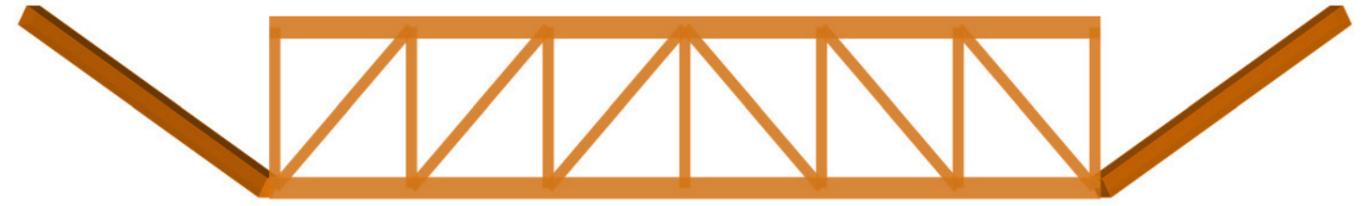
DATUM:
16.05.2014

INHALT:

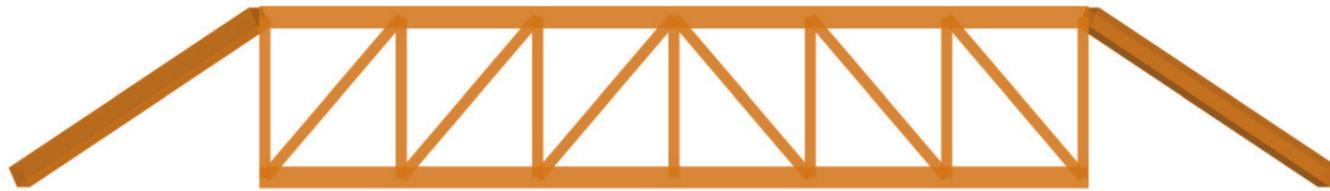
AUFGABENSTELLUNG



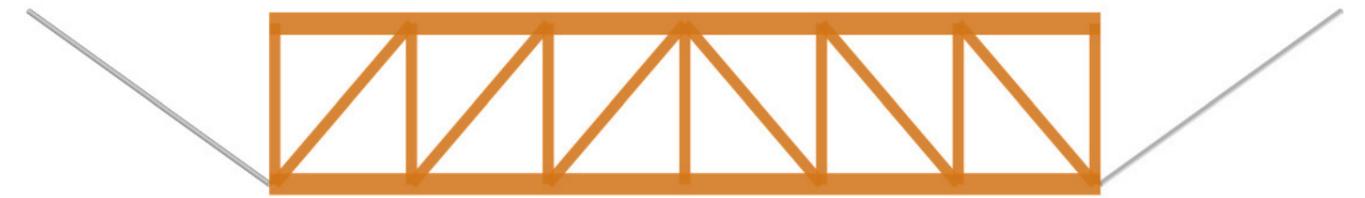
Über die gesamte Hallen-Länge bzw. -Breite spannende Fachwerkträger:
 Ausscheidungskriterium war die große konstruktive Höhe der Fachwerke sowie die großen Querschnitte der Gurte.



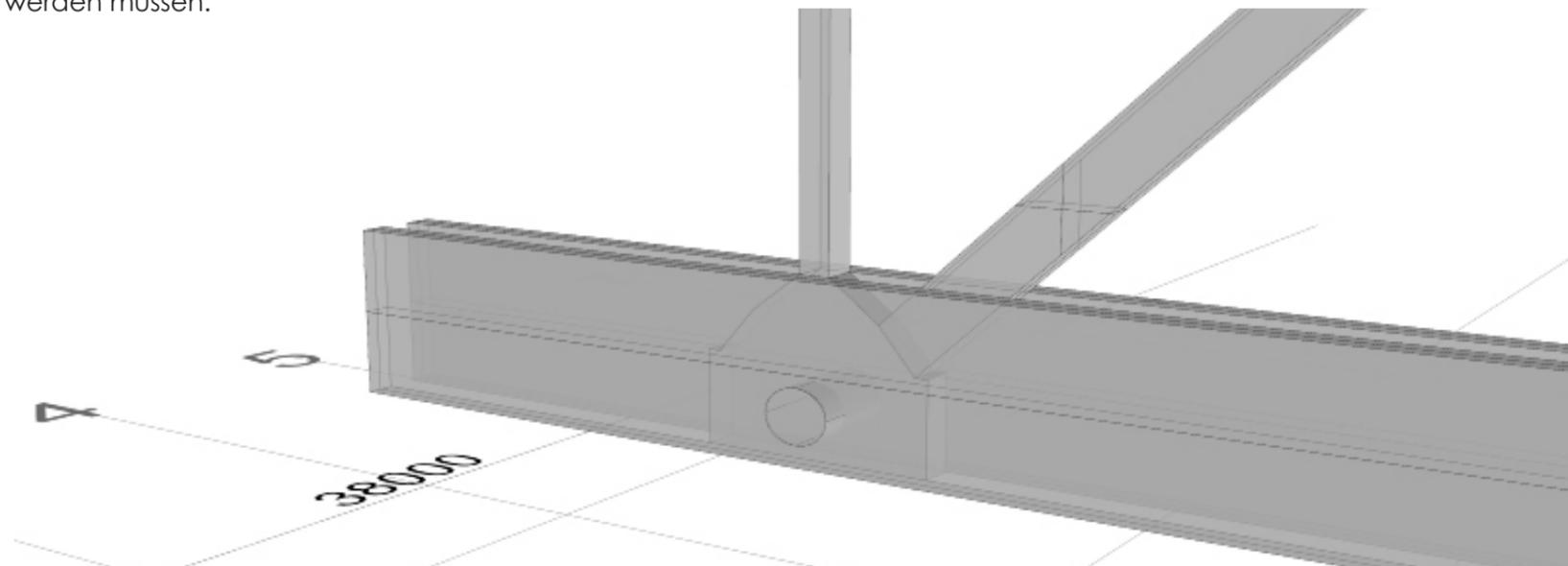
Fachwerkkranz mittels Holz-Zugdiagonalen gehängt:
 Dieser Entwurf würde einer konsequenten Anwendung von Holz entsprechen. De facto würden jedoch die Knotenverbindungen aufgrund der erforderlichen Einleitung der Zugkräfte in den Holzstab, sich in Stabmitte treffen.



Fachwerkkranz auf Druckdiagonalen aufgeständert:
 An sich sinnvoll erscheinende Lösung. Ausscheidungskriterium waren jedoch die großen Zugkräfte in den Hallenwänden, durch die Einleitung der Hauptkräfte in die vier Ecken, welche durch dementsprechende Stahlbewehrung aufgenommen werden müssen.



Fachwerkkranz mittels Stahl-Zugdiagonalen gehängt:
 Ausgeführter Entwurf



Studie Buchenholzdübel

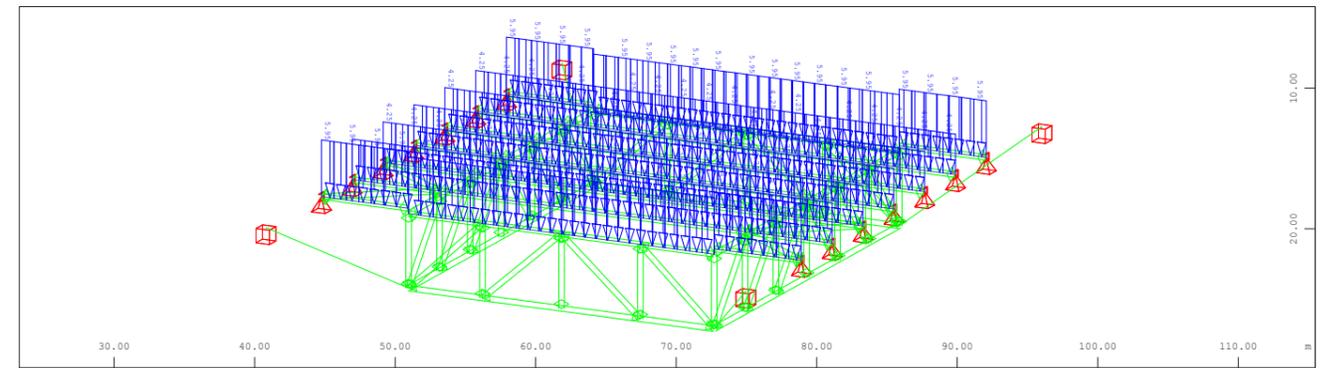
LASTAUFSTELLUNG

Eigengewicht der Konstruktion

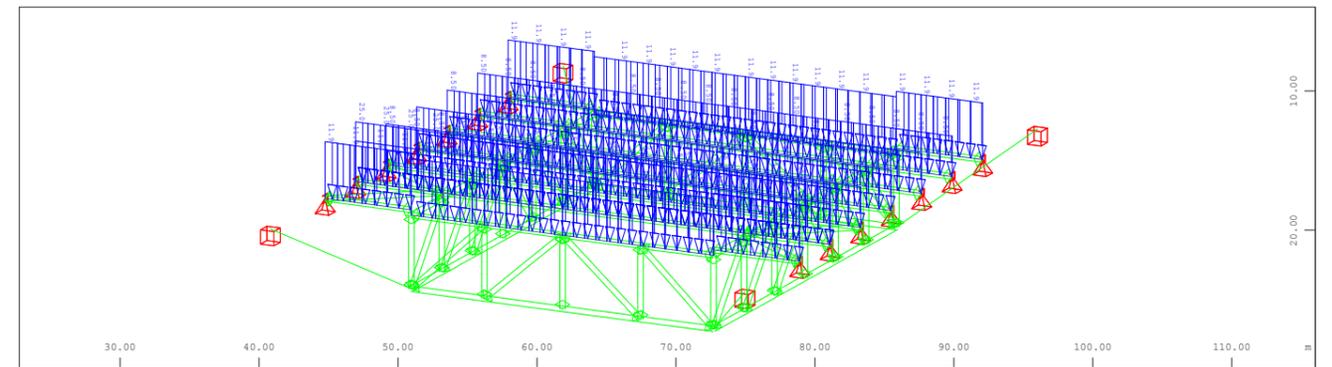
wird Programmintern ermittelt

Ständige Lasten

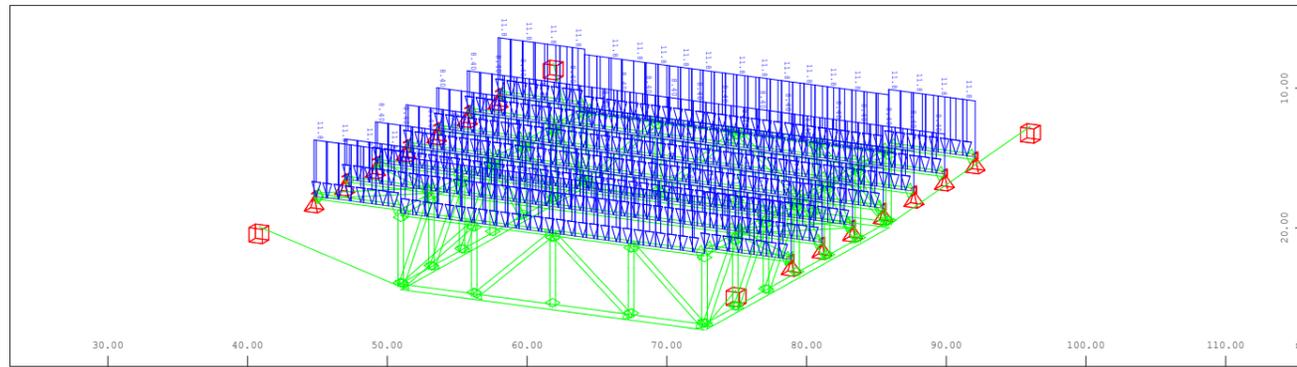
		Einflußbreite			
		5.00m	6.30m	7.00m	
3mm	EPDM	0.01 kN/m ²			
20cm	Wärmedämmung	0.40 kN/m ²			
18cm	LFE	0.44 kN/m ²			
0.85 kN/m²		4.25 kN/m	5.36 kN/m	5.95 kN/m	
Nutzlast	1.70 kN/m ²	8.50 kN/m	10.71 kN/m	11.90 kN/m	
Bühnenlast	5.00 kN/m ²	25.00 kN/m	31.50 kN/m	35.00 kN/m	
Schneelast	sk=2.1kN/m ³ mü=0.8	1.68 kN/m ²	8.40 kN/m	10.58 kN/m	11.76 kN/m



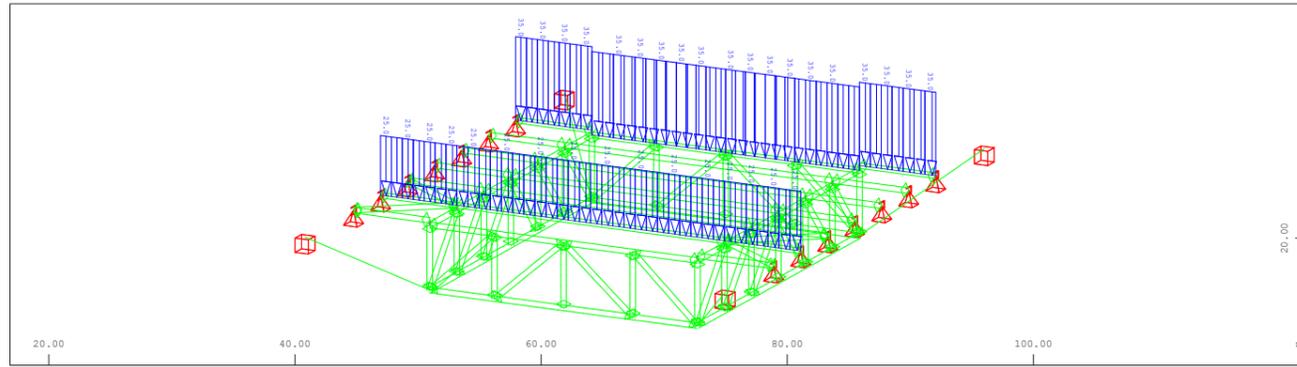
Alle Lasten, Lastfall 299 Lastfall 299 ständige Lasten , (1 cm im Raum = Unit) Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=5.00 kN/m) (Max=5.95) M 1 : 352 X * 0.502 Y * 0.906 Z * 0.962



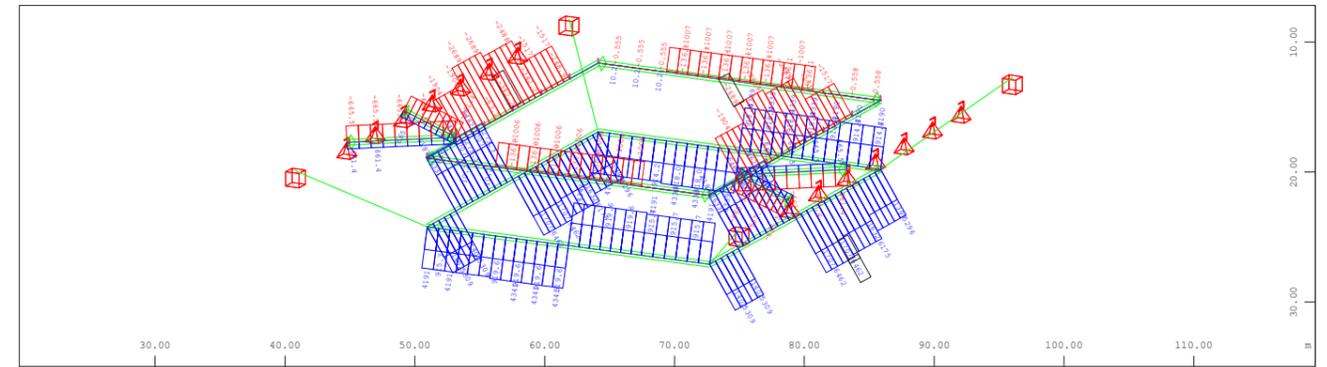
Alle Lasten, Lastfall 799 Lastfall 799 Nutzlast , (1 cm im Raum = Unit) Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=10.0 kN/m) (Max=11.9) M 1 : 356 X * 0.502 Y * 0.906 Z * 0.962
Alle Lasten, Lastfall 806 Lastfall 806 , (1 cm im Raum = Unit) Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=20.0 kN/m) (Max=25.0)



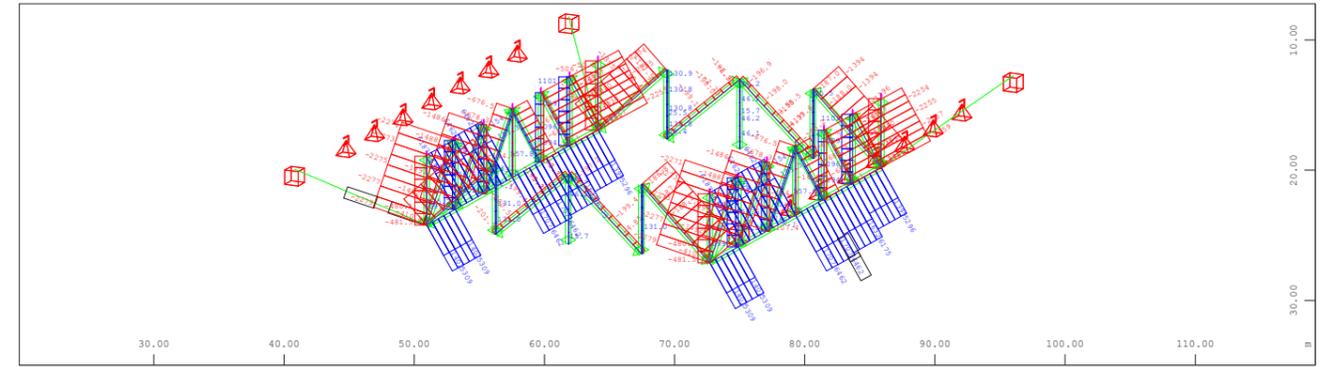
Alle Lasten, Lastfall 40 Lastfall 40 schnee , (1 cm im Raum = Unit) Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=10.0 kN/m) (Max=11.8) M 1 : 354
 X * 0.502
 Y * 0.906
 Z * 0.962



Alle Lasten, Lastfall 801 Lastfall 801 , (1 cm im Raum = Unit) Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=20.0 kN/m) (Max=35.0) M 1 : 402
 Alle Lasten, Lastfall 806 Lastfall 806 , (1 cm im Raum = Unit) Stablinienlast (Kraft) in global Z (Unit=20.0 kN/m) (Max=25.0) X * 0.502
 Y * 0.906
 Z * 0.962



Systemausschnitt Gruppe 0 1 10 20 21 50
 Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB Kräfte in Stabelemen , 1 cm im Raum = 5000. kN (Min=-342.2) (Max=6462.) M 1 : 381
 Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB Kräfte in Stabelemen , 1 cm im Raum = 2000. kN (Min=-2689.) (Max=1707.) X * 0.502
 Y * 0.906
 Z * 0.962



Systemausschnitt Gruppe 0 2 3 10 22 23
 Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2121 MAX-N STAB Kräfte in Stabelemen , 1 cm im Raum = 5000. kN (Min=-410.8) (Max=6462.) M 1 : 380
 Stabelemente , Normalkraft Nx, Lastfall 2122 MIN-N STAB Kräfte in Stabelemen , 1 cm im Raum = 2000. kN (Min=-2279.) (Max=1707.) X * 0.502
 Y * 0.906
 Z * 0.962

Nachweis Normalkraft mit Biegung

Bauteil **Stab 16 Untergurt Hauptfachwerk**

Querschnittswerte 0.60

b= 80.00cm
 h= 80.00cm
 A= 6400.00cm²
 A_{eff}= 6309.52cm²

Bohrlochdurchmesser
 d= 24.00mm

Anzahl der Verbindungsmittel
 n= 20

W_y= 85333.33cm³
 W_z= 85333.33cm³

J_y= 3413333.33 cm⁴
 J_z= 3413333.33 cm⁴

l= 5.00m
 l_{y,krit}= 5.00m

l_{z,krit}= 5.00m

λ_y= 21.65
 λ_z= 21.65

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

λ_{rel,y}= 0.32
 λ_{rel,z}= 0.32

$$k_y = 0.55$$

k_y= 0.55
 k_z= 0.55

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$$

k_{c,y}= 1.00
 k_{c,z}= 1.00

Bemessungswerte der Tragfähigkeit

Materialgüte GL24h
 f_{m,0,k}= 36.00N/mm²
 f_{t,0,k}= 26.00N/mm²
 f_{c,0,k}= 31.00N/mm²
 E_{0,05}= 14700.00 N/mm²

Schnittgrößen
 F_{c,ad}= 6291.40kN
 M_{y,ad}= 158.46 kNm
 M_{z,ad}= 0.00kNm

Nutzungsklasse 1

$$X_d = k_{mod} \frac{X_k}{\gamma_M}$$

Dabei ist
 X_k charakteristischer Wert einer Festigkeitseigenschaft;
 γ_M Teilsicherheitsbeiwert für eine Baustoffeigenschaft;
 k_{mod} Modifikationsbeiwert für Lasteinwirkungsdauer und Feuchtegehalt.

γ_{M2}= 1.25
 f_{c,rd}= 2.23 kN/cm²
 f_{t,rd}= 1.87 kN/cm²
 f_{m,rd}= 2.59 kN/cm²

6.3.2 Biegeknicken von Druckstäben

(1) Der bezogene Schlankheitsgrad sollte angenommen werden zu:

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \quad (6.21)$$

und

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \quad (6.22)$$

Dabei ist

λ_y bzw. λ_{rel,y} Schlankheitsgrad bzw. bezogener Schlankheitsgrad für Biegung um die y-Achse (Ausbiegung in z-Richtung);

λ_z bzw. λ_{rel,z} Schlankheitsgrad bzw. bezogener Schlankheitsgrad für Biegung um die z-Achse (Ausbiegung in y-Richtung);

E_{0,05} 5 %-Quantil des Elastizitätsmoduls in Faserrichtung.

(2) Sind sowohl λ_{rel,z} ≤ 0.3 als auch λ_{rel,y} ≤ 0.3, dann sollten für die Spannungen die Bedingungen (6.19) und (6.20) in 6.2.4 erfüllt sein.

(3) In allen anderen Fällen sollten die Spannungen, die sich infolge von Durchbiegungen erhöhen, die folgende Bedingung erfüllen:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{m,z} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_{m,y} \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.24)$$

β_k Imperfektionsbeiwert für Imperfektionen innerhalb der Grenzen nach Abschnitt 10;

$$\beta_k = \begin{cases} 0.2 & \text{für Vollholz;} \\ 0.1 & \text{für Brett-schichtholz und Furnierholz;} \end{cases} \quad (6.29)$$

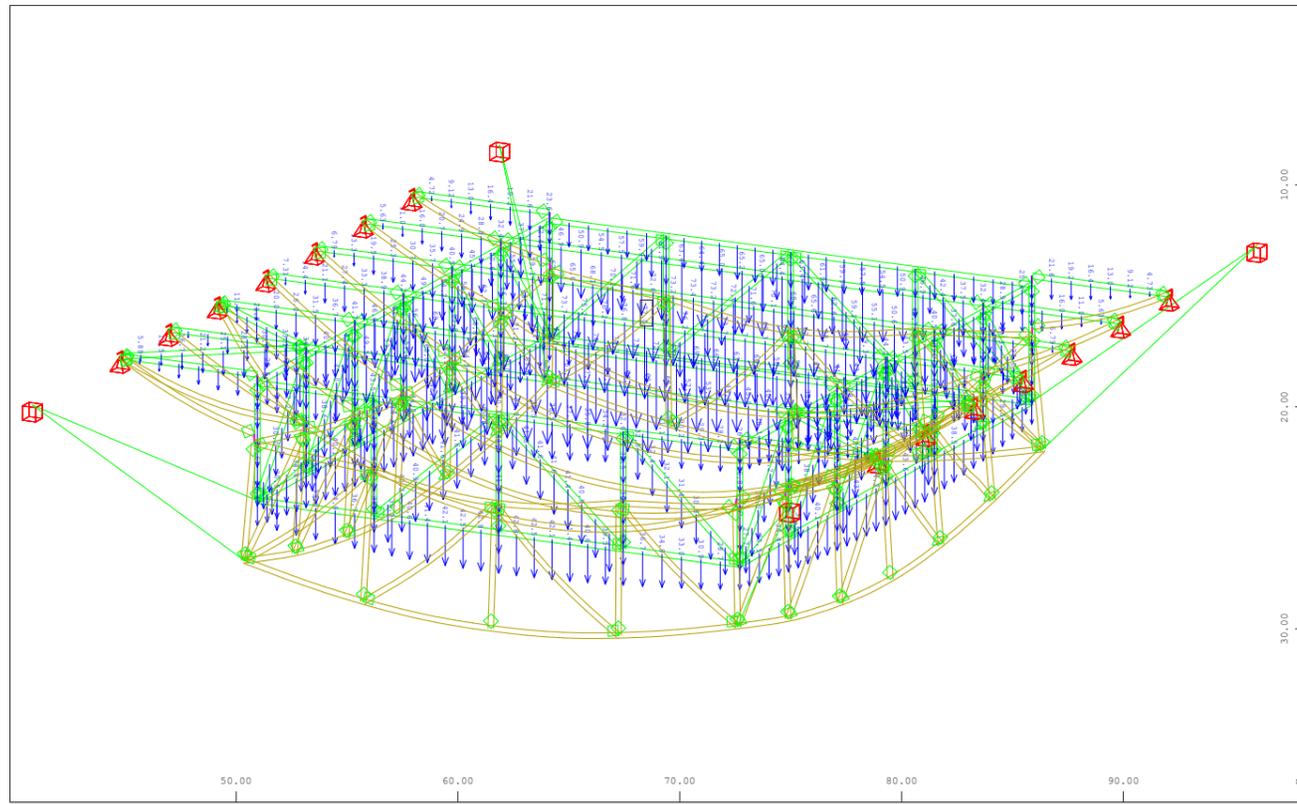
k_m nach 6.1.6.

Tafel E1.1.3: Brett-schichtholz Festigkeitsklassen - charakteristische Werte (Auszug aus DIN EN 1194)

	homogenes Brett-schichtholz				kombiniertes Brett-schichtholz				
	GL 24h	GL 28h	GL 32h	GL 36h	GL 24c	GL 28c	GL 32c	GL 36c	
Festigkeitskennwerte in N/mm²									
Biegefestigkeit	f _{b,k}	24	28	32	36	24	28	32	36
Zugfestigkeit	f _{t,k}	16,5	19,5	22,5	26	14	16,5	19,5	22,5
Druckfestigkeit	f _{d,k}	0,4	0,45	0,5	0,6	0,35	0,4	0,45	0,5
Druckfestigkeit	f _{d,0,k}	24	26,5	29	31	21	24	26,5	29
Schub	f _{v,k}	2,7	3,0	3,3	3,6	2,4	2,7	3,0	3,3
Schub	f _{v,0,k}	2,7	3,2	3,8	4,3	2,2	2,7	3,2	3,8
StEIFigkeitskennwerte in N/mm²									
E _{0,05,mean}		11600	12600	13700	14700	11600	12600	13700	14700
E _{0,05}		9400	10200	11100	11900	9400	10200	11100	11900
E _{0,1,mean}		390	420	460	490	320	390	420	460
E _{0,1}		720	780	850	910	590	720	780	850
Rohdichtekennwerte in kg/m³									
Rohdichte	ρ _k	380	410	430	450	350	380	410	430

Tabelle 2.3 — Empfohlene Teilsicherheitsbeiwerte γ_M für Baustoffeigenschaften und Beanspruchbarkeiten

Grundkombinationen:	
Vollholz	1,3
Brett-schichtholz	1,25
LVL, Sperrholz, OSB	1,2
Spanplatten	1,3
Hartholz-Faserplatten	1,3
Mittelharte Faserplatten	1,3
SOFT-Faserplatten	1,3
Weiche Faserplatten	1,3
Verbindungen	1,3
Nagelverbindungen (Stahlnagelverbindungen)	1,25
Auflageverbindungen	1,0



Knotenverschiebung in global Z, Lastfall 1475 MAXP-U2 KNOT Knotenverschiebung, 1 cm im Raum = 50.0 mm (Max=77.0) M 1 : 223 X * 0.502 Y * 0.906 Z * 0.962

Tab. 3.1 — Werte für k_{mod}

Baustoff	Norm	Nutzungs- klasse	Klasse der Lasteinwirkungsdauer				
			ständige Einwir- kung	lange Einwir- kung	mittlere Einwir- kung	kurze Einwir- kung	sehr kurze Einwirkung
Vollholz	EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Brettschicht- holz	EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Furnier- schichtholz (LVL)	EN 14374, EN 14279	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Sperrholz	EN 636 Typ EN 636-1 Typ EN 636-2 Typ EN 636-3	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
OSB	EN 300 OSB/2 OSB/3, OSB/4 OSB/3, OSB/4	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Spanplatten	EN 312 Typ P4, Typ P5 Typ P5 Typ P6, Typ P7 Typ P7	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
		1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Holzfaser- platten, hart	EN 622-2 HB.LA, HB.HLA1 oder 2 HB.HLA1 oder 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Holzfaser- platten, mittelhart	EN 622-3 MBH.LA1 oder 2 MBH.HLS1 oder 2 MBH.HLS1 oder 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		2	—	—	—	0,45	0,80
Holzfaser- platten, MDF	EN 622-5 MDF.LA, MDF.HLS MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		2	—	—	—	0,45	0,80

EL.1 Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtenkennwerte

Tafel EL.1.1: Nadelholz Festigkeitsklassen - charakteristische Werte (Auszug aus DIN EN 338)

	C14	C16	C18	C20	C22	C24	
Festigkeitskennwerte in N/mm ²							
Biegung	$f_{b,k}$	14	16	18	20	22	24
Zug in Faserrichtung	$f_{t,k}$	8	10	11	12	13	14
Zug rechtwinklig zur Faserrichtung	$f_{t90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Druck in Faserrichtung	$f_{c,k}$	16	17	18	19	20	21
Druck rechtwinklig zur Faserrichtung	$f_{c90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5
Schub	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
Steifigkeitskennwerte in N/mm ²							
Mittelwert des Elastizitätsmoduls in Faserrichtung	$E_{0,05m}$	7	8	9	9,5	10	11
5%-Quantil des Elastizitätsmoduls in Faserrichtung	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4
Mittelwert des Elastizitätsmoduls rechtwinklig zur Faserrichtung	$E_{0,05m,90}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37
Mittelwert des Schubmoduls	$G_{0,05m}$	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69
Rohdichtenkennwerte in kg/m ³							
Rohdichte	ρ_k	290	310	320	330	340	350
Mittelwert der Rohdichte	$\rho_{k,m}$	350	370	380	390	410	420
Festigkeitskennwerte in N/mm ²							
Biegung	$f_{b,k}$	27	30	35	40	45	50
Zug in Faserrichtung	$f_{t,k}$	16	18	21	24	27	30
Zug rechtwinklig zur Faserrichtung	$f_{t90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Druck in Faserrichtung	$f_{c,k}$	22	23	25	26	27	29
Druck rechtwinklig zur Faserrichtung	$f_{c90,k}$	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
Schub	$f_{v,k}$	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Steifigkeitskennwerte in N/mm ²							
Mittelwert des Elastizitätsmoduls in Faserrichtung	$E_{0,05m}$	11,5	12	13	14	15	16
5%-Quantil des Elastizitätsmoduls in Faserrichtung	$E_{0,05}$	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
Mittelwert des Elastizitätsmoduls rechtwinklig zur Faserrichtung	$E_{0,05m,90}$	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
Mittelwert des Schubmoduls	$G_{0,05m}$	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Rohdichtenkennwerte in kg/m ³							
Rohdichte	ρ_k	370	380	400	420	440	460
Mittelwert der Rohdichte	$\rho_{k,m}$	450	460	480	500	520	550

Die Kennwerte gelten für Holz mit einem bei 20 °C und 65% relativer Luftfeuchte üblichen Feuchtegehalt

Ausnutzung nach Gleichung 6.23
- <1 Nachweis NICHT erfüllt

Ausnutzung nach Gleichung 6.17
0,60 <1 Nachweis erfüllt

Ausnutzung nach Gleichung 6.24
- <1 Nachweis NICHT erfüllt

Ausnutzung nach Gleichung 6.18
0,58 <1 Nachweis erfüllt

Nachweis der Durchbiegung

$$u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Q_1} + \sum u_{fin,Q_i}$$

$$u_{fin,G} = 57,00 \text{ mm}$$

$$u_{fin,Q_1} = u_{fin,Q_1} (1 + \psi_{2,1}) \text{ für eine ständige Einwirkung, } Q_1 \quad (2.3)$$

$$u_{fin,Q_1} = 10,20 \text{ mm}$$

$$u_{fin,Q_i} = u_{fin,Q_i} (1 + \psi_{2,i} + \psi_{2,1}) \text{ für eine begleitende veränderliche Einwirkung, } Q_i \quad (2.4)$$

$$k_{def} = 0,6$$

$$u_{fin,Q_i} = u_{fin,Q_i} (\psi_{2,i} + \psi_{2,1} + k_{def}) \text{ für begleitende veränderliche Einwirkungen, } Q_i \quad (2.5)$$

$$\psi_{2,i} = 0,3$$

$\psi_{2,i}$ die Anfangsverformungen infolge der Einwirkungen Q_i , Q_i

$$u_{fin,Q_i} = 91,20 \text{ mm}$$

$\psi_{2,1}, \psi_{2,i}$ Kombinationsbeiwerte für den quasi-ständigen Anteil veränderlicher Einwirkungen;

$$u_{fin,Q_1} = 12,04 \text{ mm}$$

$\psi_{2,i}$ Kombinationsbeiwerte für veränderliche Einwirkungen;

$$u_{fin} = 103,24 \text{ mm}$$

k_{def} wie in Tabelle 3.2 für Holz und Holzwerkstoffe sowie in 2.3.2.2(3) und 2.3.2.2(4) für Verbindungen angegeben.

$$u_{nadm} = l/300 = 16,67 \text{ mm} > 103,24 \text{ mm}$$

Nachweis nicht erfüllt → Überhöhung 30mm

Backbone Ziviltechniker GmbH
Polletstr 105 | 1220 Wien
+43 650 5421766

Tab. 3.2 — Werte für k_{def} für Holz und Holzwerkstoffe

Baustoff	Norm	Nutzungs-kategorie		
		1	2	3
Vollholz	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Brettschichtholz	EN 14080	0,60	0,80	2,00
Furnierschichtholz (LVL)	EN 14374, EN 14279	0,60	0,80	2,00
Sperrholz	EN 636 Typ EN 636-1 Typ EN 636-2 Typ EN 636-3	0,80	—	—
		0,80	1,00	—
		0,80	1,00	2,50
OSB	EN 300 OSB/2 OSB/3, OSB/4	2,25	—	—
		1,50	2,25	—
Spanplatten	EN 312 Typ P4 Typ P5 Typ P6 Typ P7	2,25	—	—
		2,25	3,00	—
		1,50	—	—
		1,50	2,25	—
Holzfaserplatten, hart	EN 622-2 HB.LA HB.HLA1, HB.HLA2	2,25	—	—
		2,25	3,00	—
Holzfaserplatten, mittelhart	EN 622-3 MBH.LA1, MBH.LA2 MBH.HLS1, MBH.HLS2	3,00	—	—
		3,00	4,00	—
Holzfaserplatten, MDF	EN 622-5 MDF.LA MDF.HLS	2,25	—	—
		2,25	3,00	—

$$k_{mod} = 0,9$$

$$\sigma_{c,d} = 1,00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{my,d} = 0,19 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{mz,d} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$$

(3) In allen anderen Fällen sollten die Spannungen, die sich infolge von Durchbiegungen erhöhen, die folgende Bedingung erfüllen:

$$\frac{\sigma_{c,d}}{k_{c,y} f_{c,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{m,z} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,d}}{k_{c,x} f_{c,d}} + k_{m,y} \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.24)$$

6.1.2 Zug in Faserrichtung

(1) Die folgende Bedingung muss erfüllt sein:

$$\sigma_{t,d} \leq f_{t,d} \quad (6.1)$$

Dabei ist

$\sigma_{t,d}$ Bemessungswert der Zugspannung in Faserrichtung;

$f_{t,d}$ Bemessungswert der Zugfestigkeit in Faserrichtung.

$$\frac{\sigma_{t,d}}{f_{t,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{m,z} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.17)$$

$$\frac{\sigma_{t,d}}{f_{t,d}} + k_{m,y} \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.18)$$

gemäß EN1995-1-1 6.1.6

(2) Der Wert für den Beiwert $k_{m,i}$ ist in der Regel anzunehmen zu:

— für Vollholz, Brettschichtholz und Furnierschichtholz:

bei Rechteckquerschnitten: $k_{m,i} = 0,7$

bei anderen Querschnitten: $k_{m,i} = 1,0$

— für andere tragende Holzwerkstoffe, bei allen Querschnitten: $k_{m,i} = 1,0$.

$$k_{m,i} = 0,7$$

Verbindung mit Stabdübel

KNOTEN 1 STAB 1

Bauteil

Schnittgrößen

$$N_{s,d} = 1107,00 \text{ kN}$$

Materialgüte GL36 S

$$\alpha = 0,00 \quad 0,00$$

$$Q_{s,d} = 0,00 \text{ kN}$$

$$F_{v,rd} = 1107,00 \text{ kN}$$

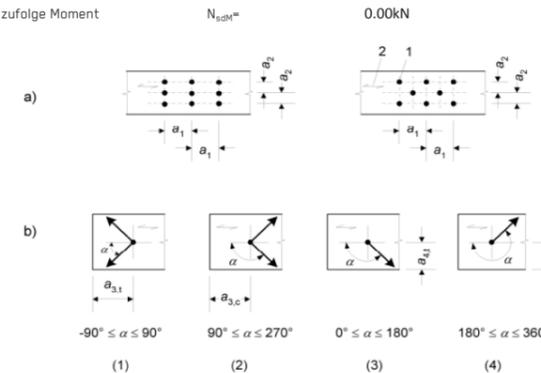
$$M_{y,s,d} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$a_g = 0,15 \text{ m}$$

$$d = 24 \text{ mm Bolzendurchmesser}$$

$$\rho_k = 450 \text{ kg/m}^3$$

Zug/Druckkraft zufolge Moment



- Legende**
- (1) beanspruchtes Hirnholzende
 - (2) unbeanspruchtes Hirnholzende
 - (3) beanspruchter Rand
 - (4) unbeanspruchter Rand
 - 1 Verbindungsmittel
 - 2 Faserrichtung des Holzes
- (a) Abstände in Faserrichtung innerhalb einer Reihe und rechtwinklig zur Faserrichtung zwischen den Reihen
 (b) Abstände vom Hirnholzende und vom Rand

Bild 8.7 — Verbindungsmittelabstände

Tabelle 8.4 — Mindestabstände von Bolzen

Abstände (siehe Bild 8.7)	Winkel	Mindestabstände
a_1 (in Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(4 + 1 \cos \alpha) d$
a_2 (rechtwinklig zur Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$4 d$
$a_{3,i}$ (beanspruchtes Hirnholzende)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max(7 d, 80 \text{ mm})$
$a_{3,e}$ (unbeanspruchtes Hirnholzende)	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$	$\lfloor \frac{d}{2} \rfloor (1 + 6 \sin \alpha) d$
	$150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$	$4 d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$(1 + 6 \sin \alpha) d \lfloor \frac{d}{2} \rfloor$
$a_{4,i}$ (beanspruchter Rand)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2 + 2 \sin \alpha) d; 3d]$
$a_{4,e}$ (unbeanspruchter Rand)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3 d$

gewählte
 120mm **150**
 96mm
 168mm
 24mm
 96mm
 72mm
 72mm

$n = 5$
 $n_{ef} = 3.54$ für $\alpha=0$ (EN 1995-1-1 8.34)
 für $\alpha = 0.00$
 $n_{ef} = 3.54$
 $f_{u,k} = 510.00 \text{ N/mm}^2$ Zugfestigkeit des Bolzens
 $M_{y,Rk} = 593253.9783$
 $t_1 = 120 \text{ mm}$
 $t_2 = 120 \text{ mm}$

$F_{ax,Rk} =$
 Lochleibungsfestigkeit Beanspruchung rechtwinklig zur Bolzenachse
 $f_{h,0,k} = 28.04 \text{ N/mm}^2$ für $\alpha=0$
 $f_{h,\alpha,k} = 28.04 \text{ N/mm}^2$ für $\alpha = 0.00$
 $k_{90} = 1.71$ für Nadelholz
 $k_{90} = 1.26$ Funierschichtholz
 $k_{90} = 1.66$ Laubholz

- Dabei ist
- $F_{v,Rk}$ charakteristischer Wert der Tragfähigkeit pro Scherfuge und Verbindungsmittel;
 - $f_{h,k}$ charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit im Holzteil;
 - t_1 der kleinere Wert der Seitenholzdicke oder der Eindringtiefe;
 - t_2 Dicke des Mittelholzes;
 - d Durchmesser des Verbindungsmittels;
 - $M_{y,Rk}$ charakteristischer Wert des Fließmomentes des Verbindungsmittels;
 - $F_{ax,Rk}$ charakteristischer Wert des Auszieh Widerstand des Verbindungsmittels.

Backbone Ziviltechniker GmbH
 Polletstr 105 | 1220 Wien
 +43 650 5421766

Seite :
 Holzbaunachweise Gruppe 3Stabdübel Knoten 1Stab 1

$F_{ax,Rk} =$
 Lochleibungsfestigkeit Beanspruchung rechtwinklig zur Bolzenachse
 $f_{h,0,k} = 28.04 \text{ N/mm}^2$ für $\alpha=0$
 $f_{h,\alpha,k} = 28.04 \text{ N/mm}^2$ für $\alpha = 0.00$
 $k_{90} = 1.71$ für Nadelholz
 $k_{90} = 1.26$ Funierschichtholz
 $k_{90} = 1.66$ Laubholz

- Dabei ist
- $F_{v,Rk}$ charakteristischer Wert der Tragfähigkeit pro Scherfuge und Verbindungsmittel;
 - $f_{h,k}$ charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit im Holzteil;
 - t_1 der kleinere Wert der Seitenholzdicke oder der Eindringtiefe;
 - t_2 Dicke des Mittelholzes;
 - d Durchmesser des Verbindungsmittels;
 - $M_{y,Rk}$ charakteristischer Wert des Fließmomentes des Verbindungsmittels;
 - $F_{ax,Rk}$ charakteristischer Wert des Auszieh Widerstand des Verbindungsmittels.

Backbone Ziviltechniker GmbH
 Polletstr 105 | 1220 Wien
 +43 650 5421766

Seite :
 Holzbaunachweise Gruppe 3Stabdübel Knoten 1Stab 1

für dünne Stahlbleche als Seitenteil einer zweischnittigen Verbindung

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0.5 f_{h,2,k} t_2 d \quad (j) \\ 1.15 \sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,2,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (k) \end{array} \right. \quad (8.12)$$

$F_{v,Rk} = 32.50 \text{ kN/Scherfuge}$

Nachweis ULS

$k_{mod} = 0.9$
 $\gamma_m = 1.25$
 $s = 4$ Anzahl der Schnitte
 $r = 3$ Anzahl der Reihen
 $F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m = 28.9759905$

1995-1-1 (2.17)

$F_{v,Sd} / n_e / F_{v,Rd} / s / r = 0.89819558$

Nachweis erfüllt

		3	0.50	0.55	0.65	0.70	0.90
Furnierschichtholz (LVL)	EN 14374	1	0.60	0.70	0.80	0.90	1.10
	EN 14279	2	0.60	0.70	0.80	0.90	1.10
		3	0.50	0.55	0.65	0.70	0.90
Spanholz	EN 636						
	Typ EN 636-1	1	0.60	0.70	0.80	0.90	1.10
	Typ EN 636-2	2	0.60	0.70	0.80	0.90	1.10
OSB	EN 300						
	OSB/2	1	0.30	0.45	0.65	0.85	1.10
	OSB/3, OSB/4	1	0.40	0.50	0.70	0.90	1.10
Spanplatten	EN 312						
	Typ P4, Typ P5	1	0.30	0.45	0.65	0.85	1.10
	Typ P6, Typ P7	2	0.40	0.50	0.70	0.90	1.10
Holzfaserplatten, hart	EN 622-2						
	HB LA, HB HLA1 oder 2	1	0.30	0.45	0.65	0.85	1.10
	HB HLA1 oder 2	2	0.20	0.30	0.45	0.60	0.80
Holzfaserplatten, mittelhart	EN 622-3						
	MBH LA1 oder 2	1	0.20	0.40	0.60	0.80	1.10
	MBH HLS1 oder 2	1	0.20	0.40	0.60	0.80	1.10
Holzfaserplatten, MDF	EN 622-5						
	MDF LA, MDF HLS	1	0.20	0.40	0.60	0.80	1.10
	MDF HLS	2	-	-	-	0.45	0.80

Backbone Ziviltechniker GmbH
 Polletstr 105 | 1220 Wien
 +43 650 5421766

Seite :
 Holzbaunachweise Gruppe 3Stabdübel Knoten 1Stab 1

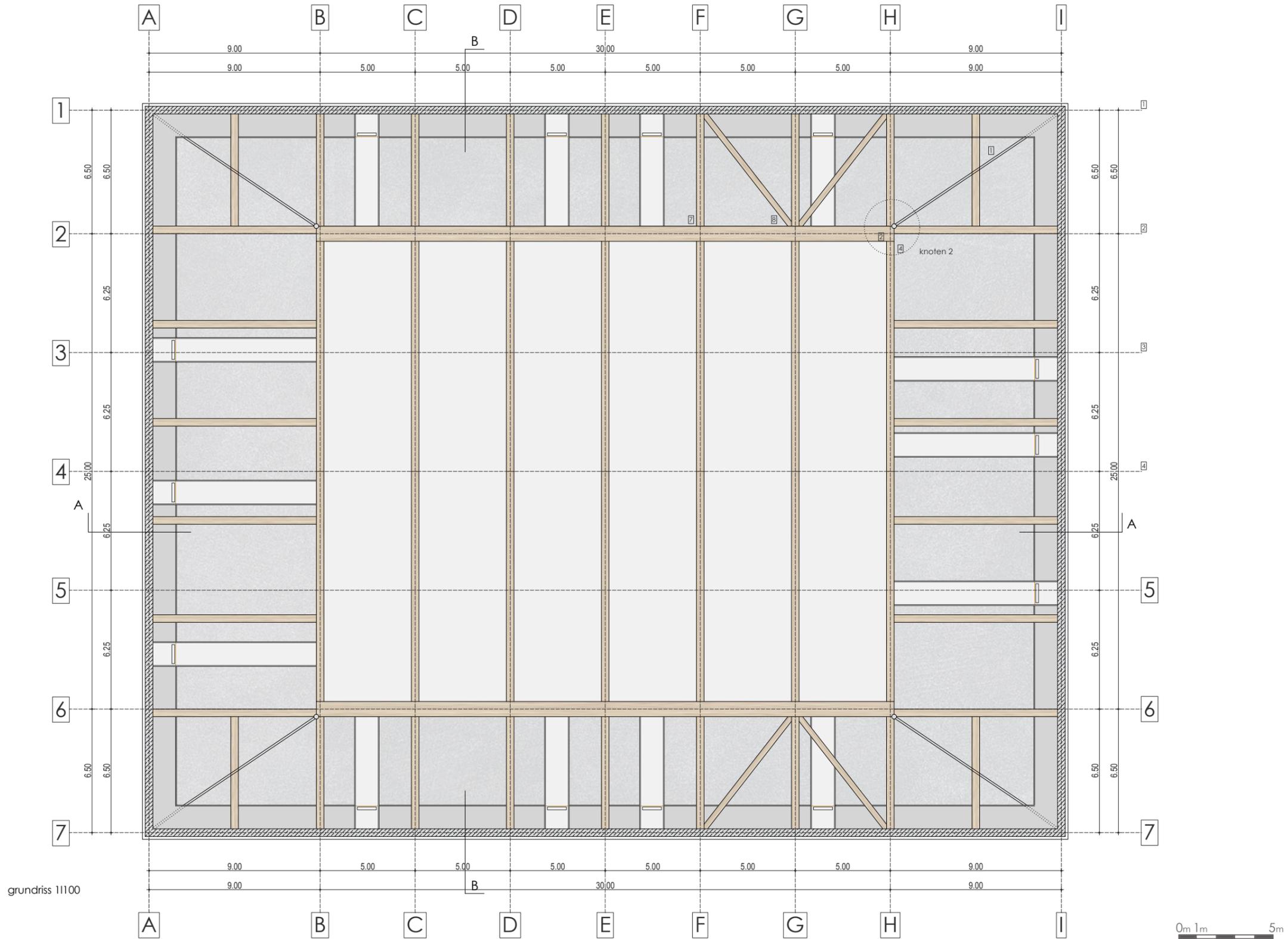
PROJEKTARBEIT 3 - team 3
 schindler | wehinger | moser | leuthner

PROJEKT:
 DIE TRAGWEITE DES HOLZBAUS
 [PROBEBÜHNE FESTSPIELHAUS BREGENZ]

PROJEKTPHASE:
 MODUL 7
 DATUM:
 16.05.2014

INHALT:
 STATIK

über
 zj04



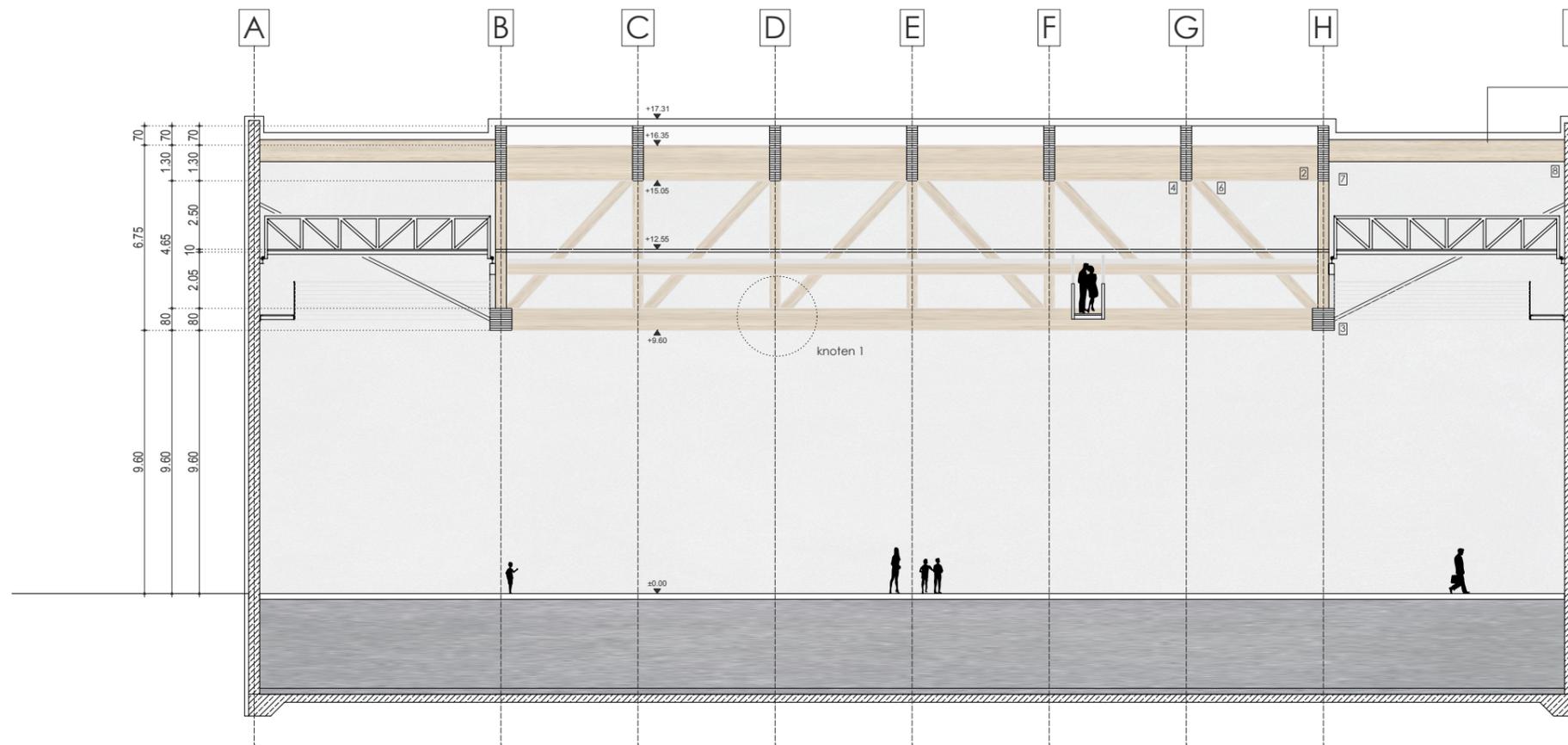
PROJEKTARBEIT 3 - team 3
schindler | wehinger | moser | leuthner

PROJEKT:
DIE TRAGWEITE DES HOLZBAUS
[PROBEBÜHNE FESTSPIELHAUS BREGENZ]

PROJEKTPHASE:
MODUL 7
DATUM:
16.05.2014

INHALT:
GRUNDRISS

über
z104

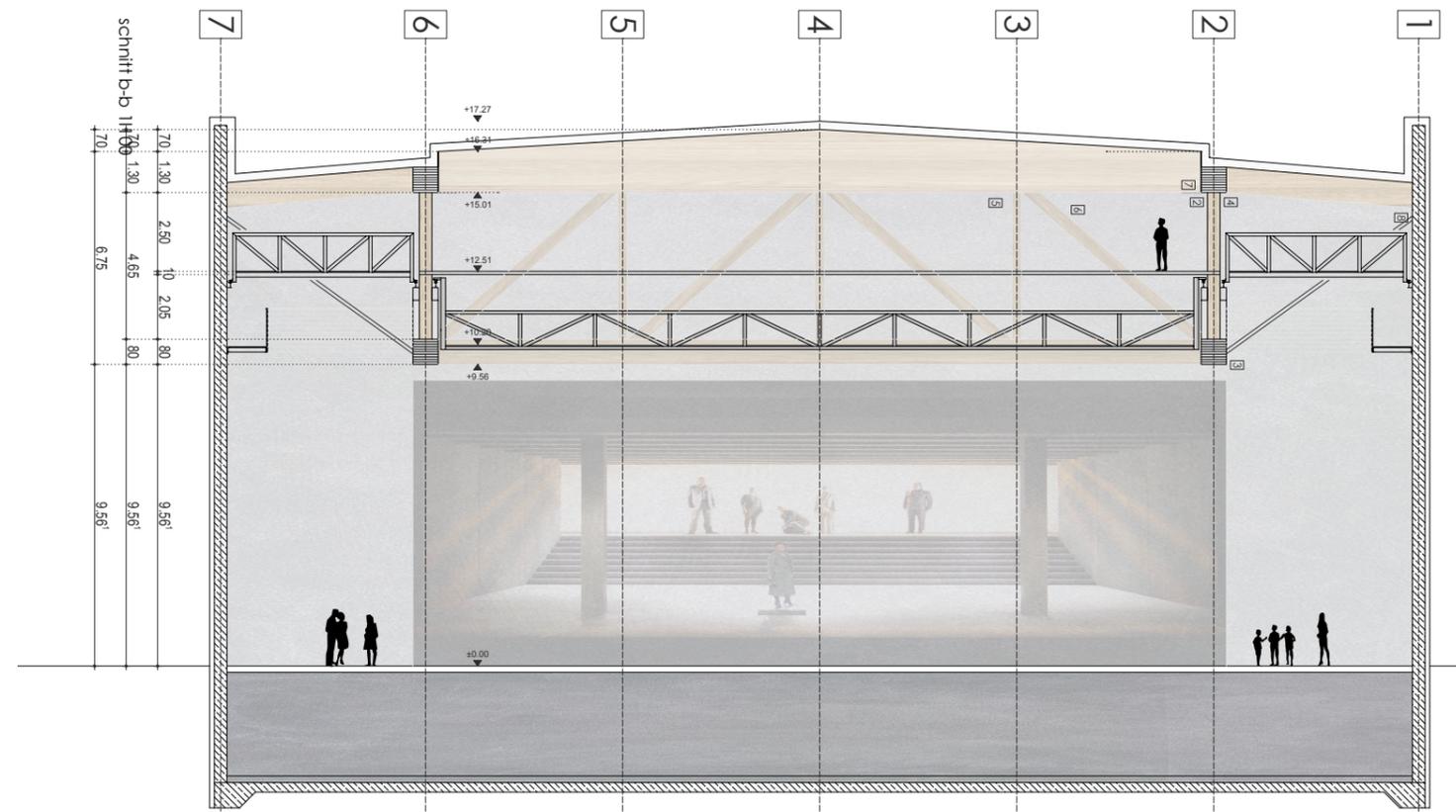


schnitt a-a 11100

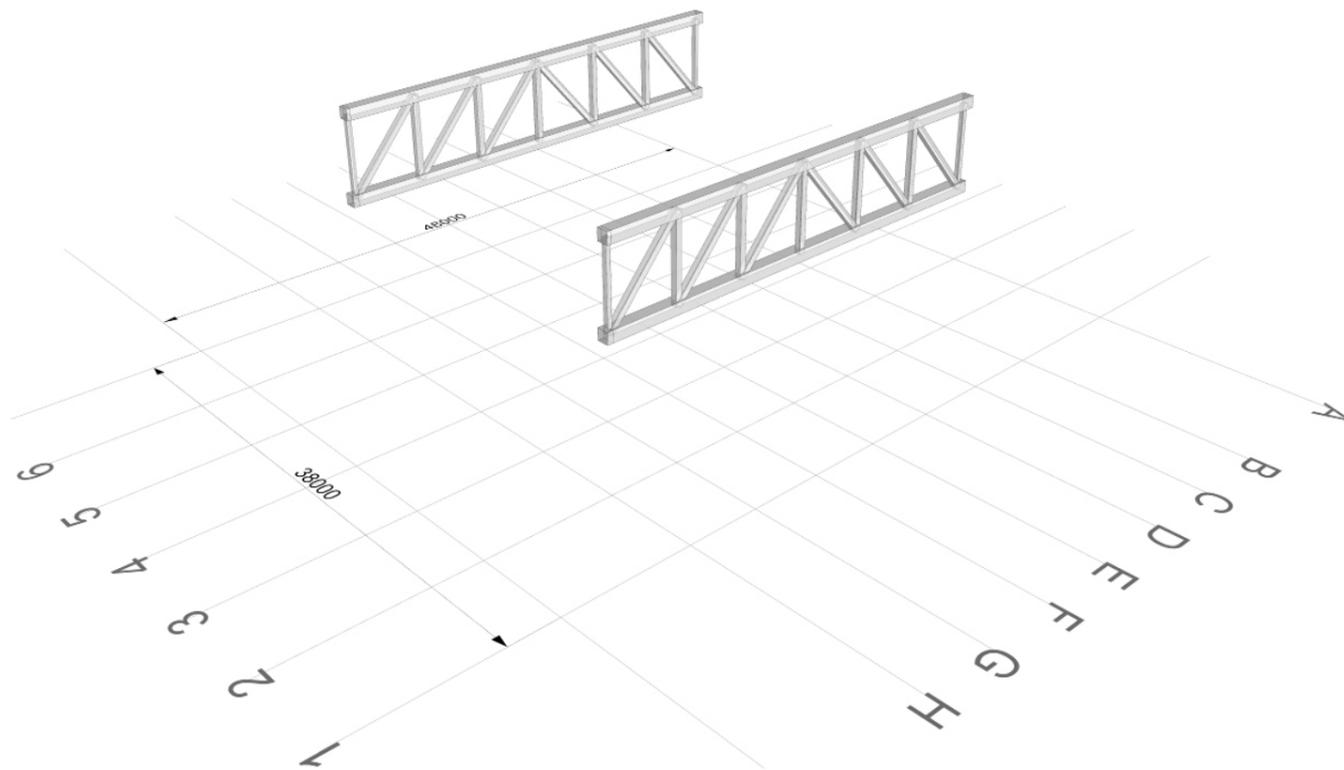
Dachsystem



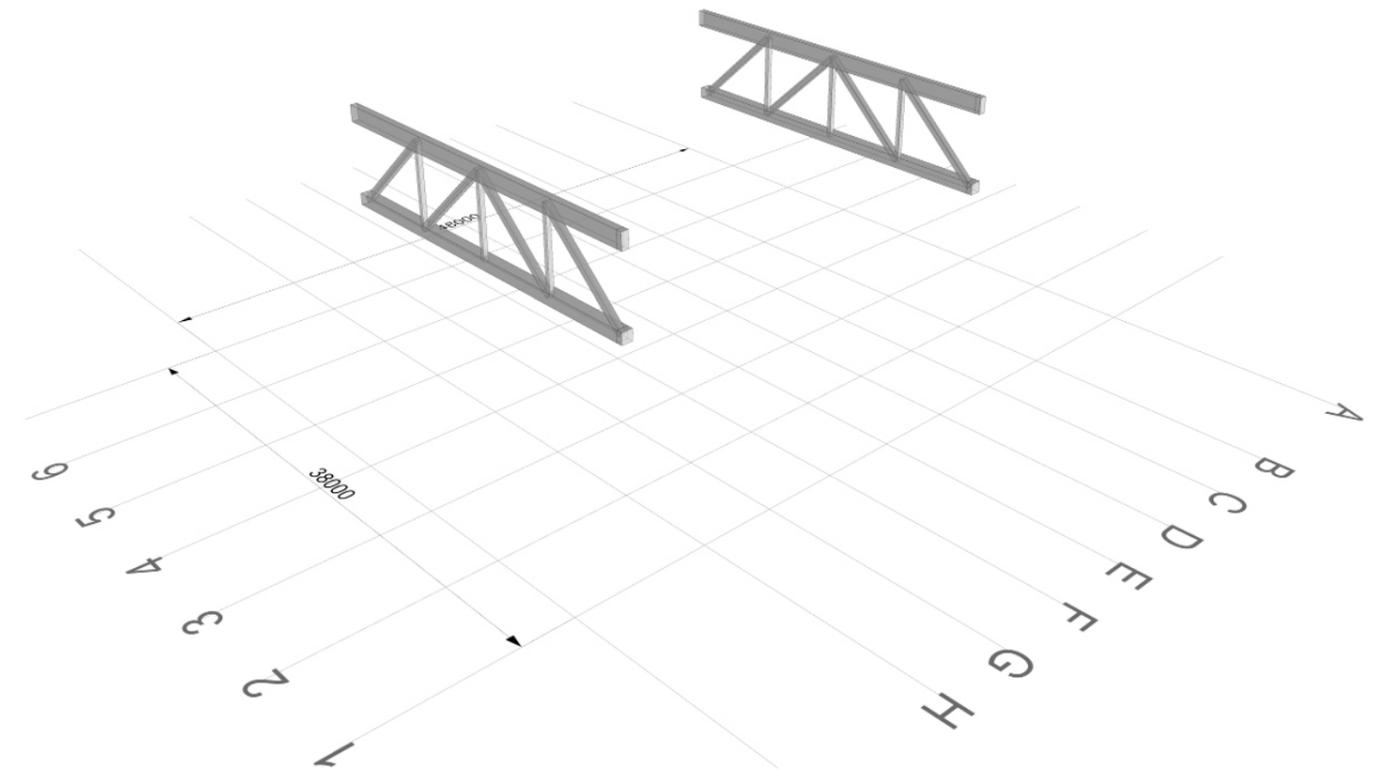
- 1 zugstangen D 110 mm
- 2 obergurt fachwerk 80 | 80
- 3 untergurt fachwerk 80 | 80
- 4 vertikaler stab fachwerk 40 | 40
- 5 vertikaler stab fachwerk 30 | 30
- 6 diagonaler stab fachwerk 40 | 40
- 7 vollwandtr. im gefälle ausgeführt
- 8 balkenlage 40 | 80
- 9 diagonale balken 30 | 35



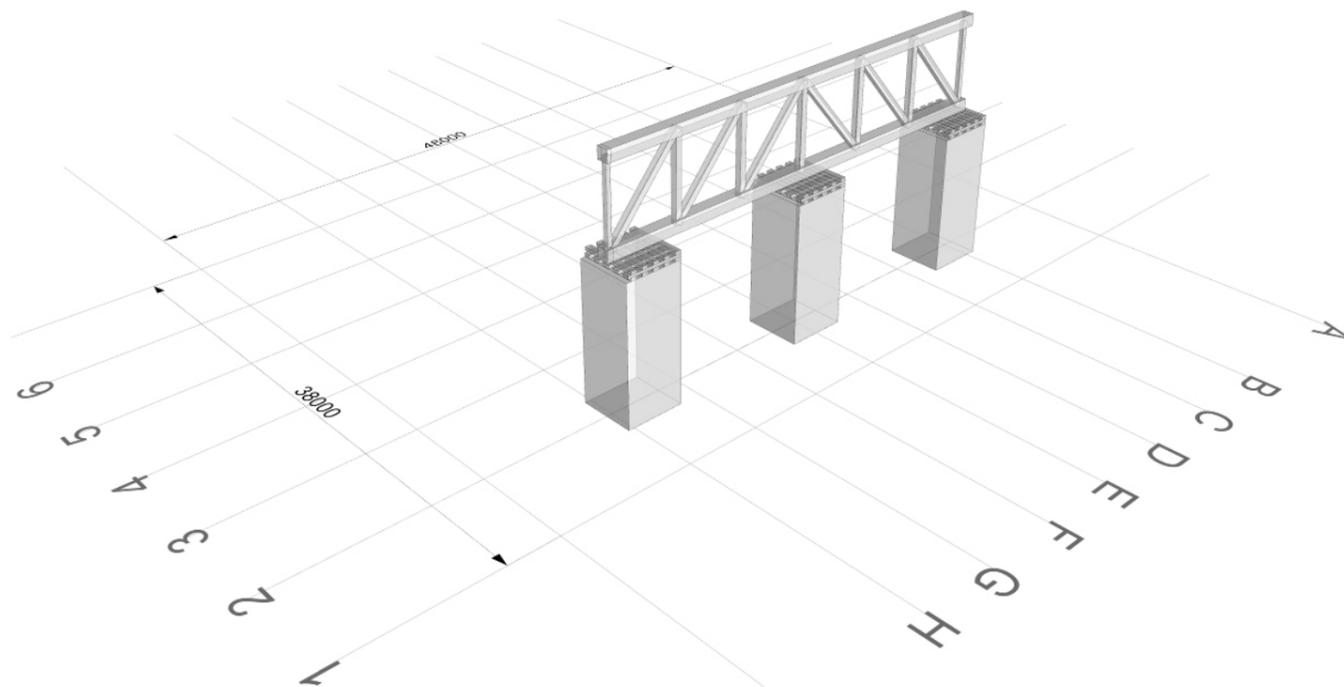
schnitt b-b 11100



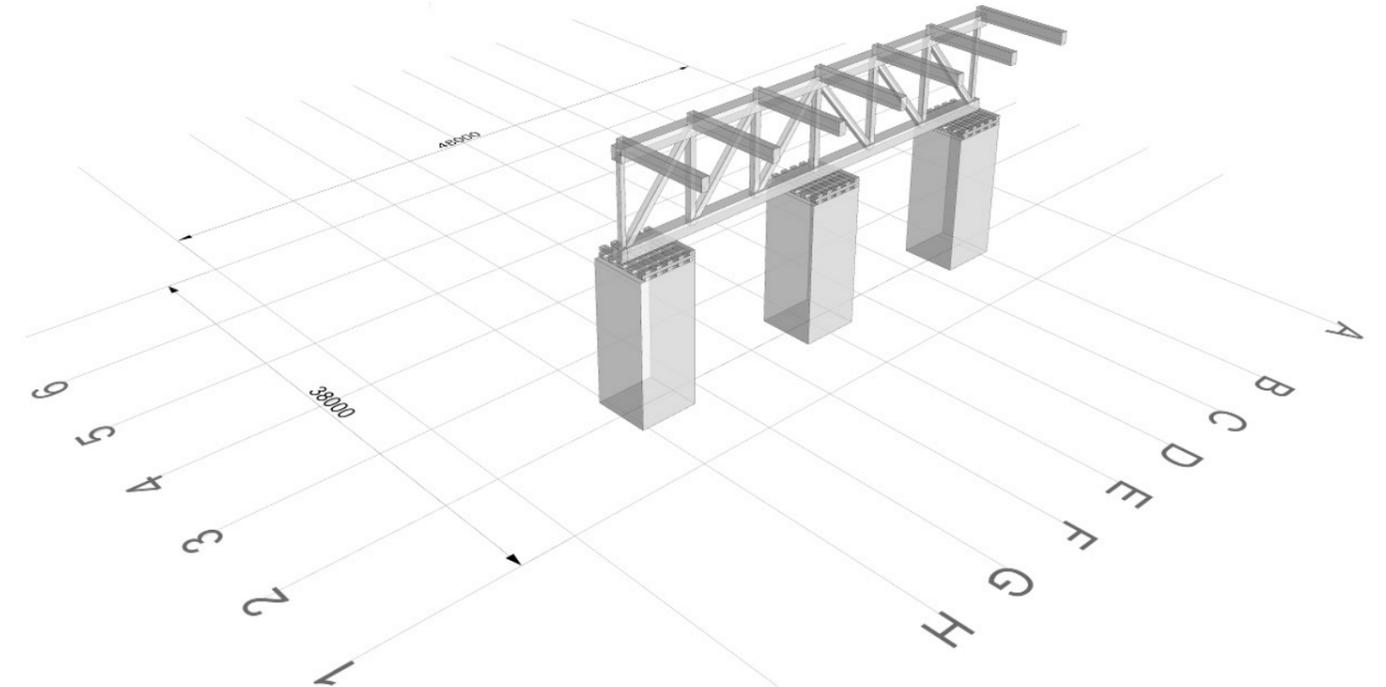
1. Die Einzelteile werden auf die Baustelle geliefert und es wird ein Vormontageplatz mit 30m x 10m benötigt. Zur Vormontage wird ein Kran benötigt. Die Fachwerke werden am Boden stehend zusammengebaut. Die Details sind so erarbeitet, dass die einzelnen Fachwerke mit Montagehilfen auf 10m Höhe montiert werden können.



2. Stehende Vormontage der Fachwerke Richtung 2 (gleich wie Bild 1)



3. Fachwerke in Richtung 1 wird auf die Montagehilfen gesetzt. Die Montagehilfe besteht aus einem Gerüst und einem Aufbau, bei dem ein Gleitlager eingesetzt wird. Durch das Gleitlager kann die Konstruktion einjustiert werden (Siehe Fotos). Die Montagehilfen werden etwas höher als die Endsohlhöhe eingestellt, damit die vormontierten Fachwerke dann planmässig „runter gelassen“ werden können.



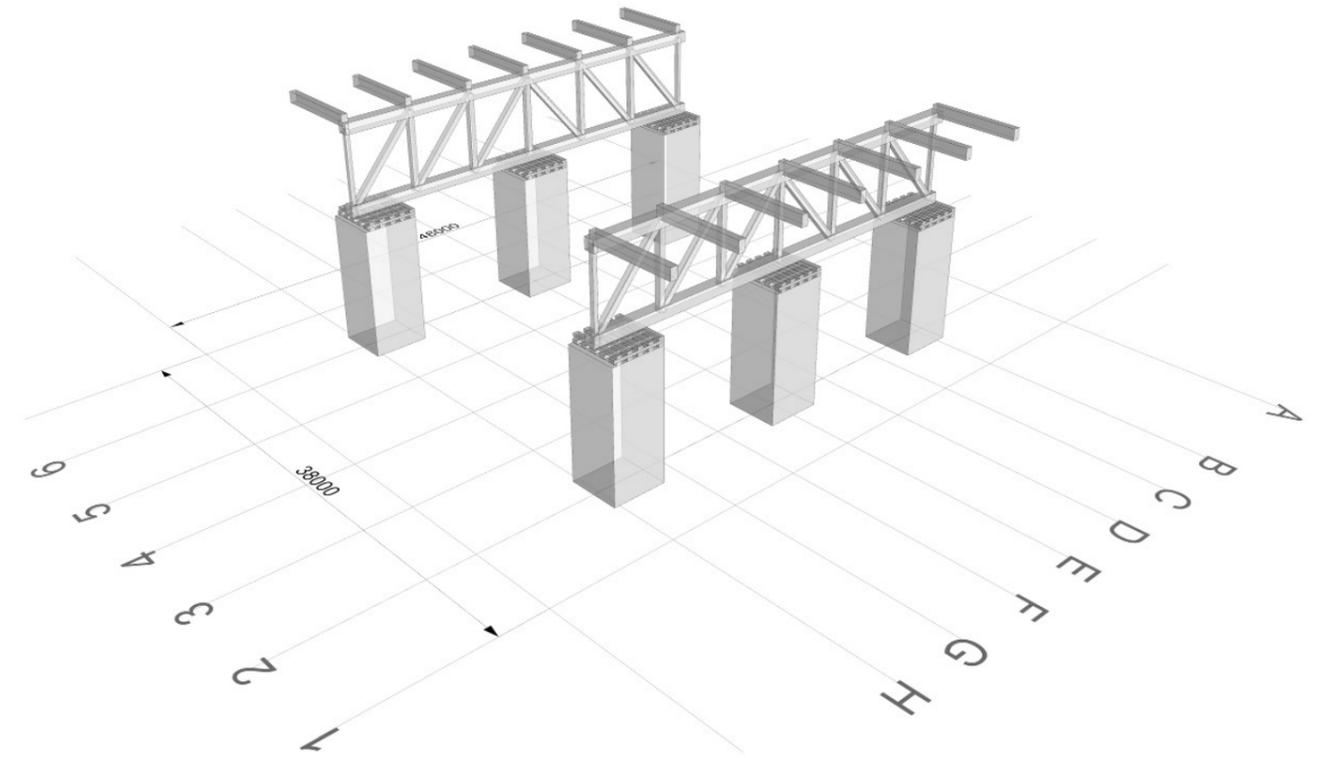
4. Entweder wird das Fachwerk dann provisorisch abgestrebt oder die Randbalken der Konstruktion können eingehängt werden. Es braucht dann einen passenden Anschluss, der es den Randbalken ermöglicht, die kleine Positionsänderung mitzumachen. (beim runterlassen des Fachwerks)



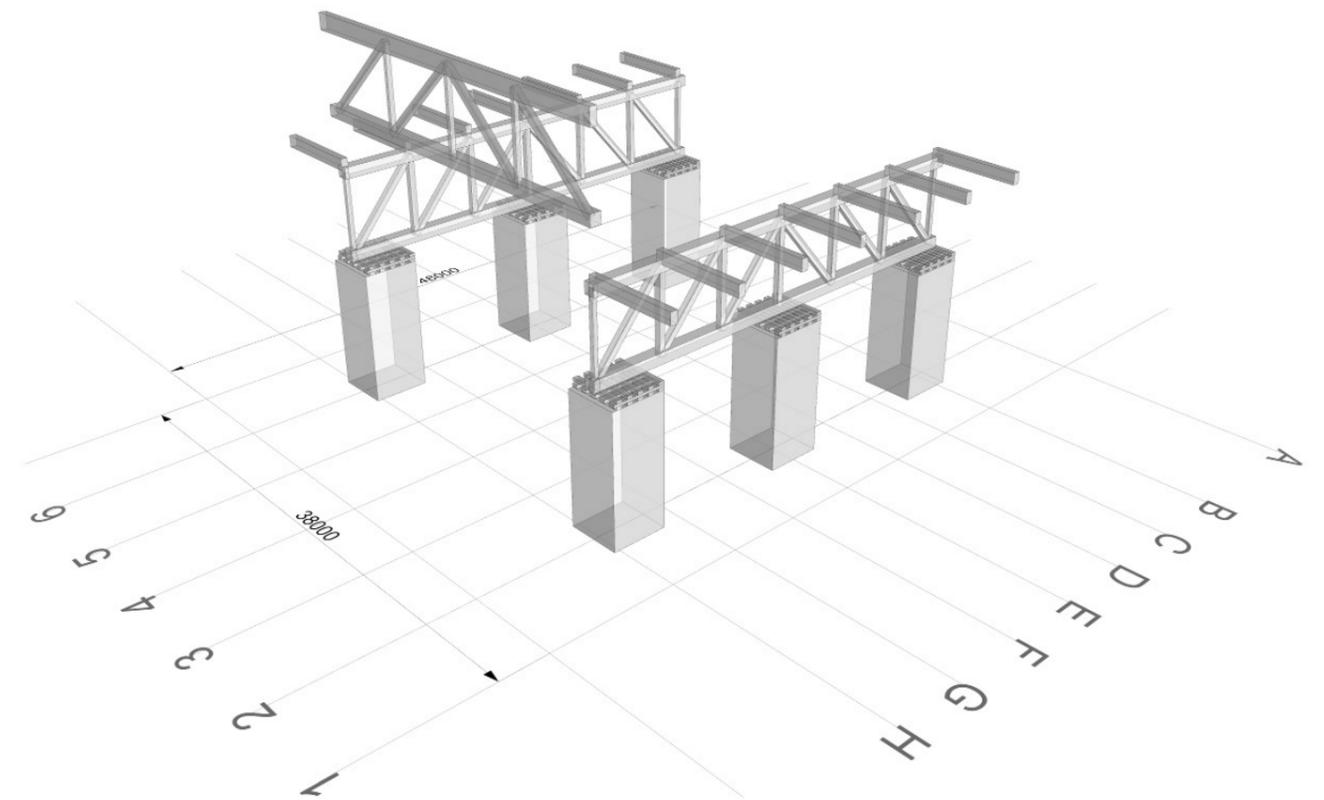
Beispiel zu Bild 3: Gleitlager Tamedia



Beispiel zu Bild 3: Montagehilfe Metz



5. Analog Bild 4



6. Die Fachwerke der Richtung 2 werden dann von oben eingefahren und mit den Fachwerken der Richtung 1 Verbunden (Siehe bild 7).

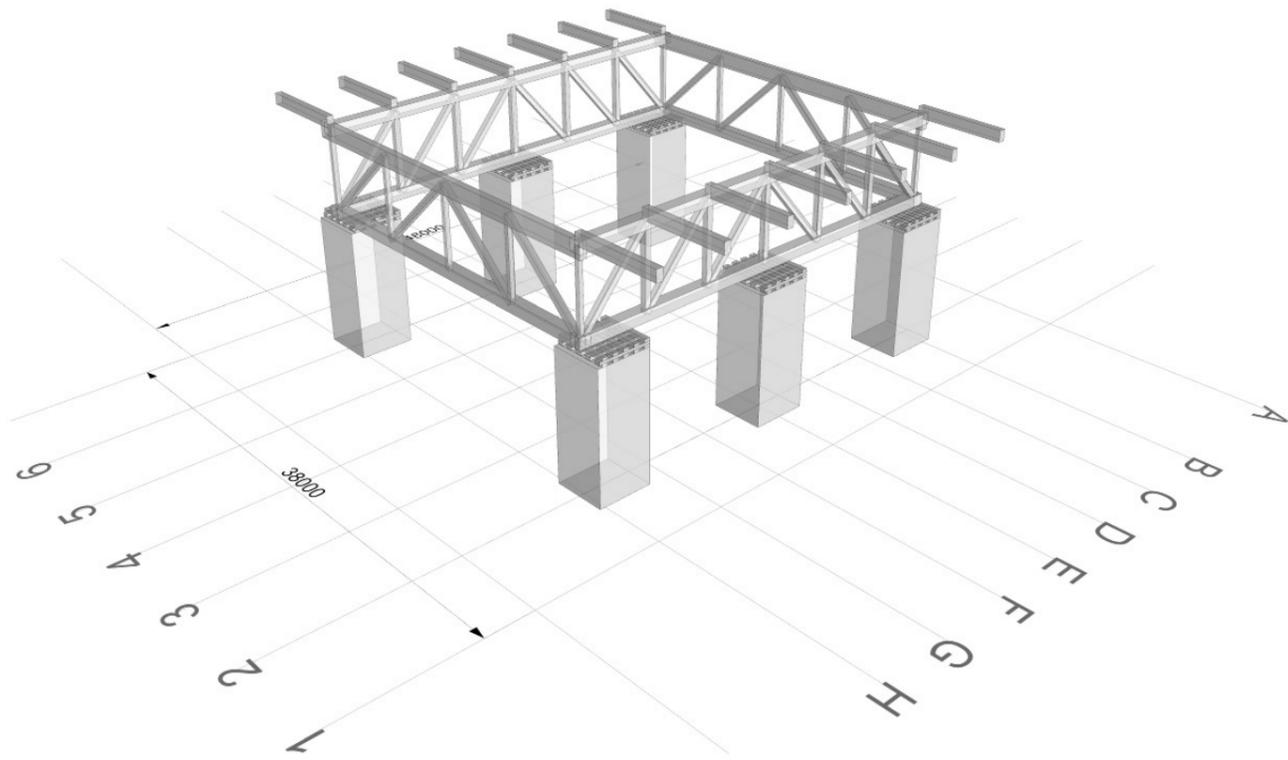
PROJEKTARBEIT 3 - team 3
schindler | wehinger | moser | leuthner

PROJEKT:
DIE TRAGWEITE DES HOLZBAUS
[PROBEBÜHNE FESTSPIELHAUS BREGENZ]

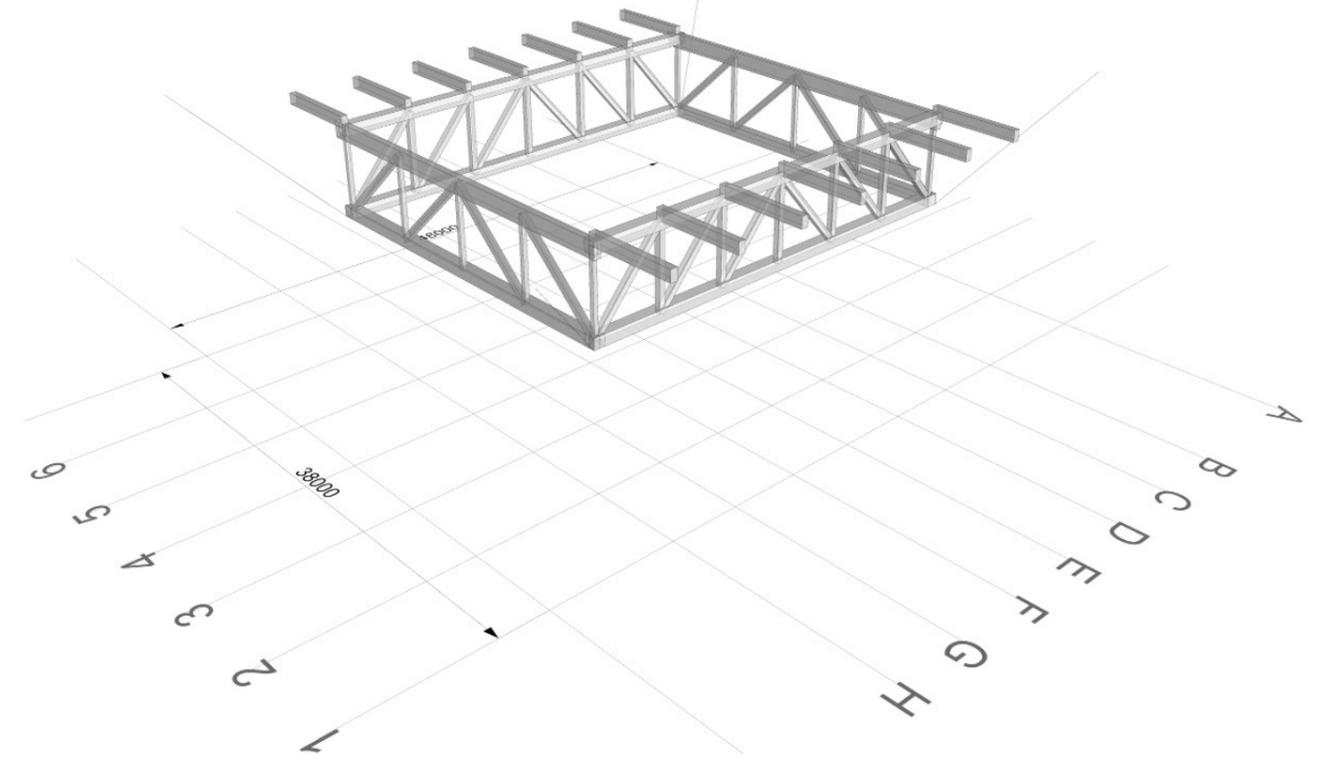
PROJEKTPHASE:
MODUL 7
DATUM:
16.05.2014

INHALT:
MONTAGEKONZEPT

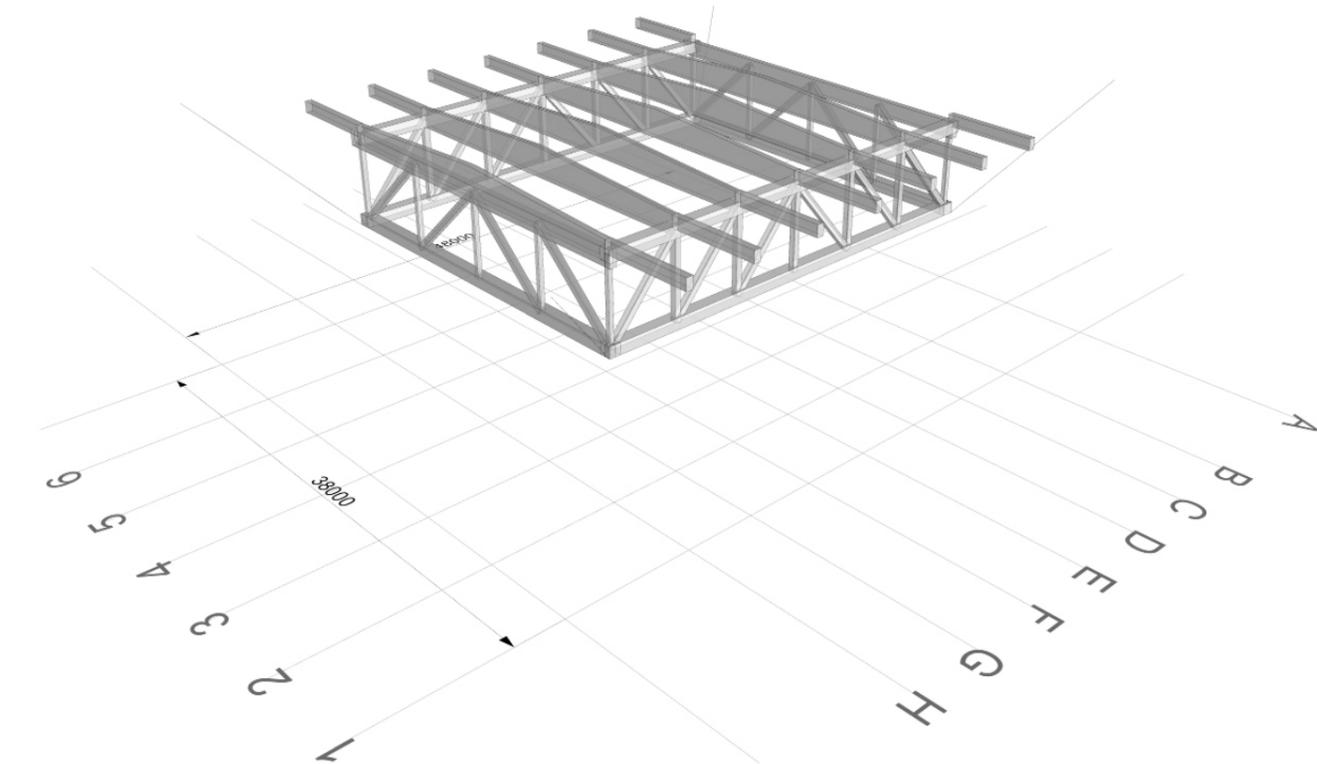
über
zloy



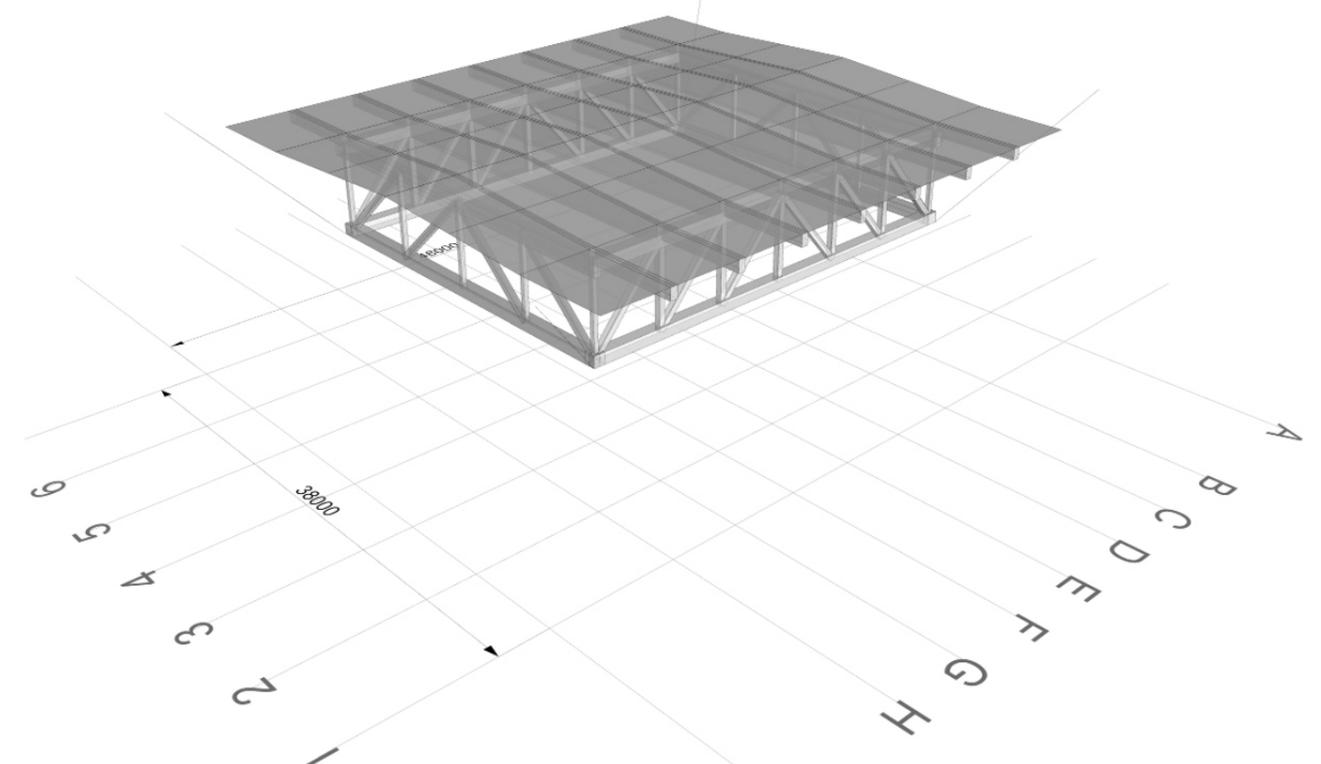
7.



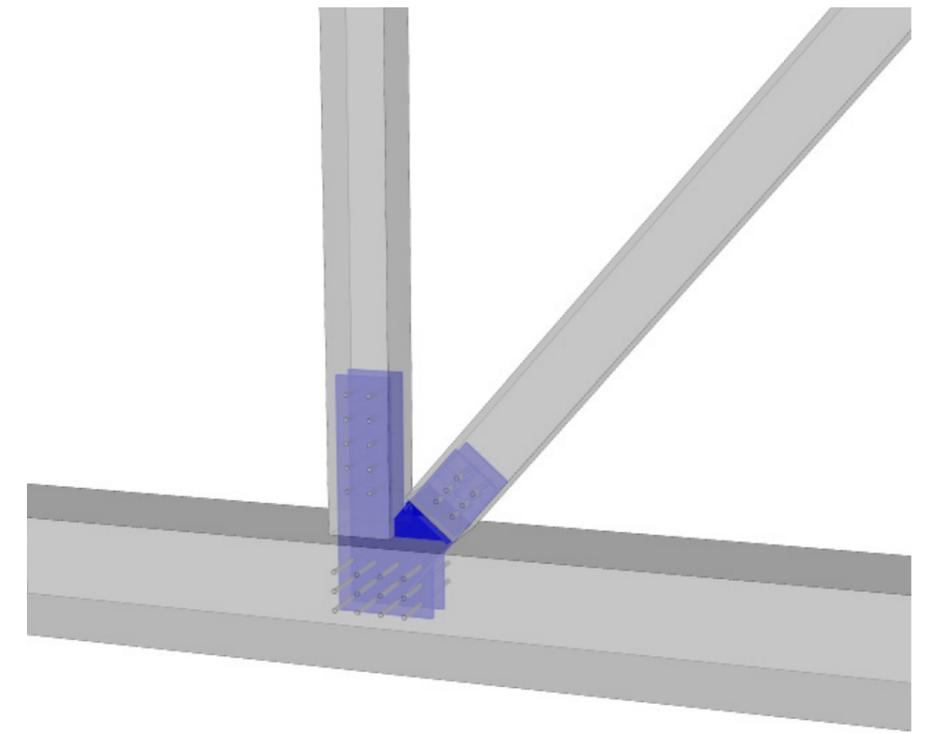
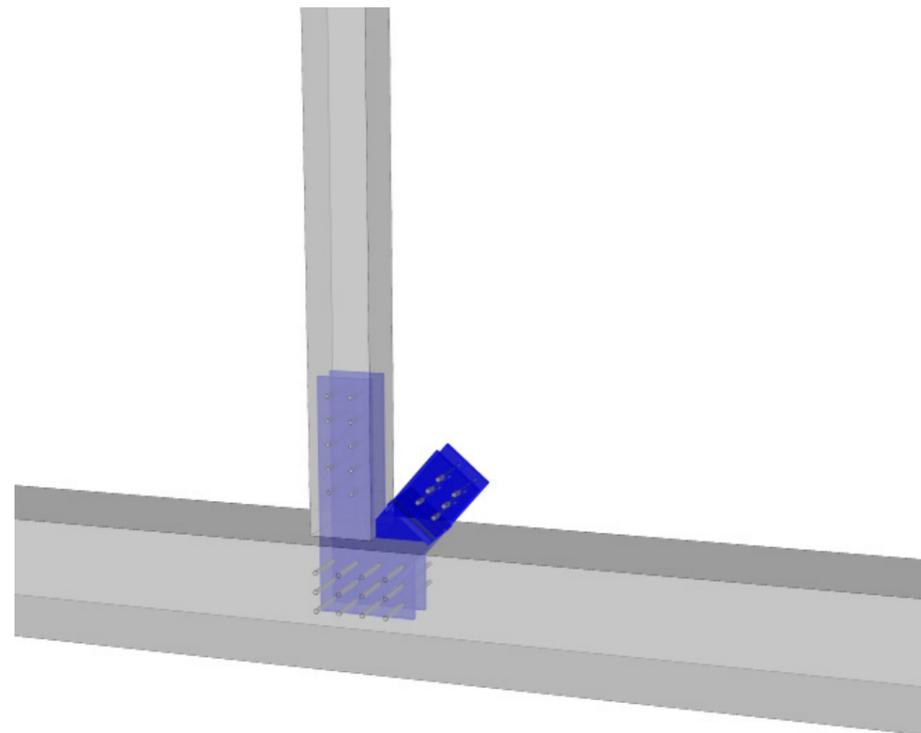
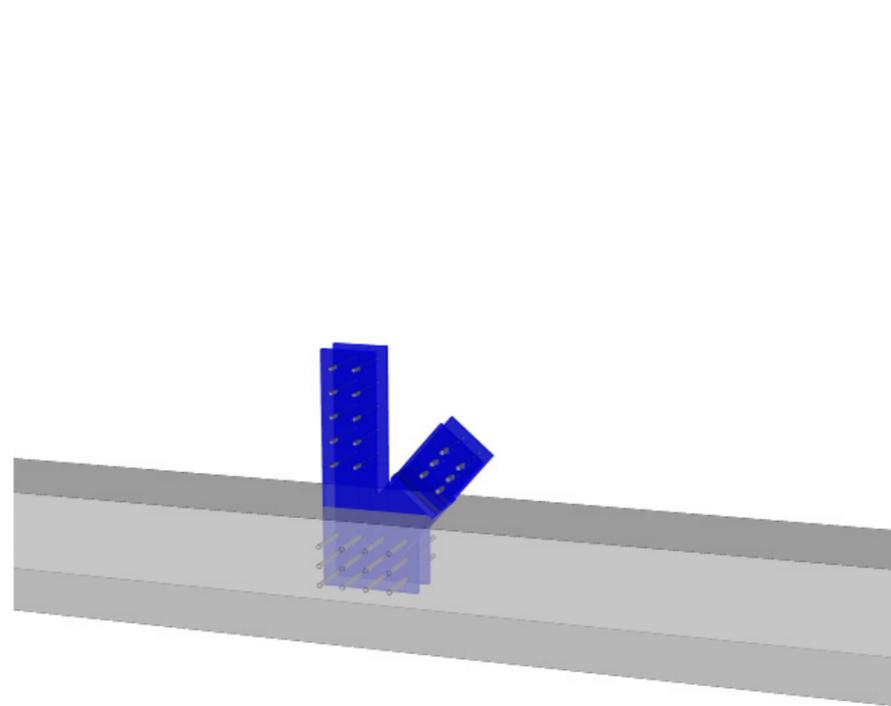
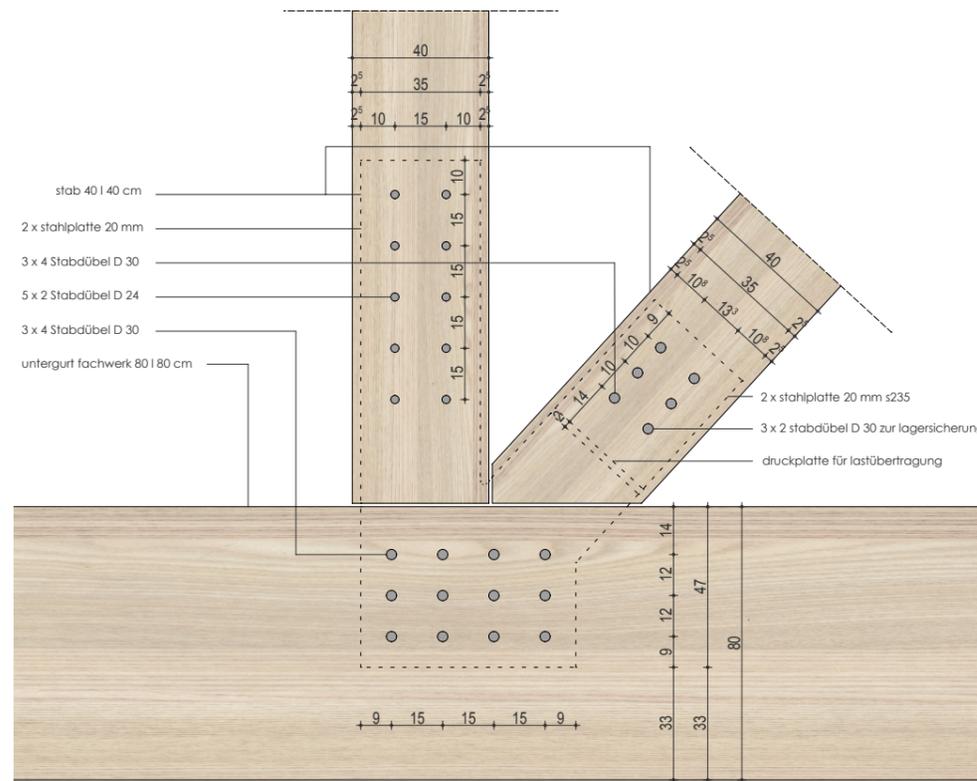
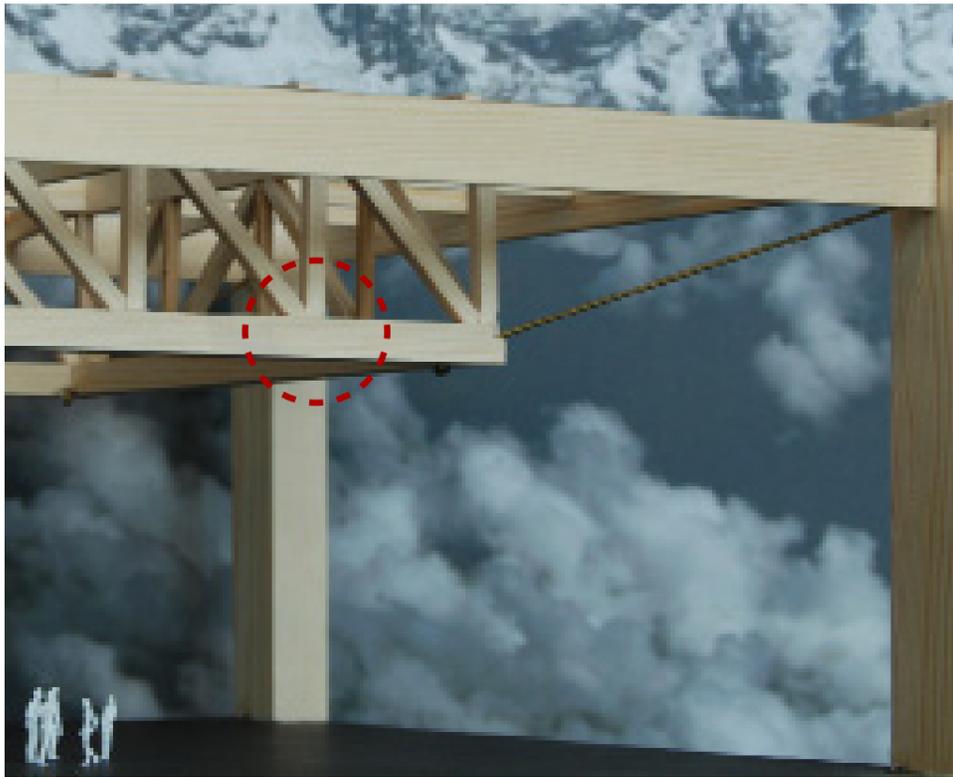
8. Wenn die Fachwerke verbunden sind, können sie mit dem Gleitlager feinjustiert werden und anschließend „eingehängt“ werden. Die Montagehilfen werden dann abgebaut. Die Konstruktion hängt an den Wänden.



9. Die Dachträger werden eingehängt.

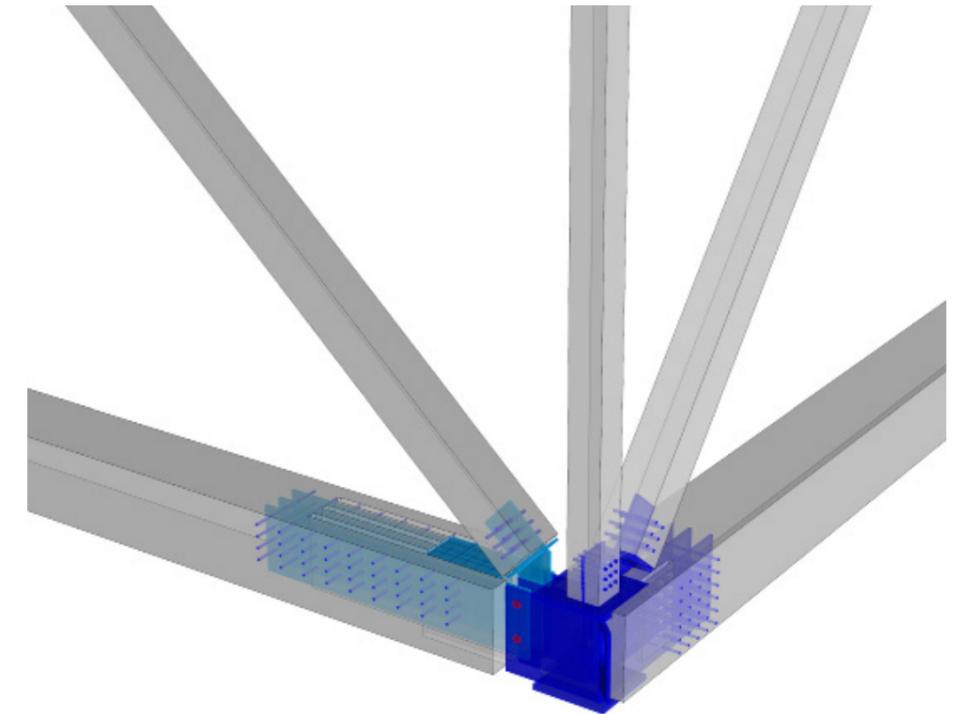
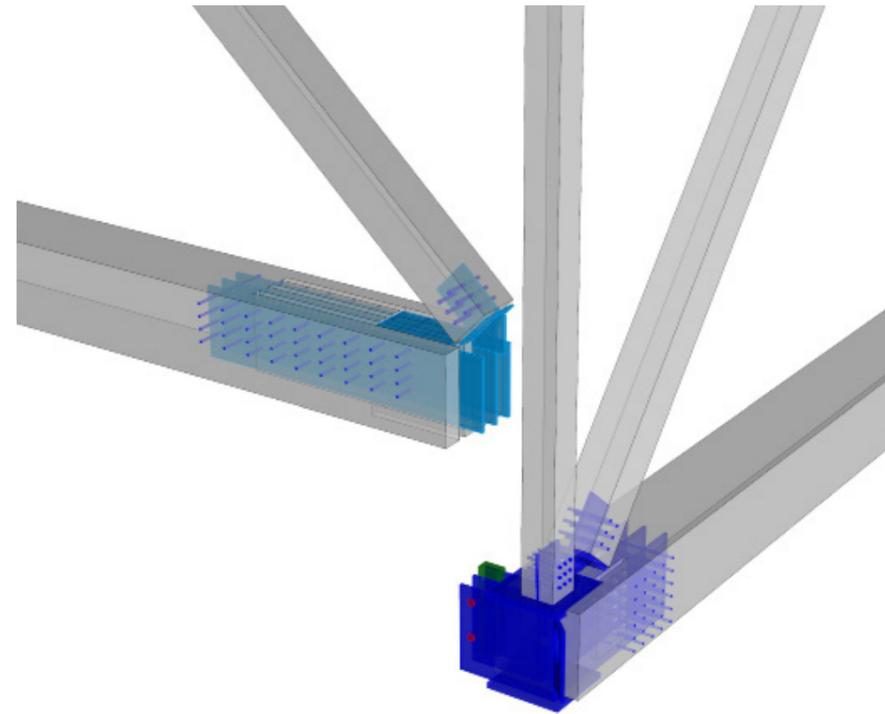
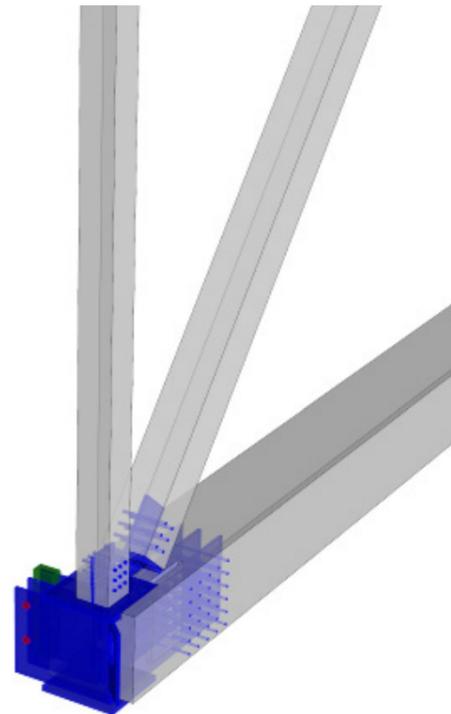
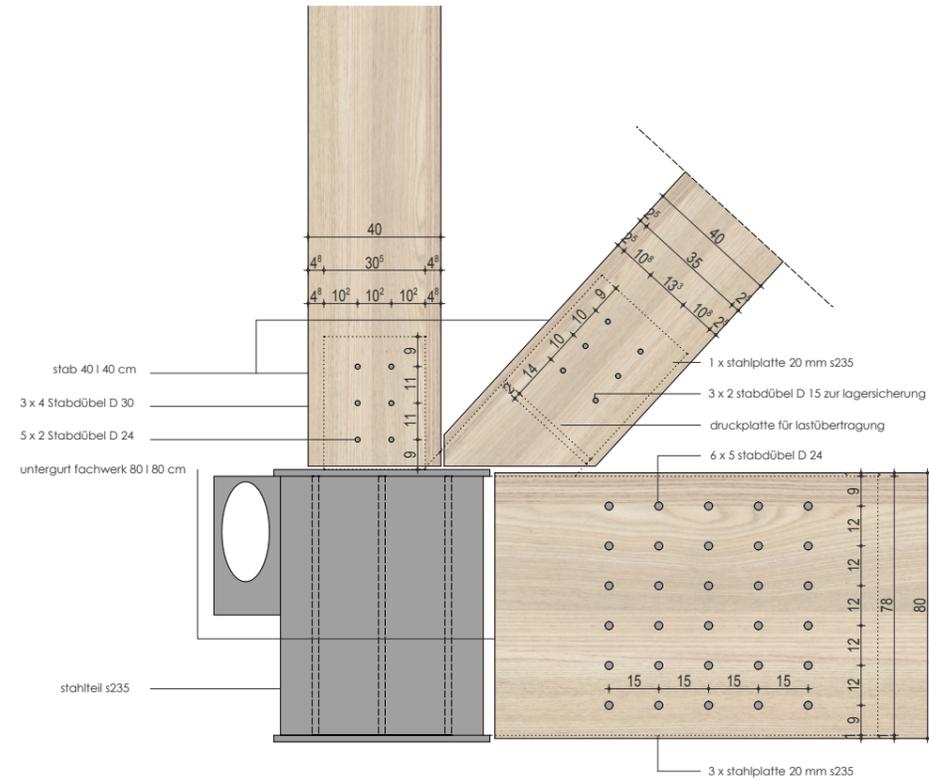
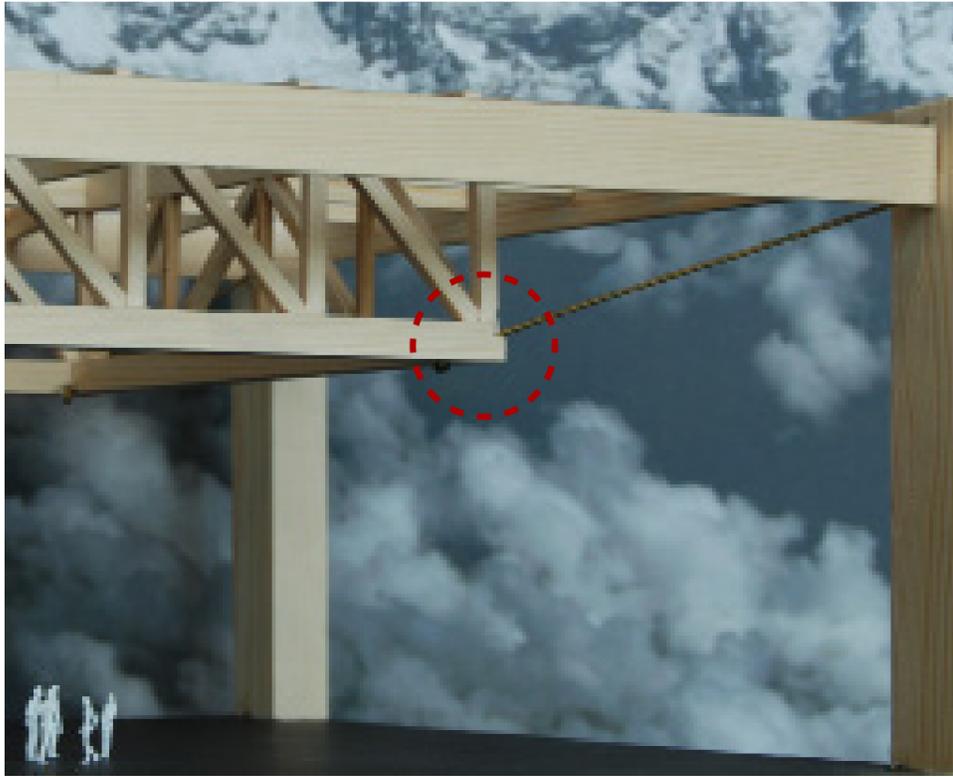


10. Dann werden die Dachelemente draufgelegt.



Knoten 1 : Montageriehnfolge Fachwerkstäbe mit Untergurt

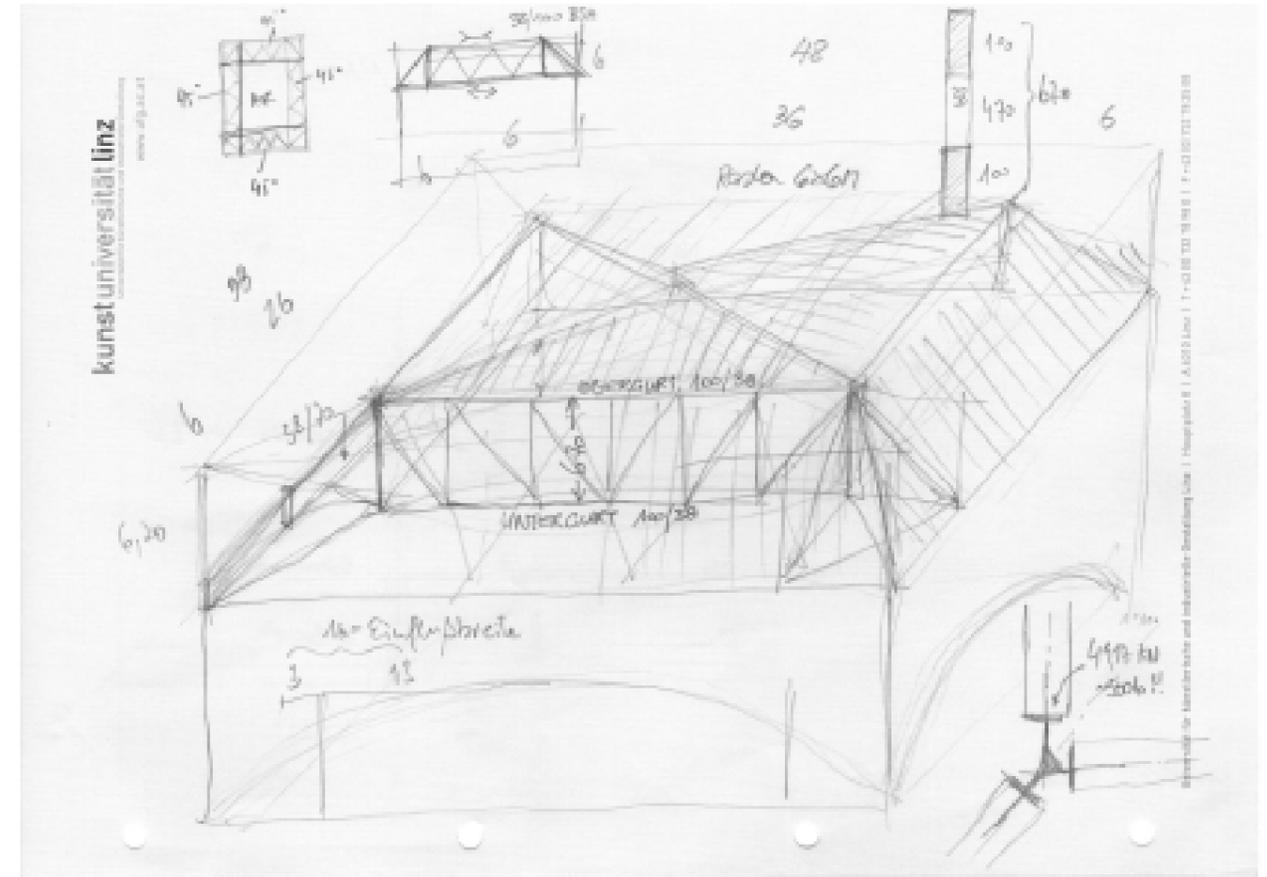
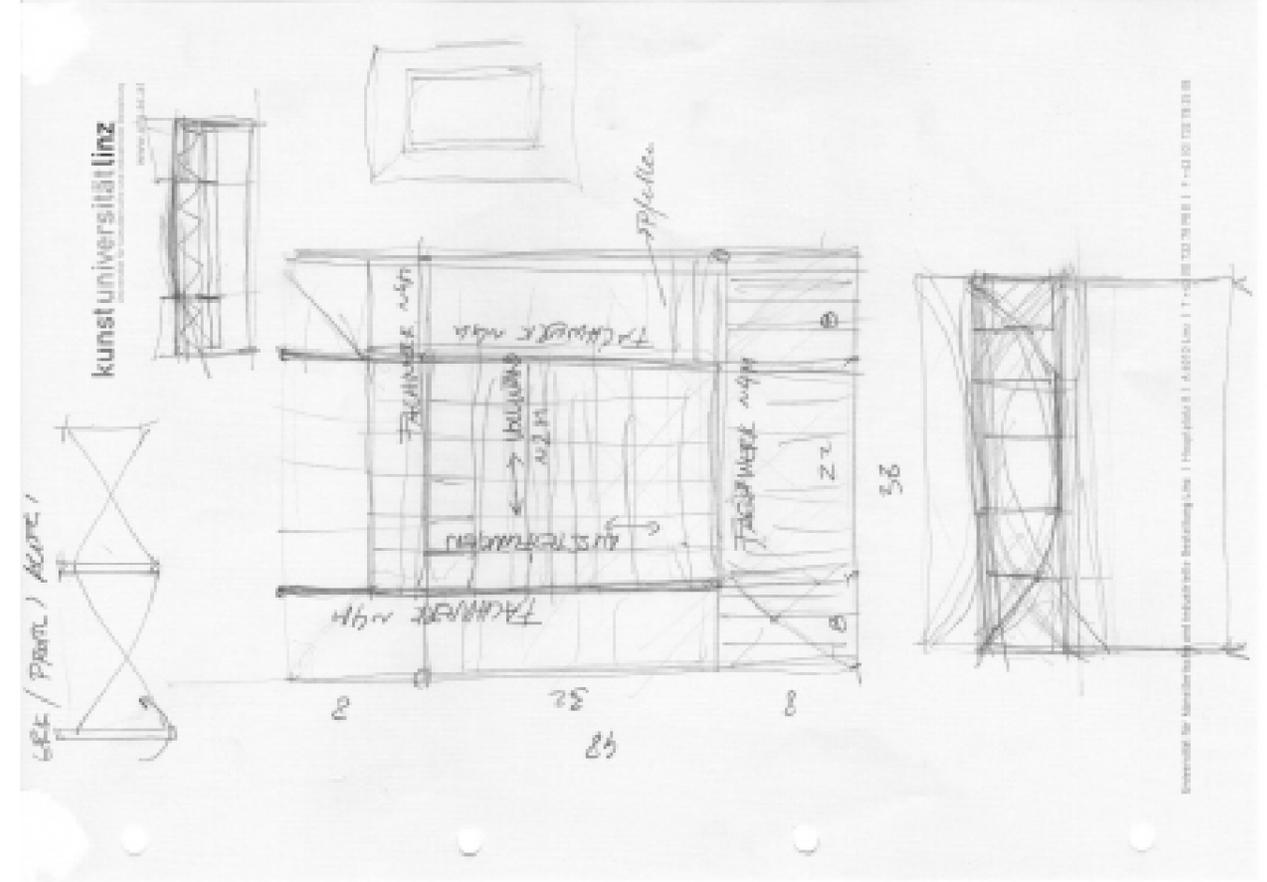
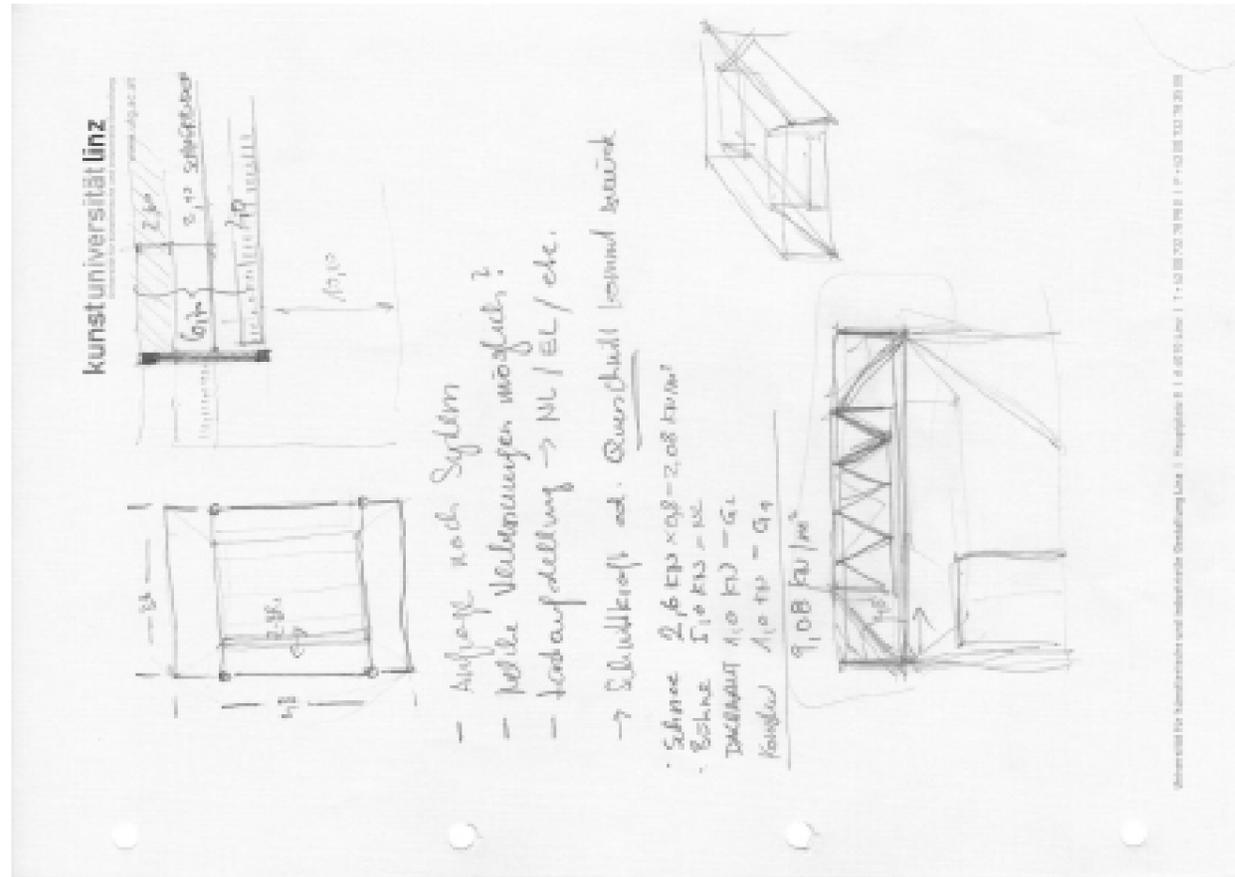
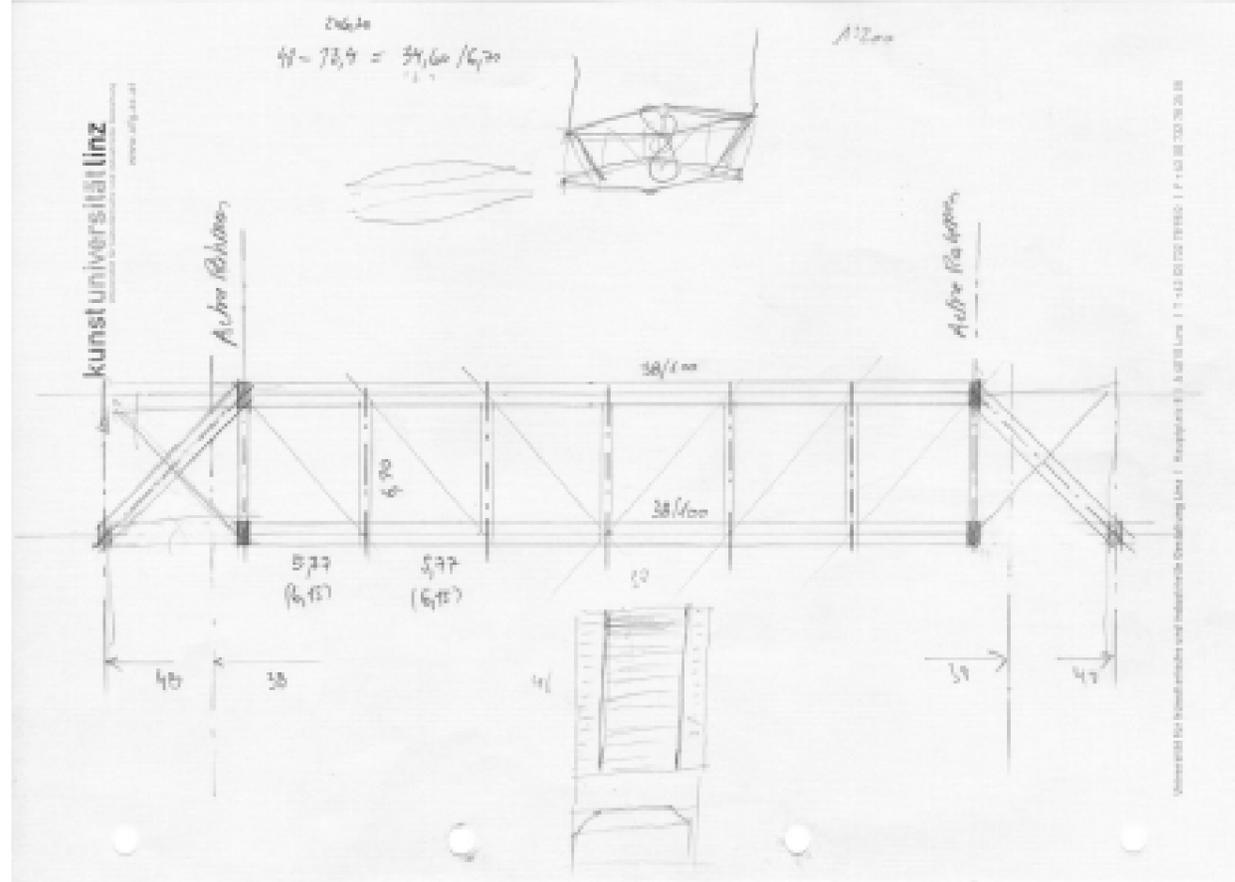
<p>PROJEKTARBEIT 3 - team 3 schindler wehinger moser leuthner</p>	<p>PROJEKT: DIE TRAGWEITE DES HOLZBAUS [PROBEBÜHNE FESTSPIELHAUS BREGENZ]</p>	<p>PROJEKTPHASE: MODUL 7 DATUM: 16.05.2014</p>	<p>INHALT: MONTAGE KNOTEN 1</p>
---	---	--	--

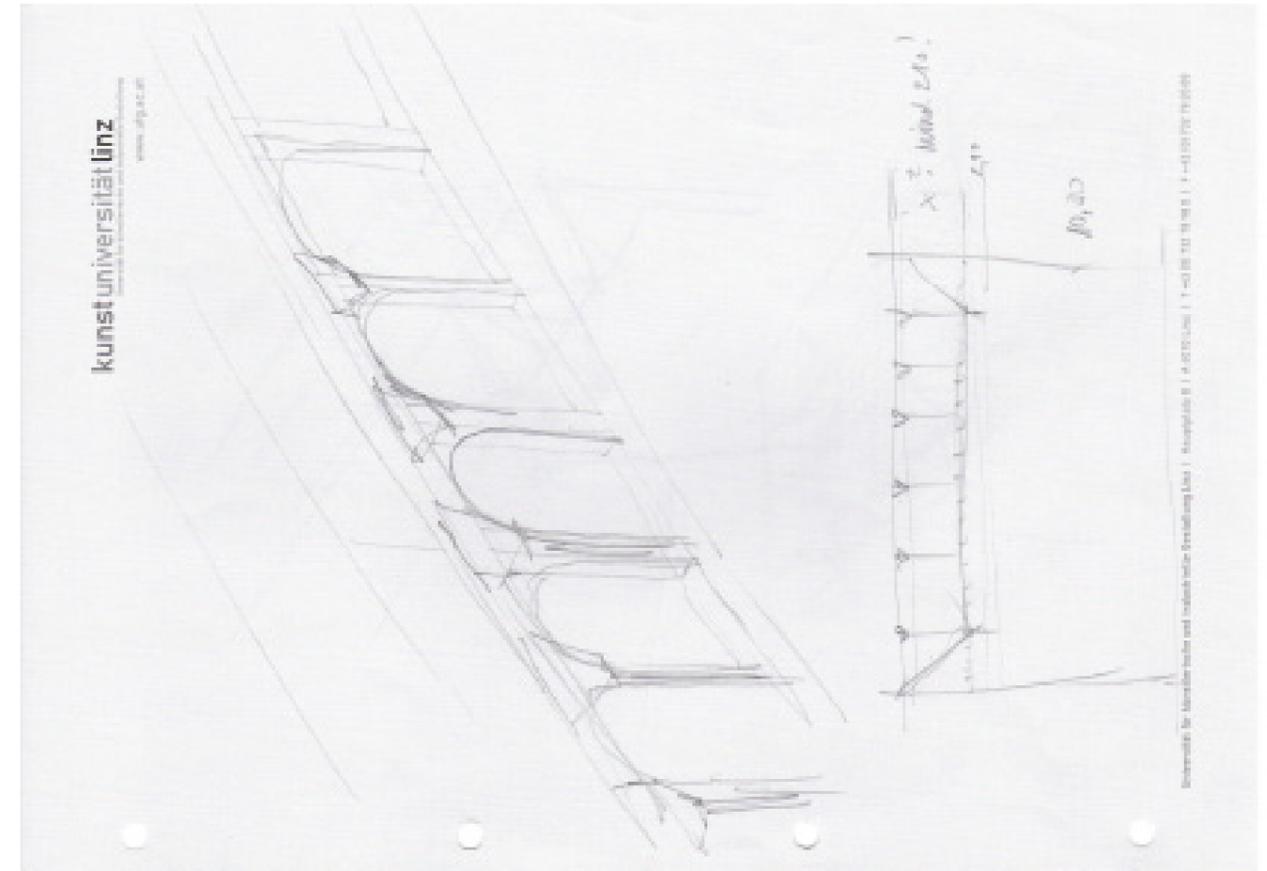
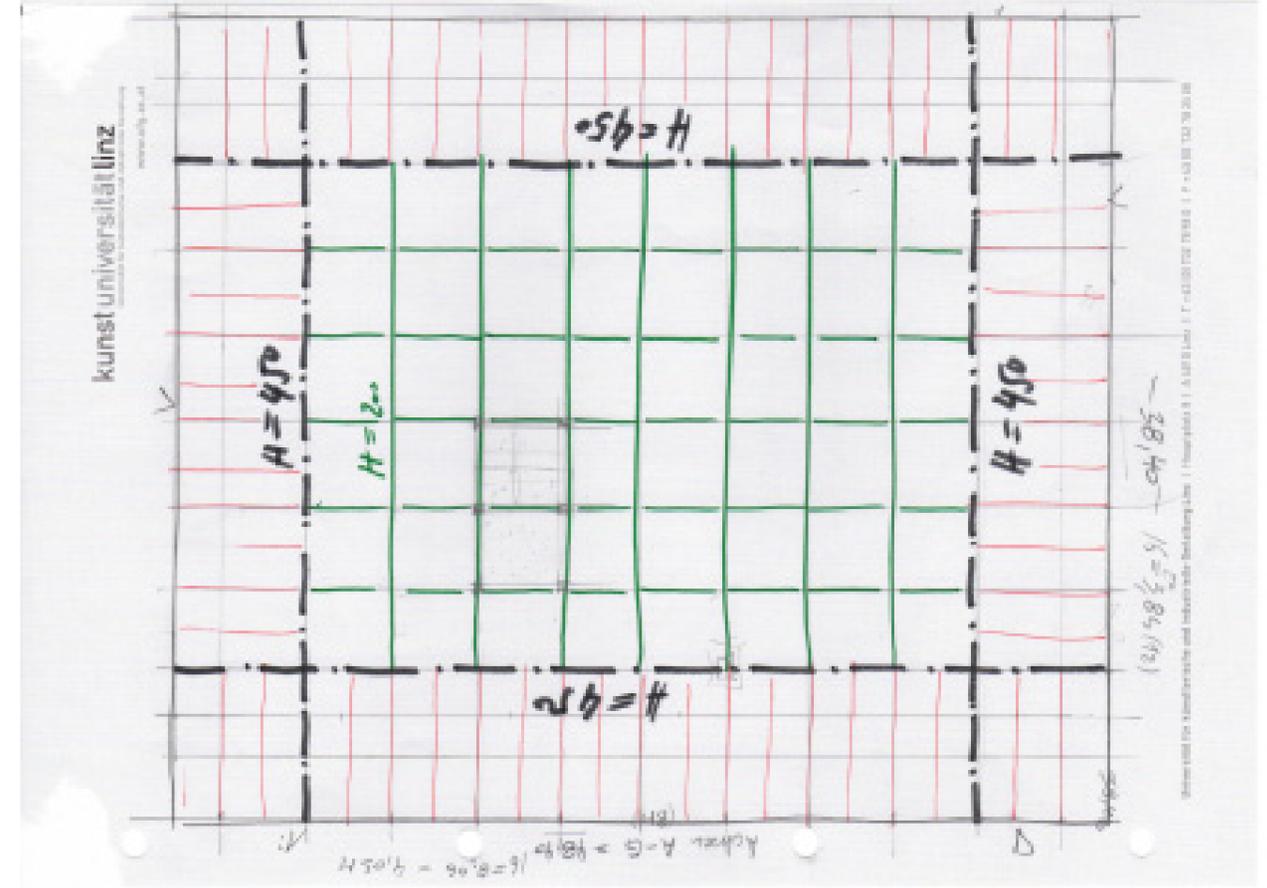
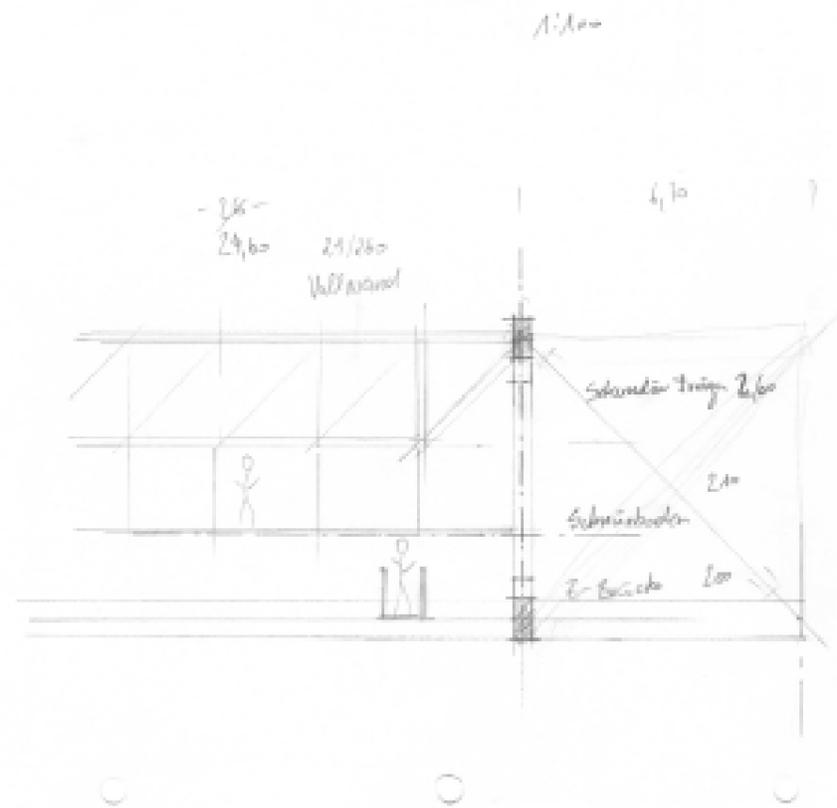
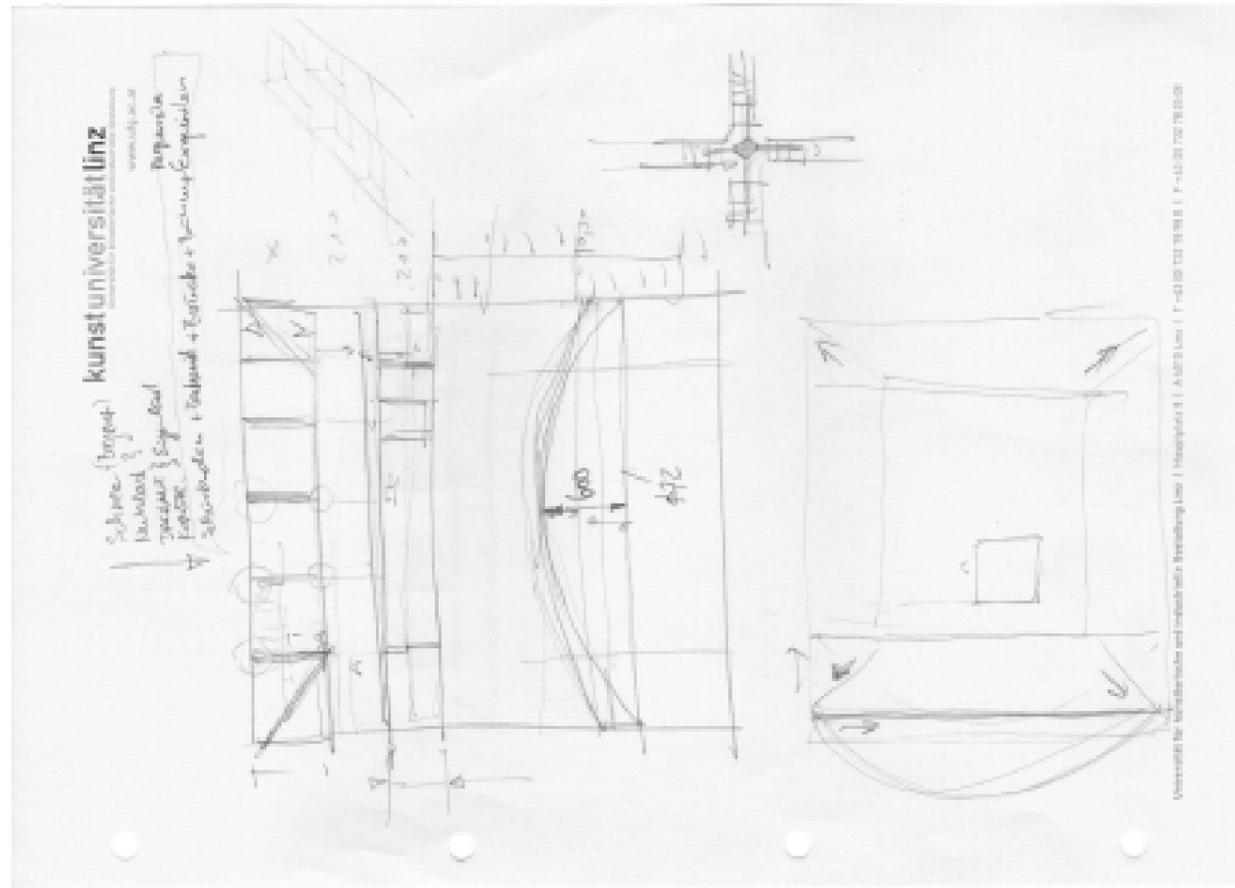


Knoten 2: Vormontiert in 10m Höhe

Knoten 2: Fachwerk wird in Position gehoben

Knoten 2: Fachwerke werden am Untergurtnoten verbunden





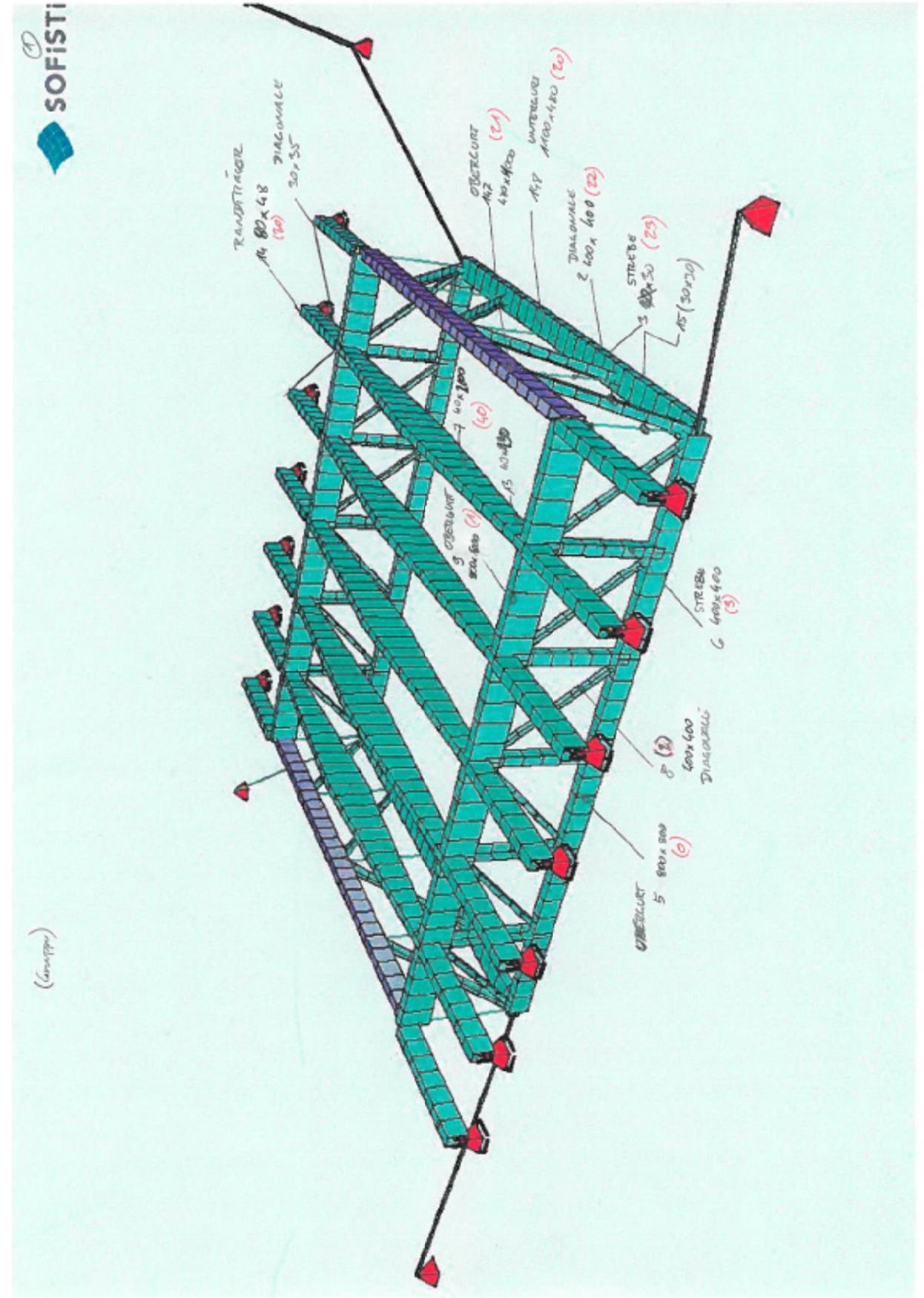
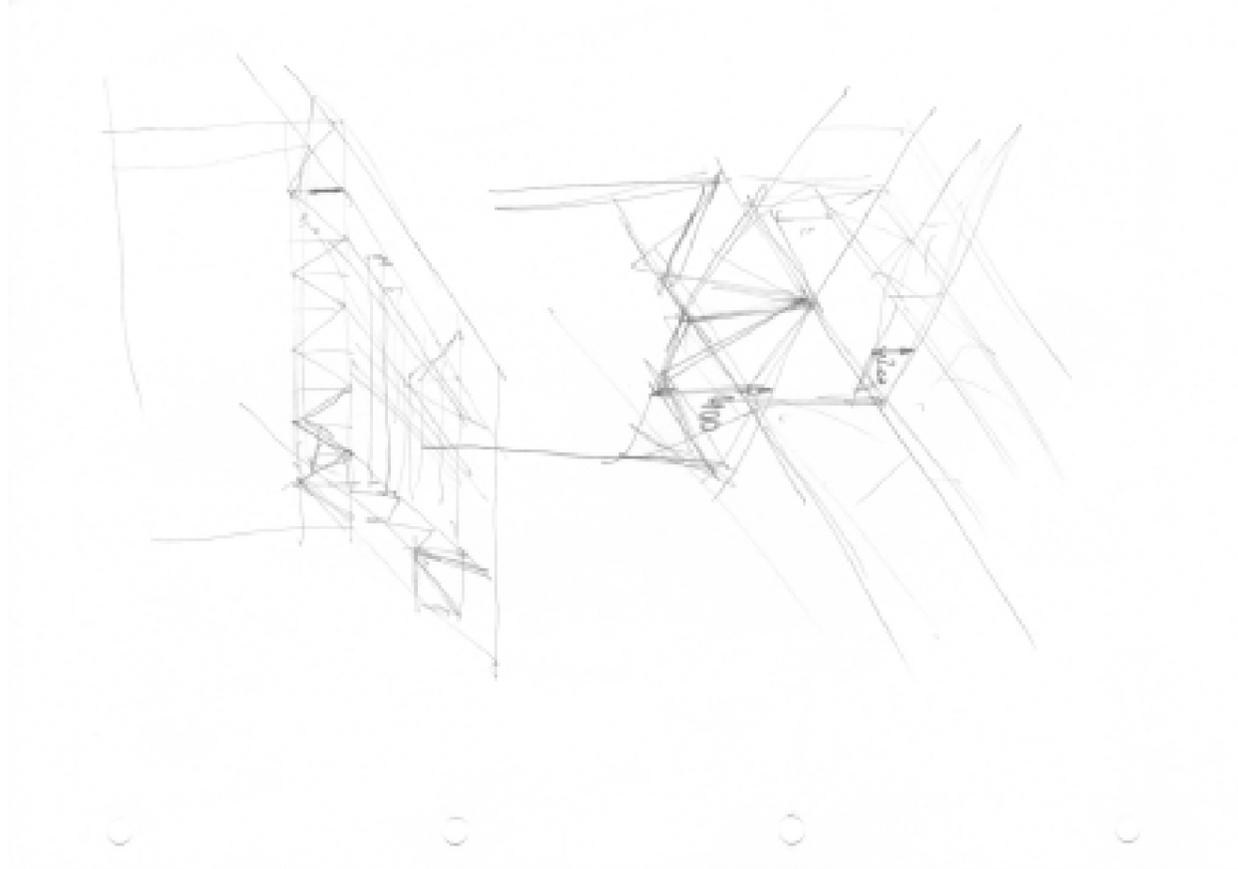
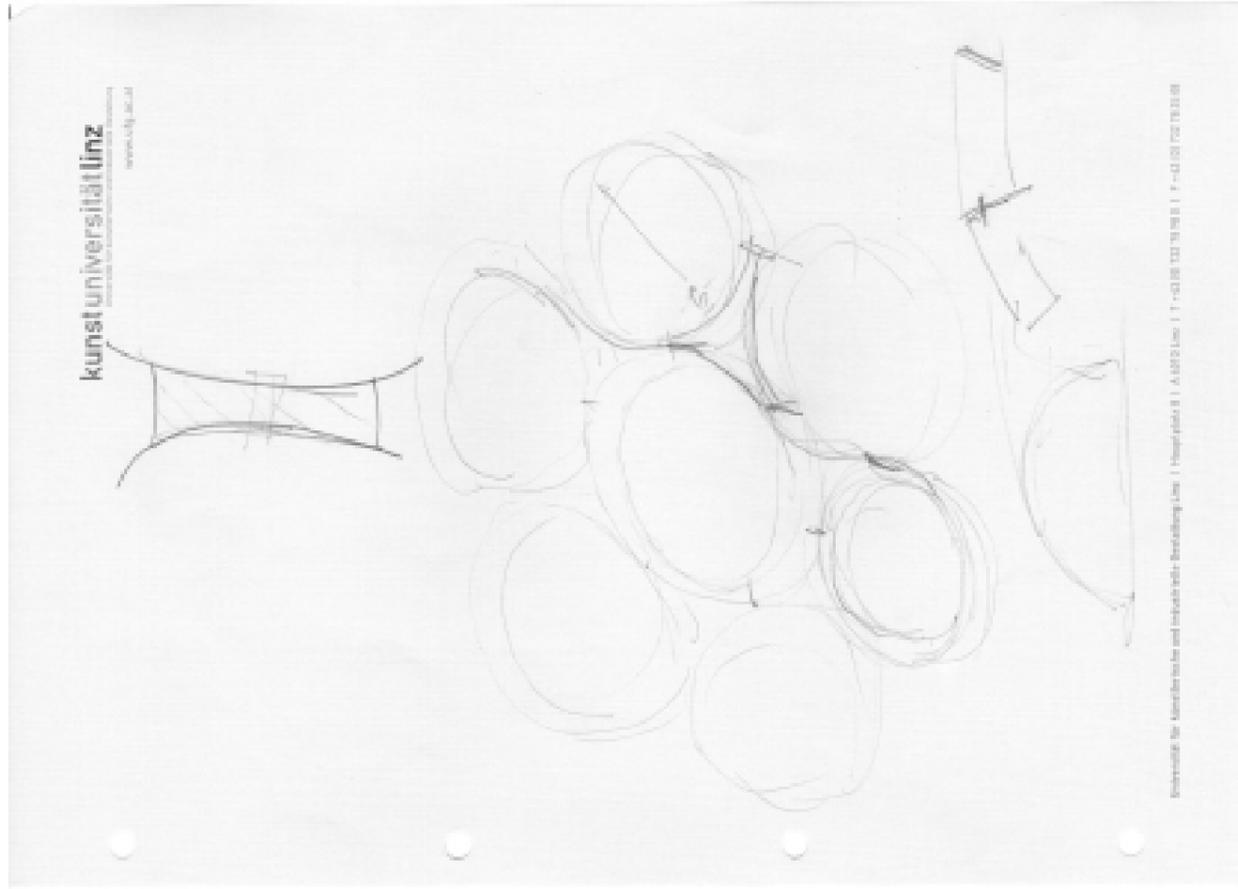
PROJEKTARBEIT 3 - team 3
schindler | wehinger | moser | leuthner

PROJEKT:
DIE TRAGWEITE DES HOLZBAUS
[PROBEBÜHNE FESTSPIELHAUS BREGENZ]

PROJEKTPHASE:
MODUL 7
DATUM:
16.05.2014

INHALT:
SKIZZEN KONSTRUKTION

über
joy

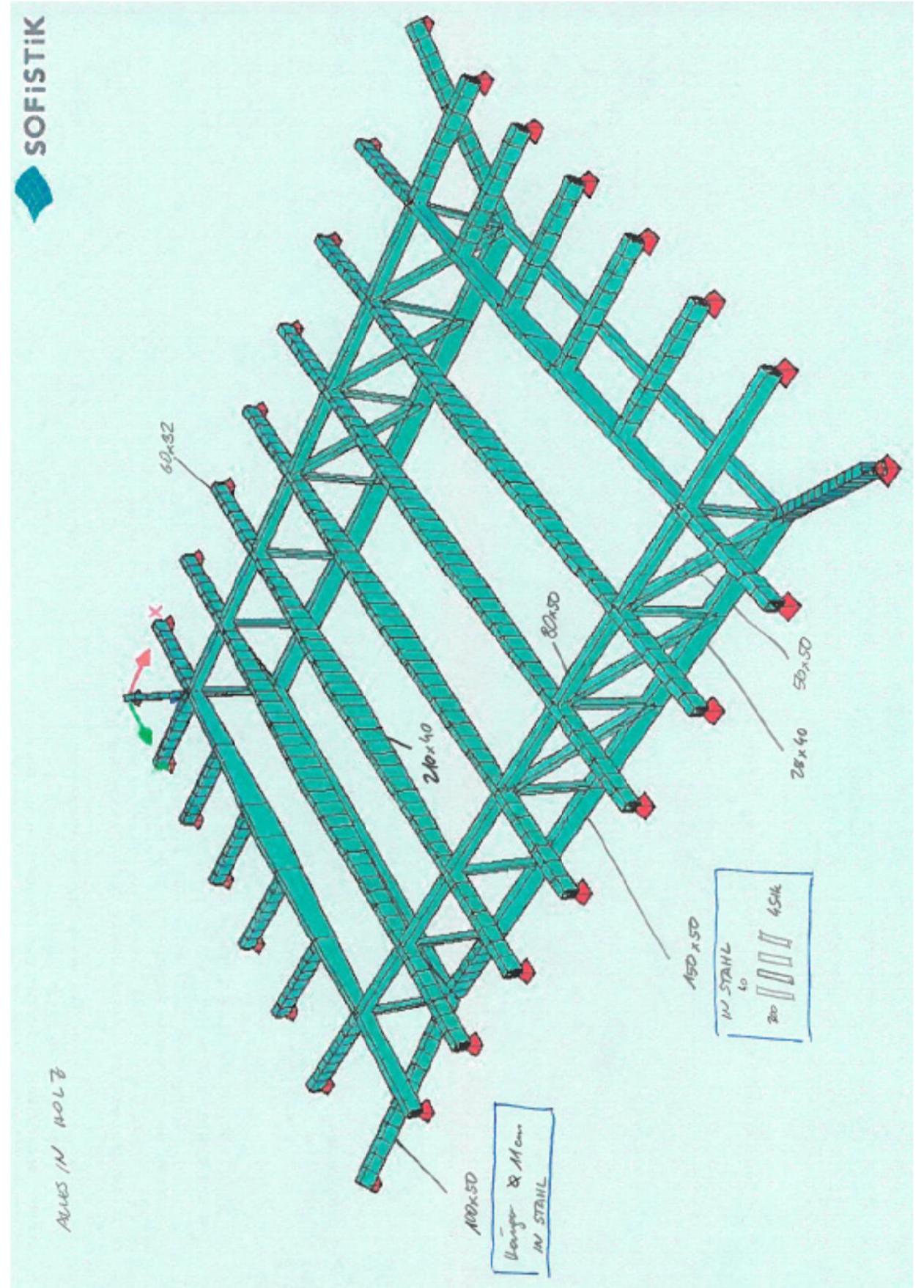
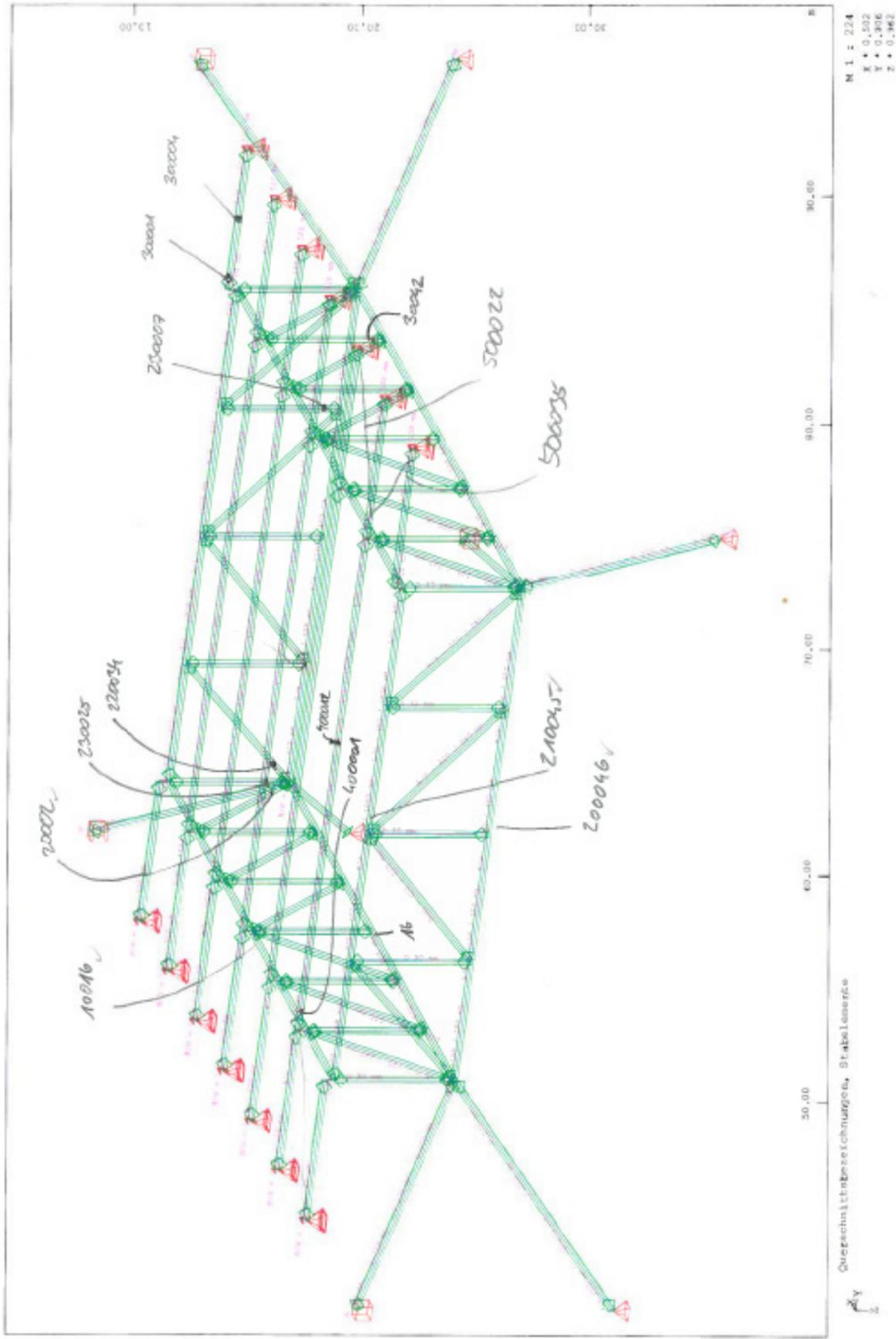


PROJEKTARBEIT 3 - team 3
schindler | wehinger | moser | leuthner

PROJEKT:
DIE TRAGWEITE DES HOLZBAUS
[PROBEBÜHNE FESTSPIELHAUS BREGENZ]

PROJEKTPHASE:
MODUL 7
DATUM:
16.05.2014

INHALT:
SKIZZEN KONSTRUKTION / STATIK

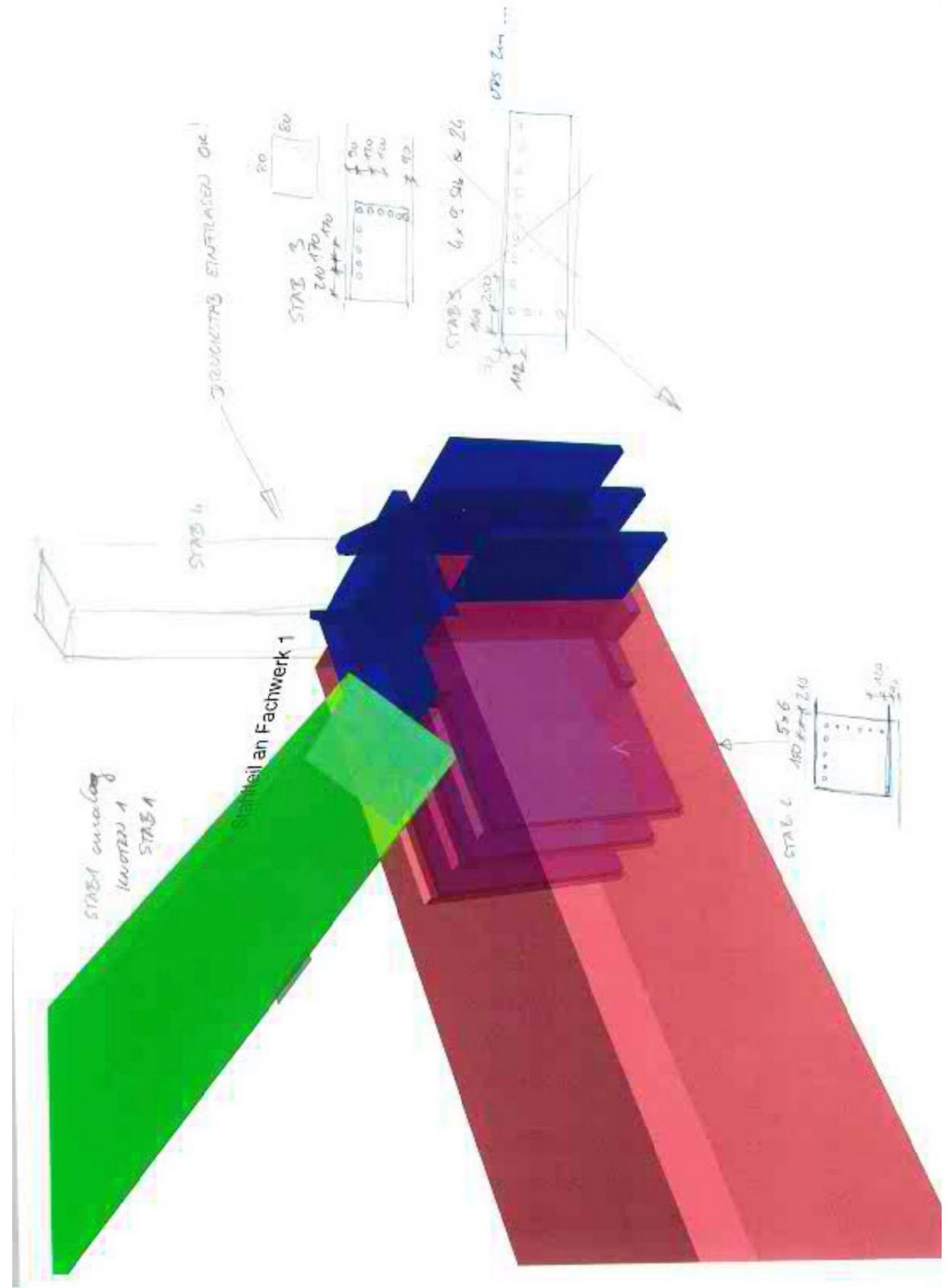
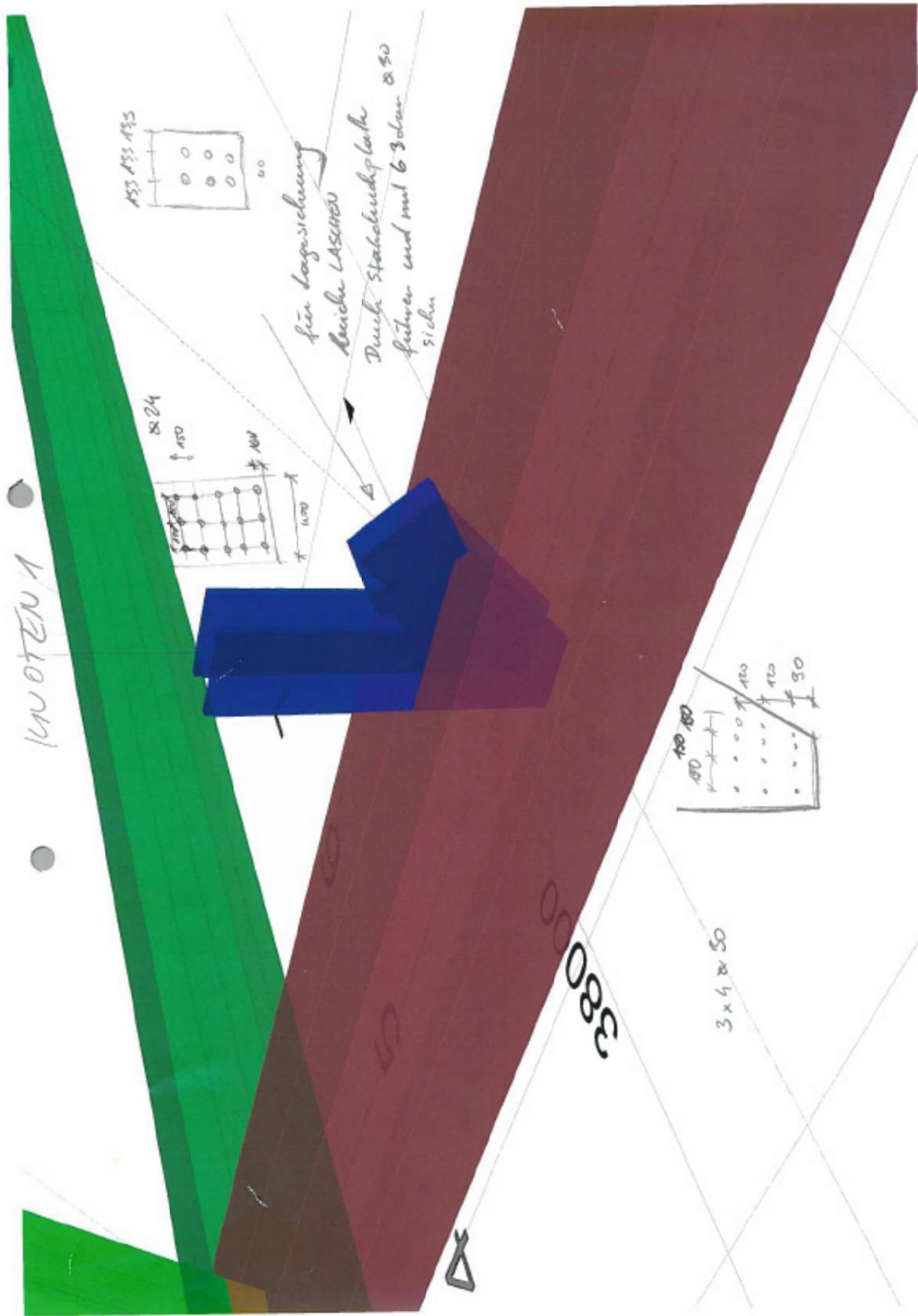


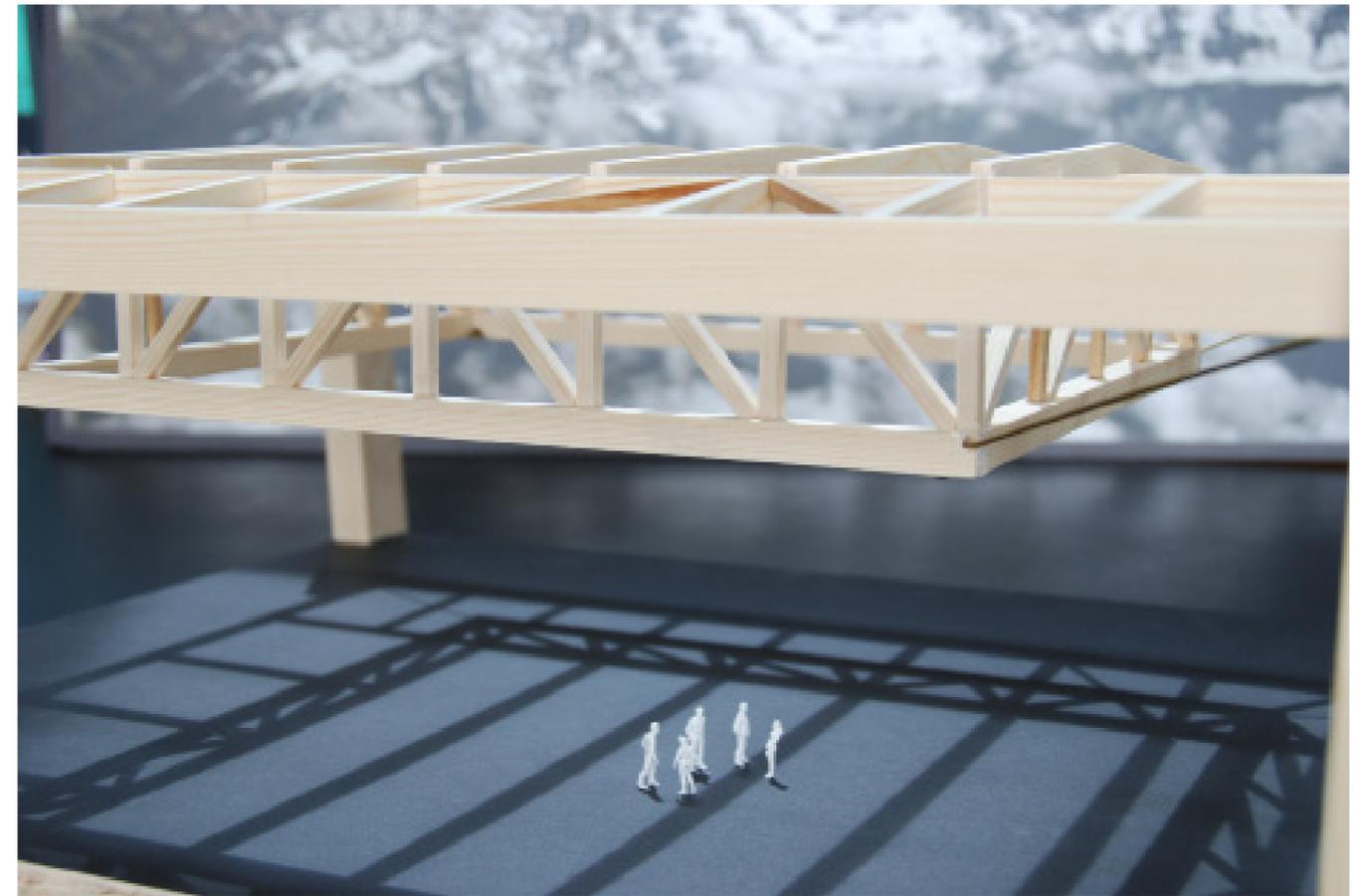
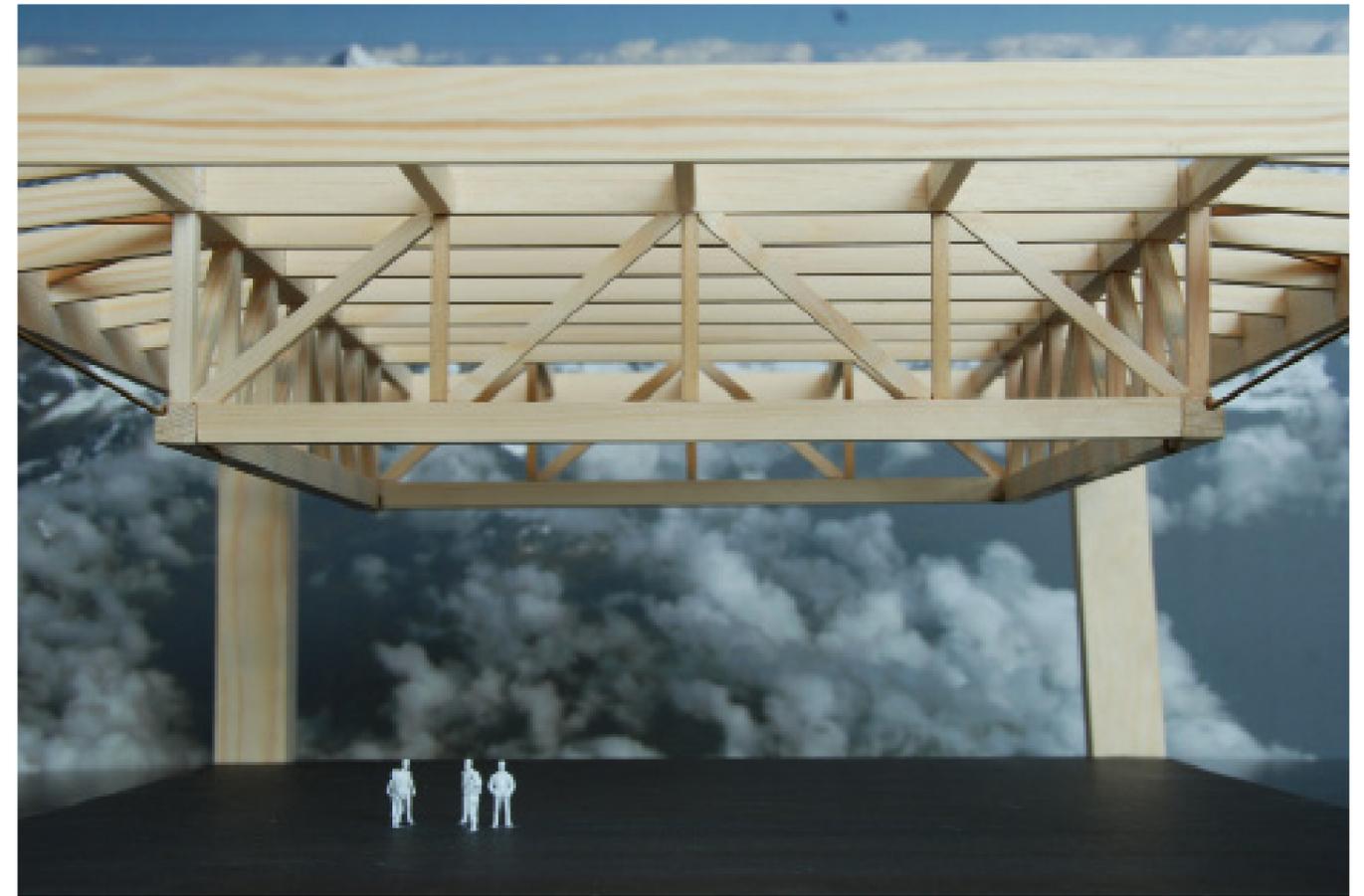
PROJEKTARBEIT 3 - team 3
schindler | wehinger | moser | leuthner

PROJEKT:
DIE TRAGWEITE DES HOLZBAUS
[PROBEBÜHNE FESTSPIELHAUS BREGENZ]

PROJEKTPHASE:
MODUL 7
DATUM:
16.05.2014

INHALT:
SKIZZEN STATIK



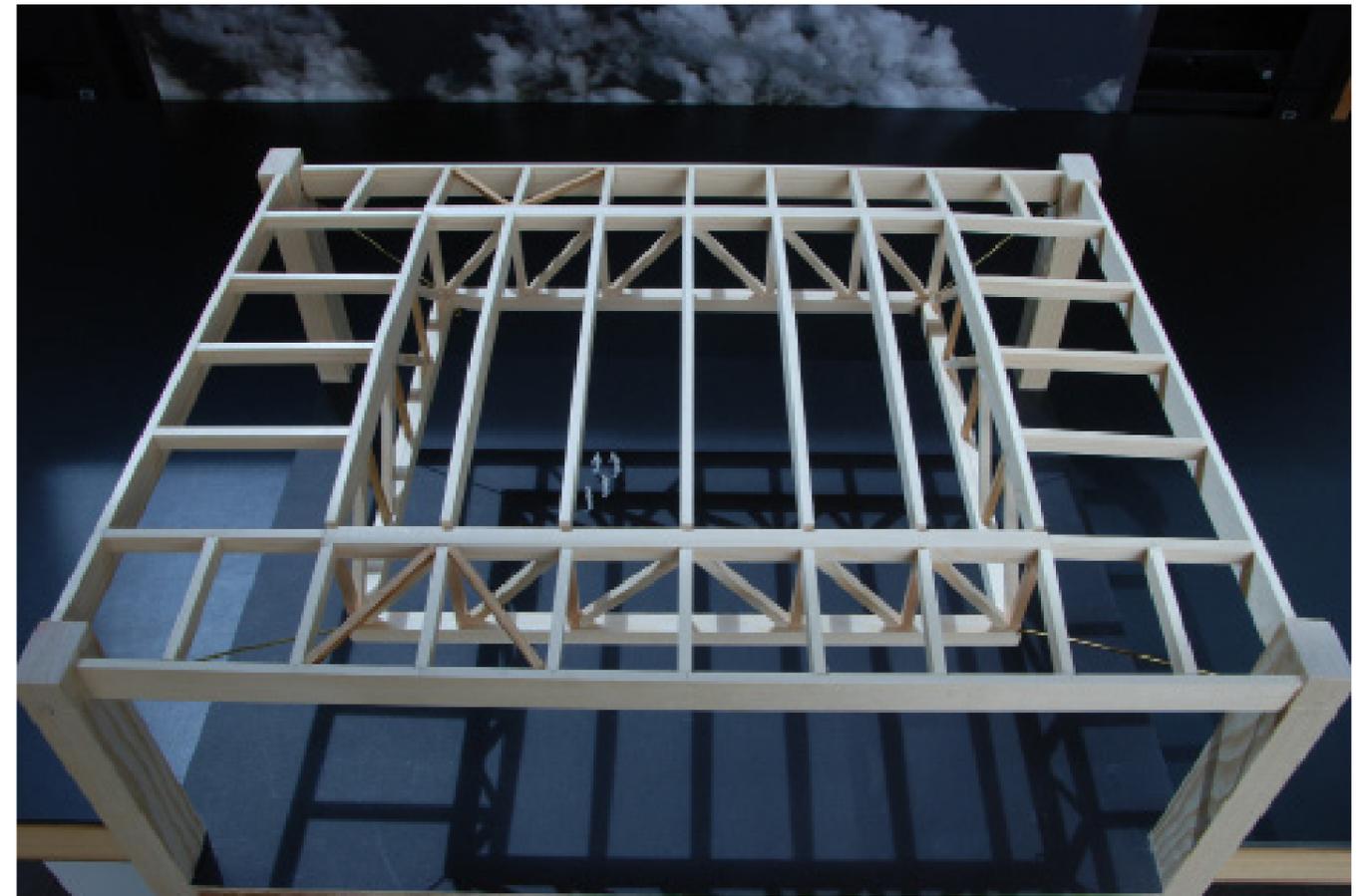
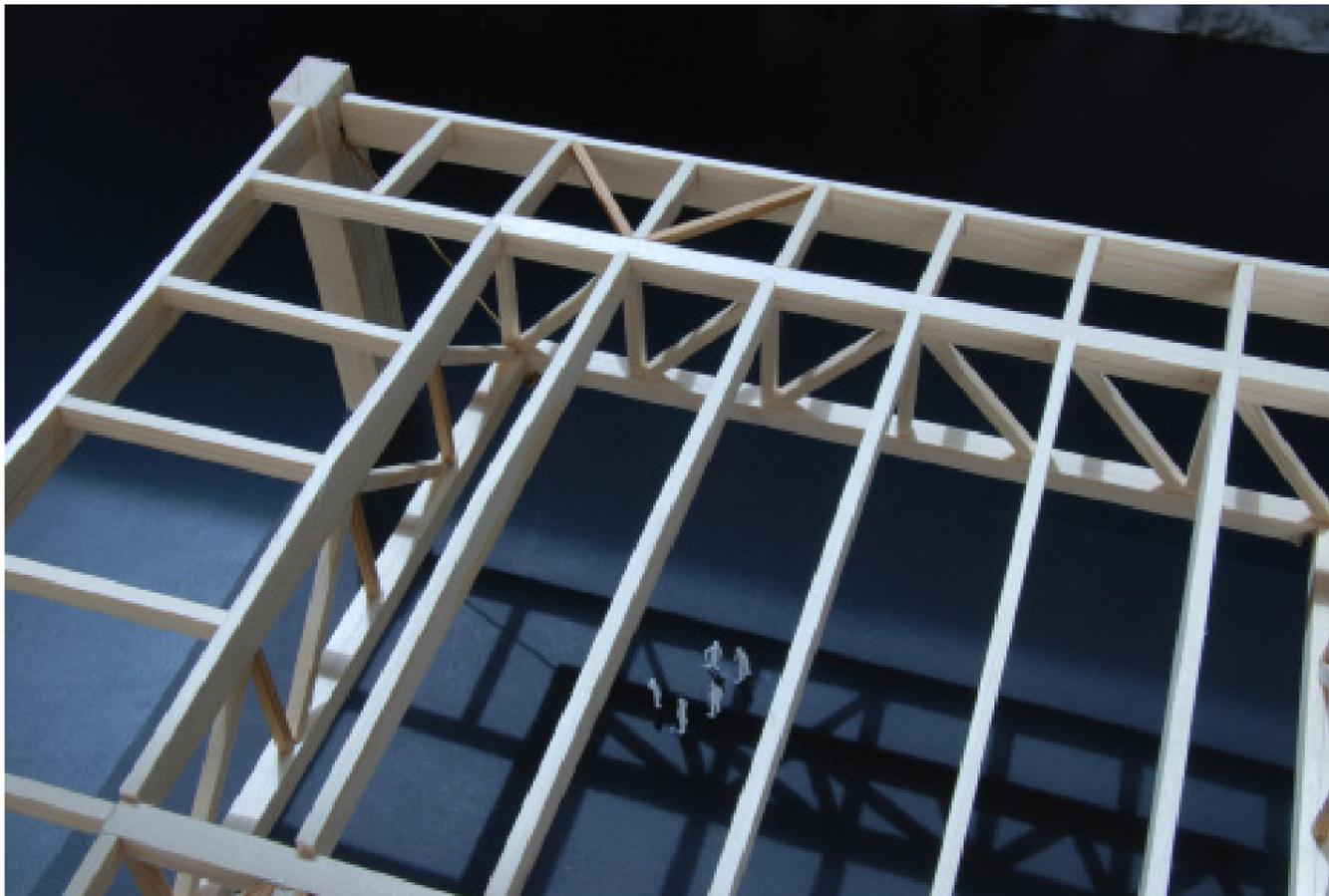
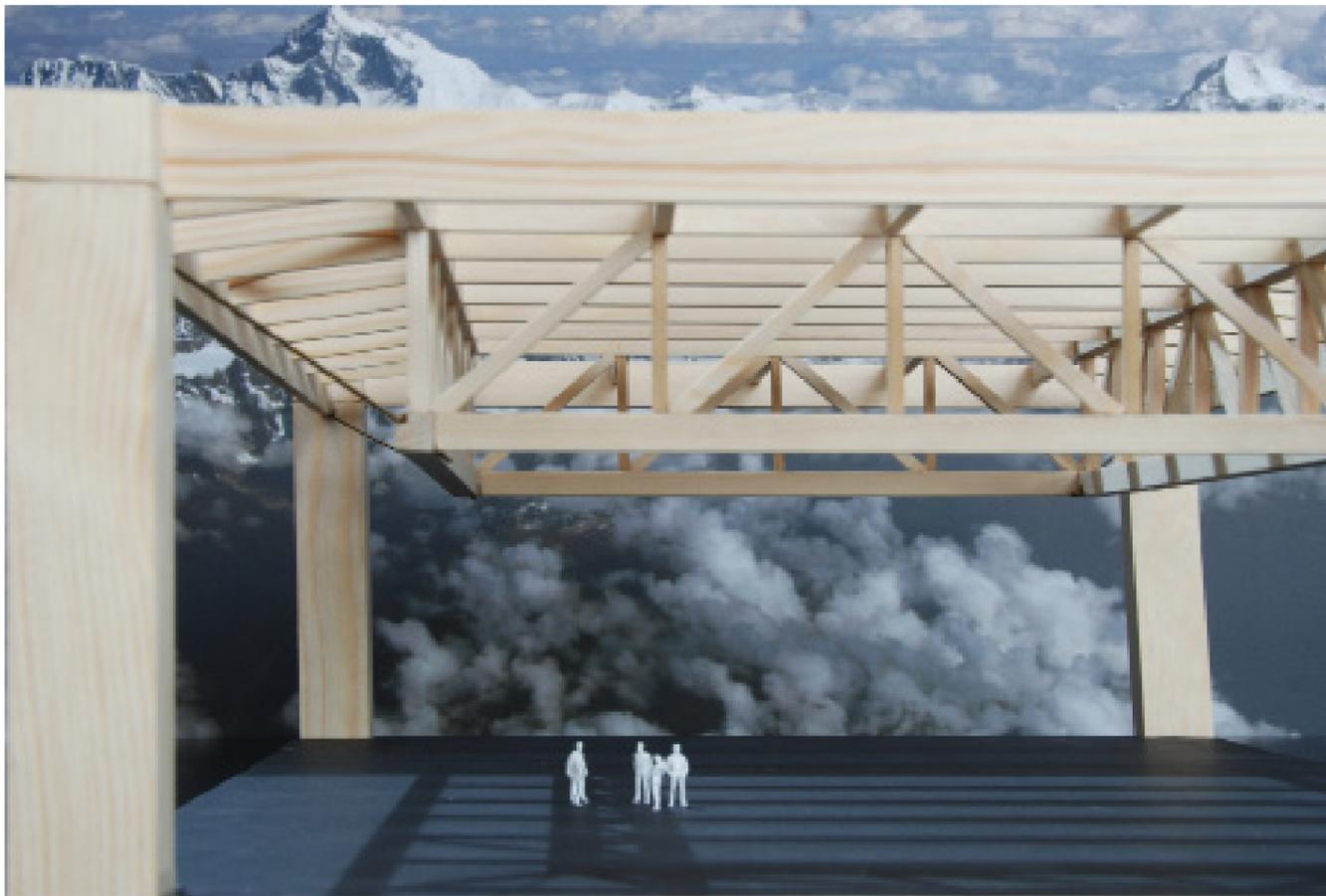


PROJEKTARBEIT 3 - team 3
schindler | wehinger | moser | leuthner

PROJEKT:
DIE TRAGWEITE DES HOLZBAUS
[PROBEBÜHNE FESTSPIELHAUS BREGENZ]

PROJEKTPHASE:
MODUL 7
DATUM:
16.05.2014

INHALT:
MODELLFOTOS

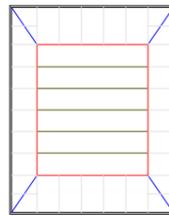


PROJEKTARBEIT 3 - team 3
schindler | wehinger | moser | leuthner

PROJEKT:
DIE TRAGWEITE DES HOLZBAUS
[PROBEBÜHNE FESTSPIELHAUS BREGENZ]

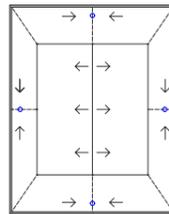
PROJEKTPHASE:
MODUL 7
DATUM:
16.05.2014

INHALT:
MODELLFOTOS



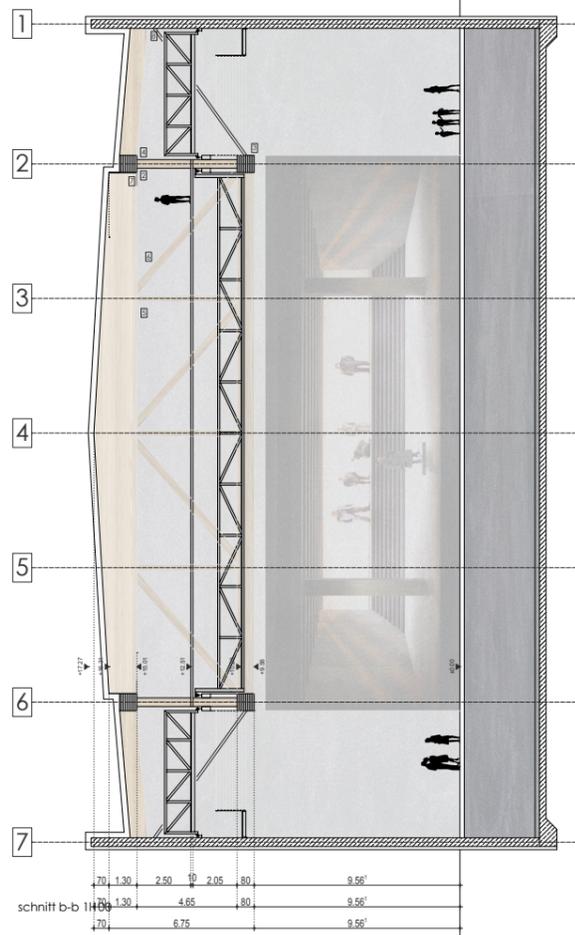
pikto statik

- primär konstruktion | fachwerkträger aus holz bilden einen geschlossenen systemring
- sekundär konstruktion | stahlsparren übertragen die lasten über zugkräfte in die aussenwände
- tertiär konstruktion | vollwandträger überspannen die fläche innerhalb des fachwerks
- quaternär konstruktion | vollwandträger spannen von der primärkonstruktion zur aussenwand

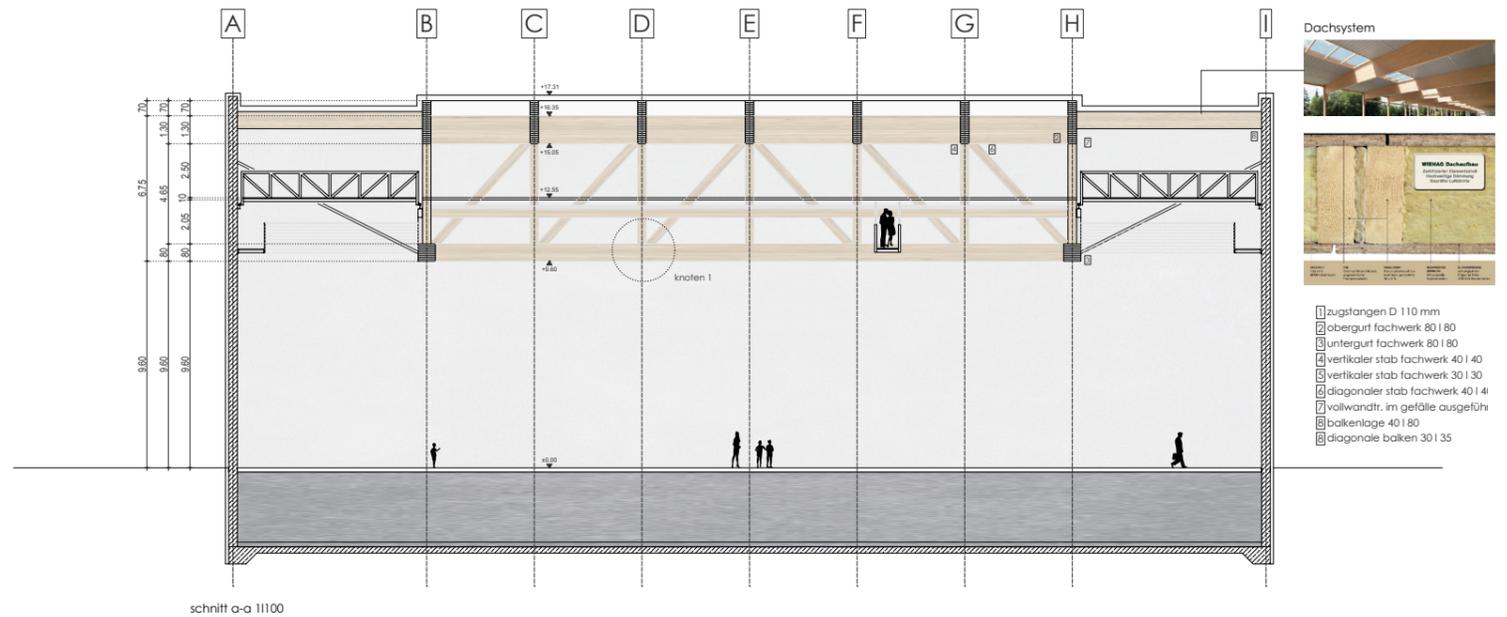


pikto dachentwässerung

- bei der entwässerung des daches wird ein first ausgebildet welcher das wasser in den äusseren ring führt, innerhalb dieses ringes wird das wasser jeweils in der mitte über vier punkte abgeführt.



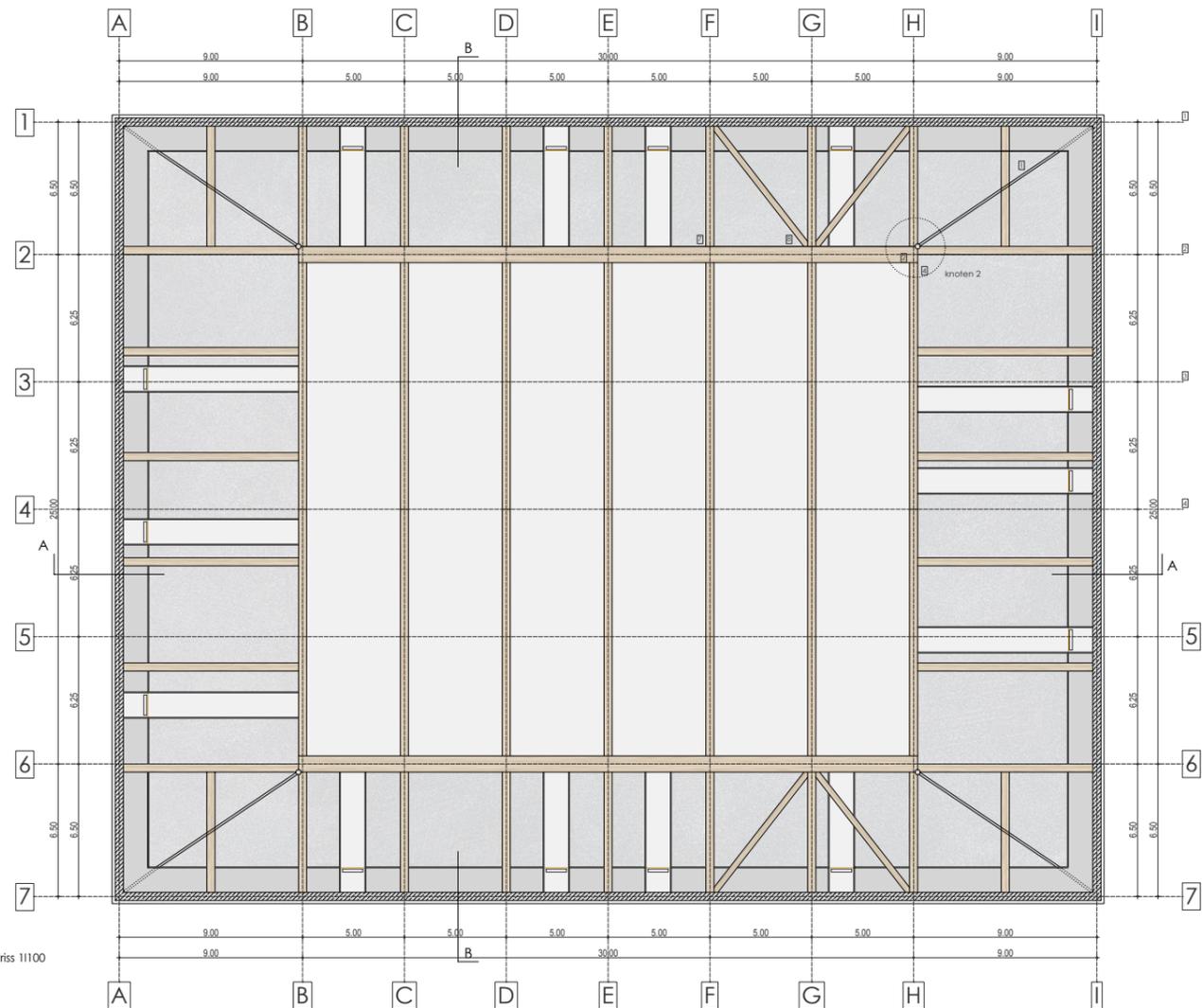
schnitt b-b 1:1100



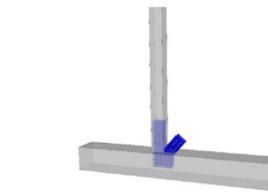
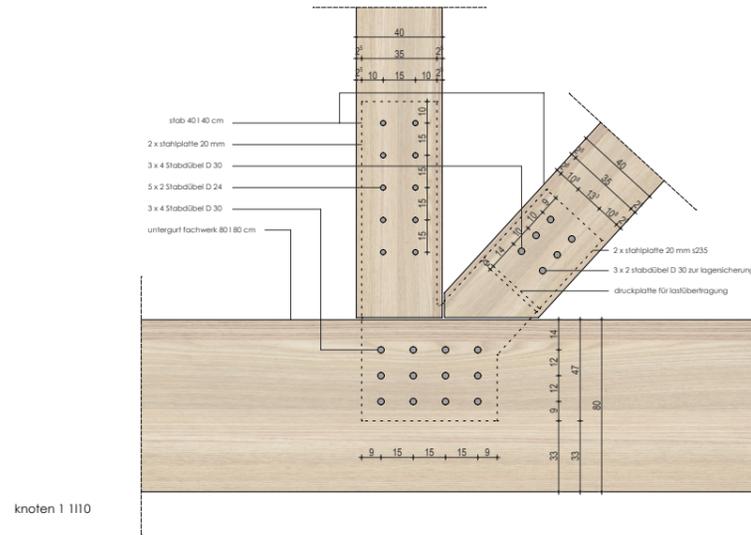
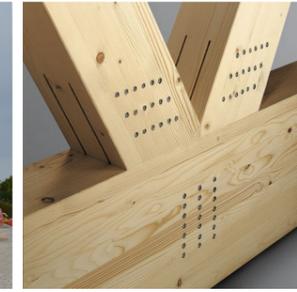
schnitt a-a 1:1100



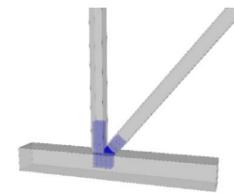
- Dachsystem
- zugstangen D 110 mm
 - obergurt fachwerk 80 | 80
 - untergurt fachwerk 80 | 80
 - vertikaler stab fachwerk 40 | 40
 - diagonaler stab fachwerk 40 | 40
 - vollwandtr. im gefälle ausgeführt
 - balkenlage 40 | 80
 - diagonale balken 30 | 35



grundriss 1:1100



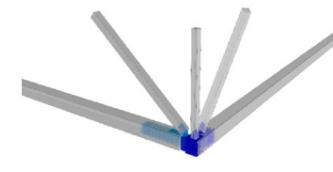
knoten 1 montagerihenfolge mit untergurt



knoten 1 montagerihenfolge mit untergurt

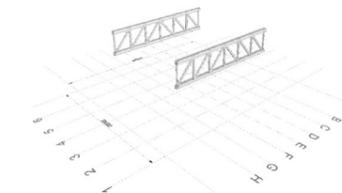


knoten 2 vormontiert in 10m höhe

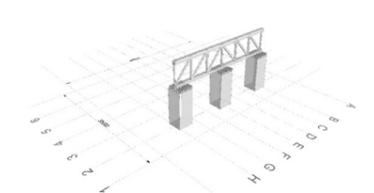


knoten 2 fachwerke werden in position gehoben und am untergurtknoten verbunden

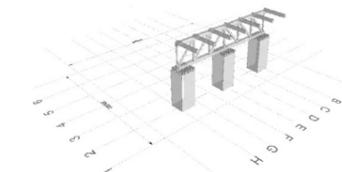
montage ablauf tragwerk



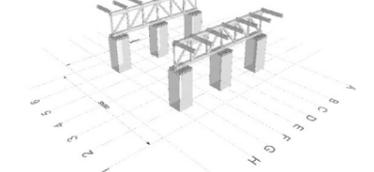
fachwerke werden in einzeteilen auf die baustelle geliefert und stehend vor ort zusammengebaut



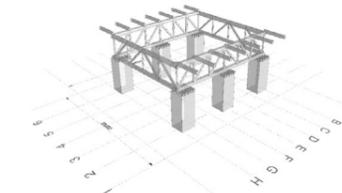
fachwerke werden auf die montagehilfen gesetzt



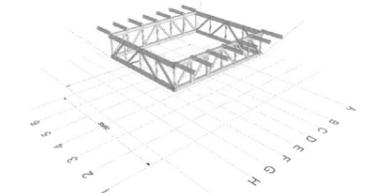
baken lage von fachwerkträger nach aussenwand wird montiert



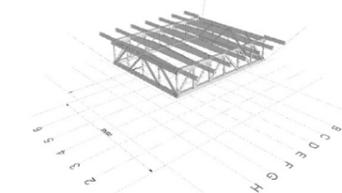
analoger montageablauf auf beiden seiten



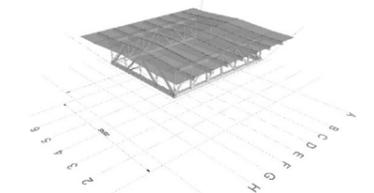
randbalken der konstruktion können eingehängt werden und bilden ein geschlossenes system



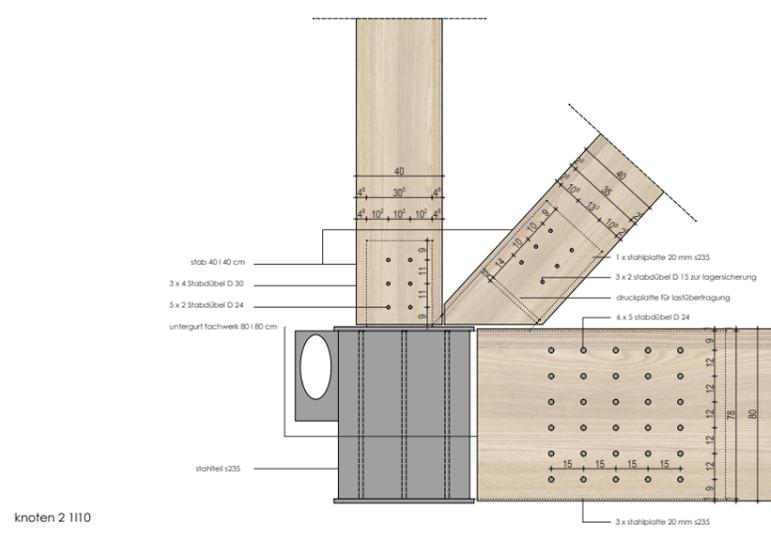
konstruktion wf über zugseil abgehängt



dachträger werden eingehängt



abschliessend werden die dachelemente verlegt





PROJEKTARBEIT 3 - team 3
schindler | wehinger | moser | leuthner

PROJEKT:
DIE TRAGWEITE DES HOLZBAUS
[PROBEBÜHNE FESTSPIELHAUS BREGENZ]

PROJEKTPHASE:
MODUL 7
DATUM:
16.05.2014

INHALT:
PRÄSENTATIONSPLÄNE

über
z104