

# LATTICE

WERKHALL ZÜRICH ALTSTETTEN

**MASTER THESIS HS21**

ETH ZÜRICH

**MARA HUBER**

15-922-511

**PROFESSUR GIGON GUYER / BLOCK**

ASSISTENZ: CORNEL STÄHELI / ANDREA MENARDO



## LATTICE

Mara Huber

Die SBB Werkstätte an der Hohlstrasse in Zürich Altstetten ist eines der ehemaligen Industrieareale Zürichs. Die industrielle Vergangenheit prägt den Ausdruck sowie die Struktur der Bauten bis heute. Ein Masterplan der Stadt Zürich bildet die Grundlage für die zukünftige Umnutzung und Erweiterung des Areals. Die *Urbane Produktion* steht dabei im Vordergrund und soll Kleinunternehmen und Start-Ups in einer interdisziplinären Umgebung den Nährboden zum Wachsen geben. Produktion und Konsum werden an einem Standort vereint.

Auch die ehemalige Reparaturwerkstatt der SBB, eine Werkhalle am westlichen Ende des Areals, soll von dieser Umstrukturierung profitieren. Die flächige Volumetrie der Werkhalle in den Dimensionen von 50 auf 80 Metern, ermöglicht eine dreigeschossige Aufstockung, auf eine Höhe von 23 Metern und integriert sich so in den umliegenden Kontext. Die Aufstockung ist als offene Hallenstruktur ausformuliert und greift den industriellen Charakter des Bestandes auf. Unternehmen im Bereich *Repair* können sich, unabhängig von ihrem Platzbedarf, für die Produktion, die Lagerung und den Verkauf ihrer Produkte einquartieren. Die informelle Aneignung ist ausdrücklich erwünscht.

Das aussenliegende Erschliessungssystem gewährt sowohl den Unternehmen als auch den Bewohnerinnen und Bewohnern der Stadt Zugang zum Gebäude. Die öffentlichen Dachterrasse soll möglichst frei zugänglich sein und Platz für temporäre Bauten bieten.

Drei Lichthöfe im Inneren des Gebäudes und ein umlaufender *Jardin d'Hiver*, regulieren die natürliche Belichtung der Hallen. Als Gemeinschaftsfläche konzipiert dienen sie ausserdem der räumlichen Verbindung zwischen den Geschossen und dem Bestand.

Die Tragstruktur der Aufstockung funktioniert unabhängig von der Konstruktion des Bestandes, ist aber in ihrer Materialisierung darauf abgestimmt. Die sogenannte *Lattice Stütze*, eine mit Diagonalen ausgesteifte Viererstütze, wird durch feine Mikropfählungen im In-

neren der Bestandshalle aufgestellt. Sie umgibt im Raster von 8 auf 9 Metern die Stahlstütze des Bestands. Die Lattice Stützen werden durch Stahlträger miteinander verbunden und können so als Gerüst zum Aufbau der weiteren Geschosse genutzt werden. Bewegliche Krane entlang der Träger ermöglichen das Verlegen der vorfabrizierten und standardisierten Beton-Hohlkörperelementen. Sämtliche Bauteile sind durch reversible Bauweisen miteinander verbunden, so dass im Falle eines Abbaus des Gebäudes, alle Bauteile wiederverwendet werden können.

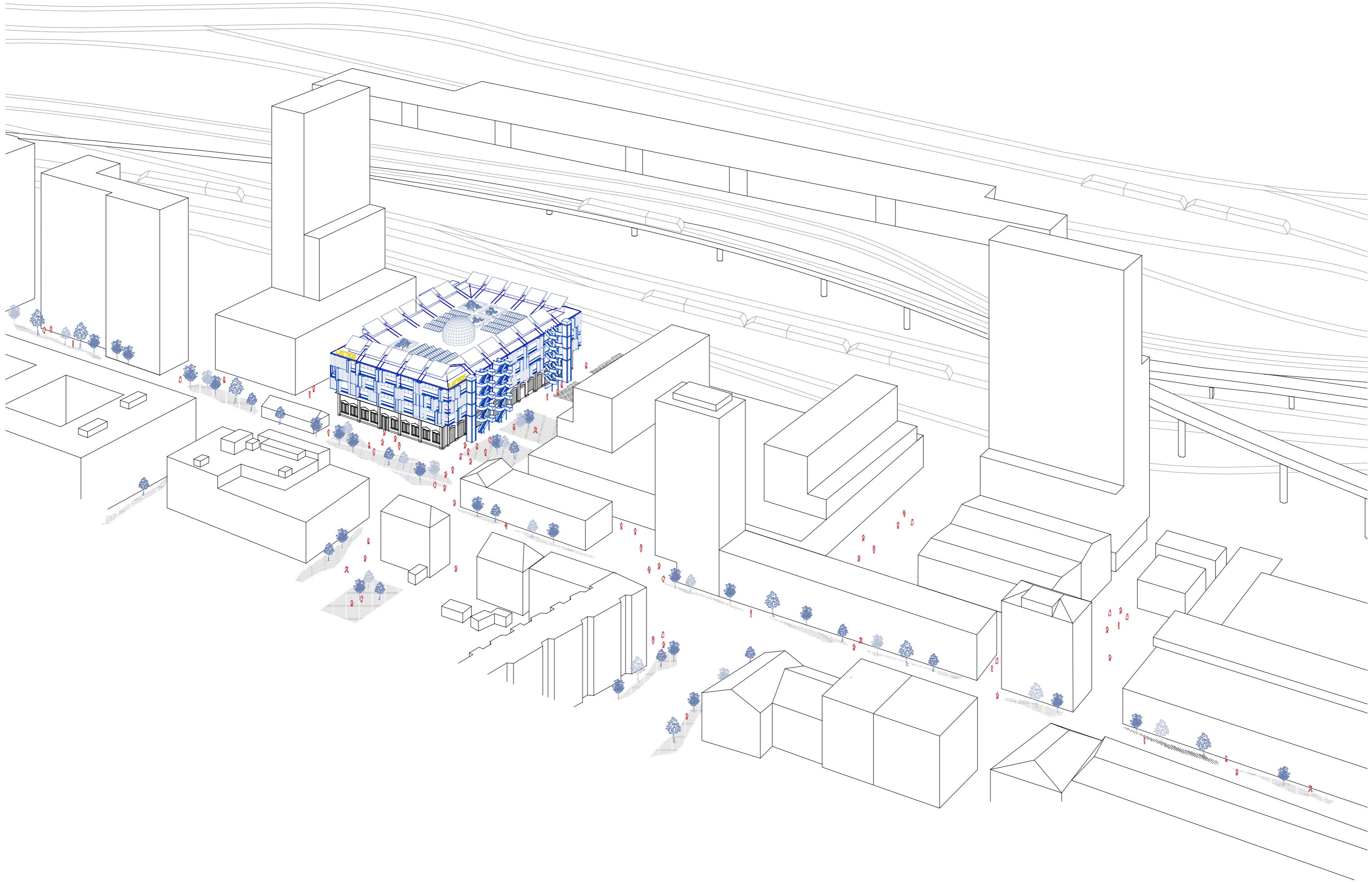
Neben der Lastabtragung der Vertikal- und Horizontalkräfte, dient die Lattice Stütze der Versorgung der Obergeschosse mit Luft, Wasser und Strom. Im Zwischenraum der Viererstütze können die Leitungen verlegt werden, so dass die komplett freie Nutzung der Hallen nicht eingeschränkt wird.

Im Osten und Westen kragt der umlaufende *Jardin d'Hiver* zusammen mit den Erschliessungskernen aus. Sie werden durch eine filigrane Stahlkonstruktion auf dem Dach aufgehängt. Die innere Tragstruktur wird so mit einer additiven Äusseren verbunden.

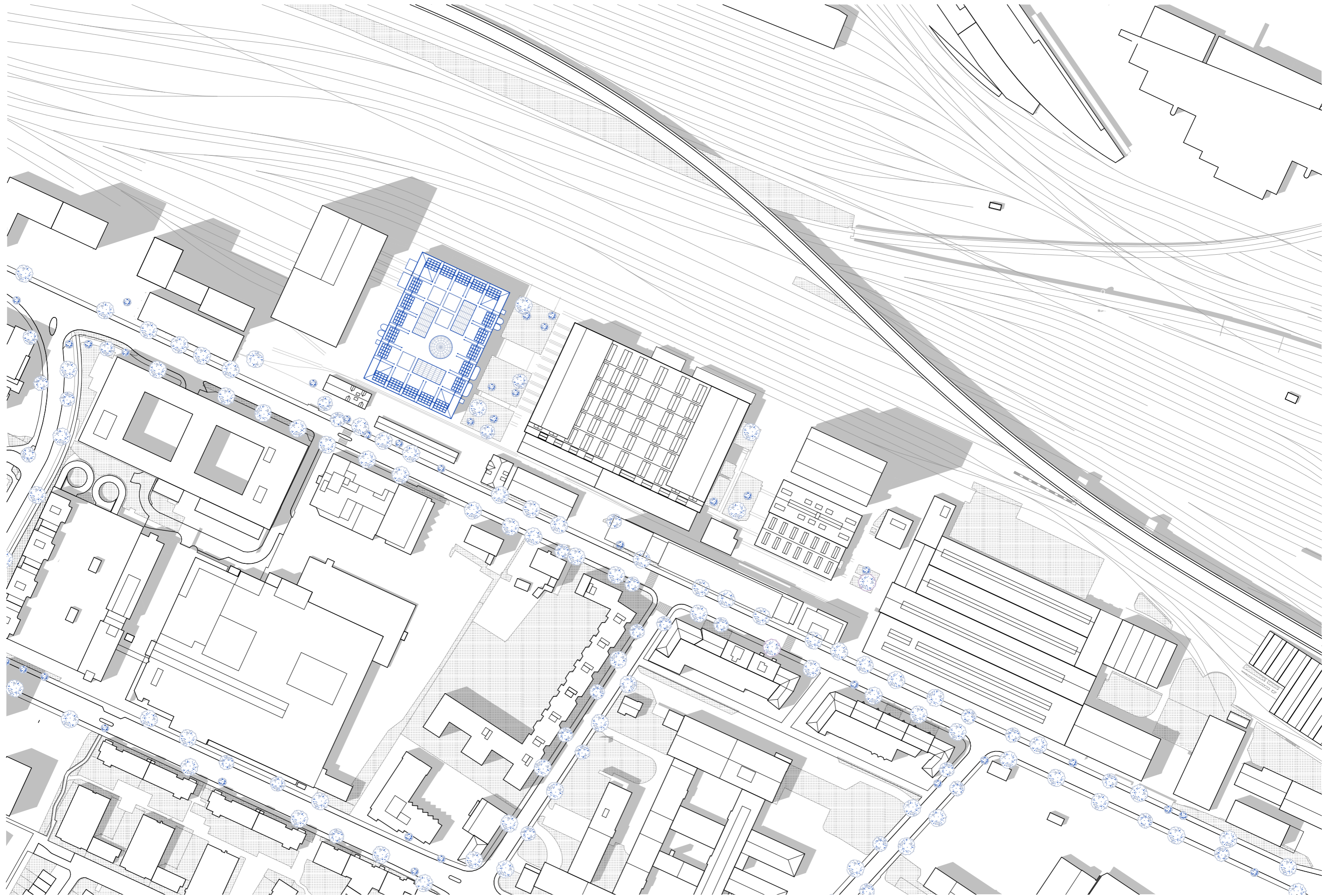
Photovoltaik-Segel auf dem Dach richten sich effizient der Sonne entgegen aus und versorgen das Gebäude mit nachhaltiger Energie.

Die Leichtigkeit und Flexibilität der inneren Struktur wird durch eine leichte Fassadenstruktur auch im äusseren Ausdruck des Gebäudes widerspiegelt. Faltbare Elemente aus gewelltem PET-G schützen das Gebäude vor der Witterung. Dazu ermöglichen sie die Nutzung des *Jardin d'Hiver* als energetische Pufferzone zwischen Innen- und Aussenraum. Dabei entsteht ein temperierter Aussenbereich der sowohl als Aufenthalts- und Erschliessungsraum als auch als Treibhaus für Pflanzen dient.

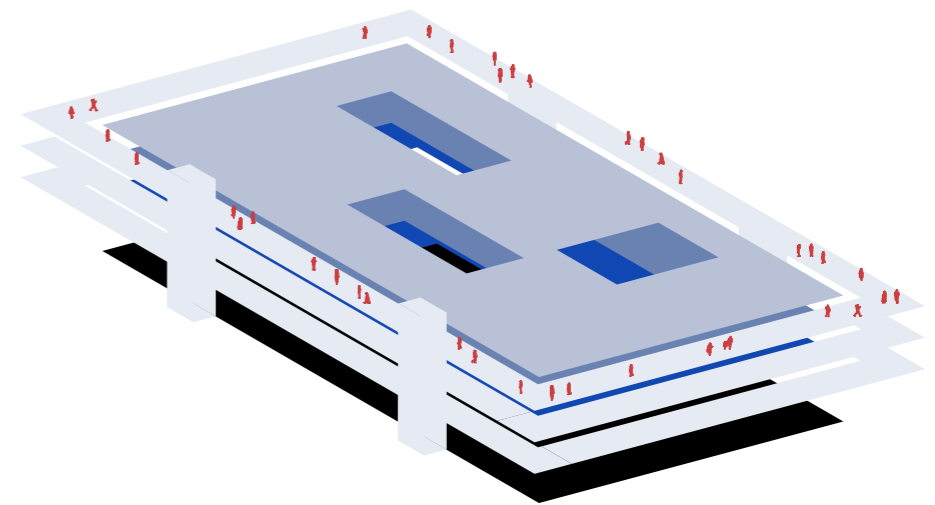
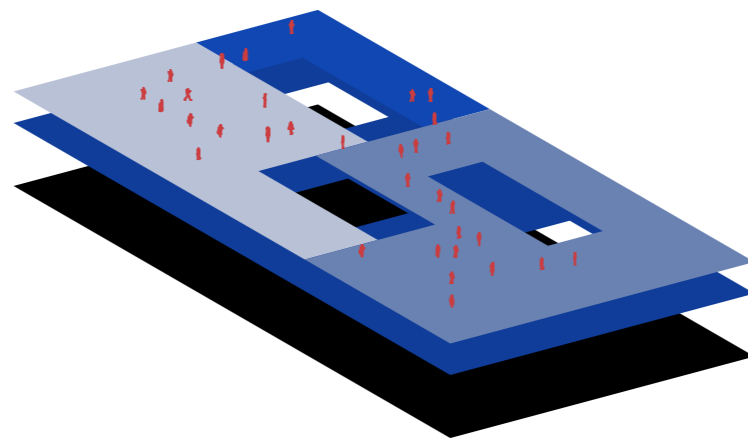
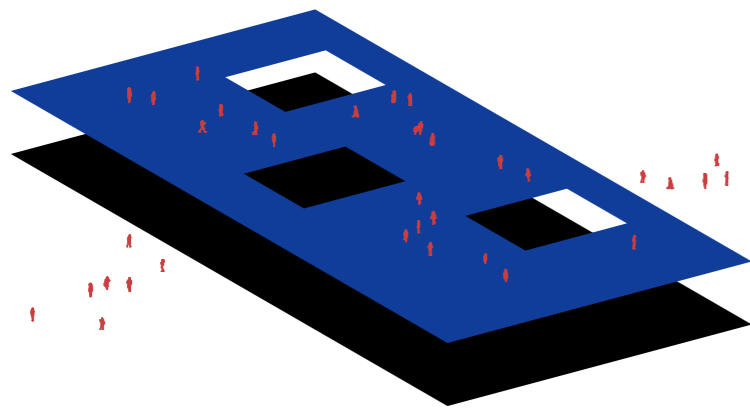
Die transluzente Hülle bildet einen Kontrast zum massiven Backsteinsockel des Bestandes und betont den nächsten Schritt in der Geschichte der ehemaligen SBB Reparaturwerkstatt.

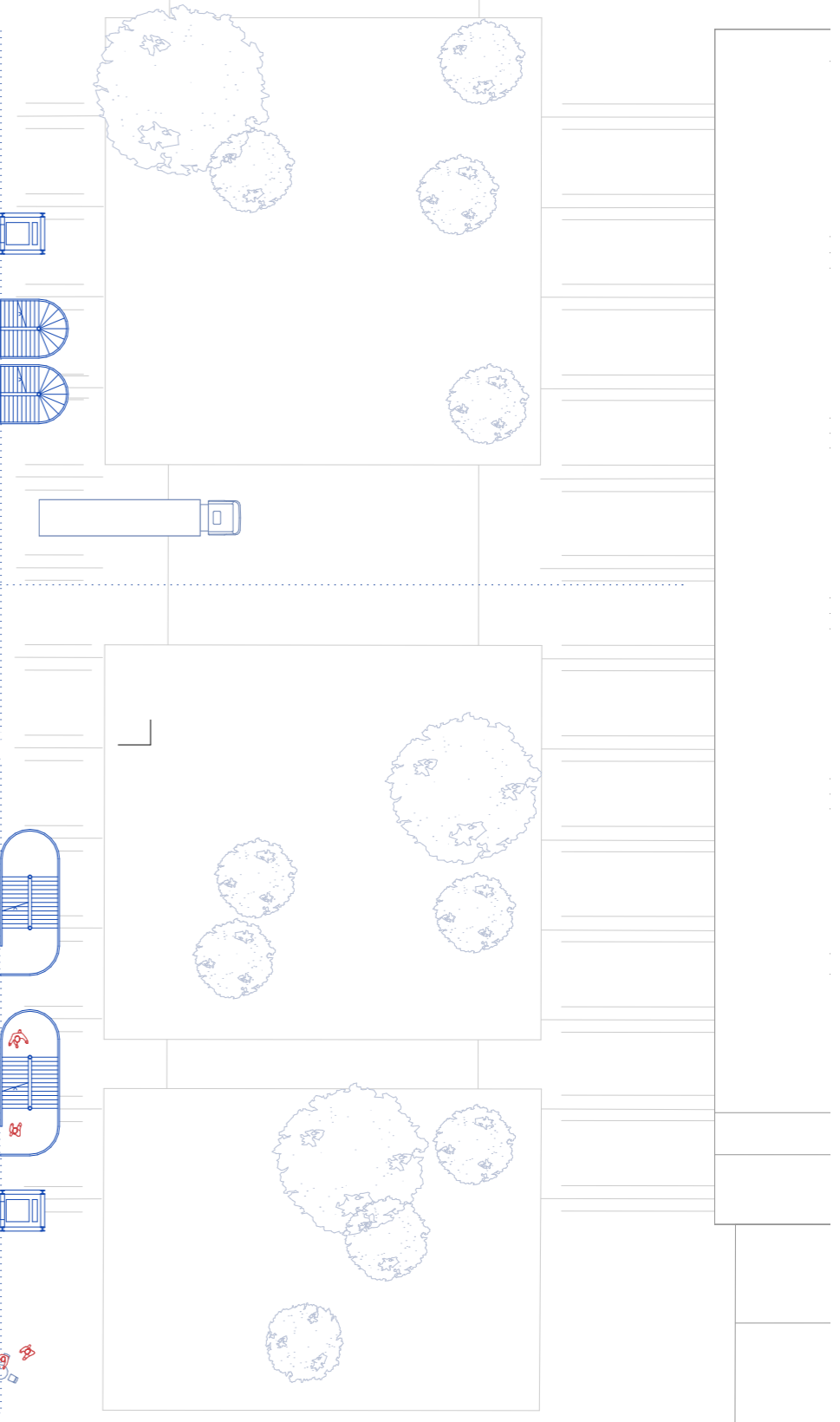
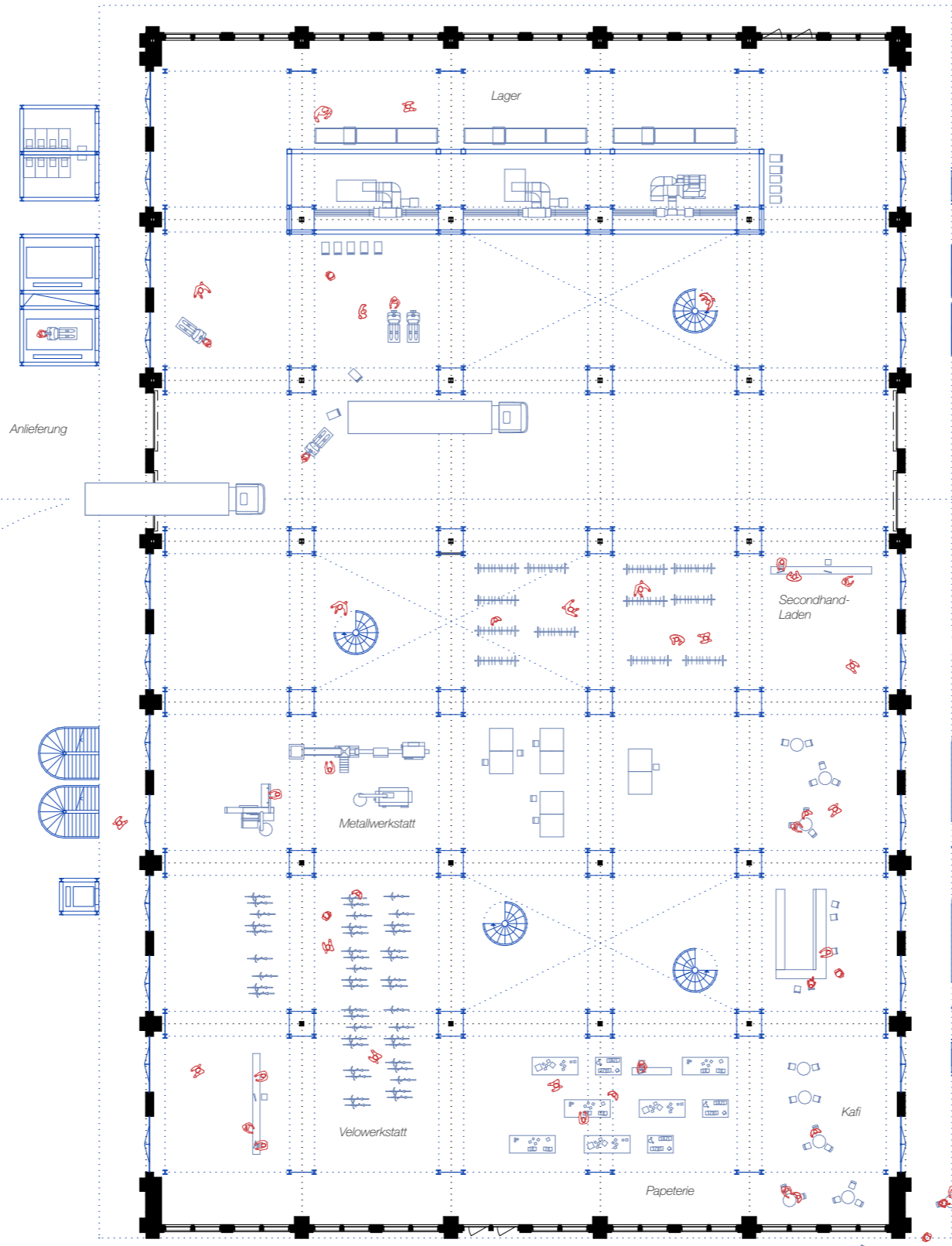
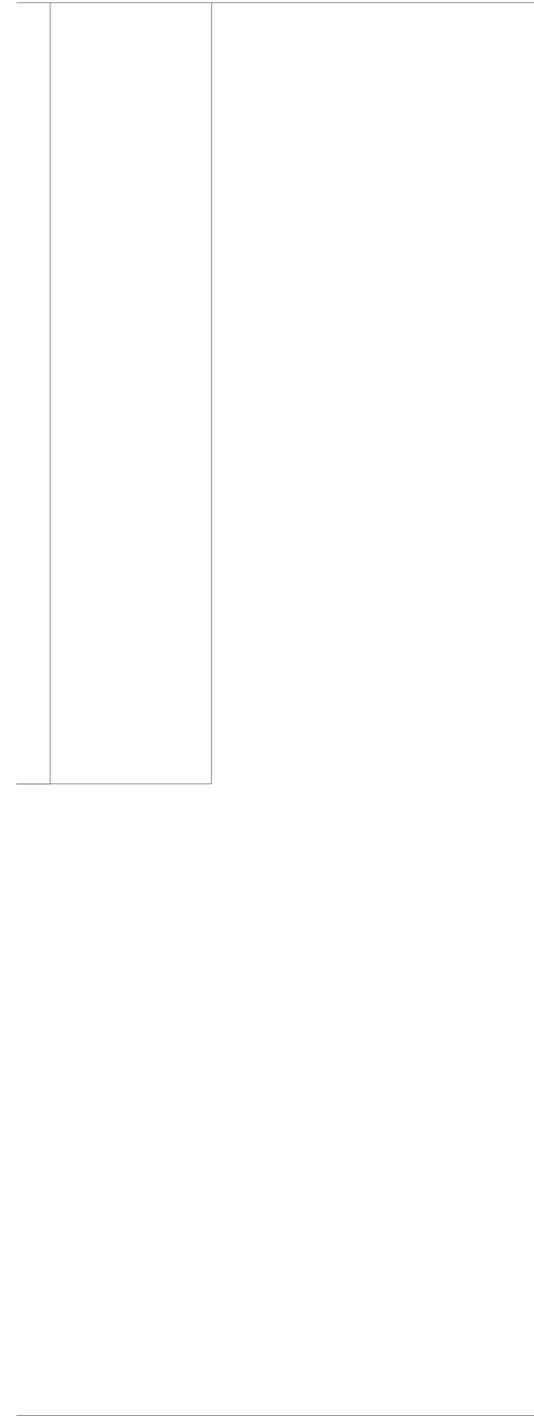


STÄDTEBAU  
AXONOMETRIE DER SBB WERKSTÄTTE

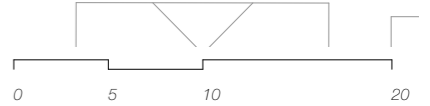








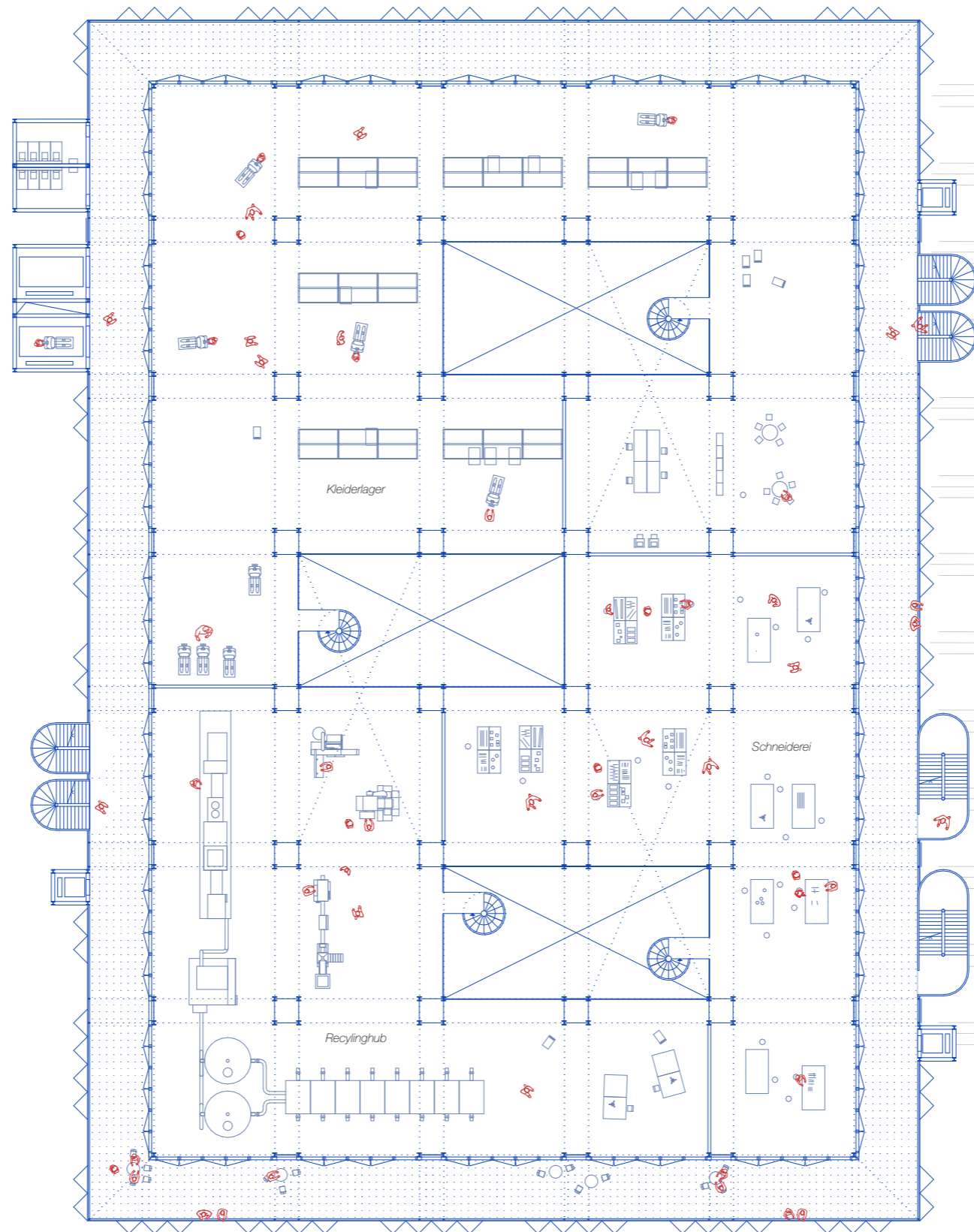
ERDGESCHOSS  
GRUNDRISS



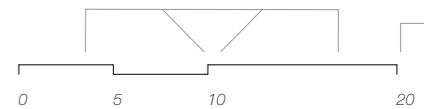


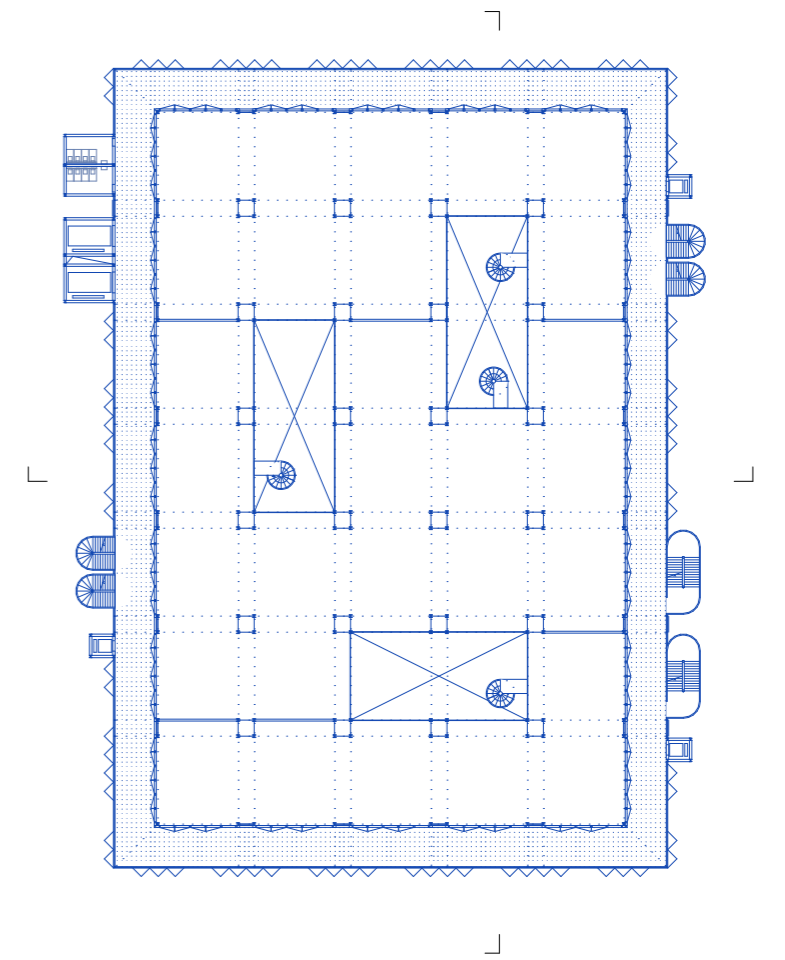
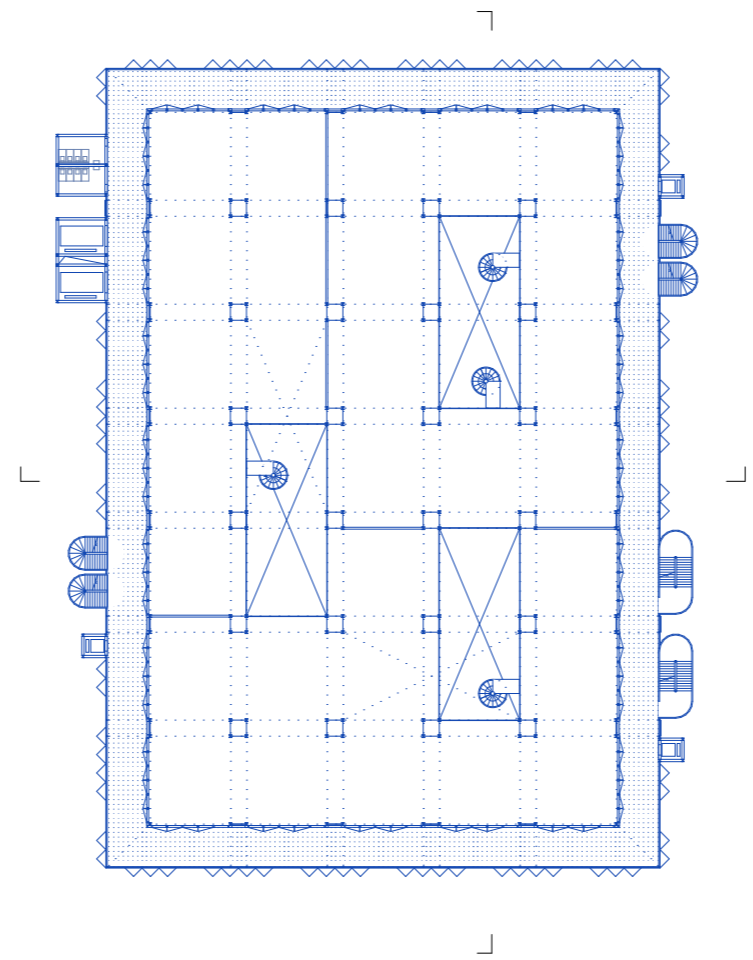
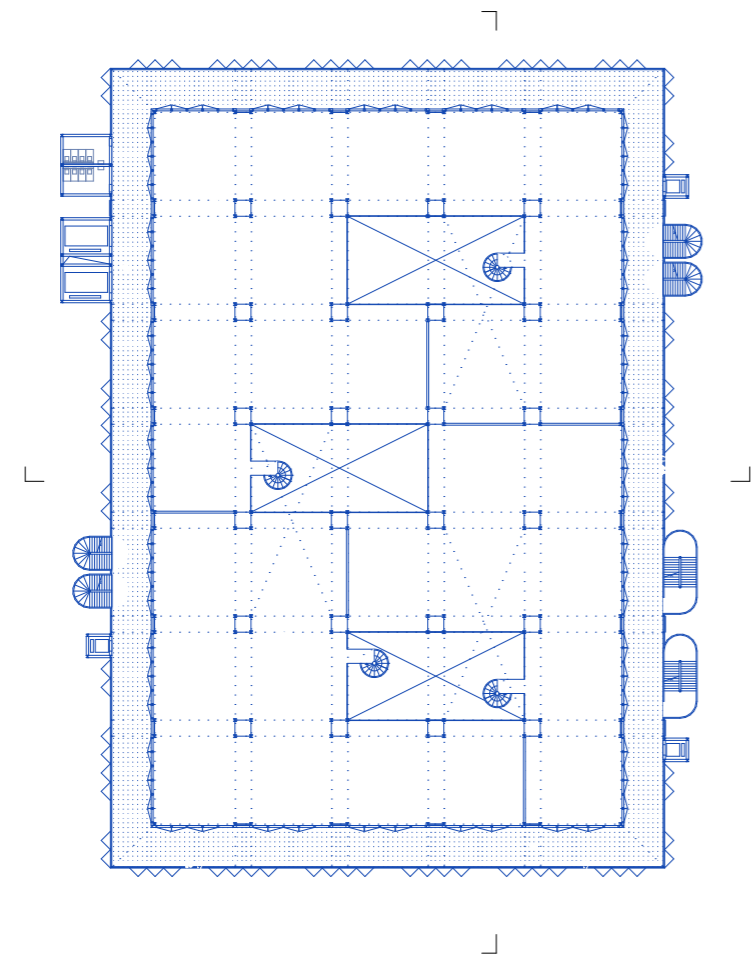


BESTEHENDE WERKHALLE

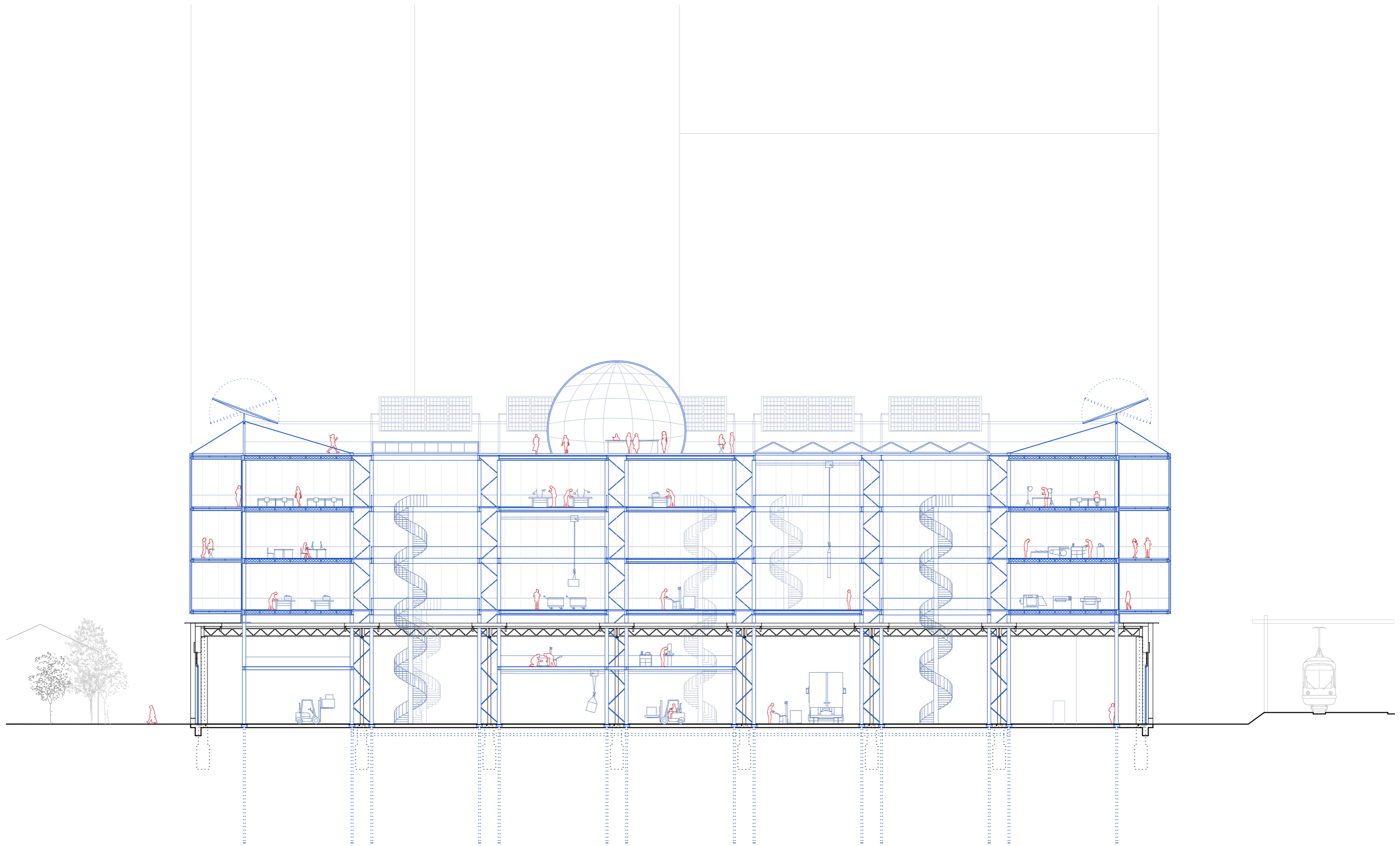


ERSTES OBERGESCHOSS  
GRUNDRISS



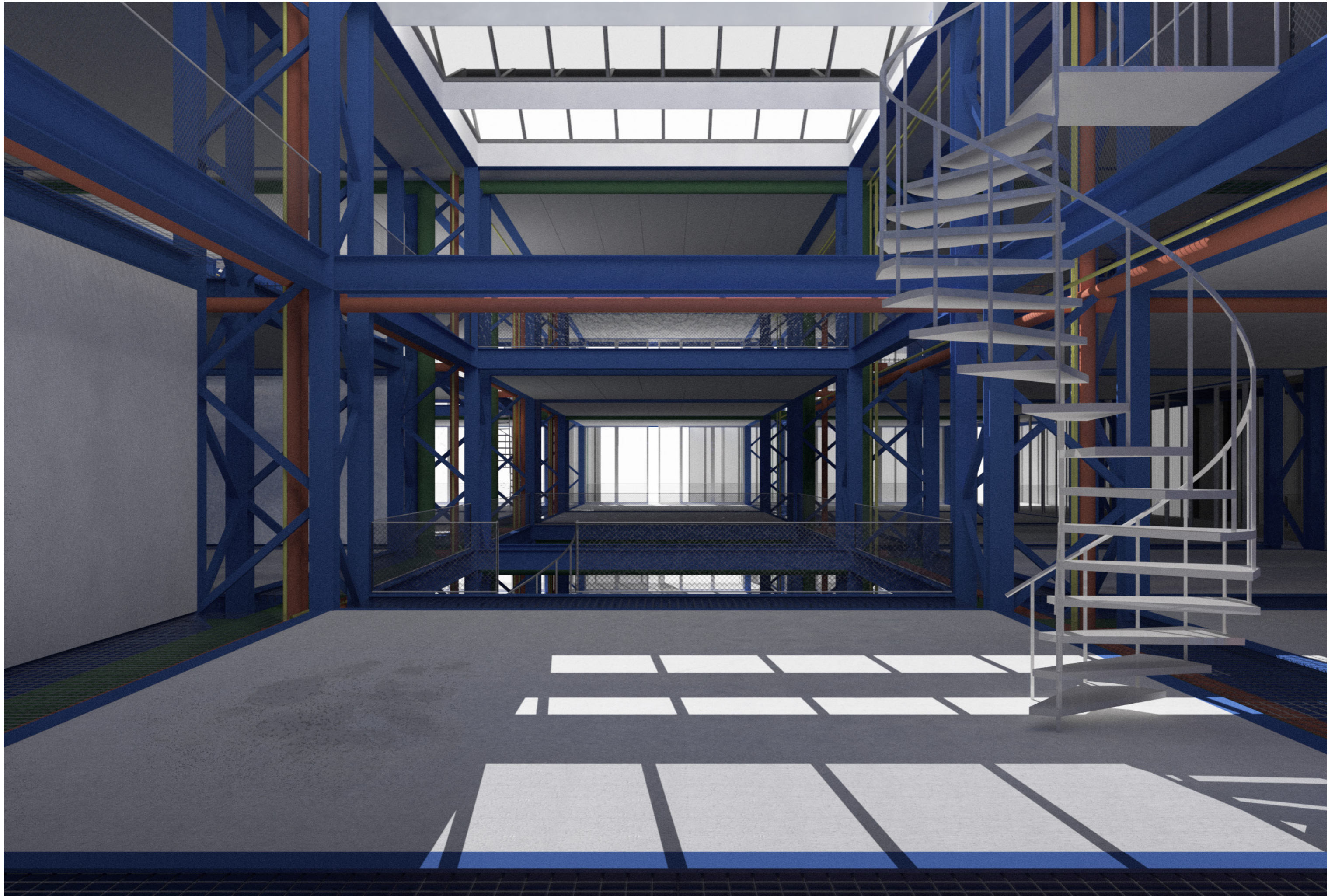


VERTEILUNG LICHTHÖFE  
ÜBERSICHT OBERGESCHOSSE

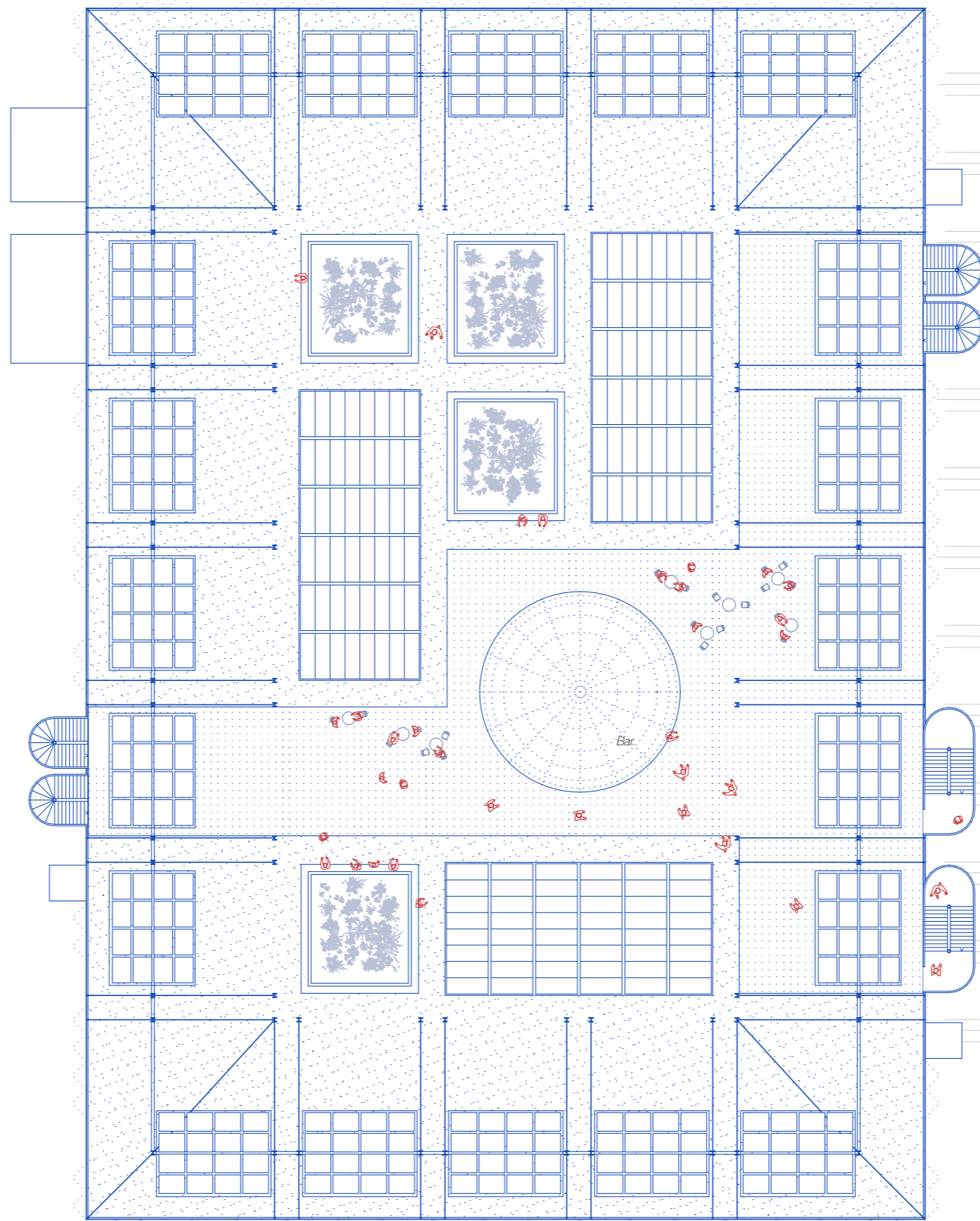


VERTIKALE VERBINDUNG  
LÄNGSSCHNITT

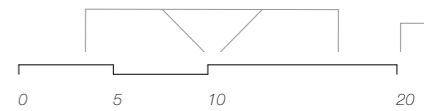
0 5 10 20

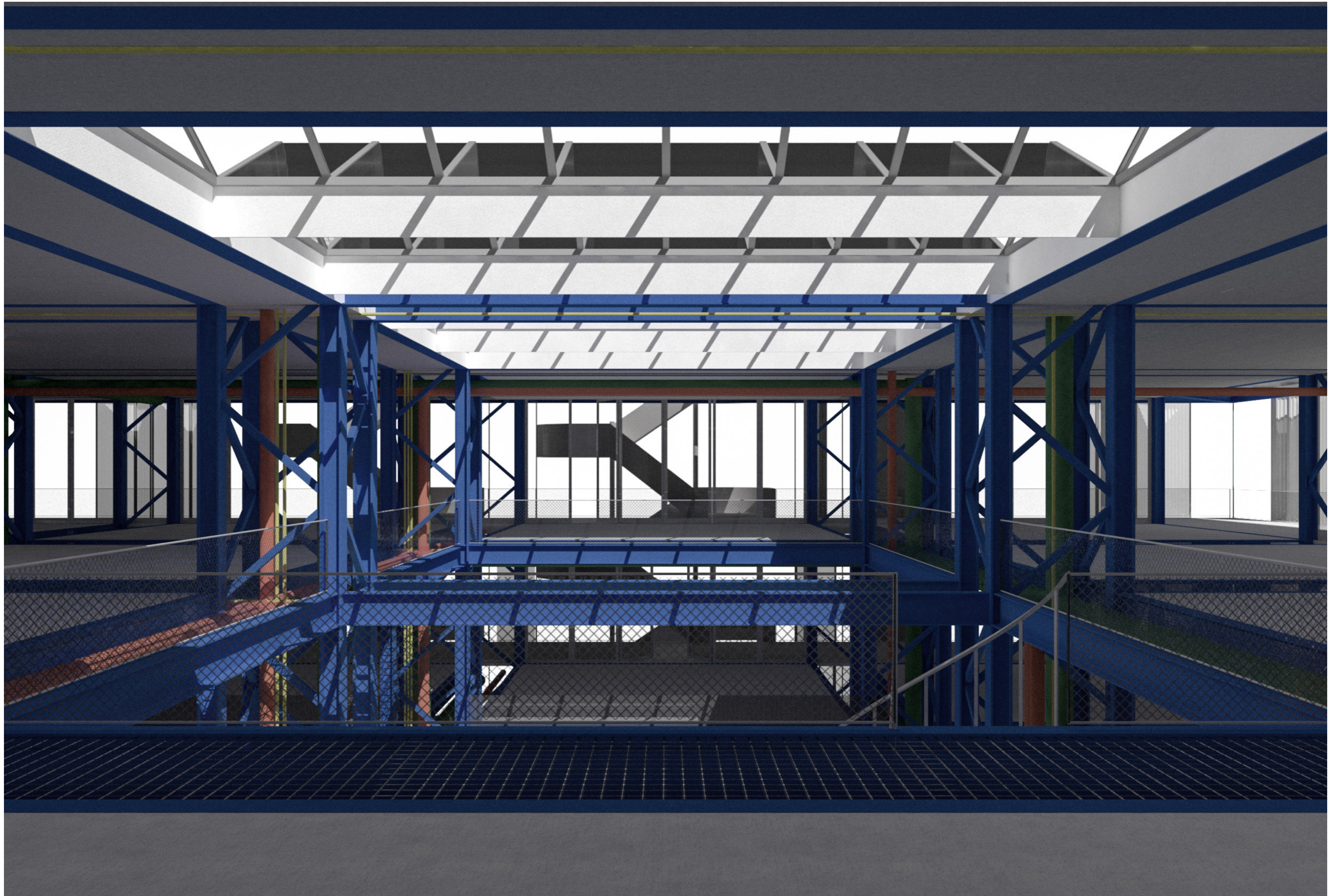


PRODUKTIONSHALLE OBERGESCHOSS

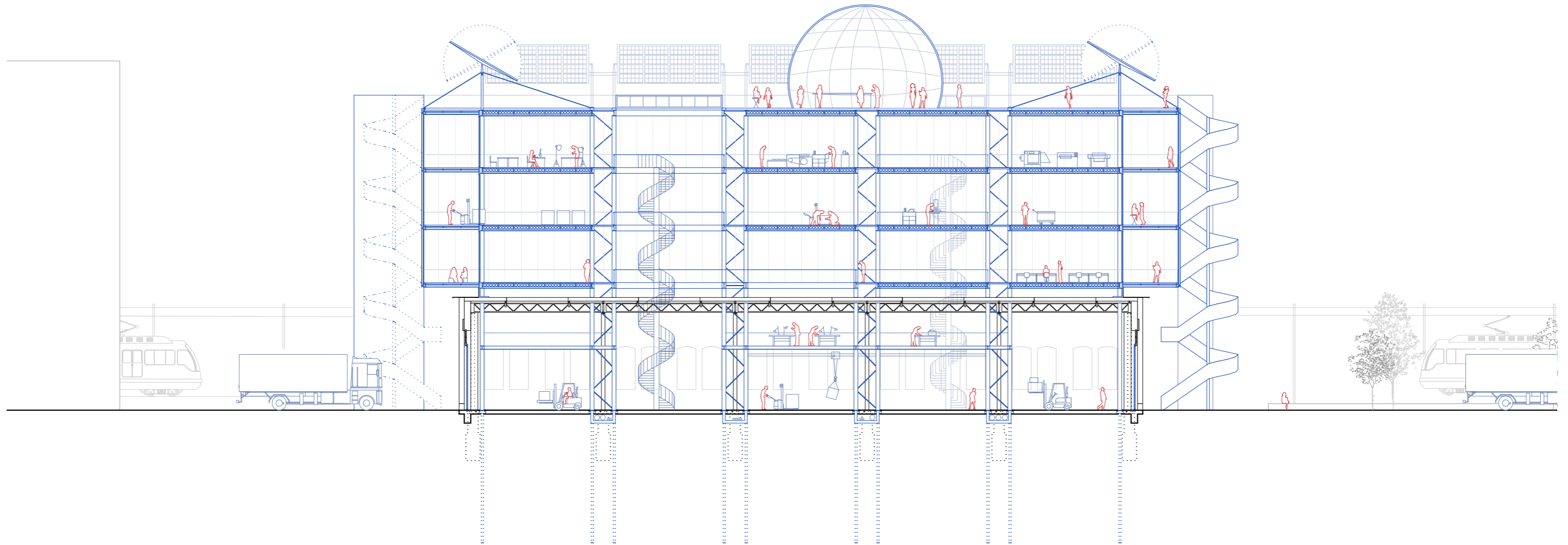


DACHGESCHOSS  
GRUNDRISS

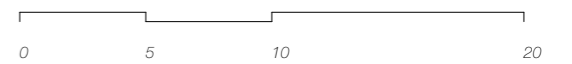




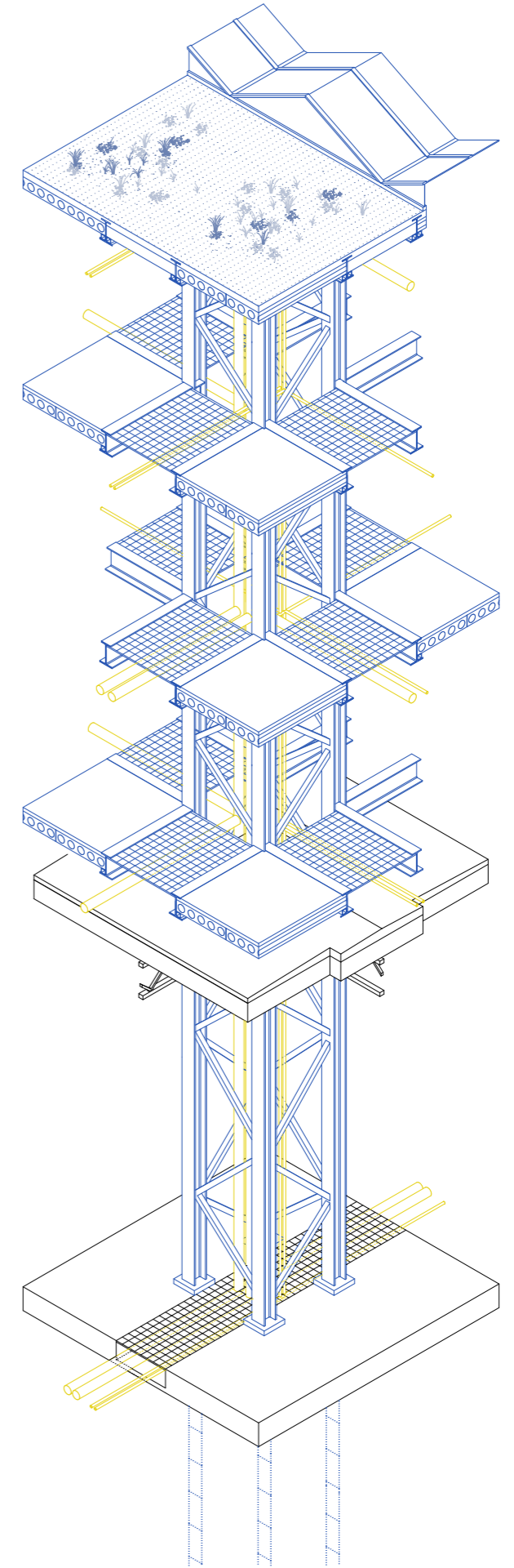
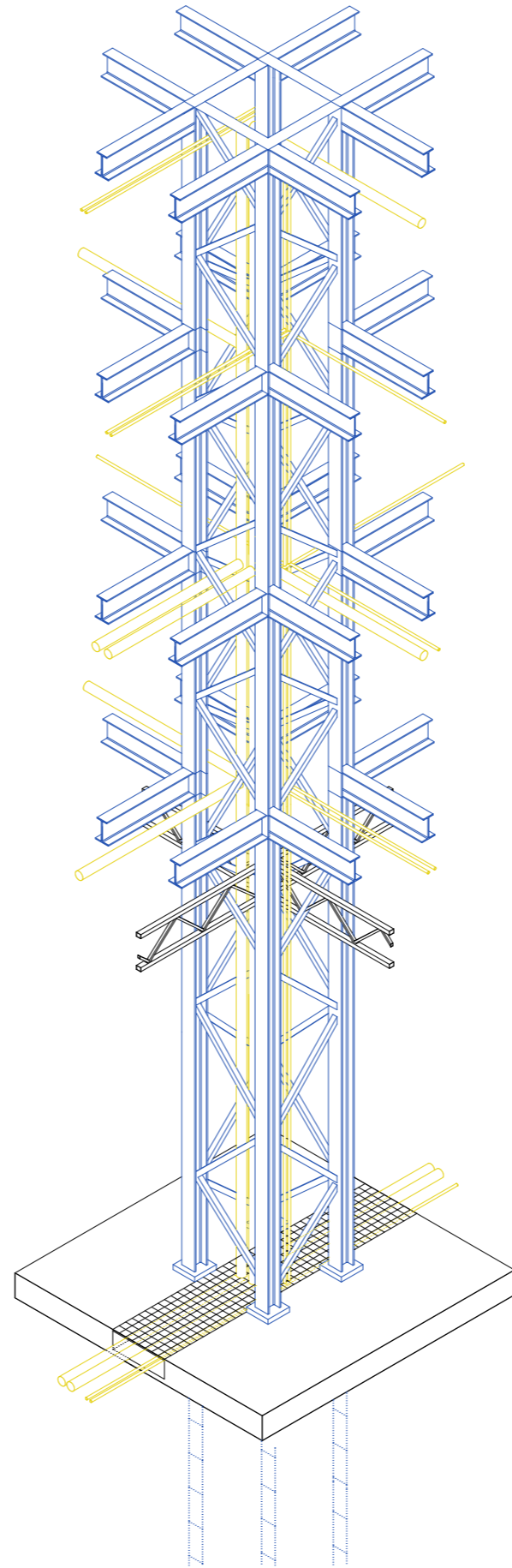
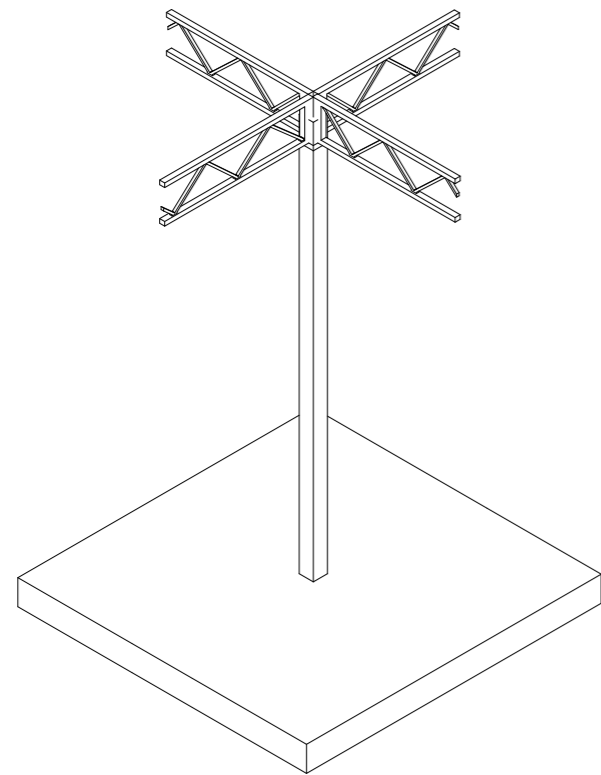
LICHTHOF



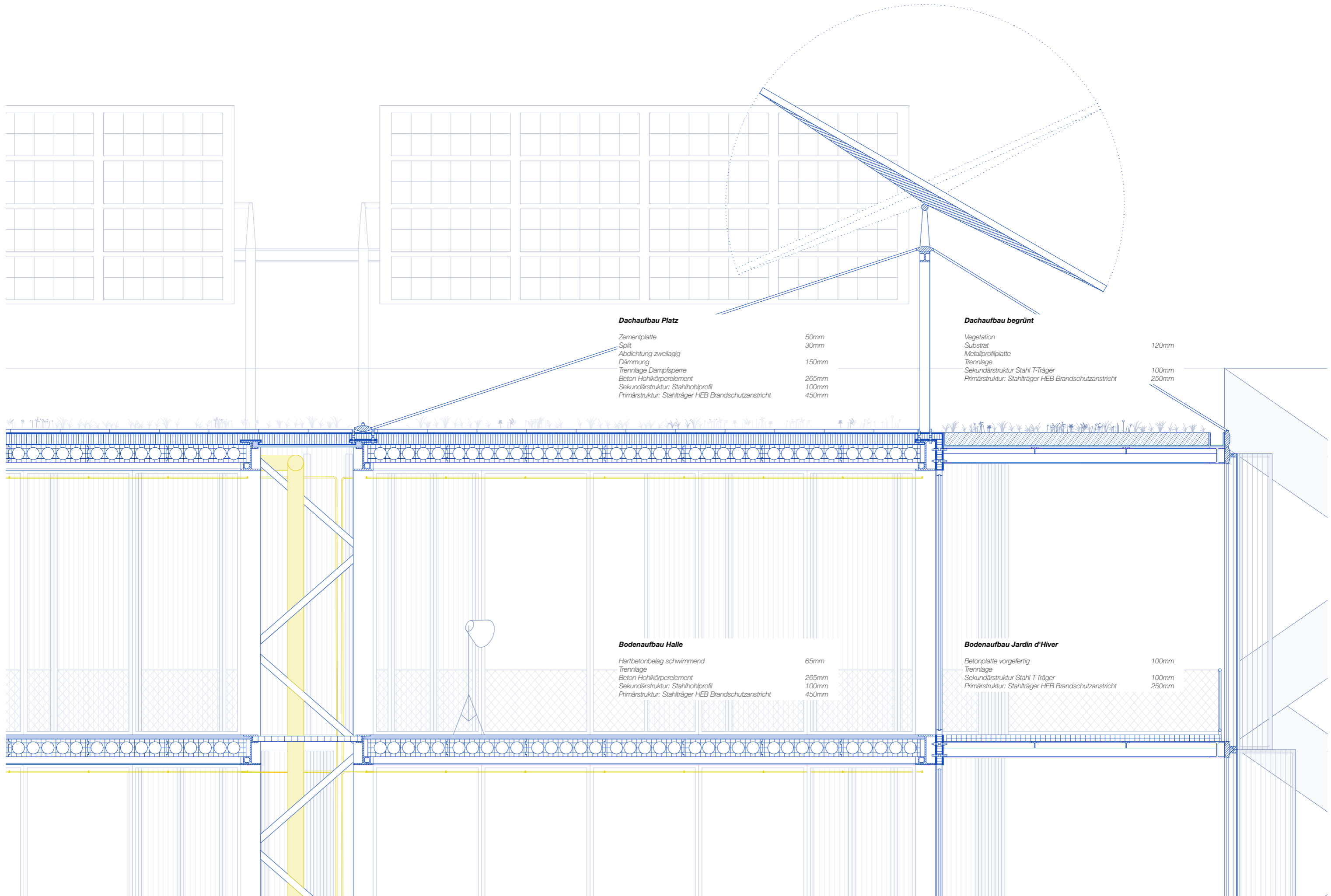
KONSTRUKTION  
QUERSCHNITT







LATTICE STÜTZE  
AXONOMETRIE KONSTRUKTION BESTAND / ERWEITERUNG



**Dachaufbau Platz**

Zementplatte	50mm
Split	30mm
Abdichtung zweilagig	
Dämmung	150mm
Trennlage Dampfsperre	
Beton Hohlkörperelement	265mm
Sekundärstruktur: Stahlhohlprofil	100mm
Primärstruktur: Stahlträger HEB Brandschutzanstrich	450mm

**Dachaufbau begrünt**

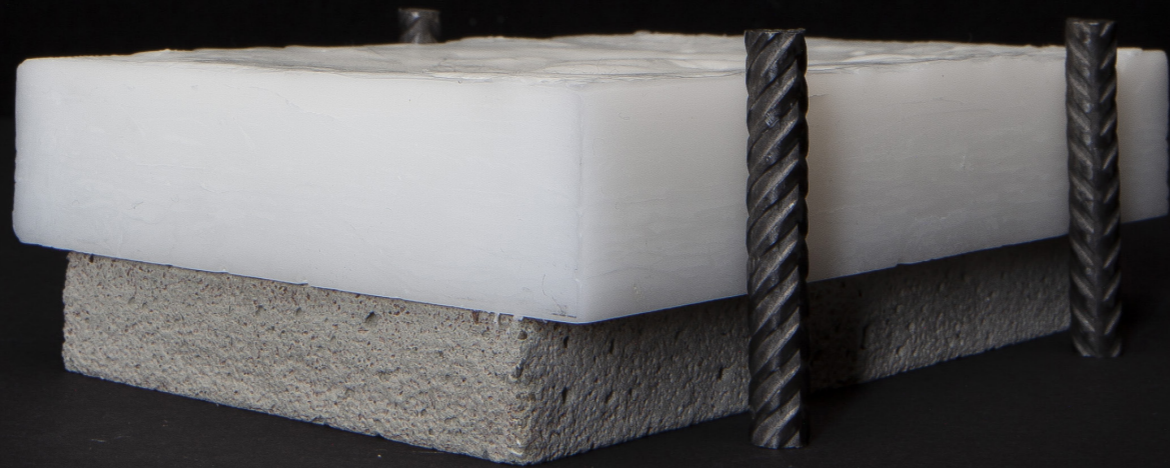
Vegetation	
Substrat	120mm
Metalprofilplatte	
Trennlage	
Sekundärstruktur: Stahl T-Träger	100mm
Primärstruktur: Stahlträger HEB Brandschutzanstrich	250mm

**Bodenaufbau Halle**

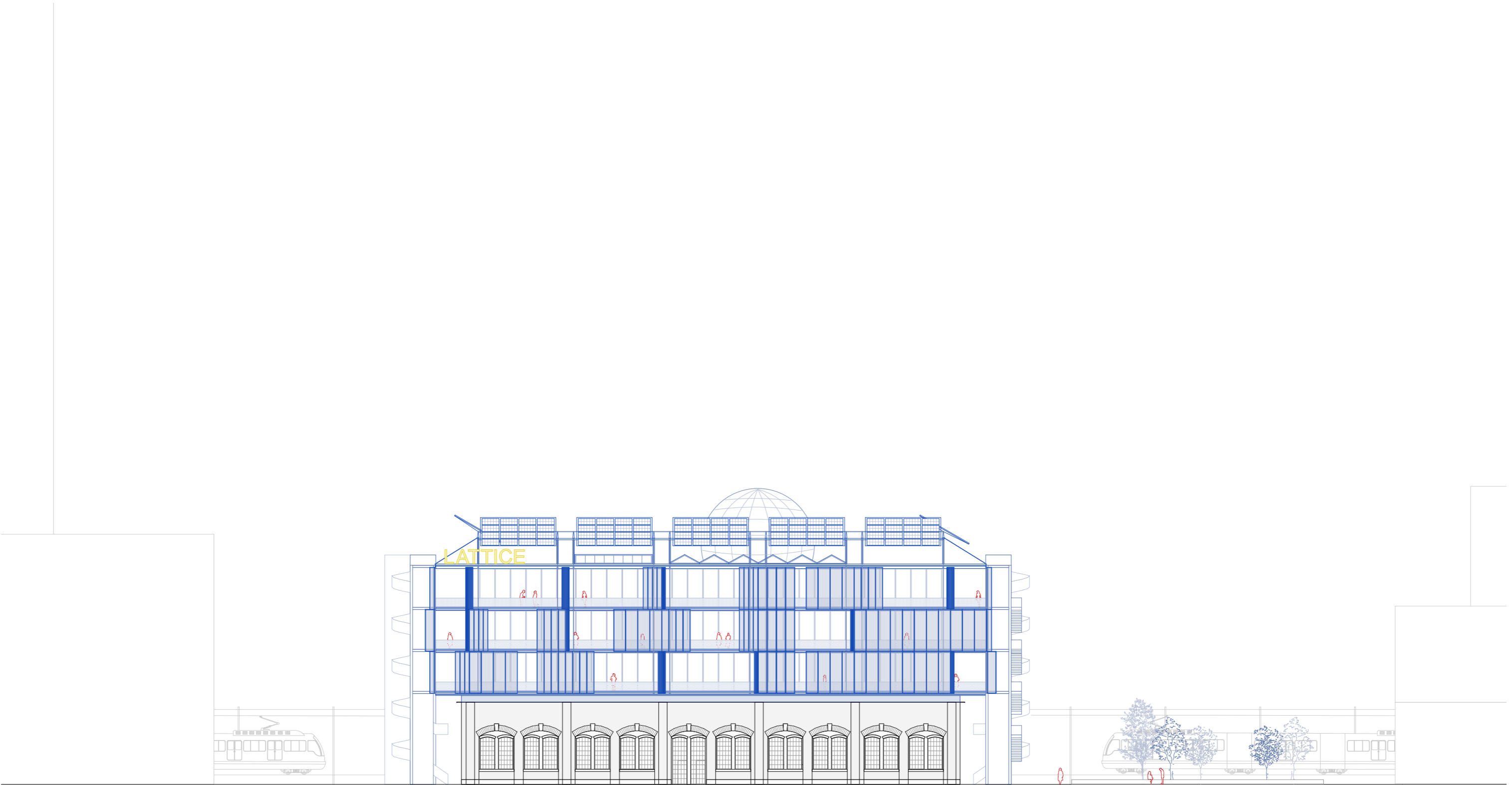
Hartbetonbelag schwimmend	65mm
Trennlage	
Beton Hohlkörperelement	265mm
Sekundärstruktur: Stahlhohlprofil	100mm
Primärstruktur: Stahlträger HEB Brandschutzanstrich	450mm

**Bodenaufbau Jardin d'Hiver**

Betonplatte vorgefertigt	100mm
Trennlage	
Sekundärstruktur: Stahl T-Träger	100mm
Primärstruktur: Stahlträger HEB Brandschutzanstrich	250mm

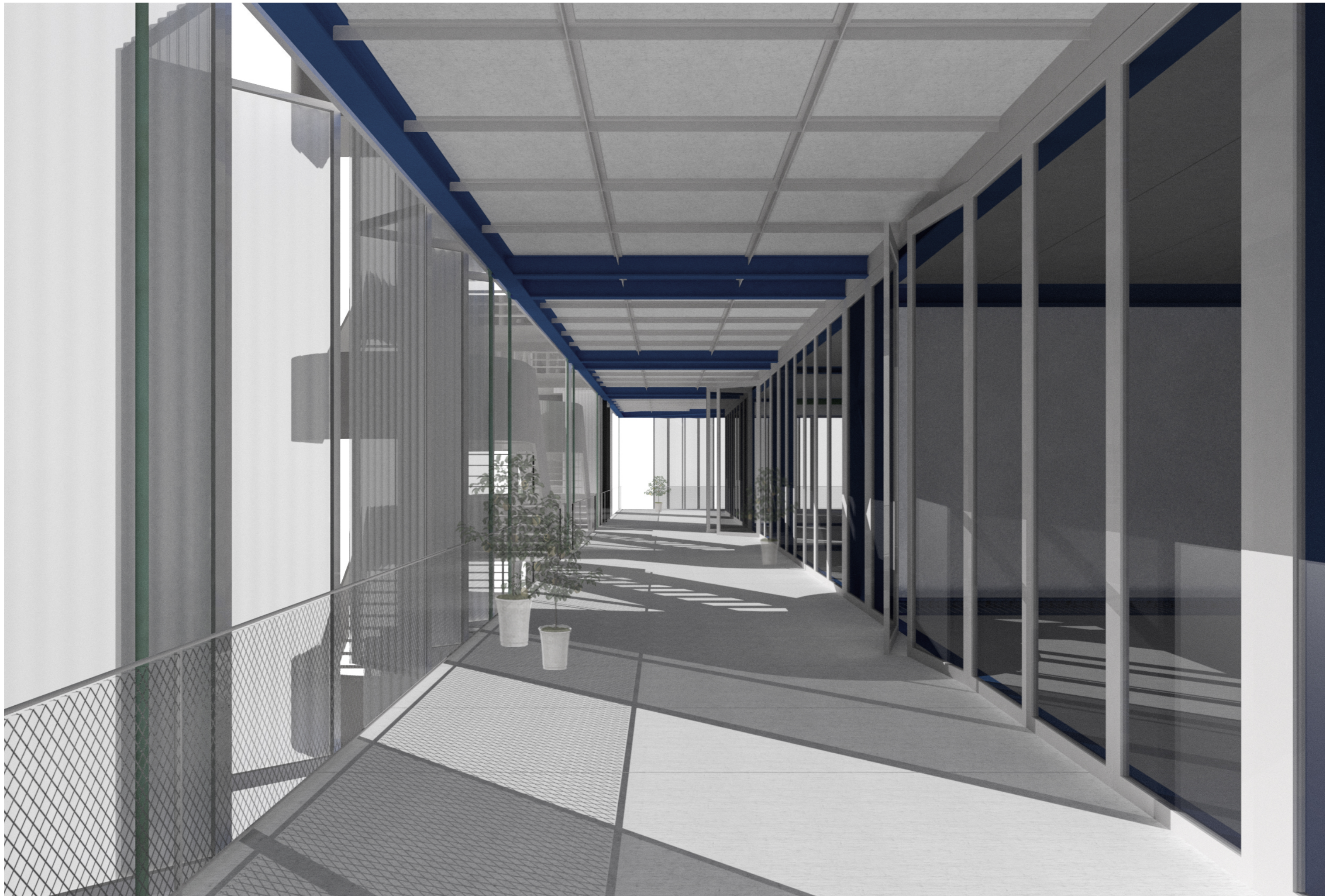


HAPTİK  
KONZEPTMODELL

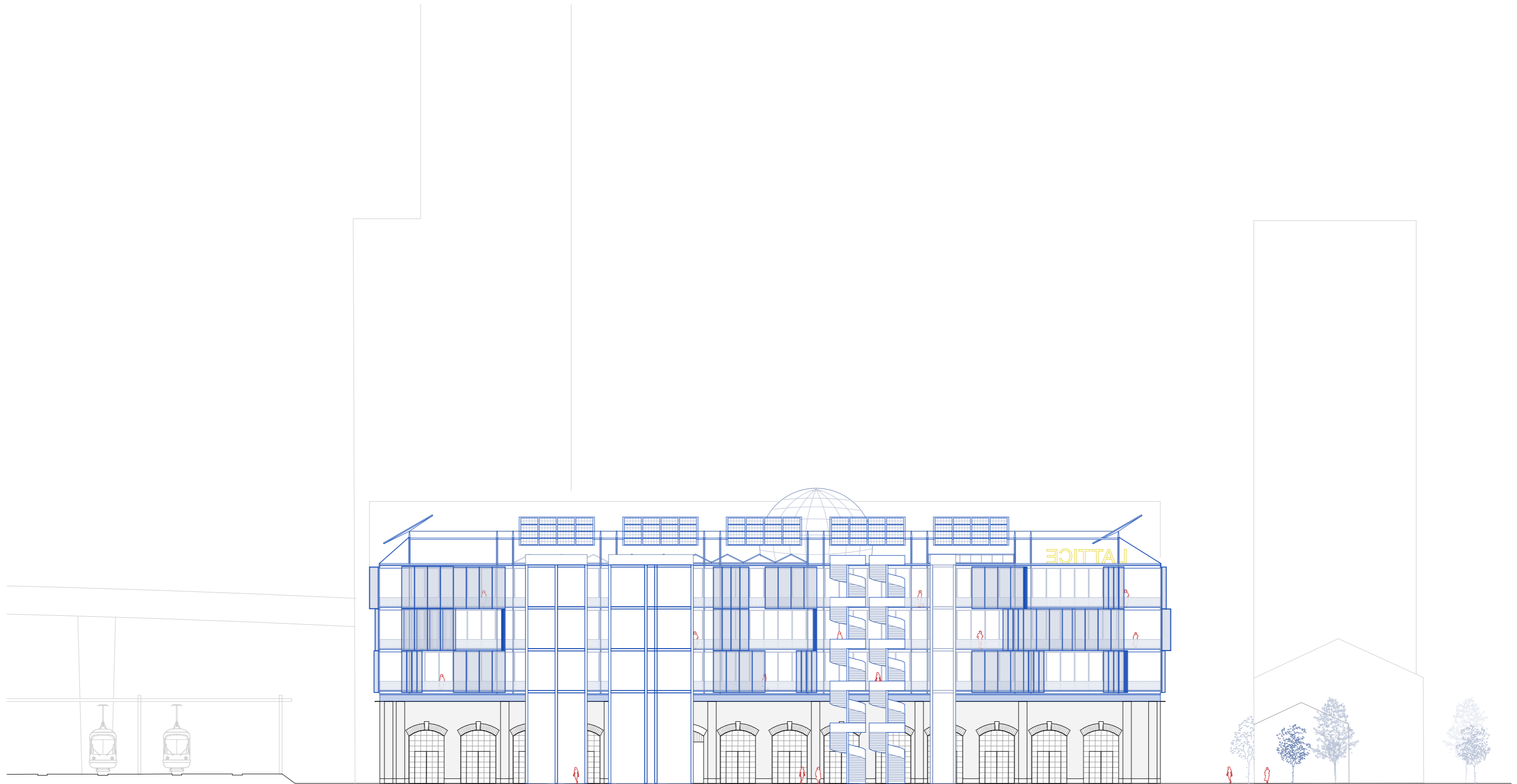


DURCHLÄSSIGKEIT  
ANSICHT HOHLGASSE

0 5 10 20



JARDIN D'HIVER



FRAGMENTIERUNG  
ANSICHT ANLIEFERUNG

0 5 10 20

LATTICE



**Anhang**  
Berechnungen





### Flat Slab System

8.5 x 9 m

Material Area

76.5 m<sup>2</sup>

Material Volume

Beton: 76.5 m<sup>2</sup> x 0.4 m = 30.6 m<sup>3</sup>  
Bewehrung: 76.5 m<sup>2</sup> x 0.008 m = 0.612 m<sup>3</sup>

Density Material

Beton: 2'300 kg/m<sup>3</sup>  
Bewehrung: 7'8500 kg/m<sup>3</sup>

Material Weight

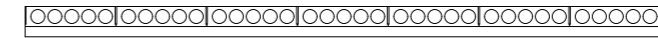
Beton: 30.6 m<sup>3</sup> x 2'300 kg/m<sup>3</sup> = 70'380 kg  
Bewehrung: 0.612 m<sup>3</sup> x 7'8500 kg/m<sup>3</sup> = 48'042 kg

ECC

Beton: 0.099 kg CO<sub>2</sub>-eq  
Bewehrung: 0.682 kg CO<sub>2</sub>-eq

Embodied CO<sub>2</sub>e

Beton: 70'380 kg x 0.099 kg CO<sub>2</sub>-eq = 6'967.62 CO<sub>2</sub>-eq  
Bewehrung: 48'042 kg x 0.682 kg CO<sub>2</sub>-eq = 32'764.644 CO<sub>2</sub>-eq  
= **39'732.264 CO<sub>2</sub>e**



### Hollow Core

8.5 x 9 m

Beton: 1.26 m<sup>2</sup>  
Stahlträger: 0.02 m<sup>2</sup>

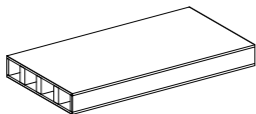
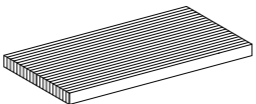
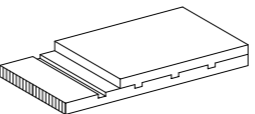
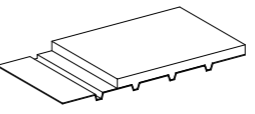
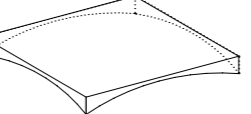
Beton: 1.26 m<sup>2</sup> x 9 m = 11.34 m<sup>3</sup>  
Bewehrung: 76.5 m<sup>2</sup> x 0.002 m = 0.153 m<sup>3</sup>  
Stahlträger: 0.02 m<sup>2</sup> x 9 m = 0.18 m<sup>3</sup>





Beton: 2'500 kg/m<sup>3</sup>  
Bewehrung: 7'850 kg/m<sup>3</sup>  
Stahlträger: 7'850 kg/m<sup>3</sup>

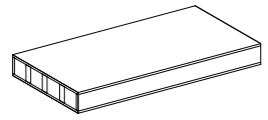
Beton: 11.34 m<sup>3</sup> x 2'500 kg/m<sup>3</sup> = 28'350 kg  
Bewehrung: 0.18 m<sup>3</sup> x 7'8500 kg/m<sup>3</sup> = 14'130 kg  
Stahlträger: 0.18 m<sup>3</sup> x 7'8500 kg/m<sup>3</sup> = 1'413 kg

Beton: 0.099 kg CO<sub>2</sub>-eq  
Bewehrung: 0.682 kg CO<sub>2</sub>-eq  
Stahlträger: 0.734 kg CO<sub>2</sub>-eq

Beton: 28'350 kg x 0.099 kg CO<sub>2</sub>-eq = 2'824.47 CO<sub>2</sub>-eq  
Bewehrung: 14'130 kg x 0.682 kg CO<sub>2</sub>-eq = 9'636.66 CO<sub>2</sub>-eq  
Stahlträger: 1'413 kg x 0.734 kg CO<sub>2</sub>-eq = 1037.142 CO<sub>2</sub>-eq  
= **13'498.272 CO<sub>2</sub>e**

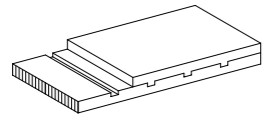
					
<b>Konstruktion</b>	Kastendecke (Hohlkastendecke) Rippen in Hauptspannrichtung der Decke (Achsabstand 40 - 70 cm) bilden mit Randbalken einen Rahmen aus, H-förmiger Trägerschnitt, ober- und unterseitige Beplankung zur statischen Wirkung, Hohlraum zwischen Rippen zur Dämmung oder Installation	Brettstapeldecke miteinander verbundene Vollholzbretter Beplankung zur aussteifenden Wirkung	Holz-Beton-Verbunddecke Hybridbauteil Holz - Beton Beton erhöht Leistungsfähigkeit, Schall- und Brandschutzverhalten Druckzone im Beton und Zugzone im Holz sind schubsteif miteinander verbunden (verschiedene Verbindungen möglich)	Stahl-Beton-Verbunddecke Hybridbauteil Stahl - Beton erhöht Schall- und Brandschutzverhalten Druckzone im Beton und Zugzone im Stahl als Flächenverband miteinander verbunden	Rippmann Floor System kräftschlüssige Geometrie durch Wölbung mit Rippen zusätzliches Zuelement in Form von Stahlsel oder Betonrahmen
<b>Materialisierung</b>	Rippen: Konstruktionsvollholz, Brettschichtholz, Stahlträger Beplankung: Dreischicht-, Furnierschicht- oder OSB-Platte	Vollholzbretter mit 20 - 60 mm Stärke Elementstärke von 240 - 260 mm Bretter können nach gestalterischen Anforderungen bearbeitet sein	Holz: Balken-, Brettstapel-, Brettsperholz-, oder Furnierschichtholzdecke Beton: 6 - 12 cm	Stahlblech (1 mm) ist meist in Form von Trapezblechen (51 mm hoch) Beton: 12 - 18 cm	Betonschale: 250 - 650 mm zusätzliches Zuelement
<b>Montage</b>	Verschraubung, Schraubpressverleimung, Verleimung der Elemente Vorfabrikation Transportbedingung: Elementbreiten von 2 - 3,5 m / Elementlängen von 5 - 20 m	Vernagelung, Verleimung, Verdübelung Vorfabrikation	Beton wird vor Ort auf die Holzdecke gegossen oder Betonfertigtafel oder vorgefertigte HBV-Deckenelemente	Bleche werden von Hand verlegt Beton wird vor Ort gegossen oder vorgefertigte Verbunddeckenelemente	Vorfabrikation
<b>Spannweite</b>	4 - 12 m	4 - 8 m	4 - 16 m	4 - 20 m	5 - 10 m möglichst quadratisches Achsmaß
<b>Lastabtragung</b>	lineare oder punktuelle Auflager möglich	lineares Auflager möglich	lineare oder punktuelle Auflager möglich	lineare oder punktuelle Auflager möglich	lineare oder punktuelle Auflager möglich
<b>Materialbedarf</b>	gering: 0,08 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup>	mittel: 0,22 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup>	hoch	hoch	gering: 1/3 Beton, 1/10 Bewehrung

					
<b>Material Area</b>	Kastendecke (Hohlkastendecke) 0,72 m <sup>2</sup>	Brettstapeldecke 2,28 m <sup>2</sup>	Holz-Beton-Verbunddecke Beton: 0,82 m <sup>2</sup> Holz: 1,3 m <sup>2</sup>	Stahl-Beton-Verbunddecke 1,5 m <sup>2</sup>	Rippmann Floor System 8,2 m x 9,4 m = 77m <sup>2</sup>
<b>Material Volume</b>	0,72 m <sup>2</sup> x 9,40 m = 6,8 m <sup>3</sup>	2,28 m <sup>2</sup> x 9,40 m = 21,4 m <sup>3</sup>	Beton: 0,82 m <sup>2</sup> x 9,40 m = 7,7 m <sup>3</sup> Holz: 1,3 m <sup>2</sup> x 9,40 m = 12,2 m <sup>3</sup>	1,5 m <sup>2</sup> x 9,40 m = 14,1 m <sup>3</sup>	
<b>Density Material</b>	470 kg/m <sup>3</sup>	470 kg/m <sup>3</sup>	Beton: 2'300 kg/m <sup>3</sup> Holz: 470 kg/m <sup>3</sup>	2'500 kg/m <sup>3</sup>	295 kg/m <sup>3</sup>
<b>Material Weight</b>	6,8 m <sup>3</sup> x 470 kg/m <sup>3</sup> = 3'180 kg	21,4 m <sup>3</sup> x 470 kg/m <sup>3</sup> = 10'073 kg	Beton: 7,7 m <sup>3</sup> x 2'300 kg/m <sup>3</sup> = 17'710 kg Holz: 12,2 m <sup>3</sup> x 470 kg/m <sup>3</sup> = 5'734 kg	14,1 m <sup>3</sup> x 2'500 kg/m <sup>3</sup> = 35'250 kg	
<b>ECC</b>	0,04 kg <sub>CO2e</sub> /kg	0,04 kg <sub>CO2e</sub> /kg	Beton: 0,16 kg <sub>CO2e</sub> /kg Holz: 0,04 kg <sub>CO2e</sub> /kg	0,16 kg <sub>CO2e</sub> /kg	37 kg <sub>CO2e</sub> /m <sup>2</sup>
<b>Embodied CO<sub>2</sub>e</b>	0,04 kg <sub>CO2e</sub> /kg x 3'180 kg = <b>127 kg<sub>CO2e</sub></b>	0,04 kg <sub>CO2e</sub> /kg x 10'073 kg = <b>403 kg<sub>CO2e</sub></b>	Beton: 0,16 kg <sub>CO2e</sub> /kg x 17'710 kg = 2'830 kg <sub>CO2e</sub> Holz: 0,04 kg <sub>CO2e</sub> /kg x 5'734 kg = 230 kg <sub>CO2e</sub> Total: <b>3'060 kg<sub>CO2e</sub></b>	0,16 kg <sub>CO2e</sub> /kg x 35'250 kg = <b>5'600 kg<sub>CO2e</sub></b>	37 kg <sub>CO2e</sub> /m <sup>2</sup> x 77m <sup>2</sup> = <b>2'850 kg<sub>CO2e</sub></b>



Kastendecke (Hohlkastendecke)

Material	Proportion	Thickness mm	Length mm	Width mm	Volum m <sup>3</sup>	Density kg / m <sup>3</sup>	Mass kg / m <sup>2</sup>	Primary energy non-renewable	Primary energy non-renewable / m <sup>2</sup>	Greenhouse gas emission	Greenhouse $\zeta$ / m <sup>2</sup>
Dreischichtplatte		40	1000	1000	0.04	470	18.80	2.99	56.21	0.523	9.83
Kalksplittschüttung		140	1000	1000	0.14	1400	196.00	0.084	16.46	0.013	2.55
Holzrippen		220	1000	1000	0.22	470	103.40	2.24	231.62	0.446	46.12
Dreischichtplatte		40	1000	1000	0.04	470	18.80	2.99	56.21	0.523	9.83
<b>Total</b>											<b>68.3</b>



Holz-Beton-Verbunddecke

Material	Proportion	Thickness mm	Length mm	Width mm	Volum m <sup>3</sup>	Density kg / m <sup>3</sup>	Mass kg / m <sup>2</sup>	Primary energy non-renewable	Primary energy non-renewable / m <sup>2</sup>	Greenhouse gas emission	Greenhouse $\zeta$ / m <sup>2</sup>
Beton	100%	100	1000	1000	0.1	2300	230	0.201	46.23	0.099	22.77
Bewehrung	2%						4.60	3.55	16.33	0.682	3.14
Holzrippen		160	1000	1000	0.16	470	75.2	2.24	168.45	0.446	33.54
<b>Total</b>											<b>59.4</b>