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.**

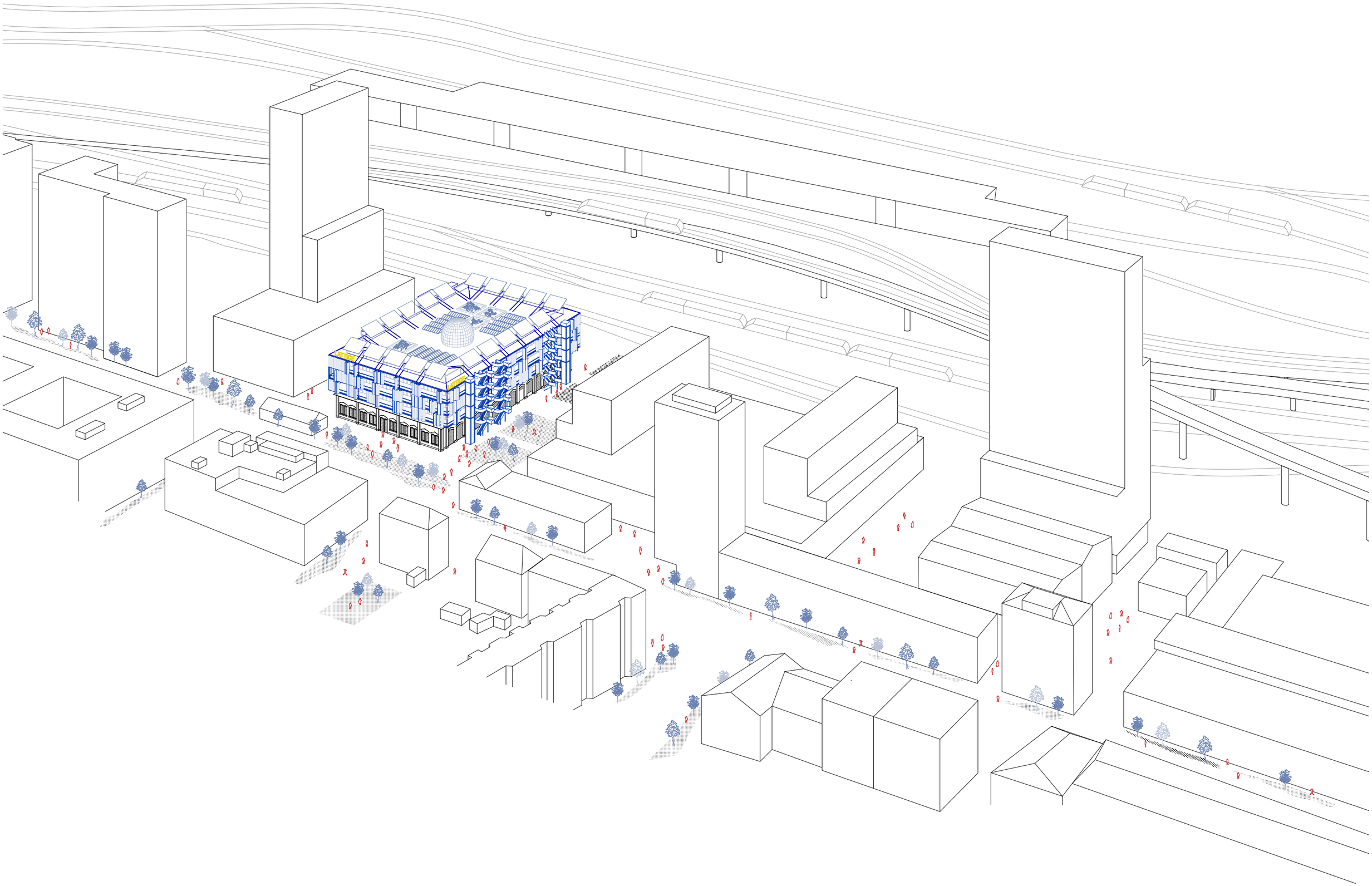
Auch die ehemalige Reparaturwerkstatt der SBB, eine Werkhalle am westlichen Ende des Areals, soll von dieser Umstrukturierung profitieren. Die flächige Volumetrie der Werkhalle in den Dimensionen von 50 auf 80 Metern, ermöglicht eine dreigeschossige Aufstockung, auf eine Höhe von 23 Metern und integriert 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 Inneren 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.

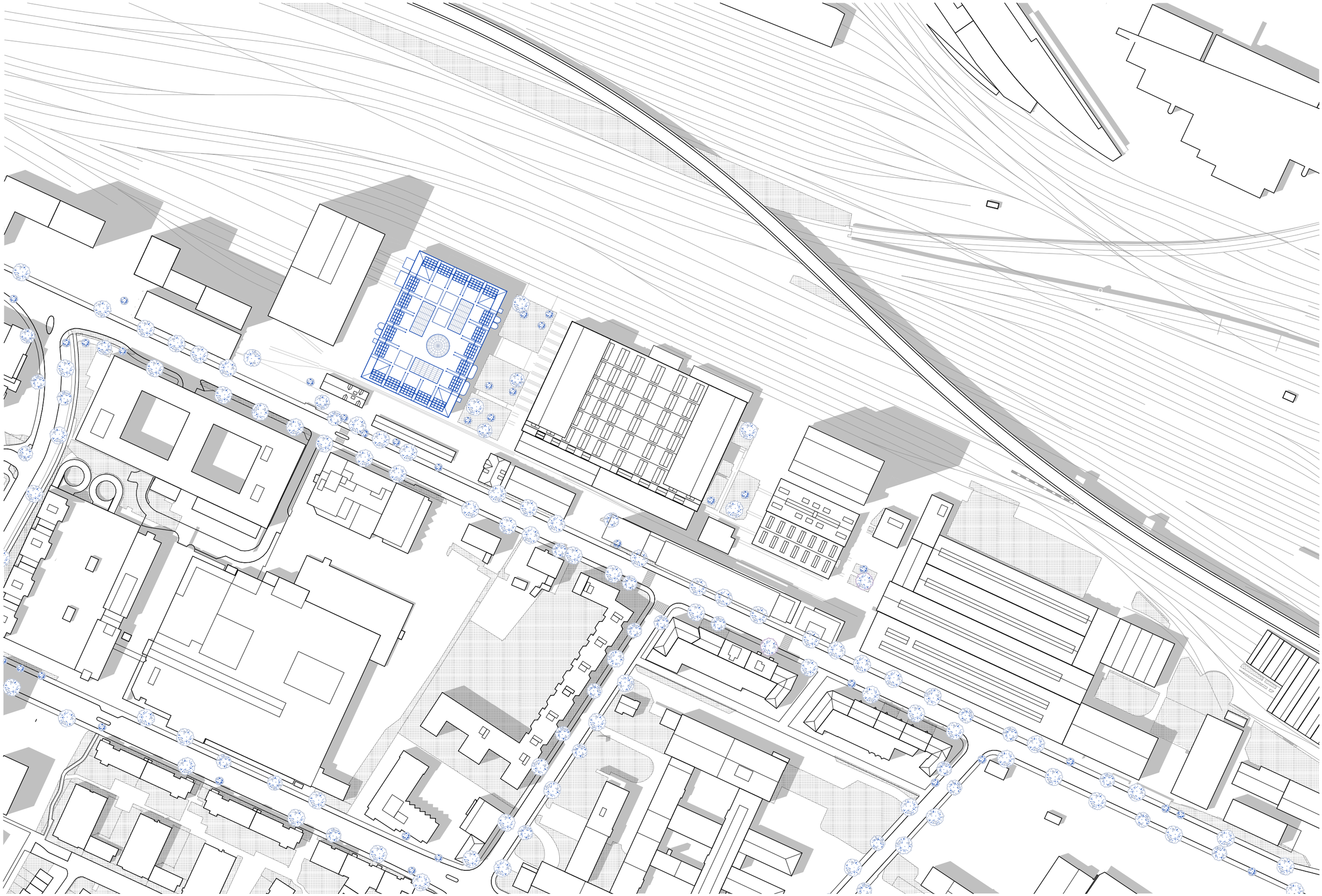
Photovoltaik-Segel auf dem Dach richten sich effizient der Sonne entgegen aus und versorgen das Gebäude mit nachhaltiger Energie.

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

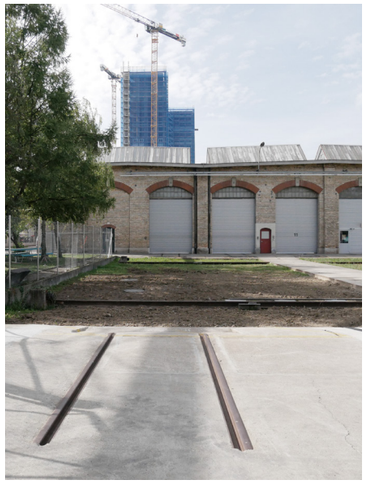
AXONOMETRIE DER SBB WERKSTÄTTE

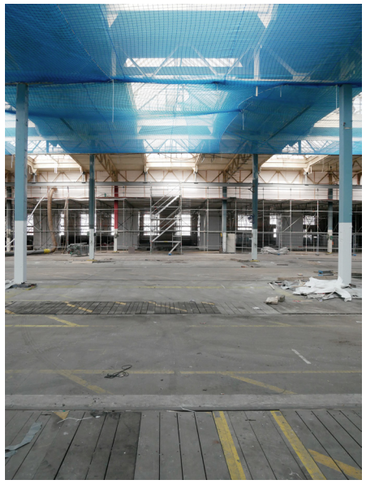
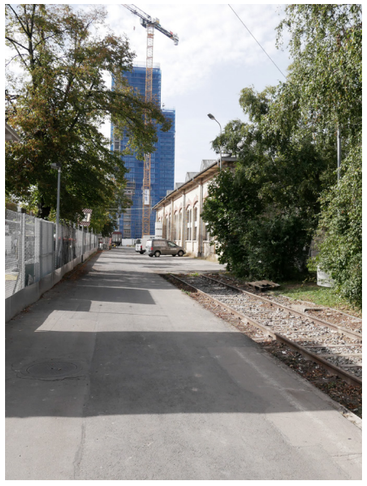


UMGEBUNG

SITUATIONSPLAN

0 10 50 50

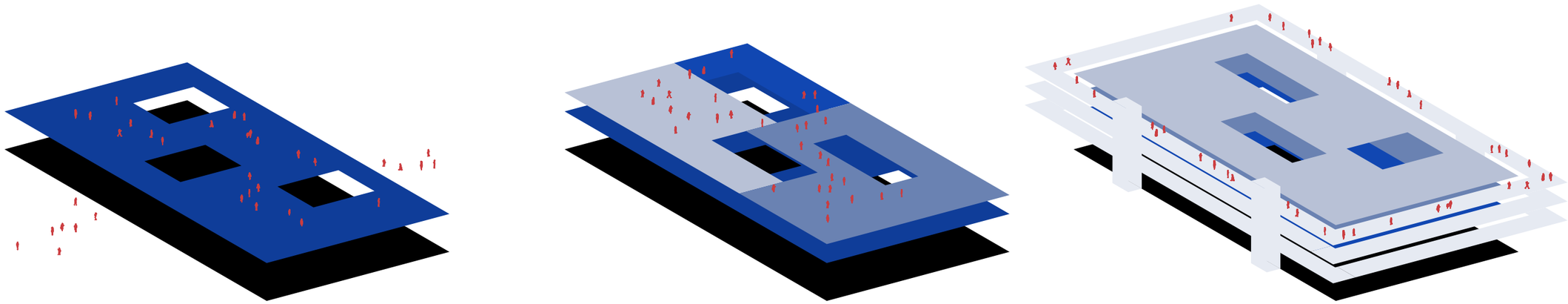




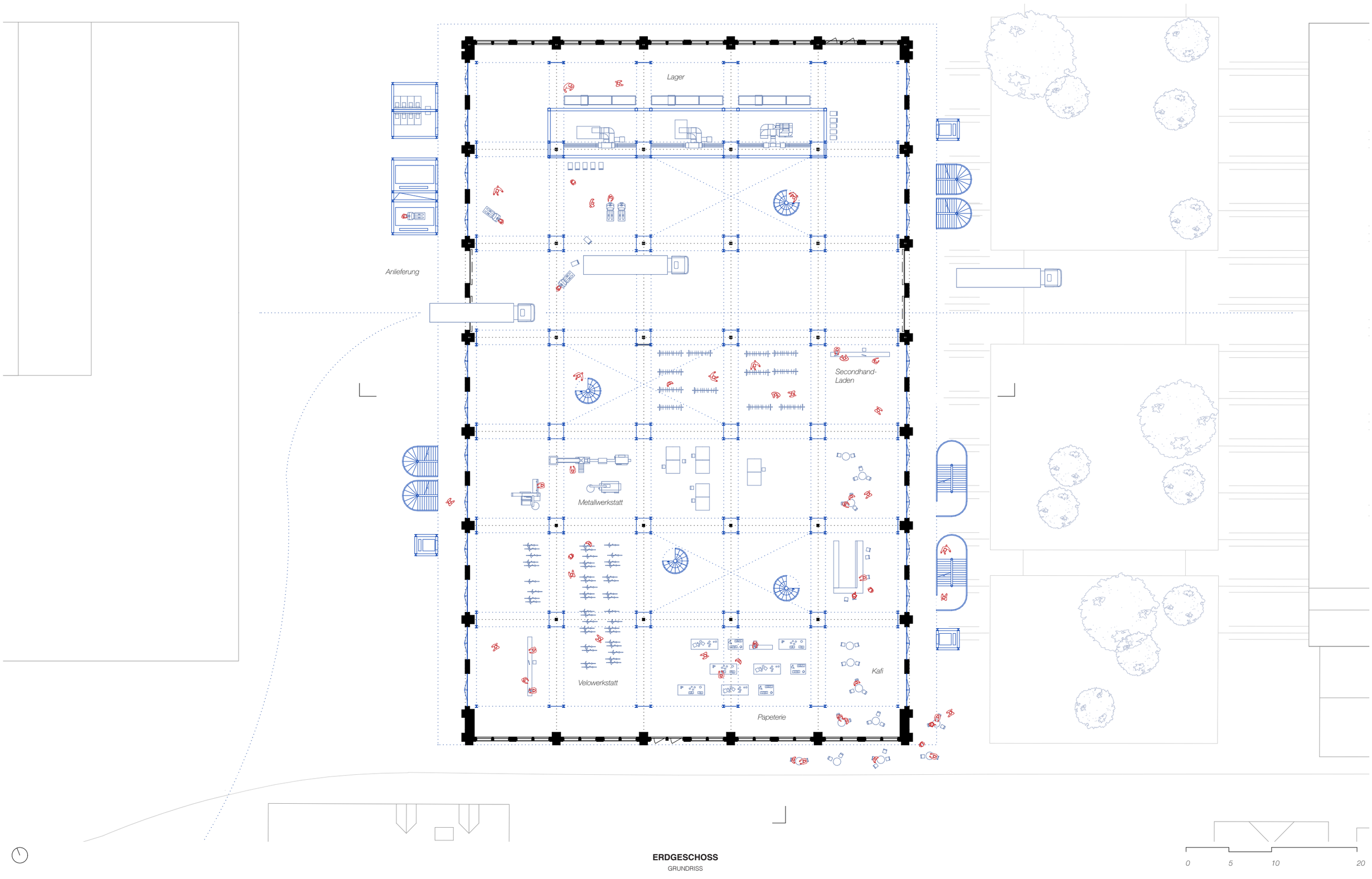

IMPRESSIONEN

WERKHALLE R



AUFSTOCKUNG / NUTZUNG / ERSCHLIESSUNG

SCHEMA



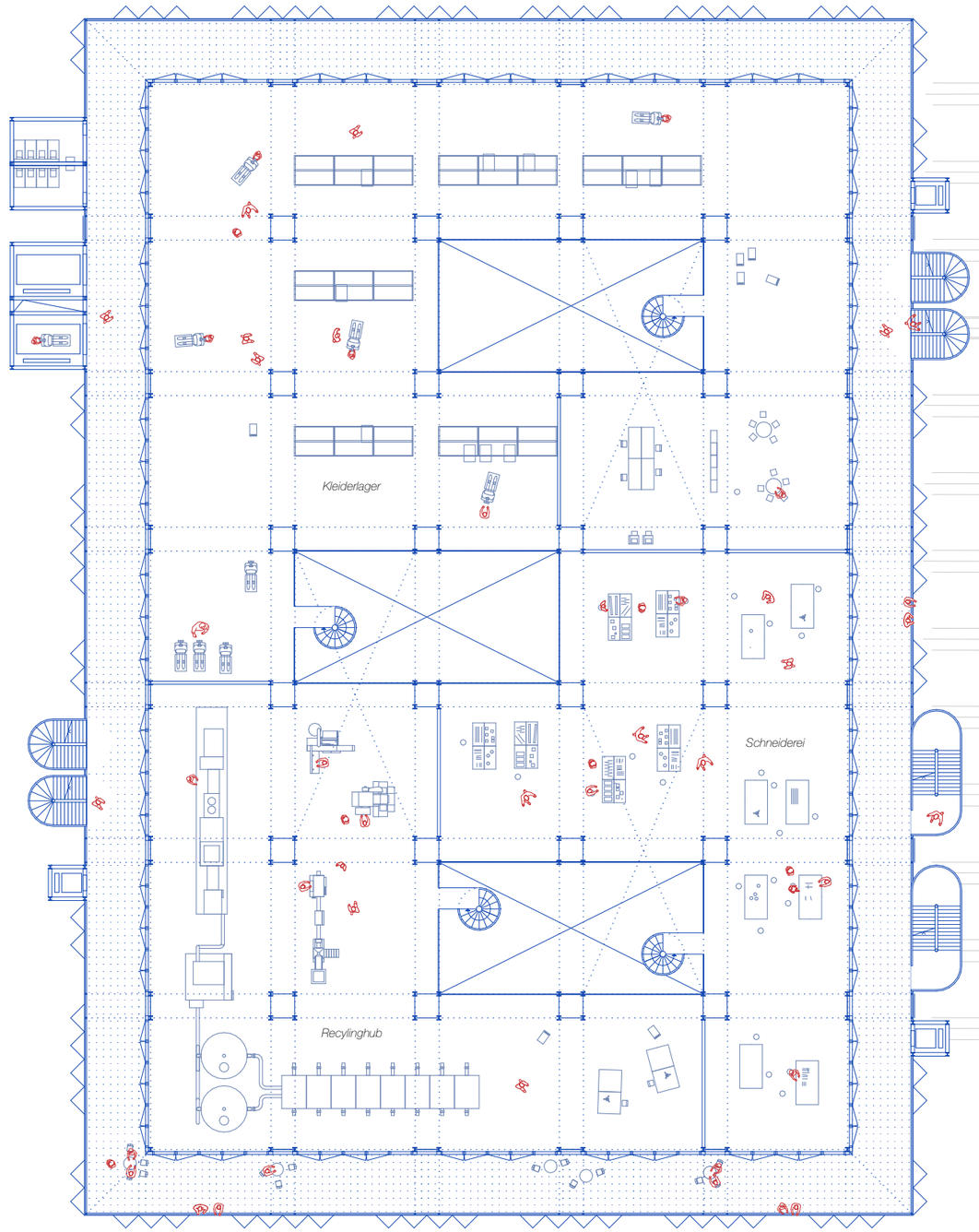
ERDGESCHOSS

GRUNDRISS

0 5 10 20



BESTEHENDE WERKHALLE



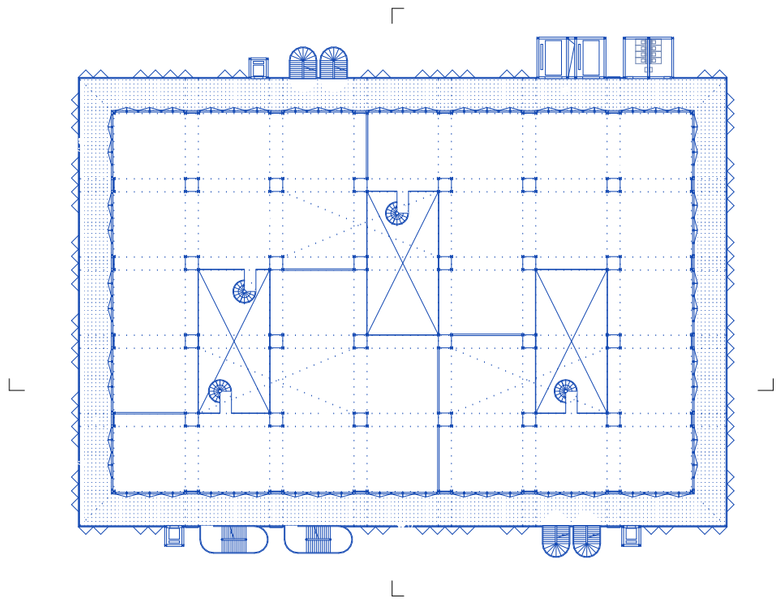
ERSTES OBERGESCHOSS

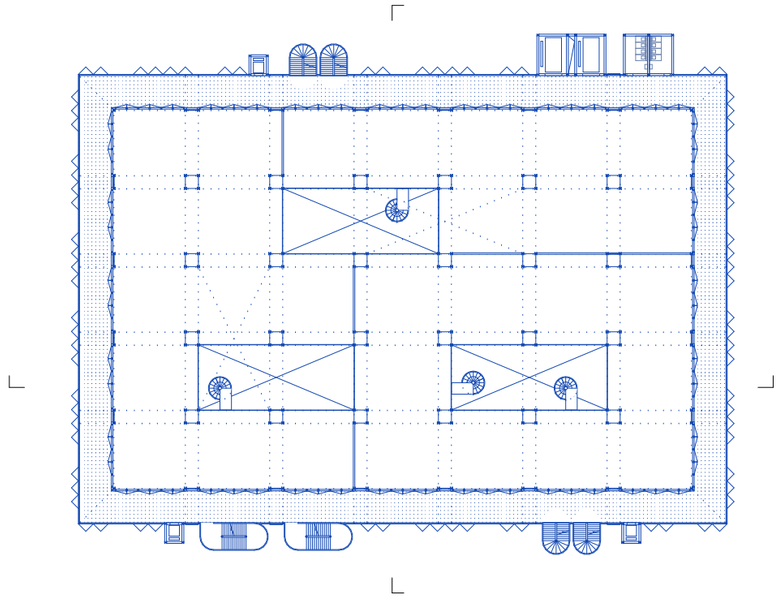
GRUNDRISS

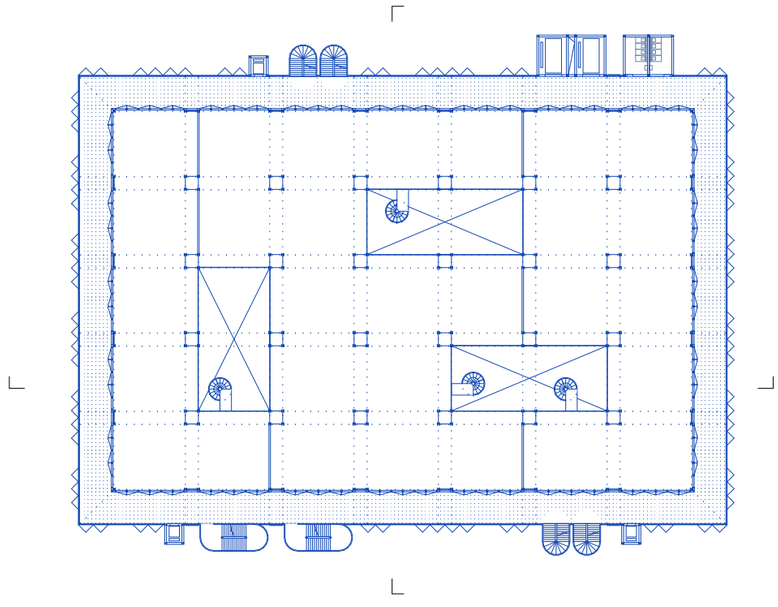
0 5 10 20

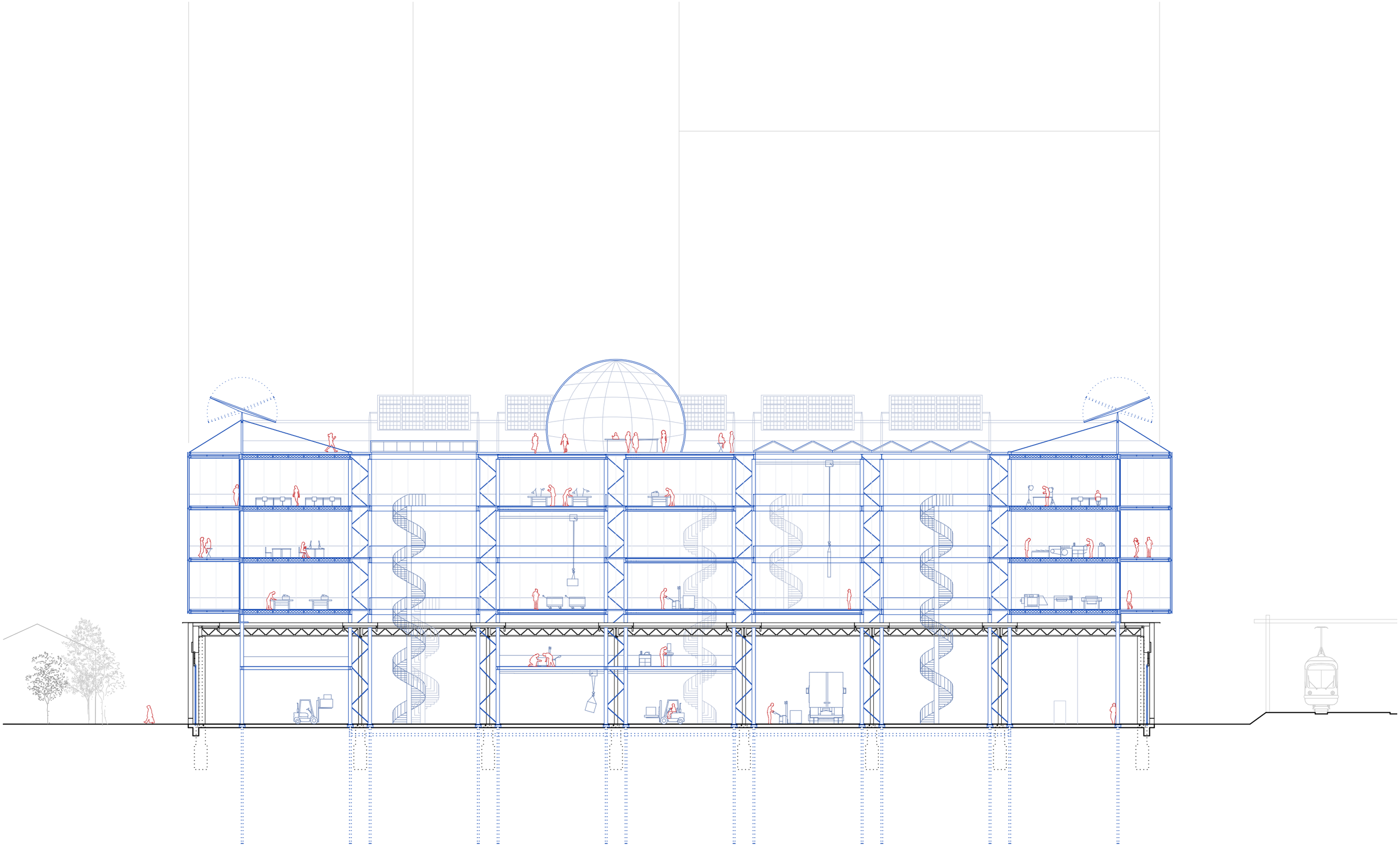
VERTEILUNG LICHTHÖFE

ÜBERSICHT OBERGESCHOSSE





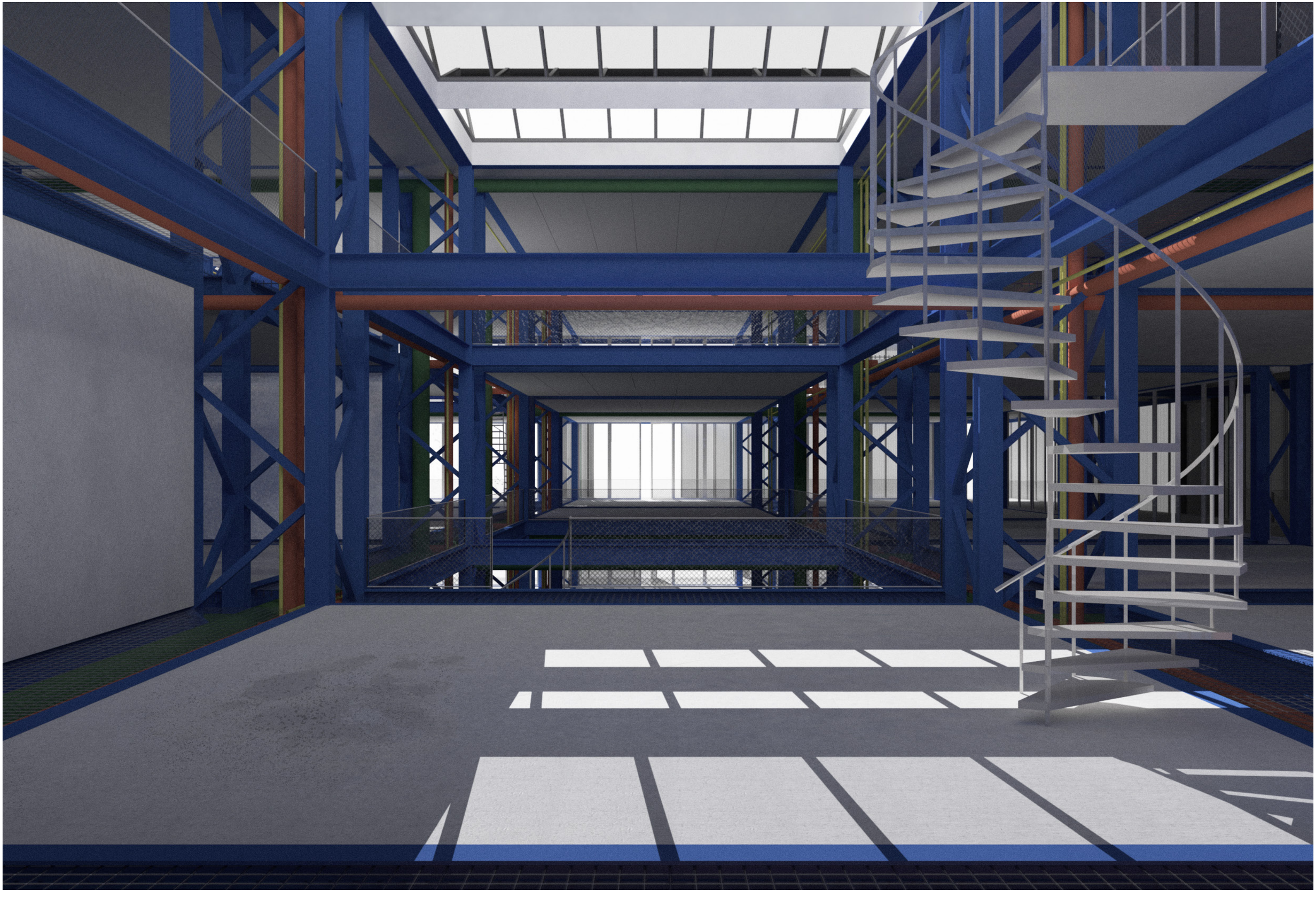




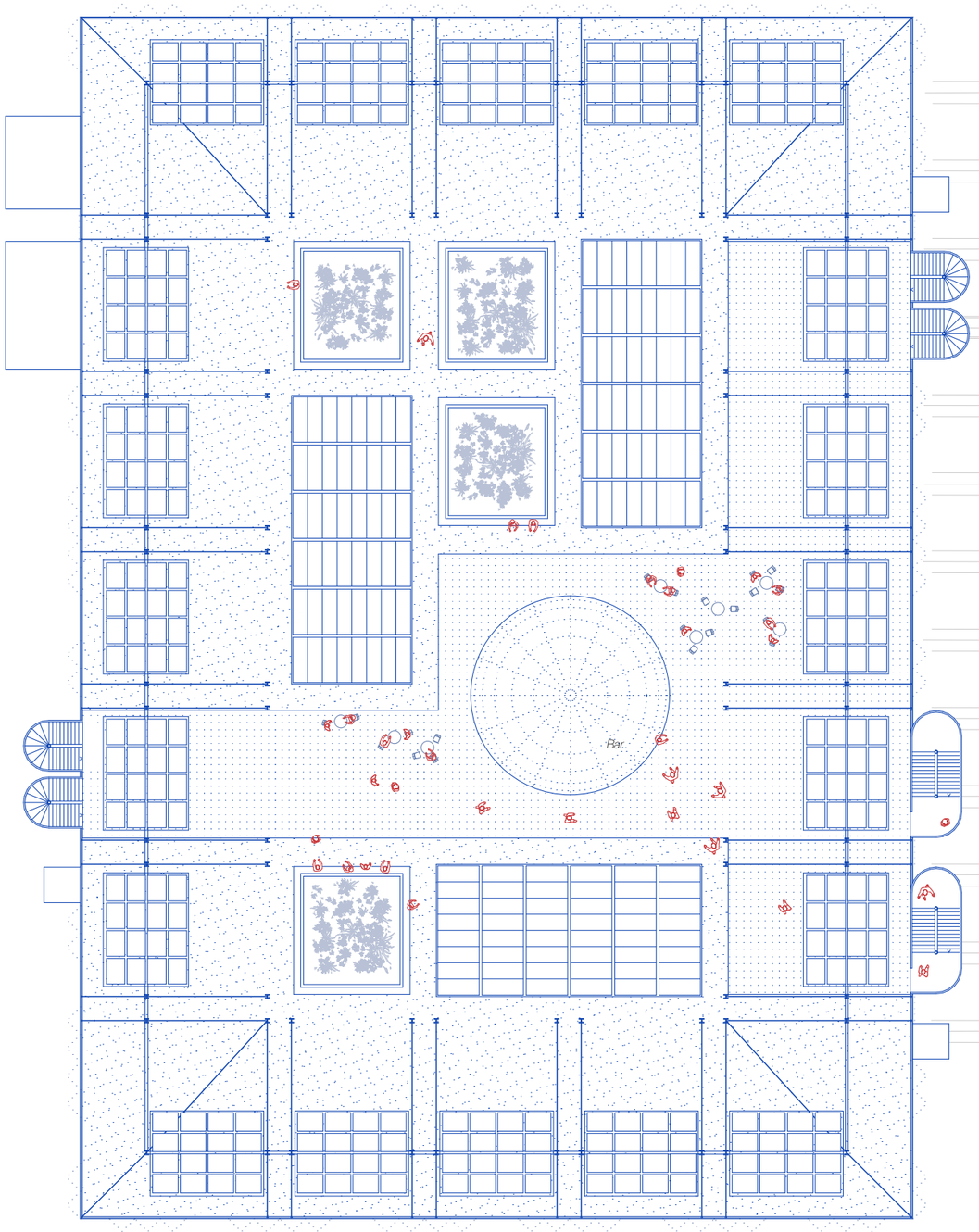
VERTIKALE VERBINDUNG

LÄNGSSCHNITT

0 5 10 20



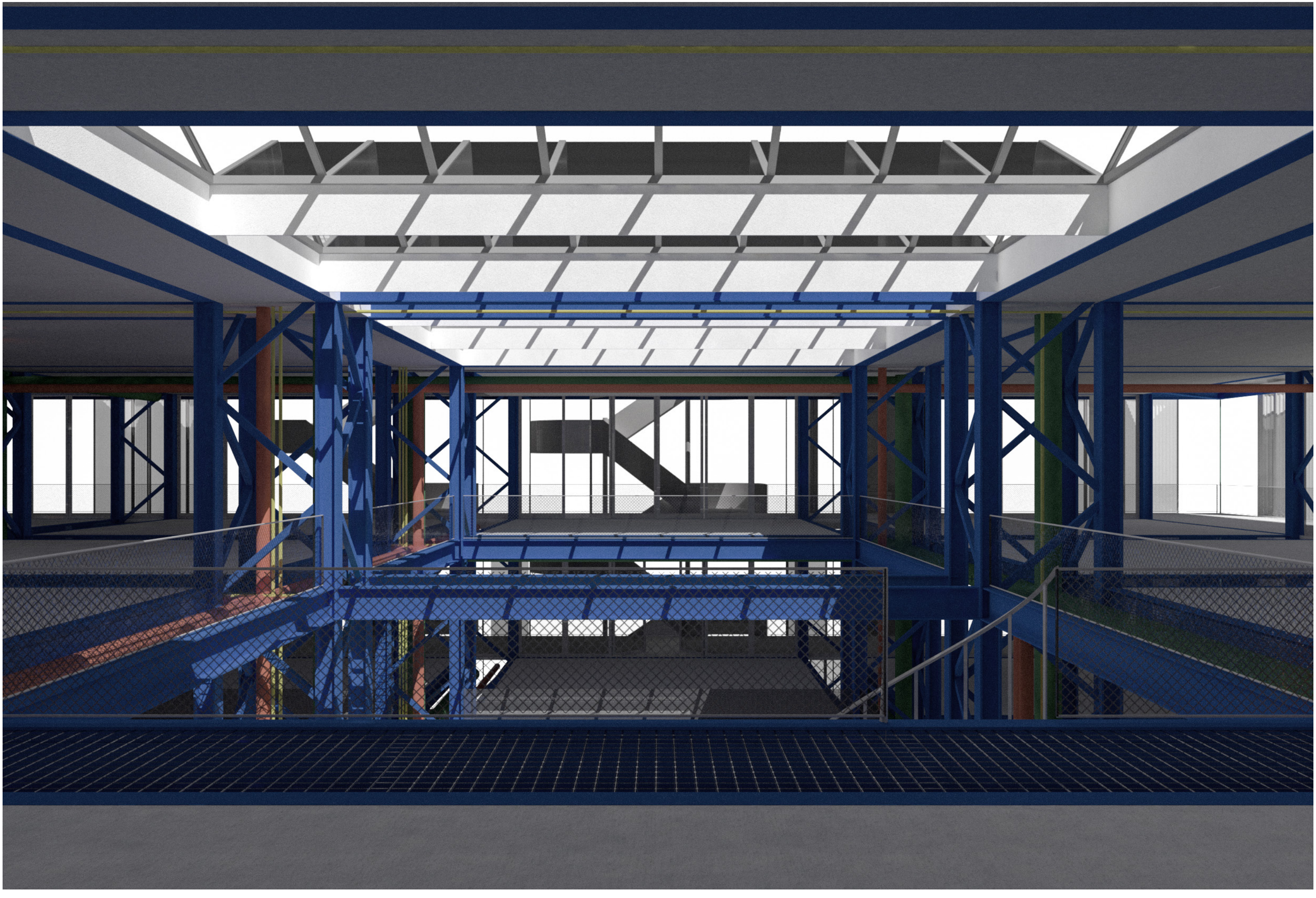
PRODUKTIONSHALLE OBERGESCHOSS



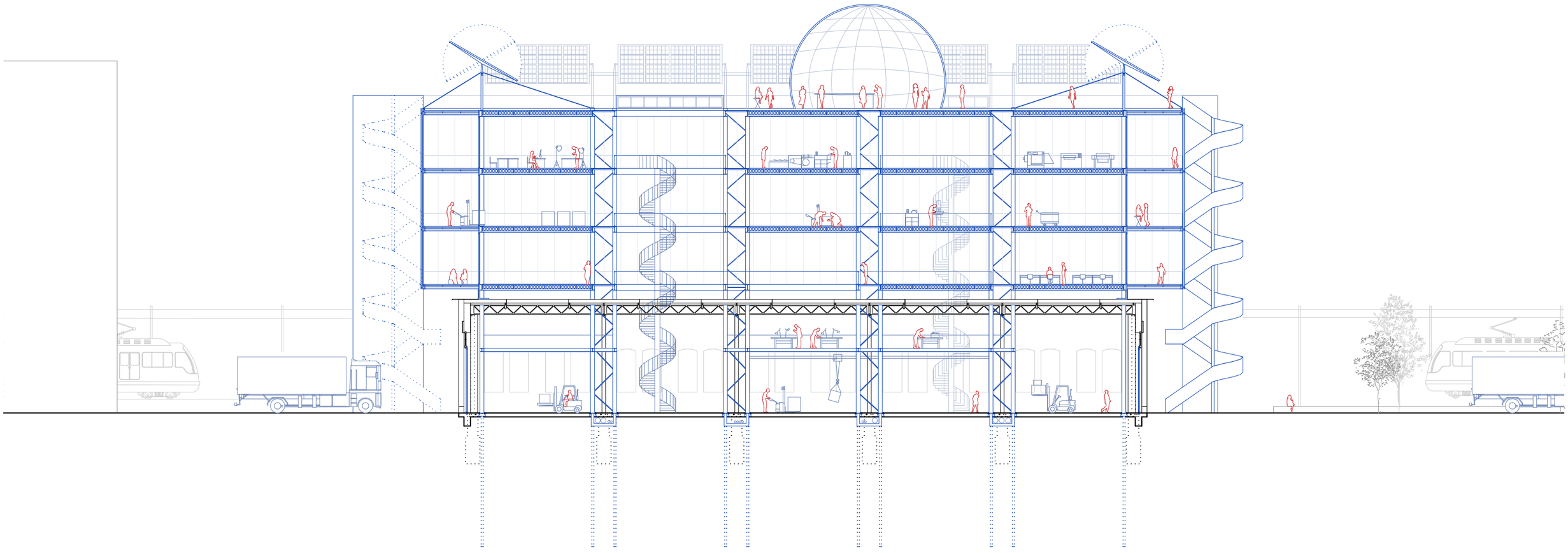
DACHGESCHOSS

GRUNDRISS

0 5 10 20



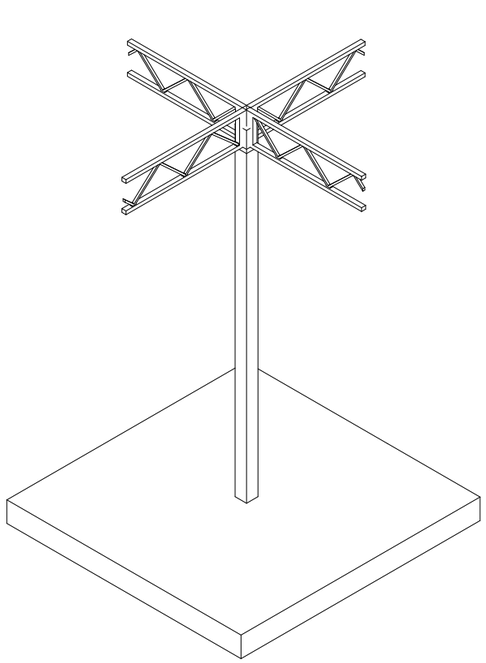
LICHTHOF

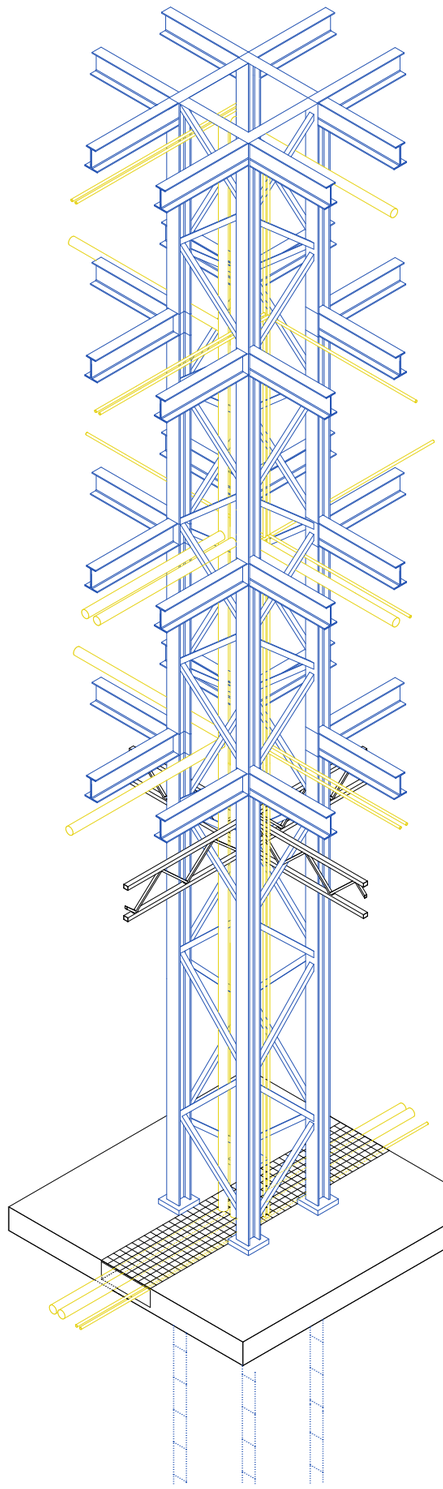


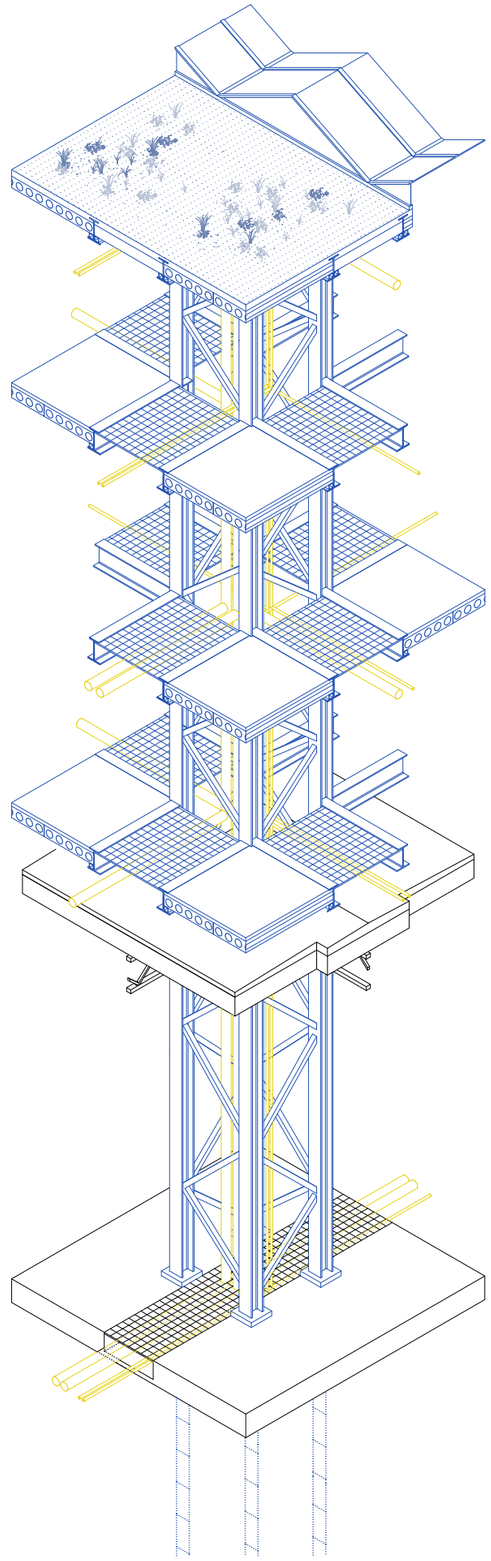
KONSTRUKTION

QUERSCHNITT

0 5 10 20

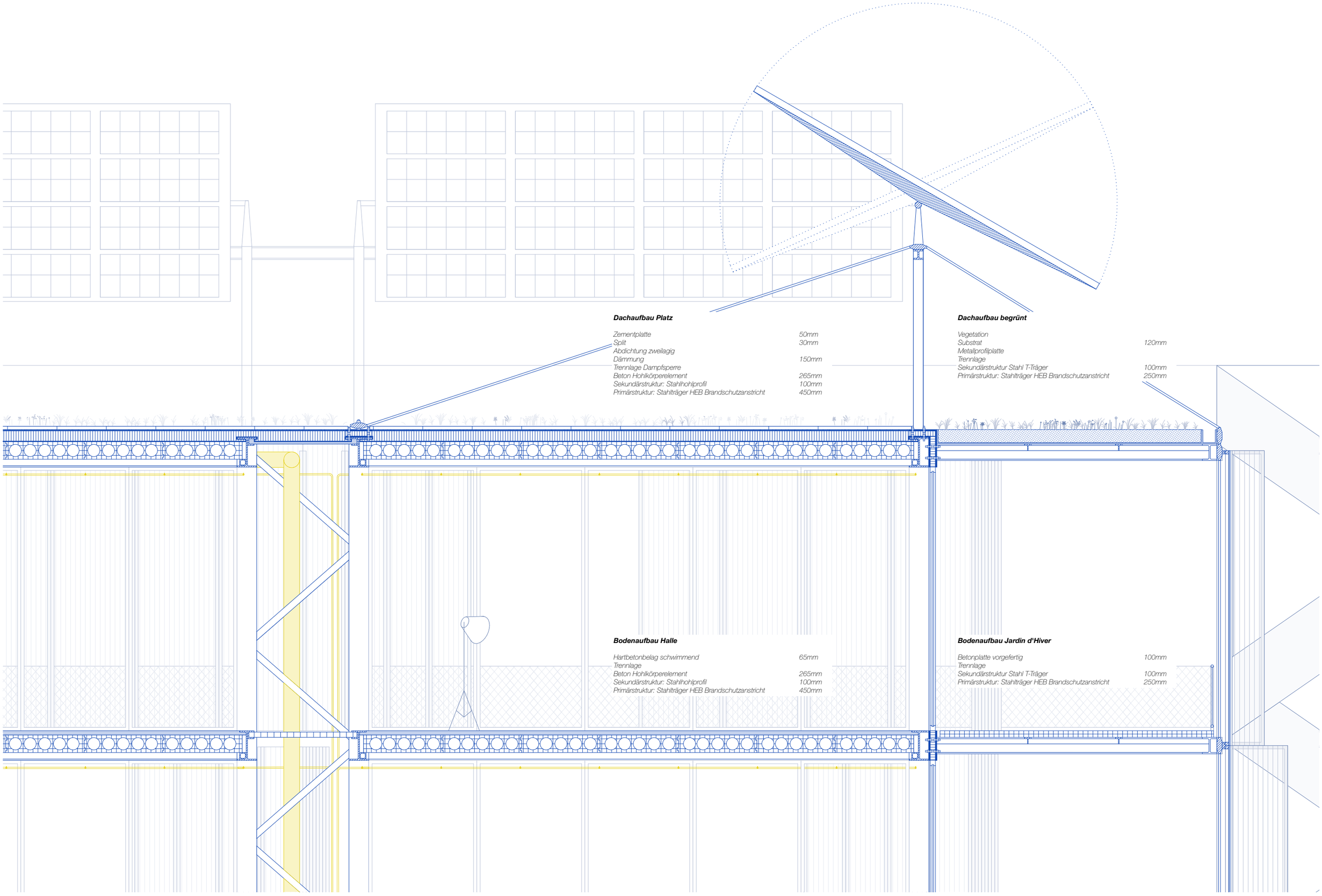






LATTICE STÜTZE

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 Brandschutzanstricht	450mm

Dachaufbau begrünt

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

Bodenaufbau Halle

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

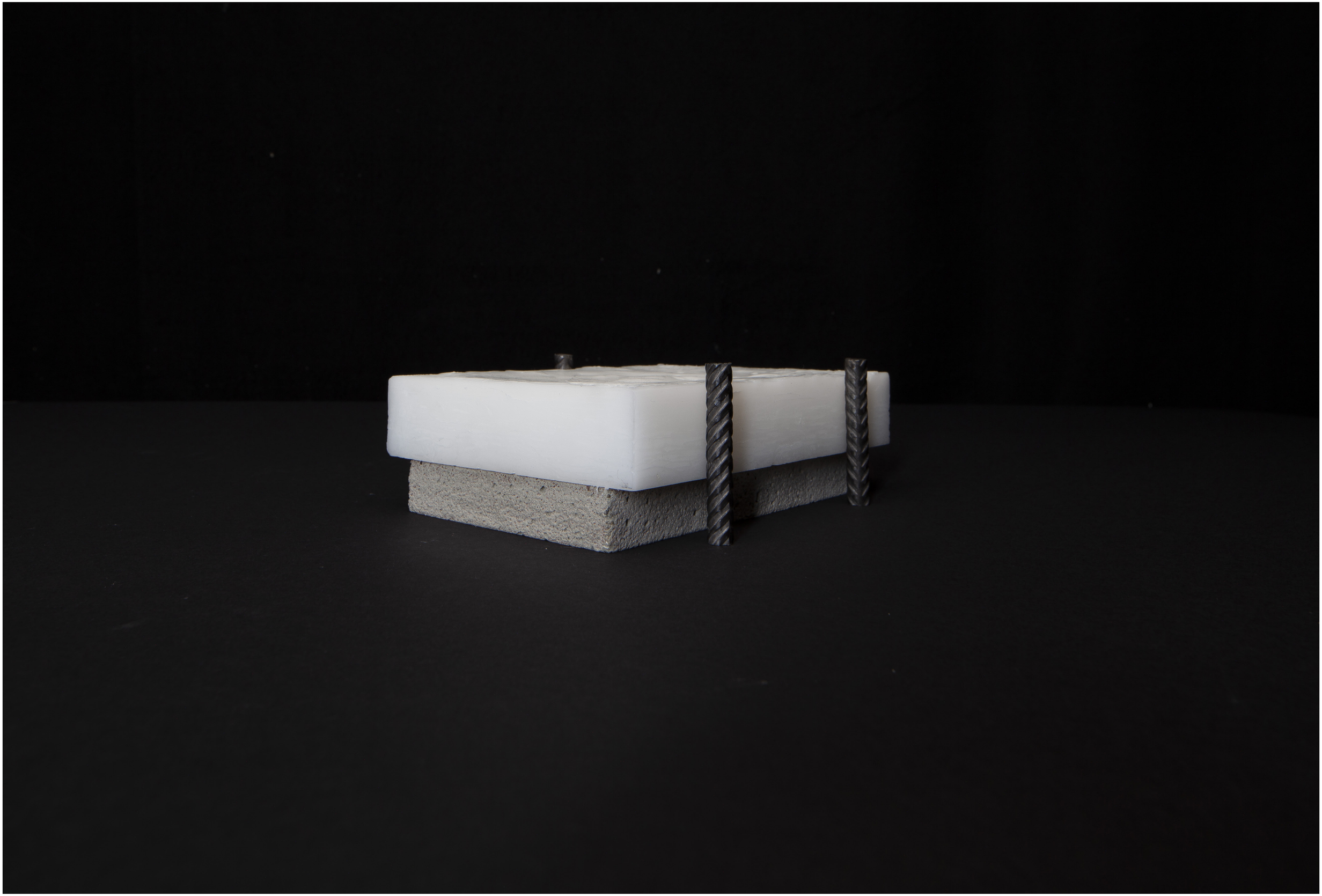
Bodenaufbau Jardin d'Hiver

Betonplatte vorgefertig	100mm
Trennlage	
Sekundärstruktur Stahl T-Träger	100mm
Primärstruktur: Stahlträger HEB Brandschutzanstricht	250mm

DECKENSYTEM

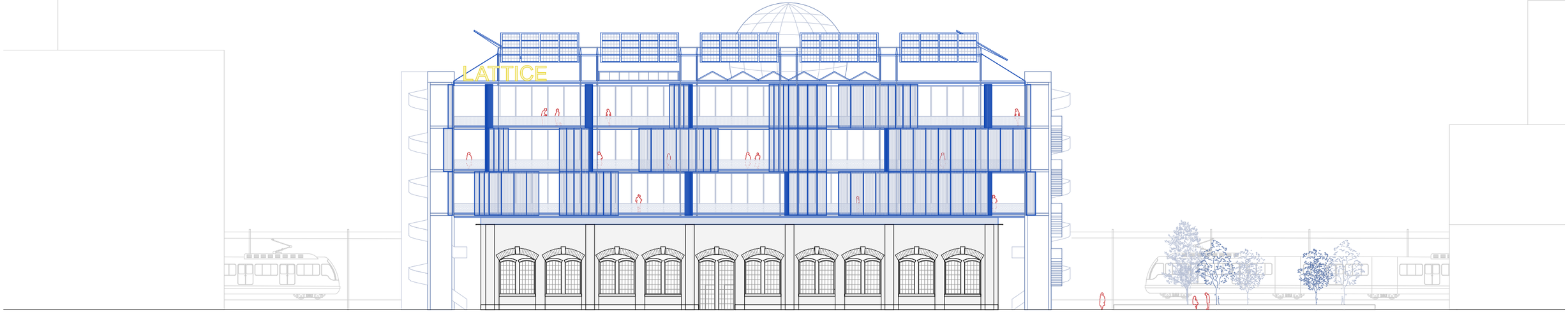
KONSTRUKTIONSSCHNITT

0 0.5 2 5



HAPTIK

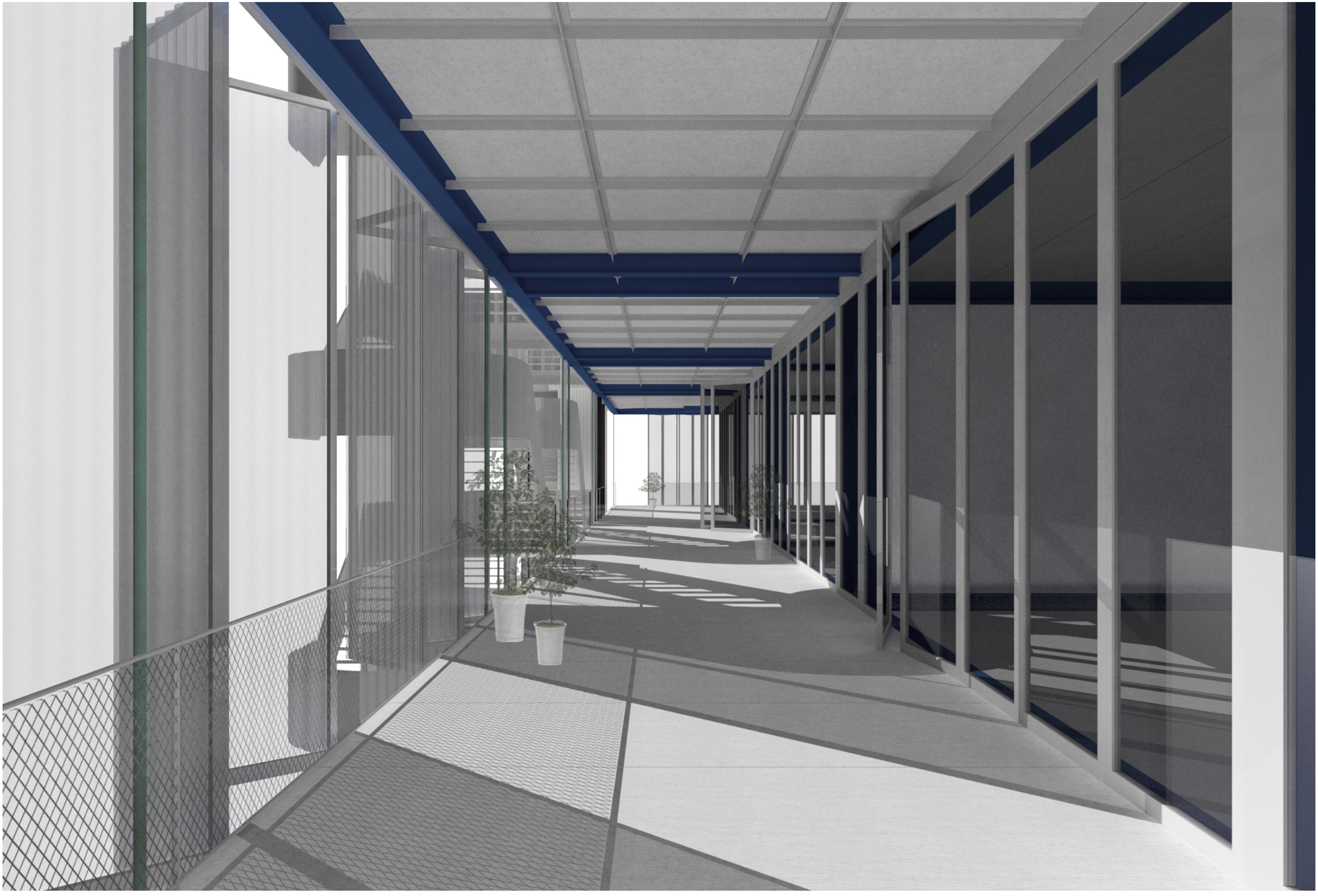
KONZEPTMODELL



DURCHLÄSSIGKEIT

ANSICHT HOHLGASSE

0 5 10 20



JARDIN D'HIVER



FRAGMENTIERUNG

ANSICHT ANLIEFERUNG

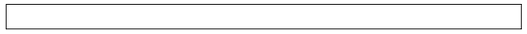
0 5 10 20

LATTICE



TRANSLUZENZ

Anhang
Berechnungen



Flat Slab System

8.5 x 9 m



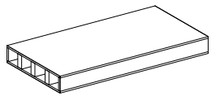
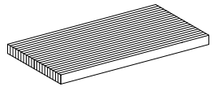
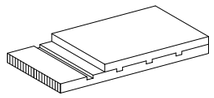
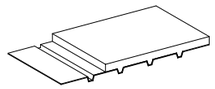
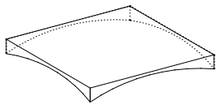
Hollow Core

8.5 x 9 m

Material Area	76.5 m^2	Beton: 1.26 m^2 Stahlträger: 0.02 m^2
Material Volume	Beton: 76.5 m^2 x 0.4 m = 30.6 m^3 Bewehrung: 76.5 m^2 x 0.008 m = 0.612 m^3	Beton: 1.26 m^2 x 9 m = 11.34 m^3 Bewehrung: 76.5 m^2 x 0.002 m = 0.153 m^3 Stahlträger: 0.02 m^2 x 9 m = 0.18 m^3
Density Material	Beton: 2'300 kg/m^3 Bewehrung: 7'8500 kg/m^3	Beton: 2'500 kg/m^3 Bewehrung: 7'850 kg/m^3 Stahlträger: 7'850 kg/m^3
Material Weight	Beton: 30.6 m^3 x 2'300 kg/m^3 = 70'380 kg Bewehrung: 0.612 m^3 x 7'8500 kg/m^3 = 48'042 kg	Beton: 11.34 m^3 x 2'500 kg/m^3 = 28'350 kg Bewehrung: 0.18 m^3 x 7'8500 kg/m^3 = 14'130 kg Stahlträger: 0.18 m^3 x 7'8500 kg/m^3 = 1'413 kg
ECC	Beton: 0.099 kg CO2-eq Bewehrung: 0.682 kg CO2-eq	Beton: 0.099 kg CO2-eq Bewehrung: 0.682 kg CO2-eq Stahlträger: 0.734 kg CO2-eq
Embodied $C0_2e$	Beton: 70'380 kg x 0.099 kg CO2-eq = 6'967.62 CO2-eq Bewehrung: 48'042 kg x 0.682 kg CO2-eq = 32'764.644 CO2-eq = **39'732.264 CO2e**	Beton: 28'350 kg x 0.099 kg CO2-eq = 2'824.47 CO2-eq Bewehrung: 14'130 kg x 0.682 kg CO2-eq = 9'636.66 CO2-eq Stahlträger: 1'413 kg x 0.734 kg CO2-eq = 1037.142 CO2-eq = **13'498.272 CO2e**

DECKENSYSTEM FLAT SLAB UND HOLLOW CORE

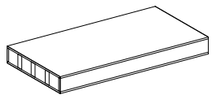
VERGLEICH

					
	Kastendecke (Hohlkastendecke)	Brettstapeldecke	Holz-Beton-Verbunddecke	Stahl-Beton-Verbunddecke	Rippmann Floor System
Konstruktion	Rippen in Hauptspannrichtung der Decke (Achsabstand 40 - 70 cm) bilden mit Randbalken einen Rahmen aus, H-förmiger Trägerquerschnitt, ober- und unterseitige Beplankung zur statischen Wirkung, Hohlraum zwischen Rippen zur Dämmung oder Installation	miteinander verbundene Vollholzbretter Beplankung zur aussteifenden Wirkung	Hybridbauteil Holz - Beton Beton erhöht Leistungsfähigkeit, Schall- und Brandschutzverhalten Druckzone im Beton und Zugzone im Holz sind schubsteif miteinander verbunden (verschiedene Verbindungen möglich)	Hybridbauteil Stahl - Beton erhöht Schall- und Brandschutzverhalten Druckzone im Beton und Zugzone im Stahl als Flächenverband miteinander verbunden	kraftschlüssige Geometrie durch Wölbung mit Rippen zusätzliches Zugelement in Form von Stahlseil oder Betonrahmen
Materialisierung	Rippen: Konstruktionsvollholz, Brettschichtholz, Stahträger 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-, Brettsperrholz-, 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 Zugelement
Montage	Verschraubung, Schraubpressverleimung, Verleimung der Elemente Vorfabrikation Transportbedingung: Elementbreiten von 2 - 3.5 m / Elementlängen von 5 - 20 m	Vernagelung, Verleimung, Verdübelung Vorfabriktion	Beton wird vor Ort auf die Holzdecke gegossen oder Betonfertigteile oder vorgefertigte HBV-Deckenelemente	Bleche werden von Hand verlegt Beton wird vor Ort gegossen oder vorgefertige Verbunddeckenelemente	Vorfabrikation
Spannweite	4 - 12 m	4 - 8 m	4 - 16 m	4 - 20 m	5 - 10 m möglichst quadratisches Achsmass
Lastabtragung	lineare oder punktuelle Auflager möglich	lineares Auflager möglich	lineare oder punktuelle Auflager möglich	lineare oder punktuelle Auflager möglich	lineare oder punktuelle Auflager möglich
Materialbedarf	gering: 0.08 m^3 / m^2	mittel: 0.22 m^3 / m^2	hoch	hoch	gering: 1/3 Beton, 1/10 Bewehrung

					
	Kastendecke (Hohlkastendecke)	Brettstapeldecke	Holz-Beton-Verbunddecke	Stahl-Beton-Verbunddecke	Rippmann Floor System
Material Area	0.72 m^2	2.28 m^2	Beton: 0.82 m^2 Holz: 1.3 m^2	1.5 m^2	8.2 m x 9.4 m = 77m^2
Material Volume	0.72 m^2 x 9.40 m = 6.8 m^3	2.28 m^2 x 9.40 m = 21.4 m^3	Beton: 0.82 m^2 x 9.40 m = 7.7 m^3 Holz: 1.3 m^2 x 9.40 m = 12.2 m^3	1.5 m^2 x 9.40 m = 14.1 m^3	
Density Material	470 kg/m^3	470 kg/m^3	Beton: 2'300 kg/m^3 Holz: 470 kg/m^3	2'500 kg/m^3	295 kg/m^2
Material Weight	6.8 m^3 x 470 kg/m^3 = 3'180 kg	21.4 m^3 x 470 kg/m^3 = 10'073 kg	Beton: 7.7 m^3 x 2'300 kg/m^3 = 17'710 kg Holz: 12.2 m^3 x 470 kg/m^3 = 5'734 kg	14.1 m^3 x 2'500 kg/m^3 = 35'250 kg	
ECC	0.04 kg_{CO2e}/kg	0.04 kg_{CO2e}/kg	Beton: 0.16 kg_{CO2e}/kg Holz: 0.04 kg_{CO2e}/kg	0.16 kg_{CO2e}/kg	37 kg_{CO2e}/m^2
Embodied CO_2e	0.04 kg_{CO2e}/kg x 3'180 kg = **127 kg_{CO2e}**	0.04 kg_{CO2e}/kg x 10'073 kg = **403 kg_{CO2e}**	Beton: 0.16 kg_{CO2e}/kg x 17'710 kg = 2'830 kg_{CO2e} Holz: 0.04 kg_{CO2e}/kg x 5'734 kg = 230 kg_{CO2e} Total: **3'060 kg_{CO2e}**	0.16 kg_{CO2e}/kg x 35'250 kg = **5'600 kg_{CO2e}**	37 kg_{CO2e}/m^2 x 77m^2 = **2'850 kg_{CO2e}**

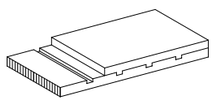
DECKENSYSTEME LEICHTBAU

VERGLEICH



Kastendecke (Hohlkastendecke)

Material	Proportion	Tickness mm	Lenght mm	Width mm	Volum m^3	Density kg / m^3	Mass kg / m^2	Primary energy non-renewable	Primary energy non-renewable / m^2	Greenhouse gas emission	Greenhouse g / m^2
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
Total											**68.3**



Holz-Beton-Verbunddecke

Material	Proportion	Tickness mm	Lenght mm	Width mm	Volum m^3	Density kg / m^3	Mass kg / m^2	Primary energy non-renewable	Primary energy non-renewable / m^2	Greenhouse gas emission	Greenhouse g / m^2
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
Total											**59.4**