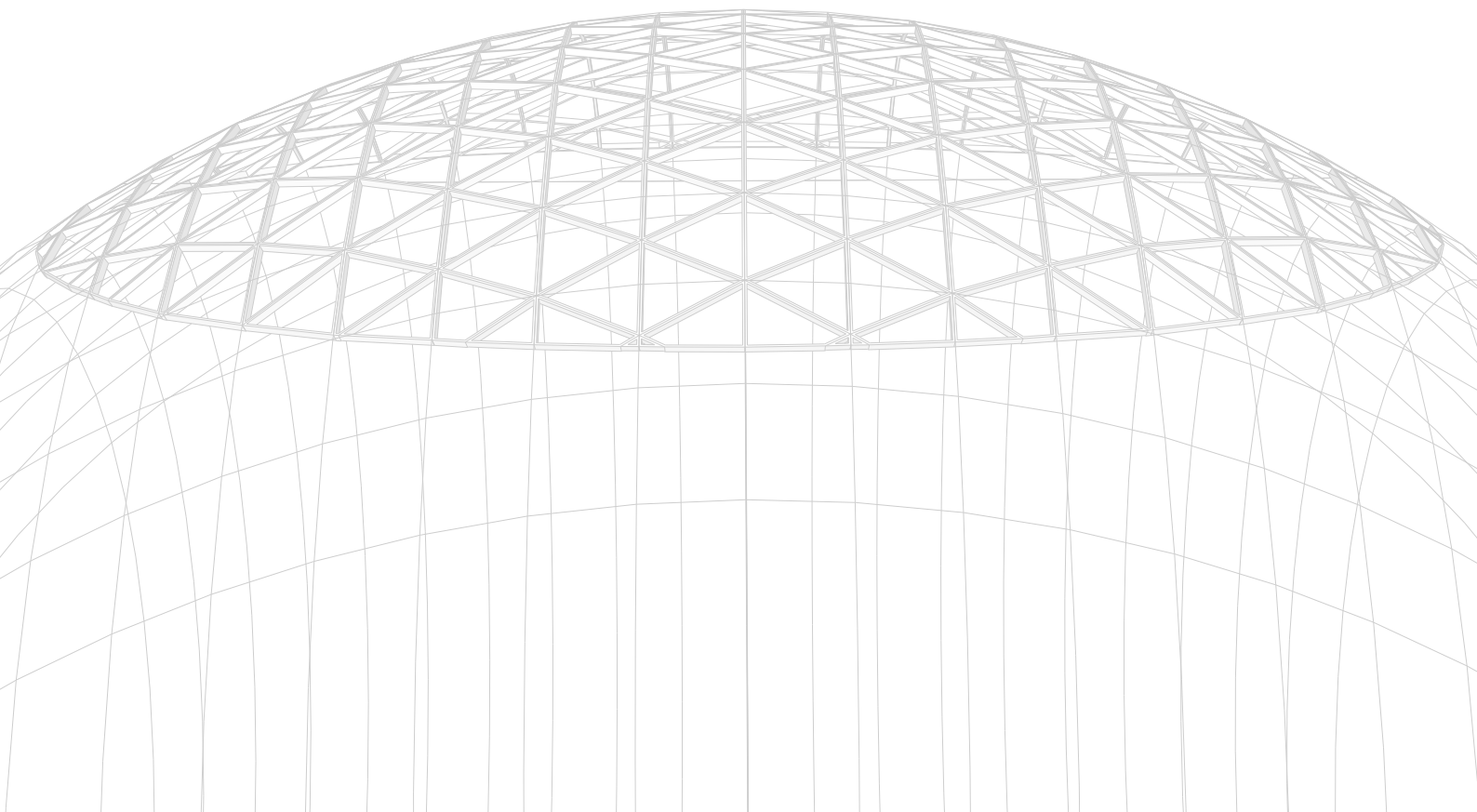


STADTARENA WIEN

EINE NEUE WANDELBARE SPORT- UND VERANSTALTUNGSHALLE

ARENA VIENNA

a convertible sports and event hall



Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/
Masterarbeit ist in der Hauptbibliothek der Tech-
nischen Universität Wien aufgestellt und zugänglich.

<http://www.ub.tuwien.ac.at>



The approved original version of this diploma or
master thesis is available at the main library of the
Vienna University of Technology.

<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng>



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna | Austria

STADTARENA WIEN

EINE NEUE WANDELBARE SPORT- UND VERANSTALTUNGSHALLE

ARENA VIENNA

a convertible sports and event hall

DIPLOMARBEIT

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von
Manfred Berthold
Prof Arch DI Dr

E253 Architektur und Entwerfen

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von
Emanuel Pero Lebo, BSc
00628001

Wien am

eigenhändige Unterschrift

ABSTRACT

The following thesis describes the design of an arena for sports and other events in Vienna. Emphasis is put on the supporting framework of the roof, a mesh structured bowl and its variability.

The 32 000m² large building site is located in the 3rd district, Erdberger Lände 36, flanking the Danube Canal, which separates the two Viennese districts Leopoldstadt and Landstraße.

In the urban context the site thereby lies on the southern bank of the canal facing on the northern bank the inner-city public park and recreation area 'Grüner Prater'.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Diplomarbeit behandelt den Entwurf einer Sport- und Veranstaltungsarena für Wien. Schwerpunkte der Arbeit liegen auf dem Tragwerk in Form einer Gitternetzschalenstruktur und der Wandelbarkeit des Daches. Der etwa 32 000m² große, zentral gelegene Bauplatz, befindet sich im dritten Bezirk, an der Erdberger Lände 36. Die zwei Wiener Gemeindebezirke Leopoldstadt und Landstraße werden durch den an die Lände und dem Planungsgebiet angrenzenden Donaukanal getrennt. Dadurch liegt das Grundstück im urbanen Kontext am südlichen Ufer des Flusses und gegenüberliegend am nördlichen Ufer in direkter Verbindung zur innerstädtischen Grün- und Erholungszone "Grüner Prater" .

INHALTSVERZEICHNIS

A	EINLEITUNG	09
B	ANALYSE	15
I	Verortung	16
1	Standort	16
2	Bauplatz	18
3	Erschließung	22
II	Gebaute Beispiele	24
III	Tragwerksanalyse	29
C	ZIELE	39
D	METHODIK - KONZEPT	43
I	Methodik	44
II	Konzept der Form	48
III	Konzept der Wandelbarkeit	56
E	RESULTAT	61
I	Pläne	63
1	Grundrisse	63
2	Schnitte	82
3	Ansichten	92
4	Nutzungskonzepte	100
II	Tragwerk	104
1	Fundamente	104
2	Tragsystem	106
3	Verbindungen	110
III	Hülle	114
IV	Technik	118
1	Schienensystem	118
2	Hydraulikwagen	122
3	Zugsystem	124
V	Schaubilder	128
1	Öffnungsvorgang	128
2	Impressionen	130
VI	Flächennachweis	154
F	CONCLUSIO	157
G	ANNEX	161
I	Verzeichnisse	162
1	Abbildungsverzeichnis	162
2	Planverzeichnis	166
3	Quellenverzeichnis	168
4	Literaturverzeichnis	170
II	Lebenslauf	171

A

EINLEITUNG

A EINLEITUNG

Die Ausgangslage für meine Arbeit war hauptsächlich von privaten Interessen geprägt. Wichtig war dabei, dass das Thema zuletzt so gewählt und formuliert wird, dass es einem gesellschaftlichen Nutzen entspricht und so auf eine größere Interessensgruppe reagieren kann. Ich betreibe seit über 18 Jahren semiprofessionell Budosport bzw. Kampfsport und bin sowohl als Athlet als auch offiziell im Verein aktiv. Da Karate seit fast zwei Jahrzehnten einen Großteil meines Alltags definiert war es naheliegend hier bei der Suche nach meinem Thema zu beginnen.

Für mich stellte sich also die Frage in welchem gesellschaftlichen Kontext sich meine Ausgangslage befindet. Sowohl die gegenwärtige sportpolitische Lage als auch aktuelle, sportliche Erfolge heimischer Kampfsportathleten boten die Antwort. Gründe waren die 2016 in Linz ausgetragene WKA Karate Weltmeisterschaft und die probeweise Aufnahme von Karate ins olympische Programm bei den Olympischen Spielen 2020. Hinzu kommt, dass Kampfsport in den letzten Jahren in Österreich einen regelrechten Aufschwung erlebte und nun noch eine weitere Kampfsportart neben Judo, Taekwondo, Boxen und Ringen als olympische Disziplin anerkannt wurde. Nach einer kurzen Analyse kam ich zu dem Entschluss, dass es neben den vielen Fußballakademien, Skigymnasien und Olympiazentren in Österreich den Bedarf an Einrichtungen für die eben erwähnten Sportarten gibt.

Die ersten Ideen behandelten eine campusähnliche Trainingsanlage mit verschiedenen Räumlichkeiten. Im Laufe der Vorentwurfsphase und weiteren Analysen entwickel-

te sich der Inhalt der Aufgabenstellung und die Schwerpunkte verlagerten sich. Mein Interesse fiel auf Sport- und Veranstaltungshallen beziehungsweise Stadien und deren Tragwerkskonstruktionen. Die Nutzung solcher Gebäude spricht eine größere Zielgruppe an und sollte in meinen Augen nicht mehr nur auf eine bestimmte Kategorie von Sportarten gerichtet sein. Es sollte vielmehr ein Gebäude sein, das auch außersportlichen Aktivitäten Platz bietet.

Schlussendlich entsprach das Thema einer Sport- und Veranstaltungsarena meiner Vorstellung einer angemessenen Aufgabenstellung.

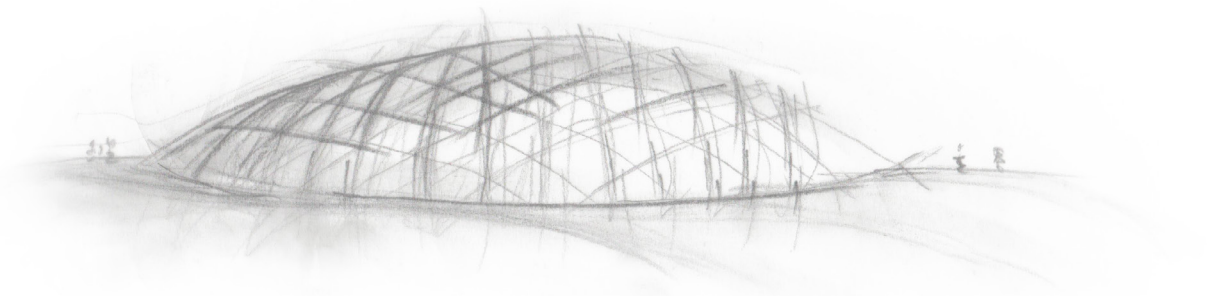


Abb.A-I Skizze Vorentwurf Arena Idee

A EINLEITUNG



Abb.A-2 Arbeitsmodell Vorentwurf Campusidee

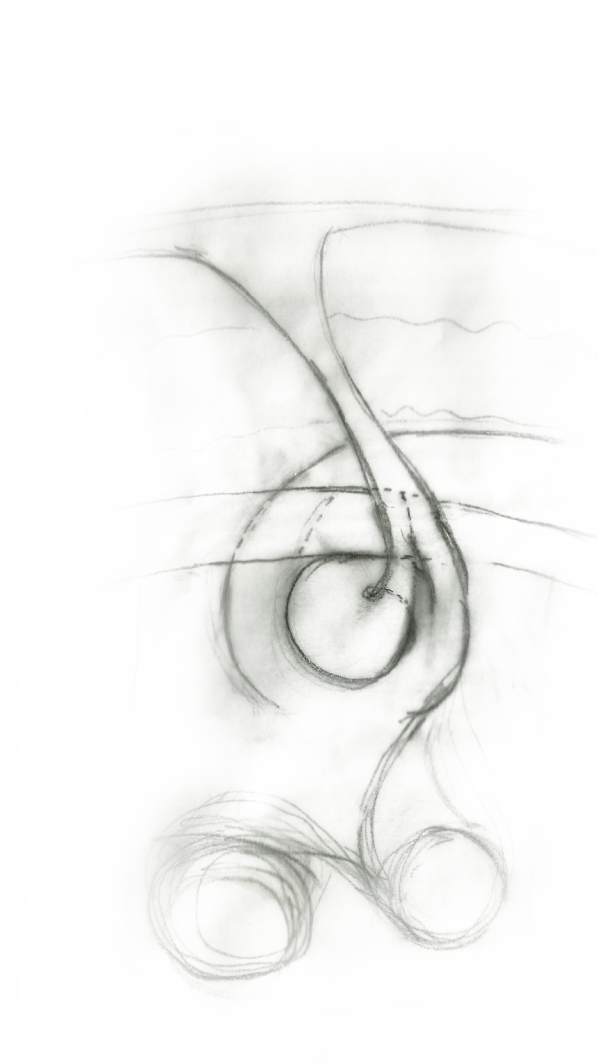


Abb.A-3 Skizze Vorentwurf Campsidee

B

ANALYSE

- I Verortung
 - 1 Standort
 - 2 Bauplatz
 - 3 Erschließung
- II Gebaute Beispiele
- III Tragwerksanalyse

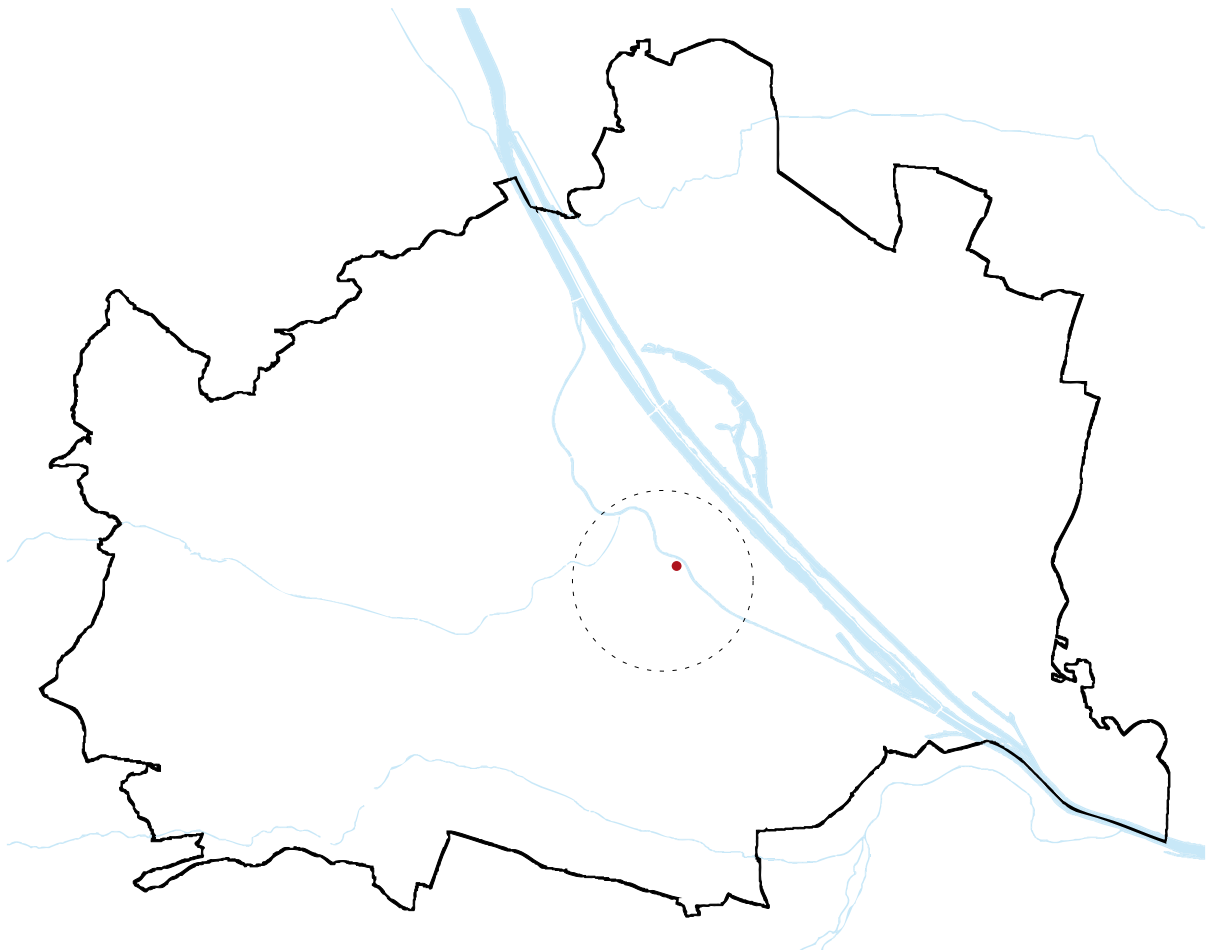
B.I VERORTUNG

B.I.1 Standort

Wien wird durch seine zentrale Lage in Europa als wichtiger geopolitischer Standort wahrgenommen. Durch die günstige Lage ist es von ganz Europa aus gut erreichbar und somit für Veranstaltungen jeglicher Art von Interesse. Die Hauptstadt bietet die besten Ressourcen für Events auf nationaler als auch internationaler Ebene.

Der dritte Bezirk liegt sehr zentral und ist sowohl innerstädtisch als auch von außerhalb leicht erreichbar. Die genauere Situierung im Bezirk zeigt eine interessante Lage im urbanen Kontext.

Der Standort bietet eine gute Ausgangslage für ein Bauprojekt dieser Art.



WIEN

Abb.B.I.I-1 Grafik Wien mit Lage des Bauplatzes



0 200 600 1000 1600
m

3. BEZIRK

Abb.B.I.1-2 Grafik 3. Bezirk mit Lage des Bauplatzes

B.I.2 Bauplatz





Das Grundstück des Projekts befindet sich im dritten Wiener Gemeindebezirk in der Erdberger Lände 36. Das ehemalige ÖBB Buswerkstättenareal bietet eine Fläche von 31.300m² und zeichnet sich durch eine einmalige Standortqualität aus.

Der Bauplatz liegt am südlichen Ufer des Donaukanals und wird durch die Erdberger Lände sehr gut erschlossen. Der Fluss teilt die geographischen und urbanen Gegebenheiten, die für das Projekt von Vorteil sind. Einerseits der zentrale städtische Kontext im Bezirk Landstraße und andererseits die direkte Lage am Naherholungsgebiet „Grüner Prater“ in Leopoldstadt.

Die Orientierung und Basis des Grundstücks sind gute Voraussetzungen für den geplanten profanen Arenabau.



Abb.B.I.2-I Lageplan Vogelperspektive



B.I.2 Bauplatz



Erholungszone „Grüner Prater“ - 2. Bezirk

Erdberger Steg

Schüttelstraße Zufahrt Zentrum

öffentliches Parkhaus

Verkehrerschließung Erdberger Lände

Donaukanal - Trennung 2. und 3. Bezirk

urbanes Stadtbild - 3. Bezirk

öffentliche Anbindung U-Bahn

Stadionbrücke

Hauptstraße Richtung Flughafenautobahn

Lageplan Bauplatz



0 25 75 125 175
m

Plan.B.I.2-1 Lageplan

B.I.3 Erschließung

Der Hauptbesucherstrom erschließt den Standort über die nur wenige Gehminuten entfernte öffentliche Verkehrsanbindung U3 Kardinal Nagel Platz. Eine optimale Erreichbarkeit ist auch für den Individualverkehr durch die anbindende Erdberger Lände gegeben. Letztere ist direkt an die Autobahnauffahrten für die A4 Ostautobahn und A23 Südosttangente angeschlossen. Ein großes

anschließendes öffentliches Parkhaus bietet genügend PKW Abstellflächen für einen großen Besucherstrom. In fußläufiger Nähe über den Donaukanal, via die Stadionbrücke beziehungsweise den Erdberger Steg, befindet sich der Naherholungsbereich „Grüner Prater“. Die gut vernetzten Radfahrwege entlang des Donaukanals komplementieren die optimale Erschließung des Areals.

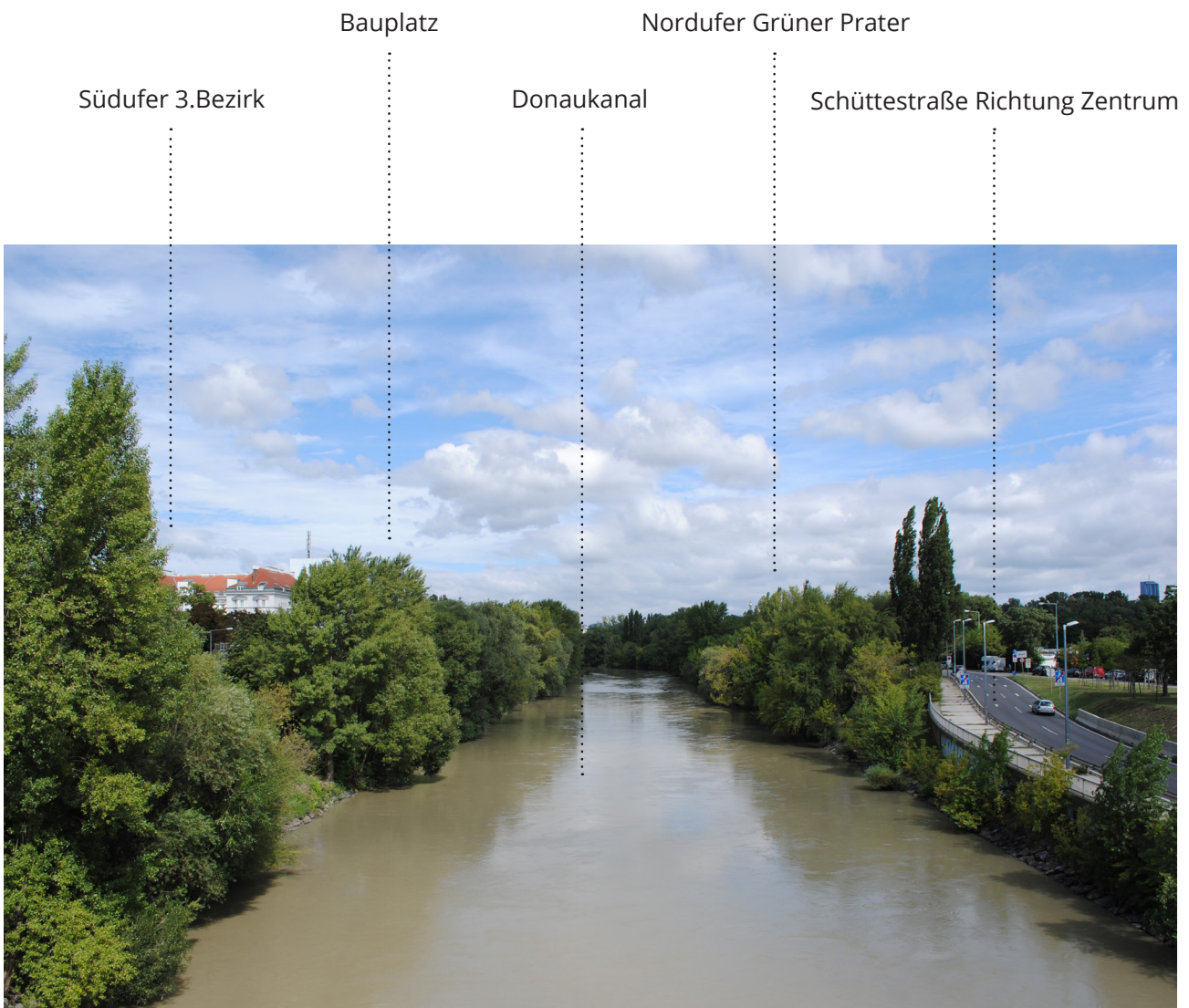


Abb.B.I.3-I Foto Blick von Stadionbrücke auf Donaukanal

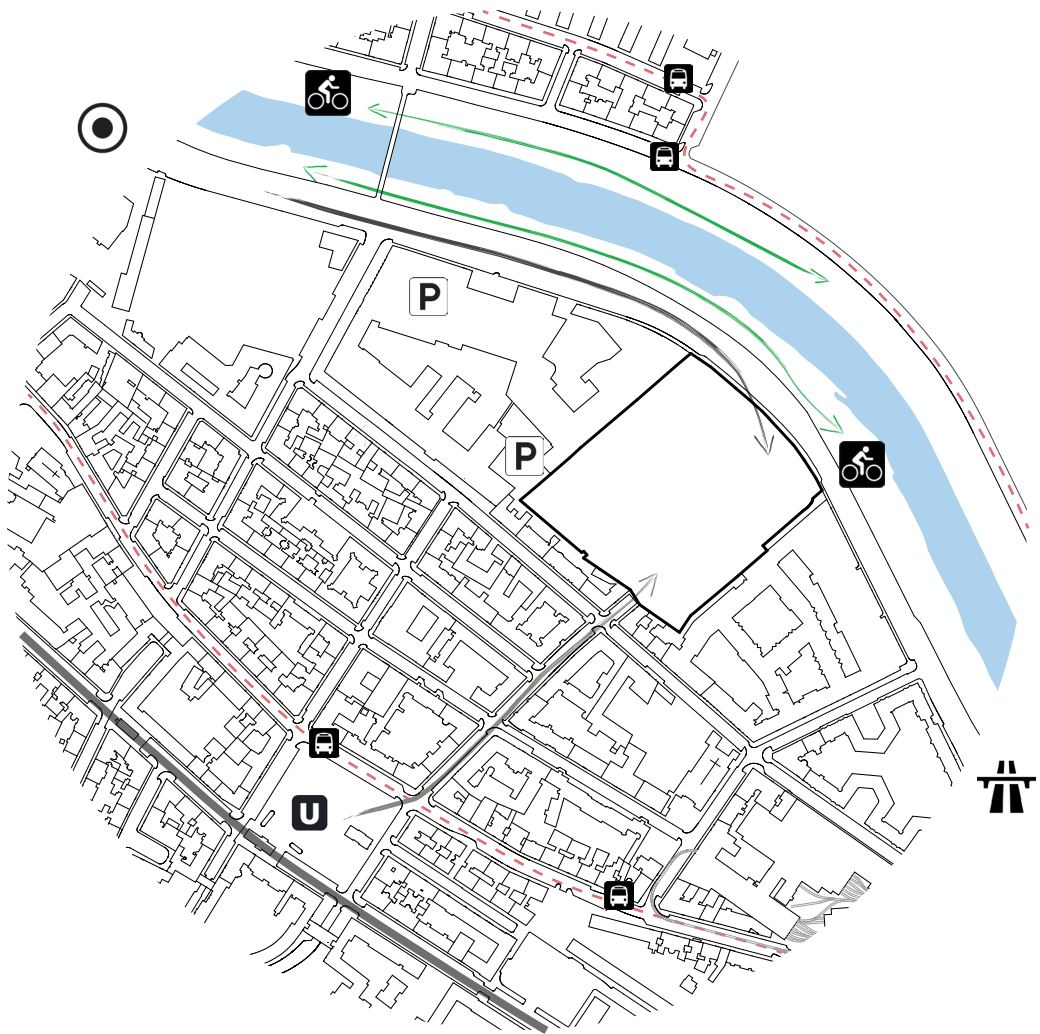


Abb.B.I.3-2 Grafik Erschließung Grundstück

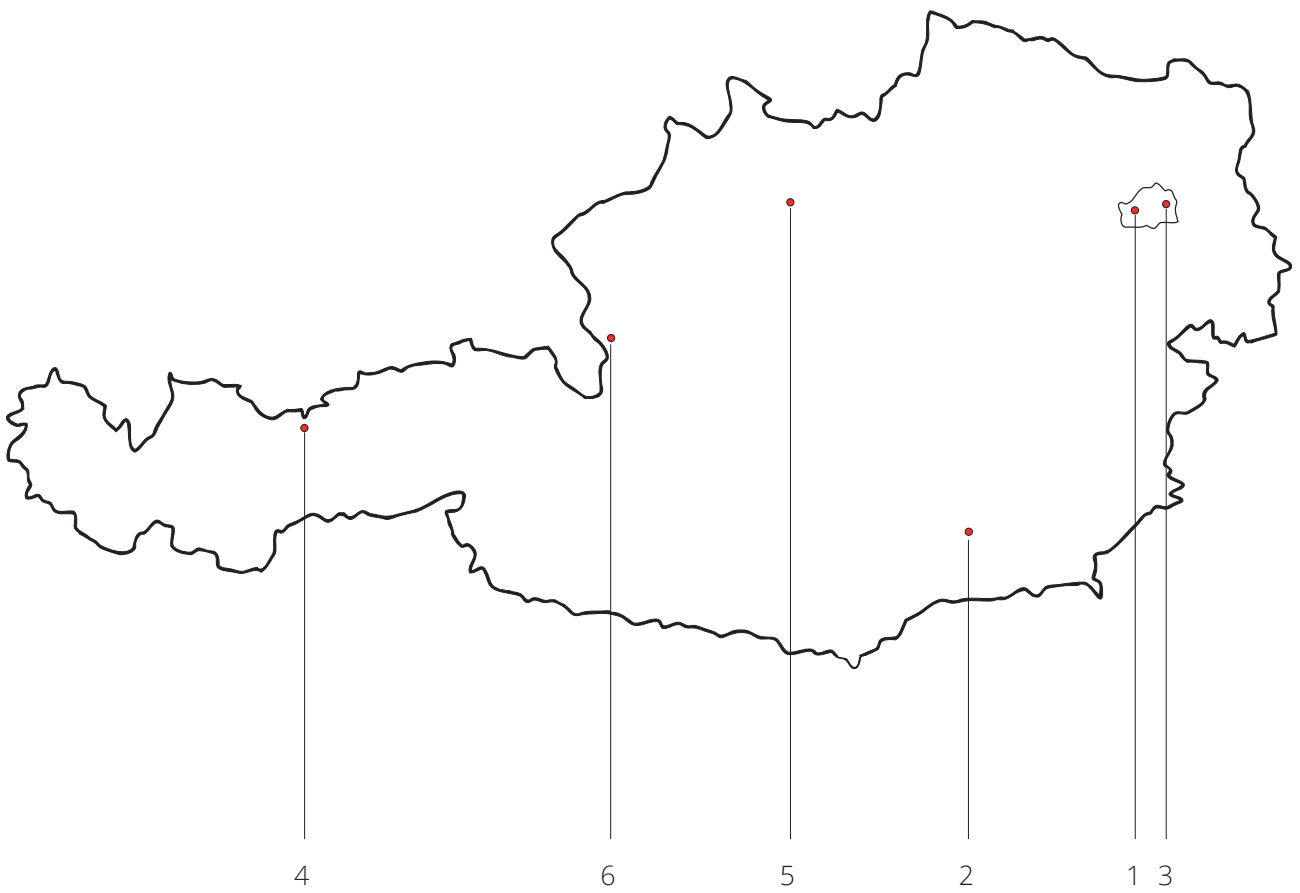
B.II GEBaute BEISPIELE

Die Schwerpunkte des Entwurfes wurden anhand von Situationsanalysen bestimmt. Es wurden gegenwärtige Projekte bezüglich Lage und Funktionalität begutachtet und gegenübergestellt. Da der Entwurf in Österreich situiert ist, lag der Fokus auf nationalen Bauwerken und deren Qualitäten.

Landesweit gibt es zahlreiche Veranstaltungshallen von denen die größten näher betrachtet wurden. Grundsätzlich werden die Hallen und Arenen als multifunktions-tüchtig beschrieben, aber haben meistens nur die Möglichkeit mittels mobilen Bühnen oder Tribünen flexibel auf Veranstaltungen zu reagieren. Die Stadthalle Wien bietet den Veranstaltern eine große Kapazität an Sitz- und Stehplätzen, eine mobile Bühnenorganisation und mehrere Hallen. Das ermöglicht eine flexible Organisation, verhilft jedoch dem Event zu keiner konkreten Besonderheit. Die Stadthalle Graz hingegen hat die Möglichkeit Veranstaltungen mit der angrenzenden Freifläche zu koppeln und mit einer offenbaren Wand zugänglich zu machen. Eine Eigenschaft, die definitiv

eine Qualitätssteigerung in der dortigen Veranstaltungsorganisation bedeutet. Die Eigenschaften, welche nahezu alle Hallen und Arenabauten dieser Art betreffen, sind die Anforderungen an das Tragwerk und die Stützenfreiheit. Bei der Planung solcher Bauvorhaben spielt die Funktionalität und die optische Qualität des Tragwerks eine wesentlichere Rolle als bei anderen Gebäudetypen. Die Arena Nova in Wiener Neustadt ist ein Beispiel für eine gewagte Holzkonstruktion ausgeführt als Raumfachwerk. Die Unterseite wurde nicht verkleidet und so als sichtbare Konstruktion belassen. Die Stadthalle Salzburg bietet die gegenwärtig größte selbsttragende Holzdachkonstruktion und zeigt, was der nachhaltige Baustoff Holz leisten kann.

Kernpunkte des Entwurfs liegen somit auf der Konstruktion und Eigenschaften, die eine Besondere Flexibilität erlauben. Dem Projekt sollen anhand von Funktionalität und Konstruktion keine Grenzen gesetzt werden und so neue qualitative Eigenschaften ermöglichen.



ARENEN IN ÖSTERREICH

Abb.B.II-I Grafik Arenen in Österreich

B.II GEBAUTE BEISPIELE



Abb.B.II-2 Foto Stadthalle Wien

1

Die Stadthalle Wien ist Österreichs größte Sport und Veranstaltungshalle und bietet bei etwa 10 000m² Nutzfläche maximal 16 152 Personen Platz. Mit drei Hallen, mobilen Bühnen und Tribünen gehört sie auch zu den bisher flexibelsten Arenen Österreichs.¹



Abb.B.II-3 Foto Stadthalle Graz

2

Mit 5 561 fixen Sitzplätzen und einer maximalen Besucherkapazität von 11 000 Personen gehört die Stadthalle Graz zu den größten Veranstaltungshallen Österreichs. Besondere Flexibilität ist durch eine öffenbare Wand und die dahinter angrenzende Freifläche gegeben.²



Abb.B.II-4 Foto Albert Schulz Halle

3

Die Albert Schulz Halle in Wien wird primär für Eissportveranstaltungen genutzt aber bietet auch anderen Events Platz. Die maximale Zuschaueranzahl liegt bei 8 300 Personen. Neben der Haupthalle gibt es noch zwei kleinere Hallen, die für kleinere Veranstaltungen genutzt werden.³

1 www.stadthalle.com
2 www.salzburgarena.at
3 www.albertschultzeishalle.at

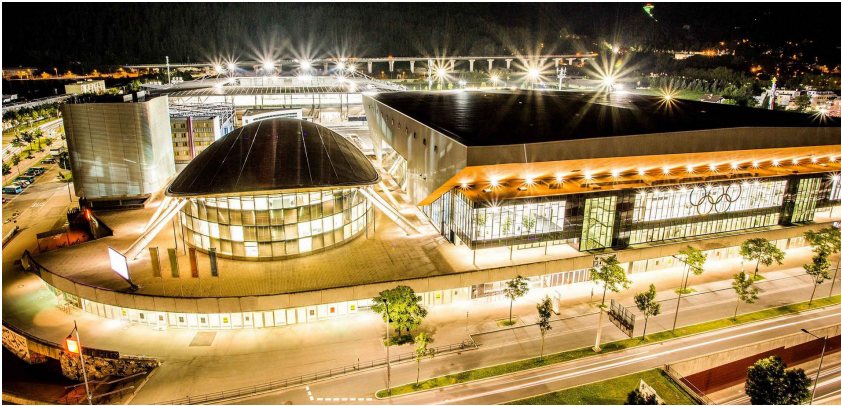


Abb.B.II-5 Foto Olympiahalle Innsbruck

4

Die multifunktionale Olympiahalle in Innsbruck wurde für die olympischen Winterspiele 1964 errichtet und hat, je nach Veranstaltung, ein Fassungsvermögen von 4 000-12 000 Besuchern. Die Halle ist Veranstaltungsort für Sportevents, Messen und Konzerte.⁴



Abb.B.II-6 Foto Linz Tips Arena

5

Die direkt neben dem Linzer Stadion situierte Arena hat eine Hallenfläche von 4 000m². Die Besucheranzahl lässt sich bei 1 755 fixen Sitzplätzen auf 2 956 Sitzplätze mobil erhöhen. Offiziell sind Veranstaltungen mit maximal 7 215 Besuchern zulässig.⁵

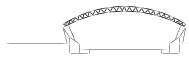


Abb.B.II-7 Foto Salzburg Arena

6

Mit einem Fassungsvermögen von maximal 4 900 Personen liegt die Stadthalle Salzburg im nationalen Mittelfeld. Da sie auf dem Messegelände Salzburg liegt, wird sie auch oftmals für Messeveranstaltungen genutzt. Besonderheit der Arena ist die bisher größte selbsttragende Holzdachkonstruktion Österreichs.⁶

4 www.olympiaworld.at
 5 www.linz.at
 6 www.salzburgarena.at



Oguni Dome 1988, Raumfachwerk, Spannweite 49m



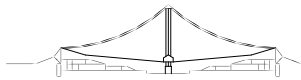
Neue Messe Rimini 2001, Gitternetz Tonnenschale, Spannweite 60m



Arena Nova 1955, Raumfachwerk, Spannweite 63m



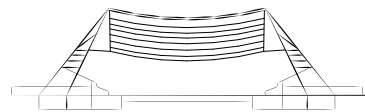
Brüssel 1988, zylindertonnenförmiges Gitternetz, Spannweite 74m



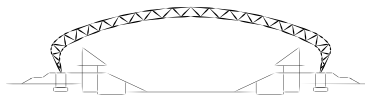
Lausanne 1964, Gitternetz, Spannweite 87m



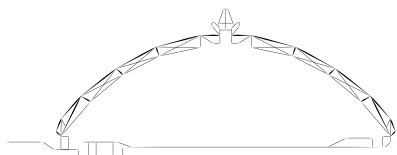
Messehalle Klagenfurt 1966, Dreigelenkbögen, Spannweite 96m



Nagano 1988, Hängerbögen, Spannweite 110m



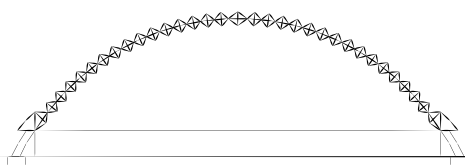
Utopia Lissabon 1998, Fachwerkträger, Spannweite 115m



Izumo Dome 1992, räumliche Druckbögen, Spannweite 143m



Tacoma Dome 1982, Ensphere Gitternetz, 162m



Odate Dome 1992, Fachwerk Gitternetz, Spannweite 178m

B.III TRAGWERKSANALYSE

In diesem Kapitel wurden die üblichen Tragwerkskonstruktionen für Hallenbauten analysiert und gegenübergestellt. Das Grundstück ist 170m breit und 196m lang. Aus den Abmessungen lässt sich eine maximale zu überspannende Nenn-

größe ablesen. Stellvertretend für den in dieser Arbeit beschriebenen Entwurf und um einen grafischen Vergleich mit den gängigen Tragsystemen bildlich darstellen zu können, wurde ein Bogen mit 120m Spannweite verwendet.

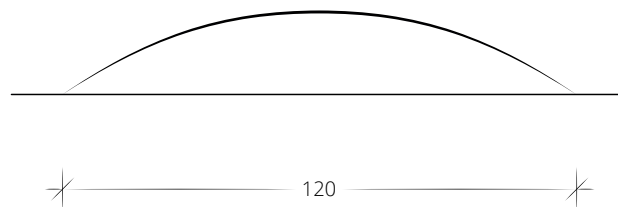
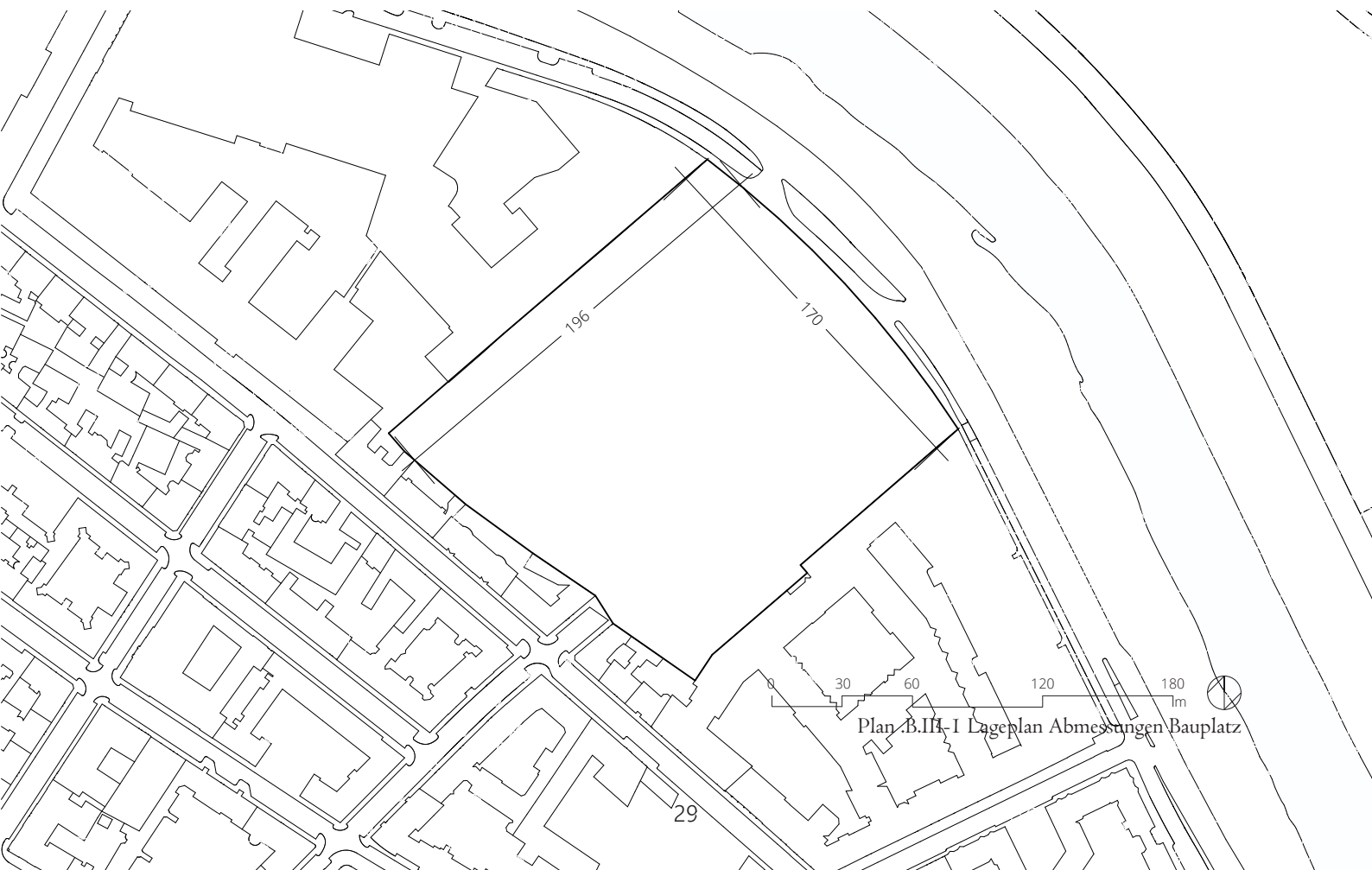


Abb.B.III-2 symbolische Darstellung Entwurf

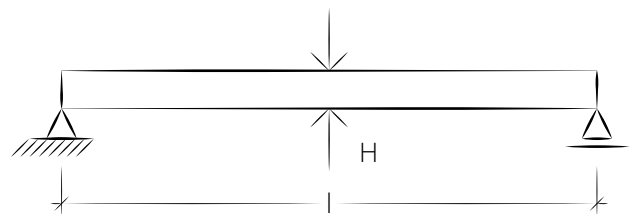
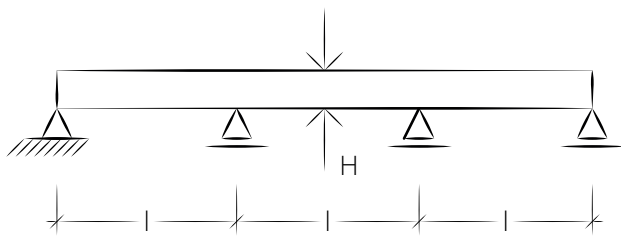


B.III TRAGWERKSANALYSE

Stützen und Träger Systeme

Die bei dem Entwurf auftretenden Spannweiten können mit einem Einfeldträger oder Mehrfeldträger System nicht überspannt

werden. Da eine stützenfreie Konstruktion notwendig ist kommen diese Systeme nicht in Frage.^{7,10}

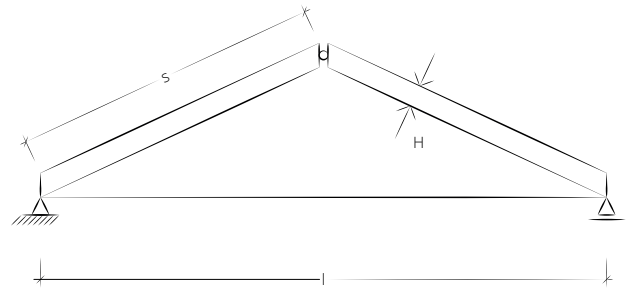
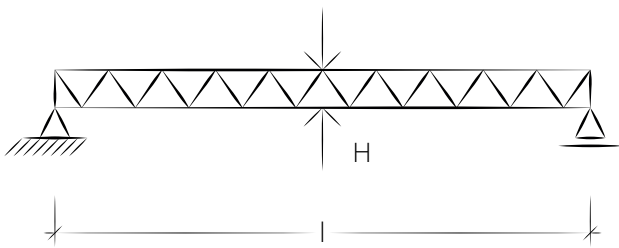


Mehrfeldträger BSH
Spannweite l 10-30m
Trägerhöhe $H \approx l/7,10$

Einfeldträger BSH
Spannweite l 10-35m
Trägerhöhe $H \approx l/17$ ^{7,10}

Auch Systeme mit geraden Fachwerkträgern oder mit Dreigelenksstabzügen sind bei dem geplanten Projekt unwirtschaftlich und entsprechen nicht dem Konzept. Um

die erwünschten Spannweiten zu überbrücken wären enorme Konstruktionshöhen notwendig.^{7,10}



Fachwerkträger gerade
Spannweite l 10-35m
Trägerhöhe $H \approx l/12$ ^{7,10}

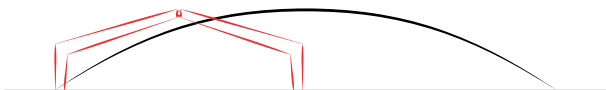
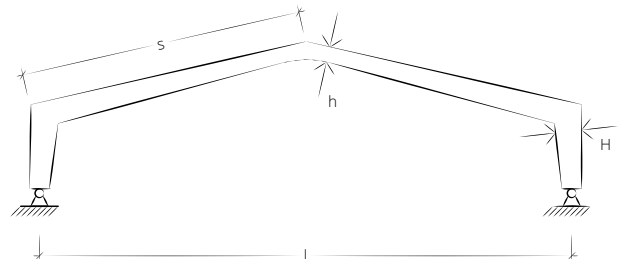
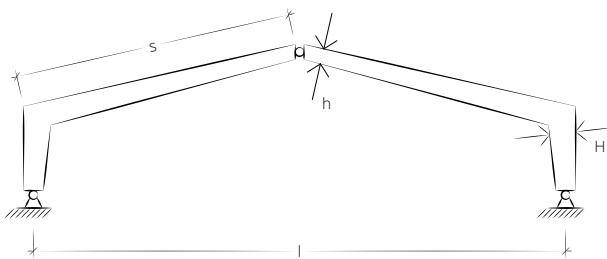
Dreigelenksstabzug BSH,
mit oder ohne Zugband
Spannweite l 20-50m
Trägerhöhe $H \approx s/18$ ^{7,10}

B.III TRAGWERKSANALYSE

Rahmensysteme

Ein Zweigelenrahmen ist bei weitem auch nicht die optimale statische Grundlage für den geplanten Arenabau. Ein Dreigelenrahmen hingegen könnte in Querrichtung die notwendige Spannweite knapp über-

spannen. Nachteile sind der Transport und die relativ umständliche Montage. Auch die großen Konstruktionshöhen sind nicht von Vorteil.^{7,10}



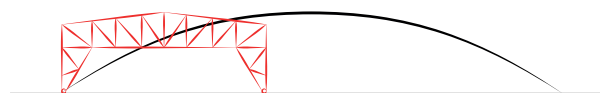
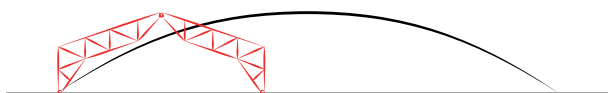
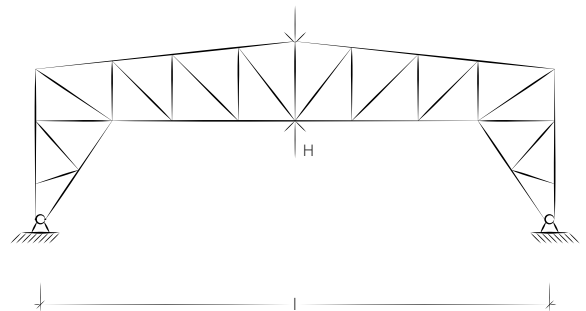
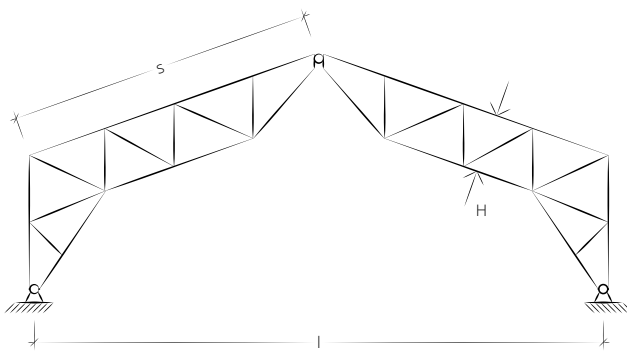
Dreigelenrahmen,
gebogen oder geknickt BSH
Spannweite l 15-60m
Trägerhöhe $H \approx l/18$
 $h \approx l/50$ ^{7,10}

Zweigelenrahmen,
Unterkante im First gebogen BSH
Spannweite l 15-40m
Trägerhöhe $H \approx l/20$
 $h \approx l/30$ ^{7,10}

Abb.B.III-5 Grafik Dreigelenk-, Zweigelenrahmen

Fachwerkssysteme als Rahmen ausgebildet haben ähnliche Spannweiten wie die Drei- und Zweigelenrahmen bei geringerem Materialaufwand. Dies resultiert aus der in

Zug- und Druckstäbe aufgelösten Tragstruktur. Für den angeführten Entwurf sind auch diese Systeme nicht optimal und kommen nicht in Frage.⁸



Fachwerkträger,
Dreigelenkrahmen
Spannweite l 10-50m
Trägerhöhe $H \approx s/10$ ^{7,10}

Fachwerkträger, Zweigelenkrahmen
Spannweite l 10-50m
Trägerhöhe $H \approx s/10$ ^{7,10}

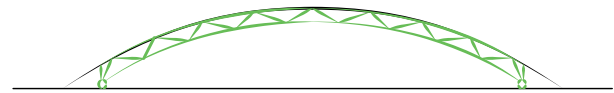
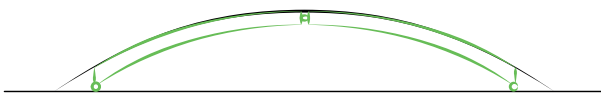
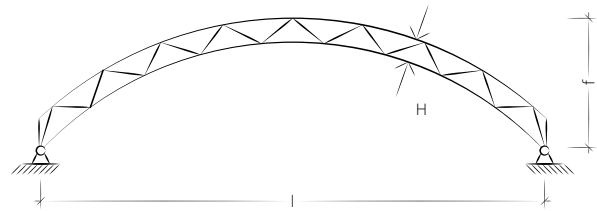
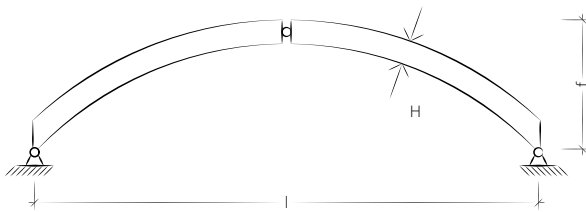
Abb.B.III-6 Grafik Fachwerkträger, Dreigelenkrahmen, Zweigelenkrahmen

B.III TRAGWERKSANALYSE

Bogensysteme

Bogentragwerke nutzen die komplette Raumhöhe statisch und leiten die Lasten über Druckkräfte in die Bogenachse. Für große Spannweiten sind Systeme dieser Art am sinnvollsten. Ein Nachteil sind der aufwendige Transport und die Montage. Hinzu

kommt die großen Konstruktionshöhen bei entsprechenden Spannweiten. Bei Fachwerksystemen dieser Art ist der Transport einfacher aufgrund des aufgelösten Systems. Die Montage ist auch simpler als bei Vollwand-Bogensystemen. ^{7,8,10}



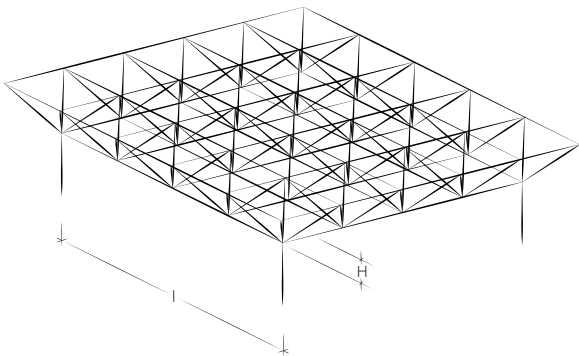
Dreigelenkbogen BSH,
mit oder ohne Zugband
Spannweite l 20-100m
Trägerhöhe $H \approx l/30 - l/50$
 $f \approx l/5 - l/7$ ^{7,8,10}

Bogen Fachwerkssystem
Spannweite l 50-120m
Trägerhöhe $H \approx l/20 - l/40$
 $f \approx l/5 - l/8$ ^{7,8,10}

Abb.B.III-7 Grafik Dreigelenkbogen, Fachwerkbogen

Raumfachwerkssysteme

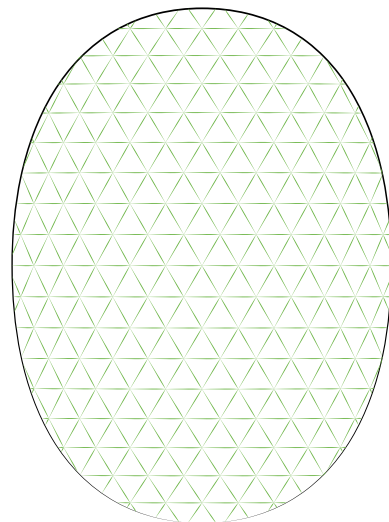
Durch Auflösen des Vollwandsystems in ein räumliches System (Druck- bzw. Zugstäbe) wird das Eigengewicht reduziert und es lassen sich leichter größere Spannweiten realisieren. Konstruktionshöhen und Materialaufwand sind wesentlich größer als bei Gitternetzkonstruktionen und somit für den Entwurf unvorteilhaft.^{7,8,10}



Raumfachwerk aus Holz,
auch als räumlicher Fachwerkbogen
Spannweite l 20-120m
Trägerhöhe $H \approx l/8$ ^{7,8,10}

Netzwerkssysteme

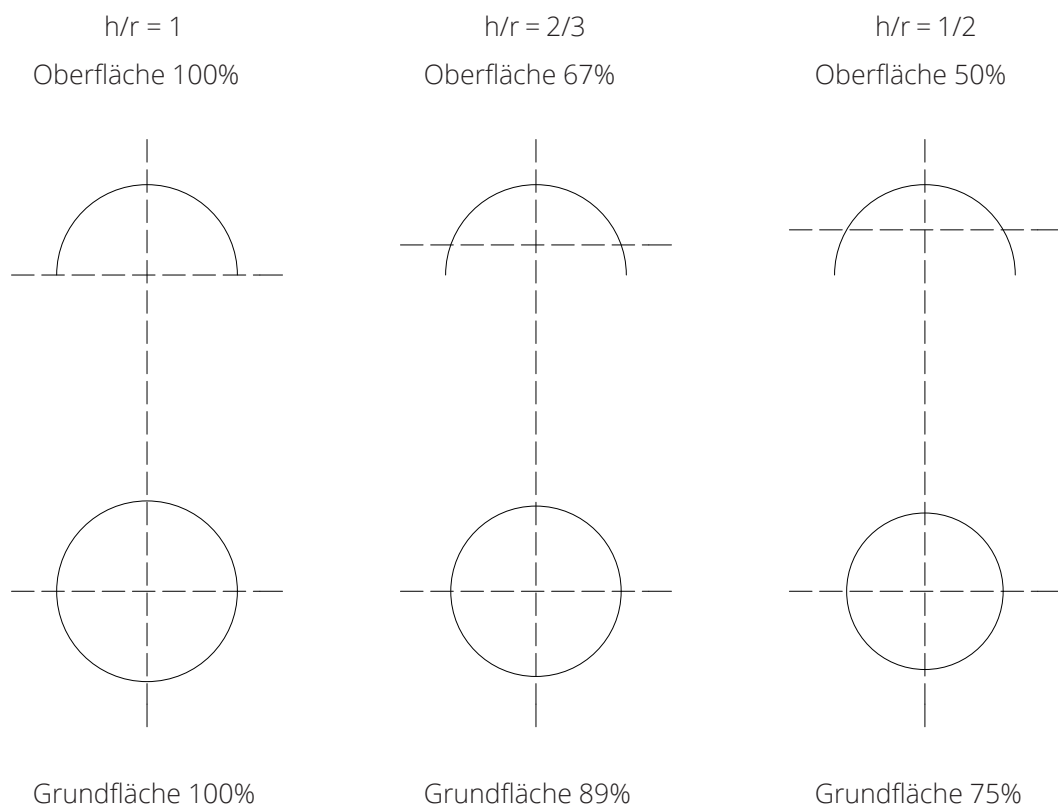
Netzwerkstrukturen bieten die besten Voraussetzungen für weitgespannte Hallen. Montage und Transport sind einfach und Materialaufwand und Konstruktionshöhe stehen im besten Verhältnis zur zu überspannenden Oberfläche. Durch Auflösen des Vollwandsystems in ein räumliches System wird das Eigengewicht reduziert und es entsteht eine schlankere Konstruktion.¹¹



Gitternetztragwerk BSH
Spannweite $>100m$ ¹¹

Abb.B.III-8 Grafik Raumfachwerk, Gitternetztragwerke

B.III TRAGWERKSANALYSE



Flächenverhältnisse von Kugelkalotten und gleichem Radius²²

Abb.B.III-9 Grafik Flächenverhältnis Kugelkalotten

„Bogensysteme und Kuppeln nutzen die gesamte Raumhöhe statisch. Die Lasten werden über Druckkraft in der Bogenachse abgetragen. Dies ist ideal für die Verwendung von Materialien ohne große Zugfestigkeit. Hier kann Holz seine Stärken ausspielen. Druckbeanspruchte Bereiche sind aber knickgefährdet, so dass die Querschnitte und seitlichen Stabilisierungen angepasst werden müssen. (...) Die für sehr große Spannweiten notwendige Reduzierung des Eigengewichtes wird erreicht durch die Verwendung von leichteren Materialien

und wiederum durch die Auflösung des Bogens in einen Fachwerkbogen oder die der Kuppel in ein räumliches Fachwerk. (...) Bei Dachformen, die eine doppelte Krümmung aufweisen, wie bei einer Kuppel, liegt es nahe, die Schalenwirkung auszunutzen. Dazu müssen die Bögen untereinander durch Verstreben oder Kreuze schubsteif verbunden werden. Die dadurch entstehende Stabwerksschale ist stabiler gegen Knicken und steifer gegenüber ungleichen Lasten als Einzelbögen und kann deshalb wiederum wesentlich leichter sein.“¹¹

Ergebnis

Eine weitgespannte, stützenfreie Hallenüberdachung lässt sich am besten mit einer Bogenkonstruktion bzw. Kuppel realisieren. Die Kugelkalotte oder die eines Elypsoid bietet die beste Form für die materialoptimierte Umhüllung einer Grundfläche. Da es sich bei dem Entwurf um eine Sport- und Veranstaltungshalle handelt, spielt die optische Anschaulichkeit auch eine wichtige Rolle. Die Holznetzschale bzw. modifizierte geodätische Kuppel gewinnt hier ebenfalls hier

gegenüber den anderen Tragsystemen an Qualität. Da für die Tragwirkung eine hohe Auflagersteifigkeit entscheidend ist, spielt die Art des Fundaments eine wichtige Rolle. Dieses bildet ein Ringzugband aus Stahlbeton und darin integrierte Einzelfundamente, in denen die Hauptträger eingespannt sind. Der Ring nimmt den Bogenschub auf und die Einzelfundamente übertragen die konzentrierten Vertikalkräfte in den Baugrund.¹¹

11 Markert HERBERT, Pro Holz

C

ZIELE

C ZIELE

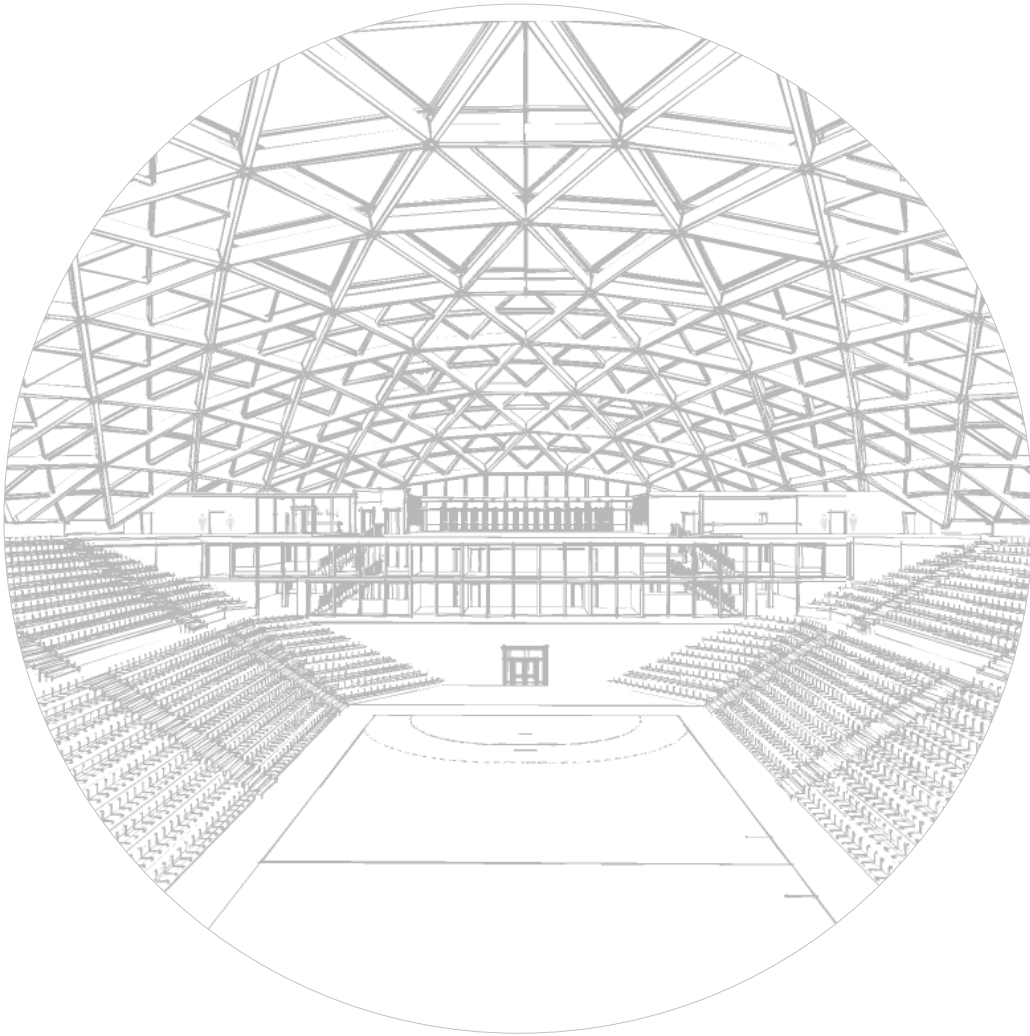


Abb.C-I Grafik Untersicht Tragwerk

Architektur sollte nicht nur als Platzhalter dienen, sondern einem Standort zu Flexibilität verhelfen. Ein Bauwerk dieser Art kann für neue gesellschaftliche Konstellationen und Umstände sorgen, wenn es die architektonische Ausgangslage zulässt.

Mein Projekt soll zeigen wie ein Bauwerk die Möglichkeit bietet auf verschiedene Nutzergruppen und Situationen zu reagieren. Voraussetzung für mein Thema waren neben den persönlichen Interessen vor allem die gesellschaftlichen und sportpolitischen Bedingungen. Ein wesentliches Ziel ist es mit Hilfe von Architektur neues Interesse für gezielte Ereignisse zu schaffen. Die Eigenschaften des Entwurfs haben zweifelsfrei die Möglichkeit Veranstaltungen wie sportlichen Wettkämpfen, Künstlerauftritten oder ähn-

lichem zu neuer Popularität zu verhelfen. Dies kann einerseits auf neue Besucher zutreffen, die sich durch die Gestaltung und Wandelbarkeit des Bauwerks erst locken lassen oder auf eine alteingesessene Anhänger-schaft wirken, welche die Möglichkeit nutzen ihre Leidenschaft in einem neuen Kontext zu erleben.

Ein weiteres Ziel war es die technische Idee des beweglichen Daches und des sichtbaren Tragwerks mit einer optischen Eleganz und ablesbaren Funktionstüchtigkeit aus der Sicht eines Architekten zu lösen. Die in einem Entwurf kombinierten Eigenschaften einer visuell ansprechenden Tragstruktur und besonderen technischen Anforderungen stellen eine außerordentliche Herausforderung für Planer dar.

D

METHODIK - KONZEPT

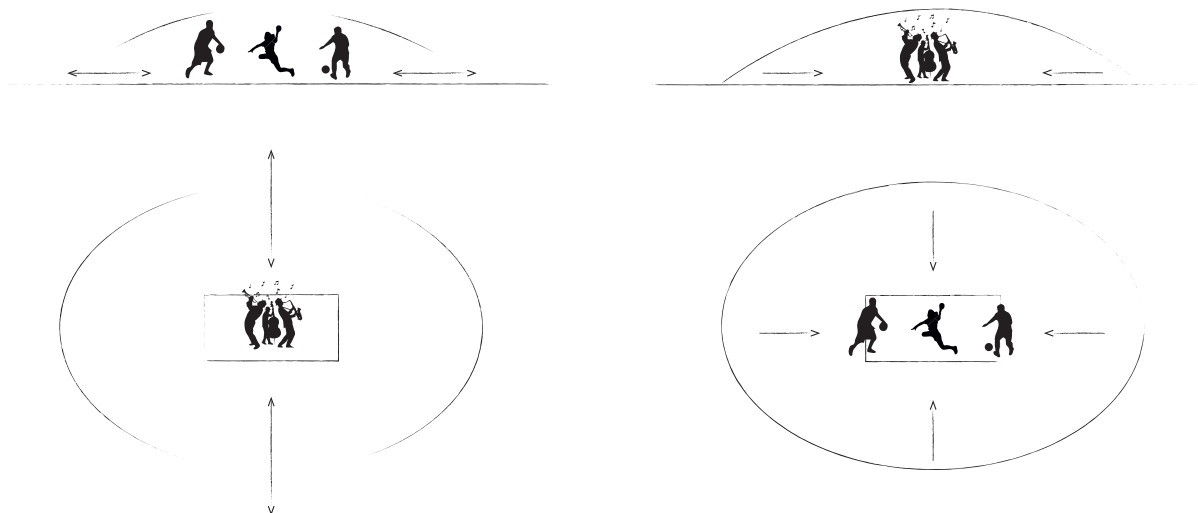
- I Methodik
- II Konzept der Form
- III Konzept der Wandelbarkeit

D.I METHODIK

Verschiedene Veranstaltungen haben verschiedene Anforderungen. Ein Musikkonzert verlangt andere Gegebenheiten als ein Sportevent. Die Grundvoraussetzungen der Räumlichkeiten, wie Platzangebot, Garderobe, Sitzplätze und ähnliches, müssen als Ausgangslage grundsätzlich schon in funktionaler Weise vorhanden sein. Ein Bauwerk dieser Art könnte aber noch weitere

Möglichkeiten haben um unterschiedlichen Events eine individuellere Organisation zu bieten.

Folgend sind Situationen dargestellt, die bei verschiedenen Veranstaltungen meiner Meinung nach unterschiedliche Reaktionen verlangen.



Verschiedene Veranstaltungen mit verschiedenen Anforderungen

Reaktion auf geschlossene und offene Veranstaltungen

Eine wichtige Anforderung ist es den Besucherstrom differenzieren zu können. Bei einer geschlossenen Situation handelt es sich um eine öffentliche Veranstaltung, die aber nur über zu zahlende Eintrittsgelder betret-

bar ist. Im Gegensatz dazu gibt es Events, die unentgeltlich sind und somit den Zuschauerraum in den Außenraum vergrößern lassen könnten. Eine besondere Vorrichtung um das zu bewerkstelligen wäre vorteilhaft.



Abb.D.I-2 Grafik offene und geschlossene Situationen

D.I METHODIK

Reaktion auf die Anforderung von Belichtung

Belichtung spielt in der Veranstaltungsorganisation eine wichtige Rolle. Viele Ereignisse benötigen eine künstliche Belichtung für einen reibungslosen Ablauf. Andere wiederum könnten auch auf natürliche Belichtung zurückgreifen und so neue, individuellere

Situationen produzieren. Für die Besucher bedeutet das ein anderes Erlebnis. Wesentlich hierbei ist die Belichtungsmöglichkeiten auszureizen und nicht nur auf einfache, konventionelle Fenster als Lichtquelle zurückzugreifen.

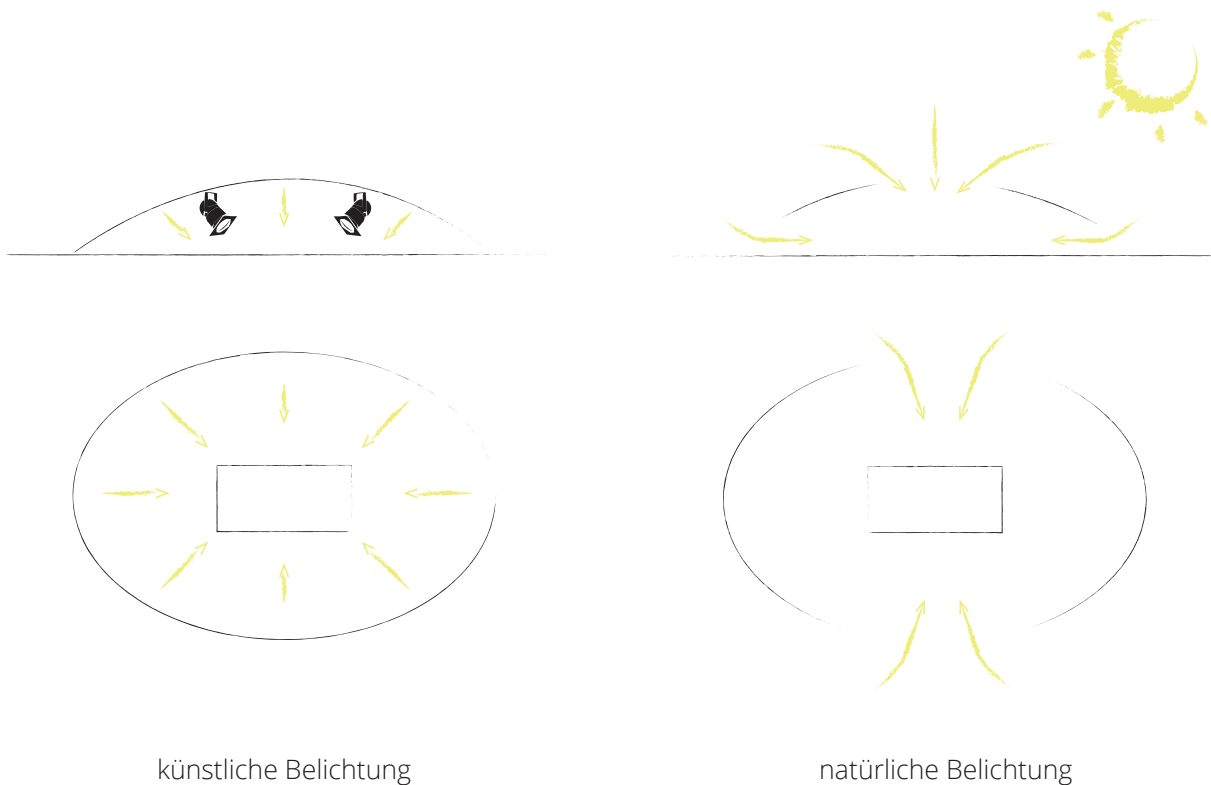


Abb.D.I-3 Grafik Reaktion auf die Belichtung

Reaktion auf die Wetterlage

Für den Großteil der Veranstaltungen spielt das Wetter keine Rolle, da sie ohnehin in überdachten Räumlichkeiten durchgeführt werden. Events, die normalerweise auf die Halle beschränkt sind, haben in so einem

Fall aber auch nicht die Möglichkeit bei gutem Wetter unter freiem Himmel abgehalten zu werden. Hier eine architektonische Lösung zu finden, die das ermöglicht, würde die Qualität vieler Ereignisse steigern.

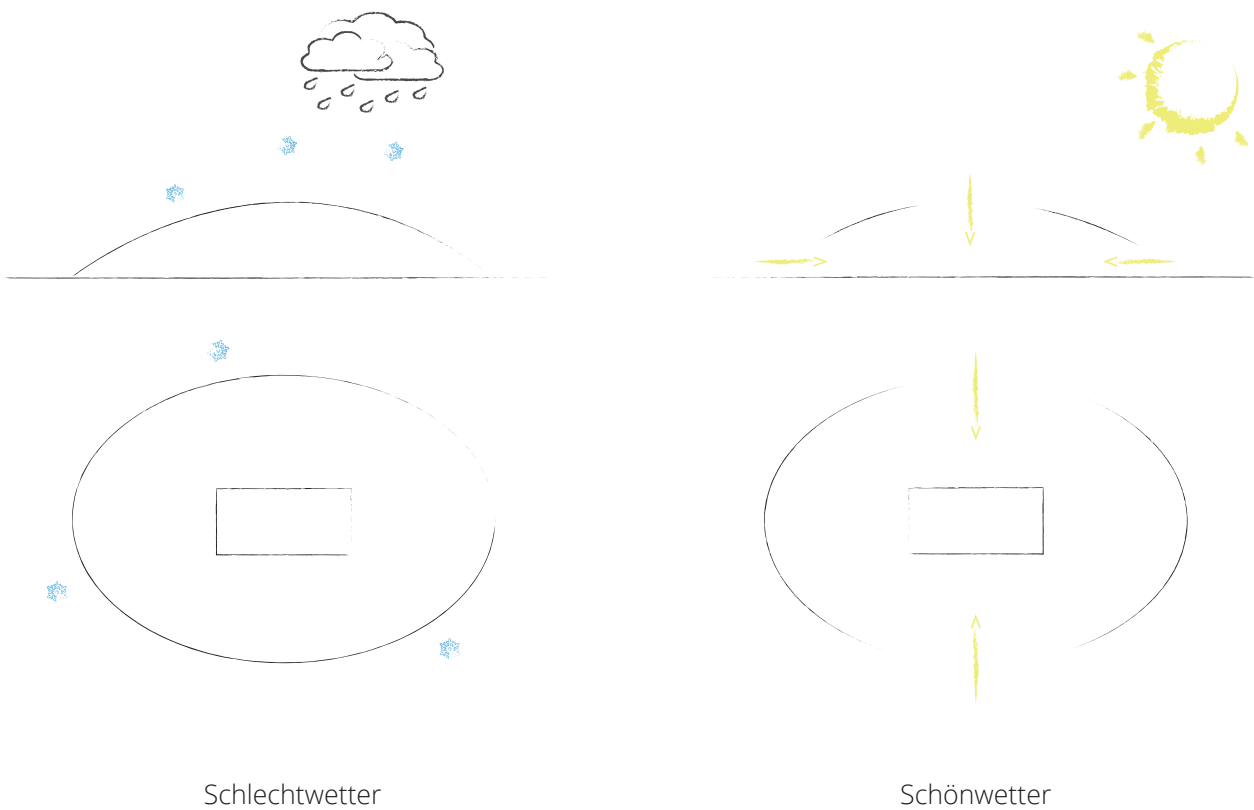


Abb.D.I-4 Grafik Reaktion auf das Wetter

D.II KONZEPT DER FORM

Die für den angeführten Entwurf sinnvollste Form und das geeignetste Tragwerk leiten sich von den Anforderungen an das Projekt ab.

Eine weitgespannte, stützenfreie Hallenüberdachung lässt sich am besten mit einer Bogenkonstruktion bzw. Kuppel realisieren. Die Idee der offenbaren Dächer und deren Konstruktionen setzen eine gewisse Aufbauhöhe voraus. Somit muss die eigentliche Tragstruktur in ihrer Konstruktionshöhe so schlank wie möglich ausgeführt werden um den gesamten Dachaufbau in seiner Stärke zu minimieren. Auf einer Kuppelkonstruktion lässt sich auch ein parallel führendes Schienensystem für das wandelbare Dach anbringen. Ein Großteil der Kosten ist für

die aufwendige Technik der Überdachung einzuplanen und somit bietet sich auch hier das wirtschaftliche und statisch günstige Gitternetzprinzip auf Basis einer geodätischen Kuppel als Tragwerkslösung an. Da es sich um eine Sport- und Veranstaltungshalle handelt spielt die optische Anschaulichkeit auch eine wichtige Rolle. Die Holznetzschale bzw. modifizierte geodätische Kuppel gewinnt hier gegenüber den anderen Tragwerken ebenfalls an Qualität. Das gewählte Tragwerk eignet sich außerdem am besten für die flache Kuppel mit der elypsoiden Kallottenform.

Auf den folgenden Seiten werden kurz die Schritte zur Formfindung verdeutlicht.

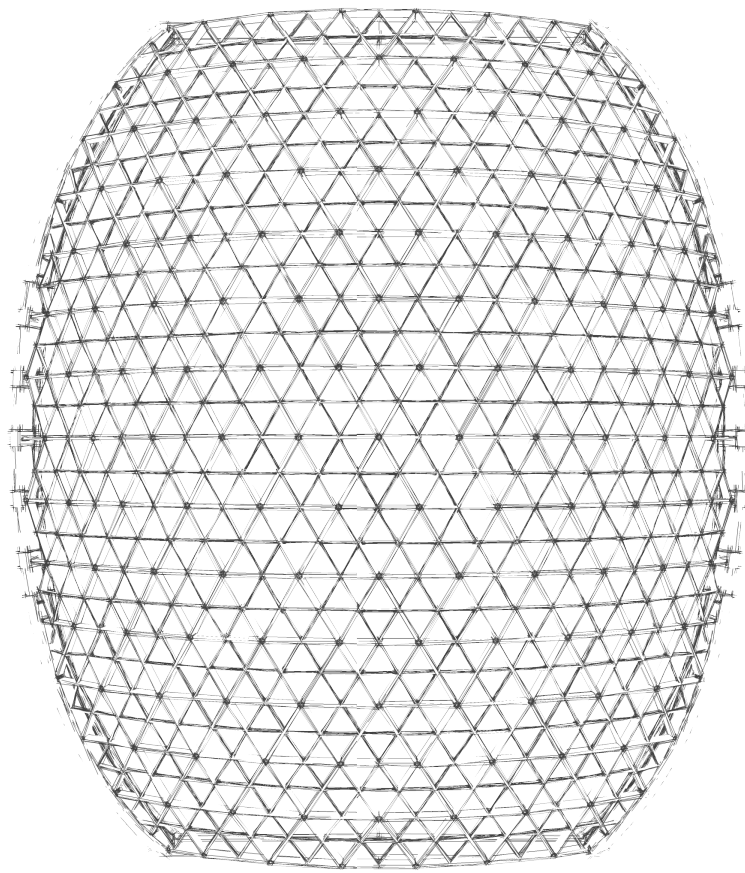
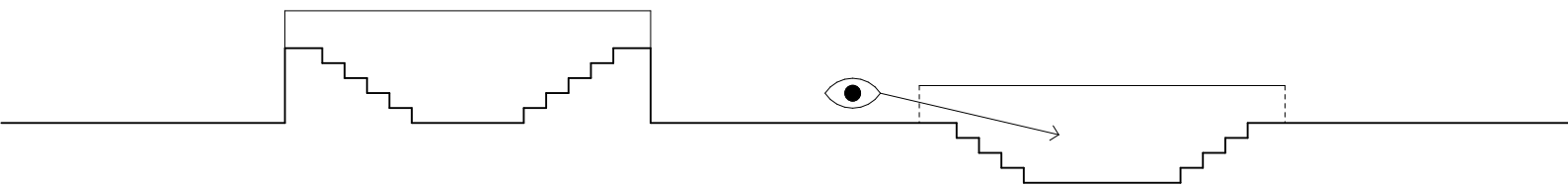


Abb. D.II-1 Grafik Netzwerkkuppel

D.II KONZEPT DER FORM

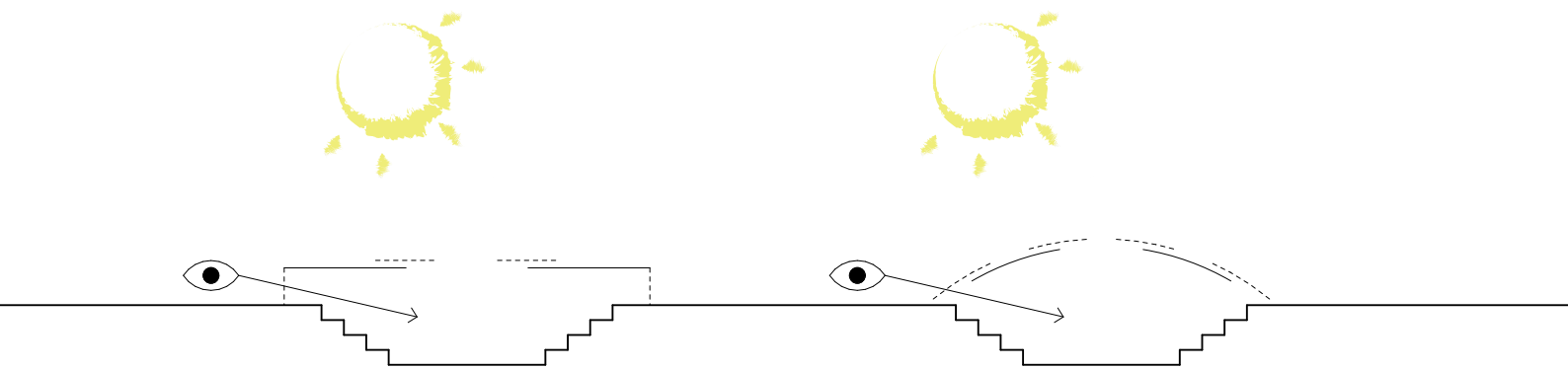


Konventioneller Baukörper

Eine oberirdische Arena bietet keinen Einblick und führt zu großen Gebäudehöhen. Belichtung wird über einfache Lichtquellen wie Fenster oder Oberlichten bewerkstelligt.

Versenken des Baukörpers

Das Absenken des Zuschauerraums ermöglicht einen leichteren Einblick und verringert maßgeblich die Gebäudehöhe. Der oberirdische Gebäudeteil beschränkt sich auf eine Dachkonstruktion.



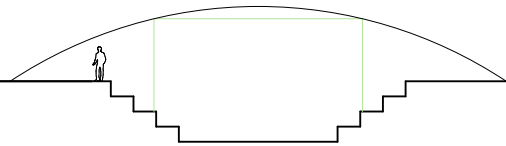
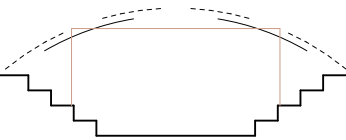
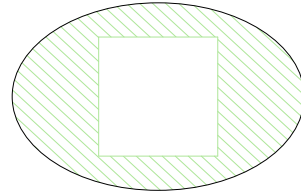
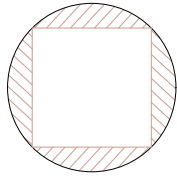
Öffnen des Dachkörpers

Ein wandelbares Dach ermöglicht eine natürliche Belichtung und Belüftung. Eine großzügige Öffenbarkeit auf Eingangsniveau vergrößert den Zuschauerraum und den Einblick.

Kuppel als Dachlösung

Der Bogen bzw die Kuppel bieten statische Vorteile bei weitgespannten Konstruktionen. Weiters weist die Kugelkalotte das beste Verhältnis von Oberfläche zu Volumen auf.

D.II KONZEPT DER FORM

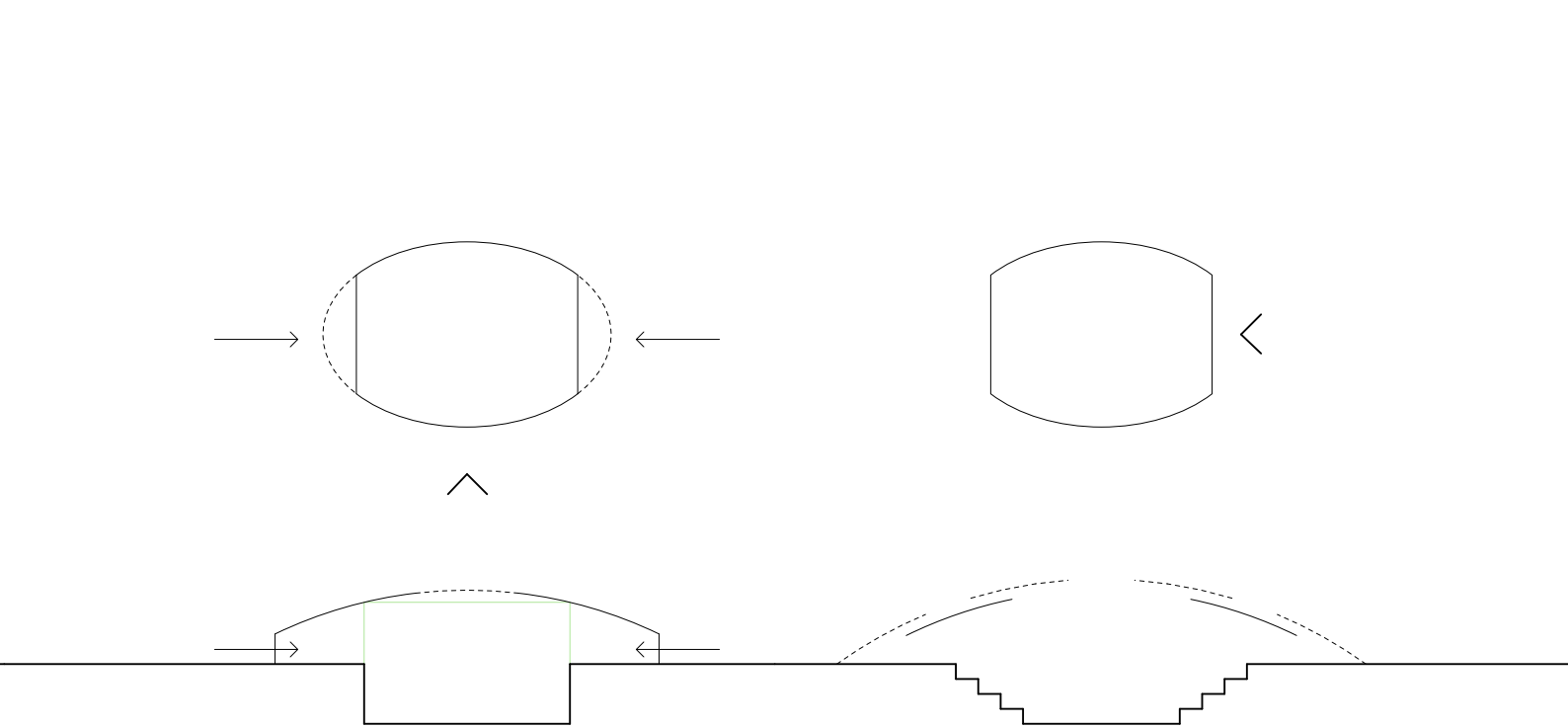


Runder Grundriss

Der runde Grundriss bietet zu wenig Platz für eine Aktionsfläche und Nebenflächen.

Ellipsoider Grundriss

Der runde Grundriss wird in die Länge gezogen und bekommt eine ellipsoide Form. Dadurch entstehen großzügigere Freiräume.



Eingangsbereiche

Auf den längsseitigen Schenkeln werden die Enden gekappt um Eingangszonen für die Hapterschließung zu schaffen. Diese sind auf diese Weise optisch gut erkennbar.

Finale Form

Querseitig wird die Dachkonstruktion wandelbar um den Zuschauerraum zu vergrößern. Der obere Bereich wird offenbar geplant um natürliches Licht in das Bauwerk zu lassen.

D.II KONZEPT DER FORM

Vorteile

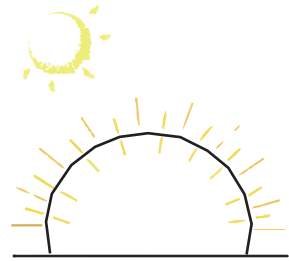
Netzwerktragstrukturen kommen im Bauwesen auf unterschiedliche Art und Weise vor. Die geodätische Kuppel wurde erstmals Mitte des 20. Jahrhunderts vom Architekten Richard Buckminster Fuller entwickelt.¹⁶

Vorteile der Struktur sind die hohe Stabilität, Materialeffizienz und Leichtigkeit. Die auch als Fachwerkbau bezeichnete Bauweise besteht ausschließlich aus Polyedern und Knotenpunkten. Eine wichtige Eigenschaft der Struktur ist, dass alle Verbindungspunkte auf der Oberfläche einer Kugel liegen. Die Punkte sind jeweils mit mindestens vier Streben und im Falle des bearbeitenden Entwurfs mit jeweils sechs Streben mit anderen Punkten verbunden. Dadurch entstehen Dreiecke mit teilweise unterschiedlichen Winkeln und

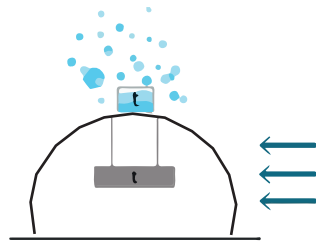
Seitenlängen. Dies resultiert aus der Tatsache, dass sechs gleichseitige Dreiecke 360° bilden und somit keine Krümmung für die Kugeloberfläche vorhanden wäre. Die Struktur kommt in der Natur bei Molekülen vor und ist somit ein überzeugender Beweis für ihre Stabilität und Effizienz.¹²

Die im Entwurf entstehende kugelförmige Approximierung durch die Dreiecke folgt nicht im Detail den Regeln einer geodätischen Kugel. Im Falle einer richtigen geodätischen Form würden die Dreiecke in Fünf- und Sechsecke zusammengefasst werden um die Krümmung zu generieren. Im Vorliegenden Fall werden nur Sechsecke mit unterschiedlichen Dreiecken verwendet.

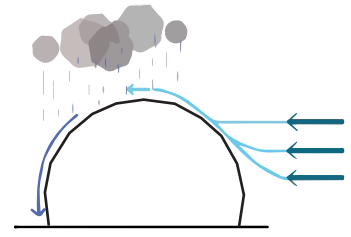
- a optimale Belichtung
- b hervorragende Stabilität
- c gut bei exponierten Lagen
- d optimiertes Material- Volumenverhältnis
- e vorteilhafte Belüftung
- f beste Luftzirkulation
- g außerordentliche Akustik
- h angenehme Atmosphäre
- i natürlich vorkommende Form



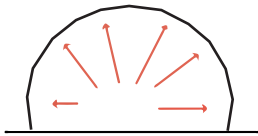
a



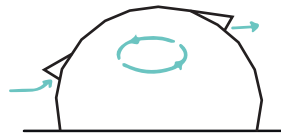
b



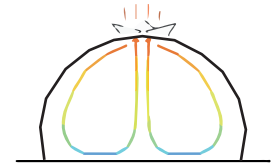
c



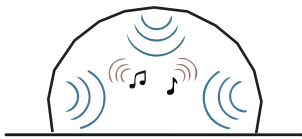
d



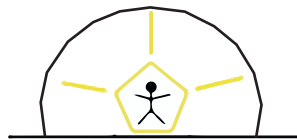
e



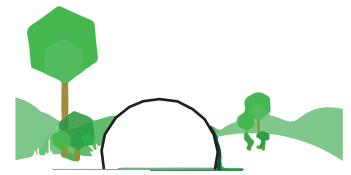
f



g



h



i

Abb. D.II-4 Grafik Vorteile der geodätischen Kuppelform¹⁶

D.III KONZEPT DER WANDELBARKEIT

Die Wandelbarkeit des Daches stellt eine besondere Herausforderung in der Planung dar. Beispiele in der Architektur zeigen, dass verschiedenste Lösungsansätze zur gewünschten Mobilität führen können. Die folgende Grafik zeigt die Grundparameter, die notwendig sind, um eine bewegliche Dachkonstruktion zu verwirklichen.

Man muss das Konstruktionssystem, die Art der Bewegung und die Richtung der Bewegung dem Projekt entsprechend definieren.

Grundsätzlich wird bei der Unterteilung in Membrankonstruktionen und steifen Konstruktionen unterschieden.

Für die geplante Arena wird eine steife Dachkonstruktion angedacht. Die beweglichen Elemente sollen auf Schienen entlang der Kuppelbögen geführt werden. Ein weiterer wichtiger Punkt ist der Antrieb. Da das mobile Dach bei der Kuppelkonstruktion gegen die Schwerkraft arbeiten muss, erscheint ein Seilzugsystem als Lösung am sinnvollsten.


























Konstruktionssystem	Arte der Bewegung	Bewegungsrichtung			
		parallel	zentral	zirkular	peripher
Membran Tragkonstruktion feststehend	Raffen				
	Rollen				
Membran Tragkonstruktion beweglich	Schieben				
	Klappen				
	Drehen				
Steife Konstruktionen	Schieben				
	Klappen				
	Drehen				

Abb. D.III-1 Grafik Buch IL 5, Otto Frei, wandelbare Dächer

D.III KONZEPT DER WANDELBARKEIT

Teilung und Drehpunkt

Bei der anfänglich konzeptuellen Überlegung des beweglichen Daches, ging es hauptsächlich um die Art der Teilung und den Drehmittelpunkt der Bewegung. Der Mittelpunkt der ellipsoiden Kugelkalotte war maßgebend für den Bewegungsablauf. Nur eine Drehung der Schalen um diesen Punkt lassen einen überschneidungsfreien Öffnungsablauf zu.

Bei der Teilung der Schale wurden verschiedene Schnittebenen angewendet, um unter-

schiedliche Elemente zu generieren. Werden die Ebenen am Drehpunkt angesetzt (Teilung und Drehpunkt gleich) und radial verdreht, entstehen eher gerade Schnittkanten an den Schalenelementen. Werden sie hingegen an der Unterkante der Kalotte angesetzt und verdreht, entstehen konvexe Elemente.

Diese letztere Variante wurde schlussendlich für den Entwurf verwendet.

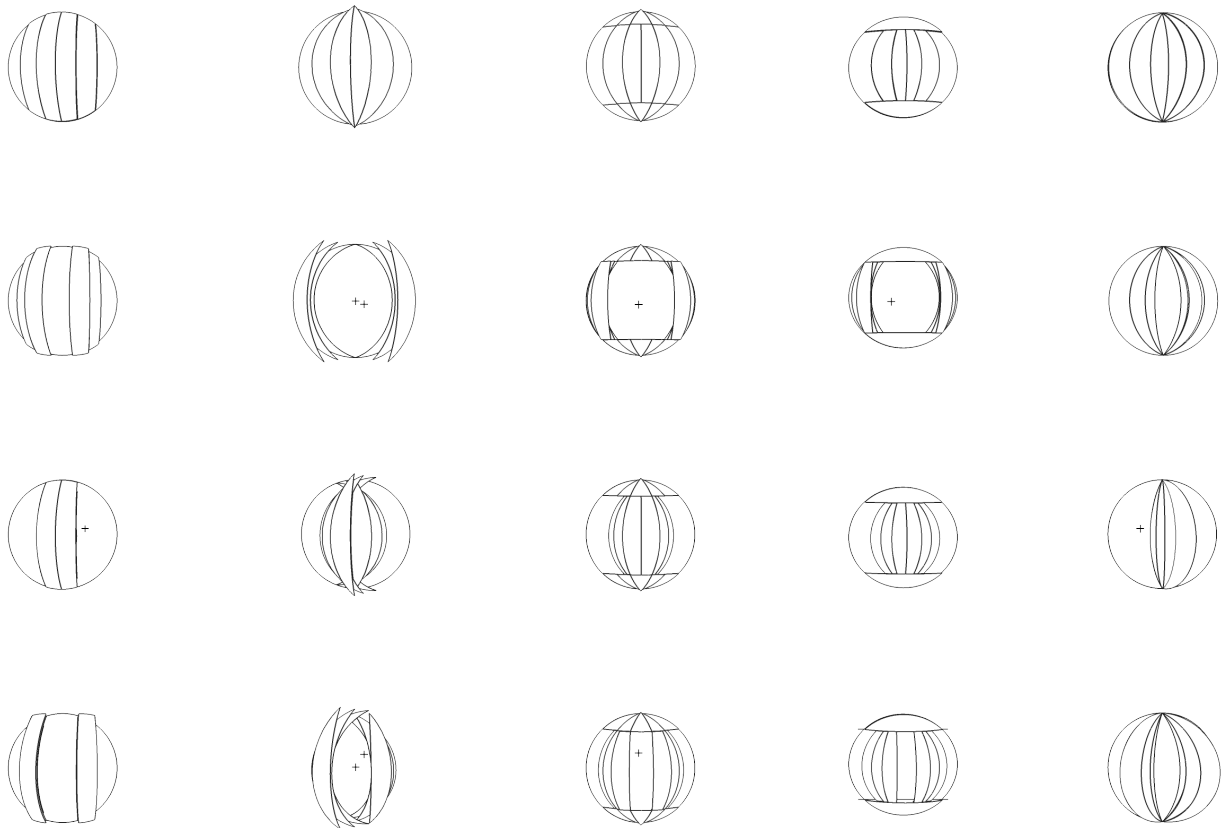


Abb. D.III-2 Grafik Teilungsvarianten

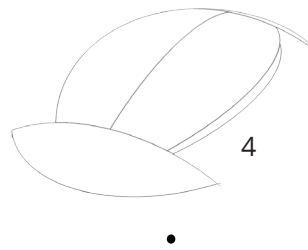
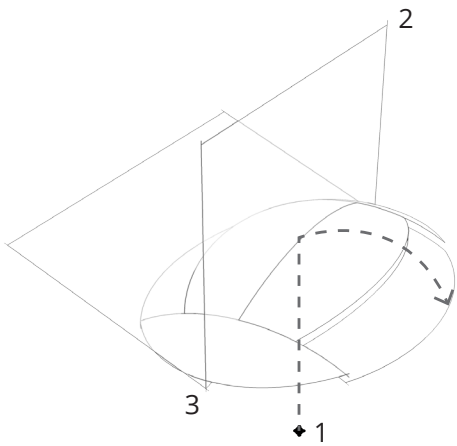
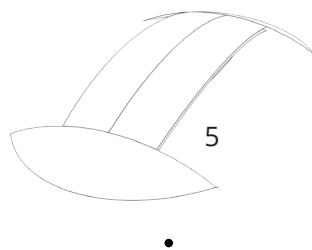
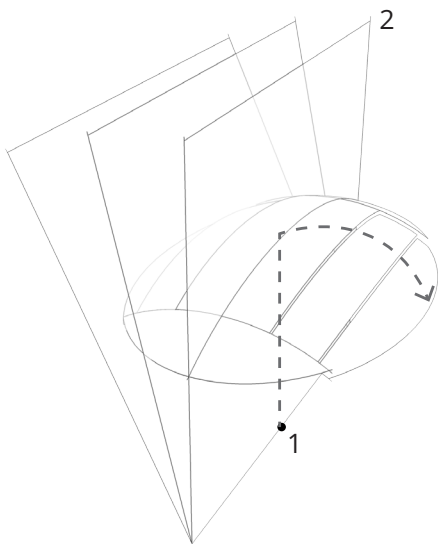


Abb. D.III-3 Grafik Teilung und Drehpunkt unterschiedlich



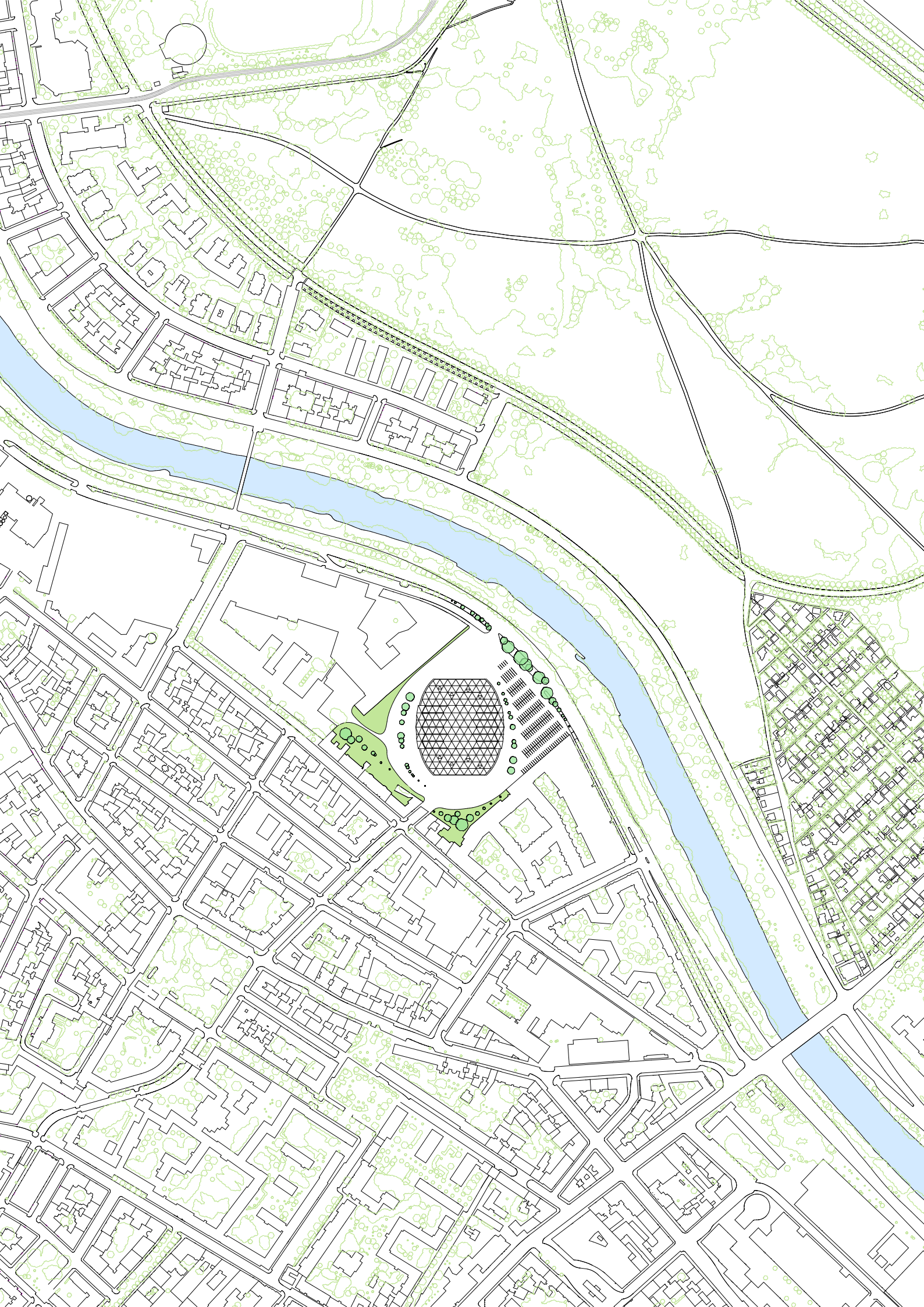
- 1 Drehpunkt
- 2 Schnittscheibe
- 3 Unterkante Kugelkalotte
- 4 konvexe Kante
- 5 gerade Kante

Abb. D.III-4 Grafik Teilung und Drehpunkt gleich

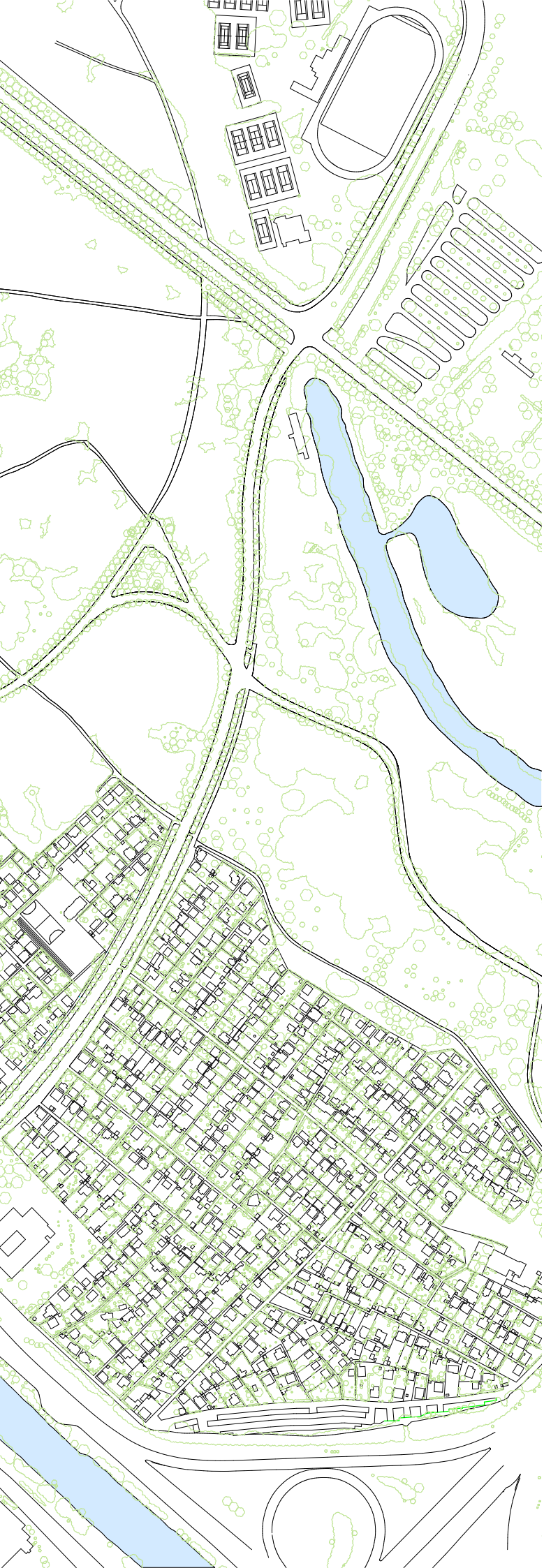
E

RESULTAT

- I Pläne
 - 1 Grundrisse
 - 2 Schnitte
 - 3 Ansichten
 - 4 Nutzungskonzepte
- II Tragwerk
 - 1 Fundamente
 - 2 Tragsystem
 - 3 Verbindungen
- III Hülle
- IV Technik
 - 1 Schienensystem
 - 2 Hydraulikwagen
 - 3 Zugsystem
- V Schaubilder
 - 1 Öffnungsprozess
 - 2 Impressionen
- VI Flächennachweis



E.I PLÄNE
E.I.1 Grundrisse

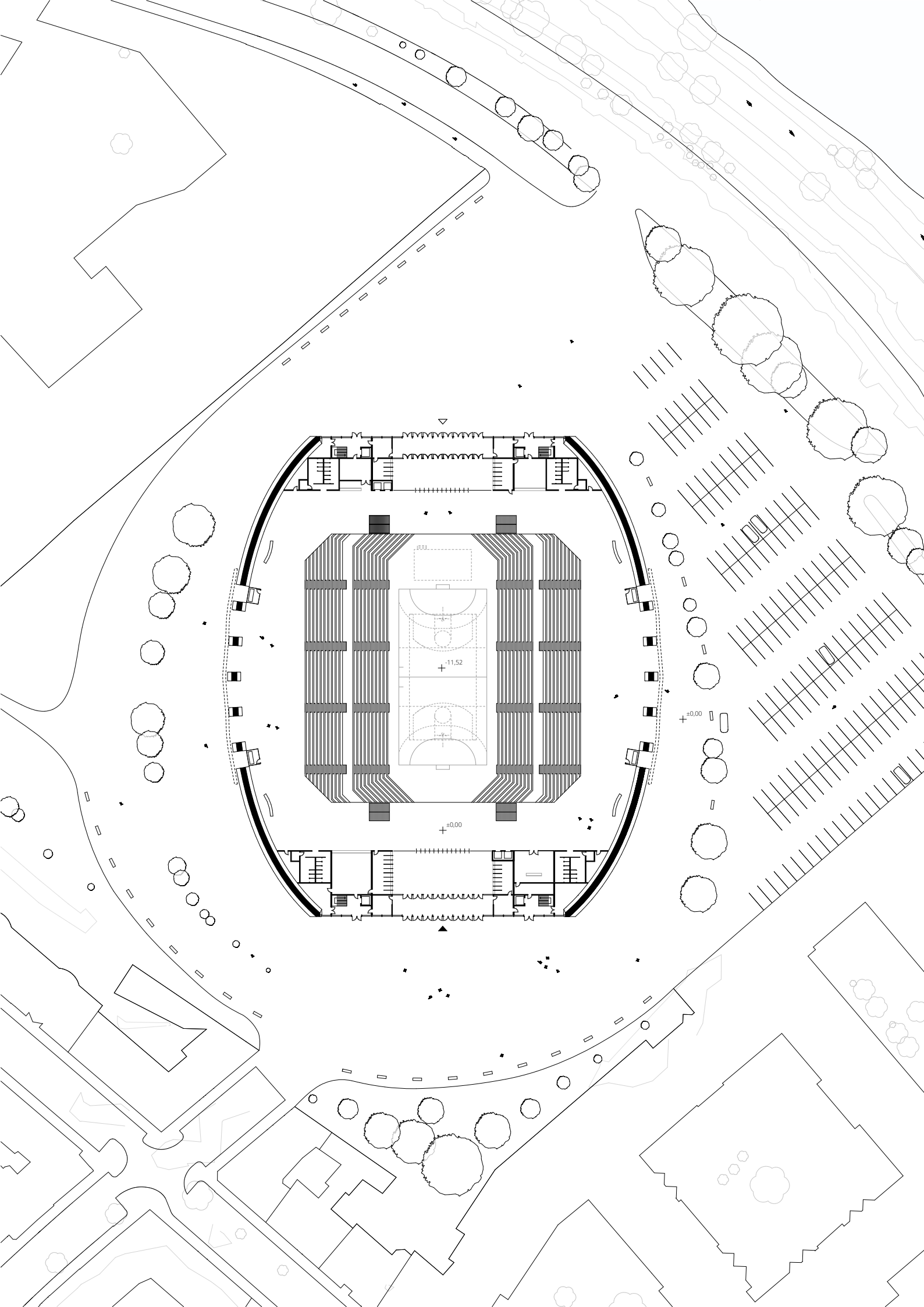


Lageplan



0 25 75 125 175
m

Plan.E.I.1-1 Lageplan



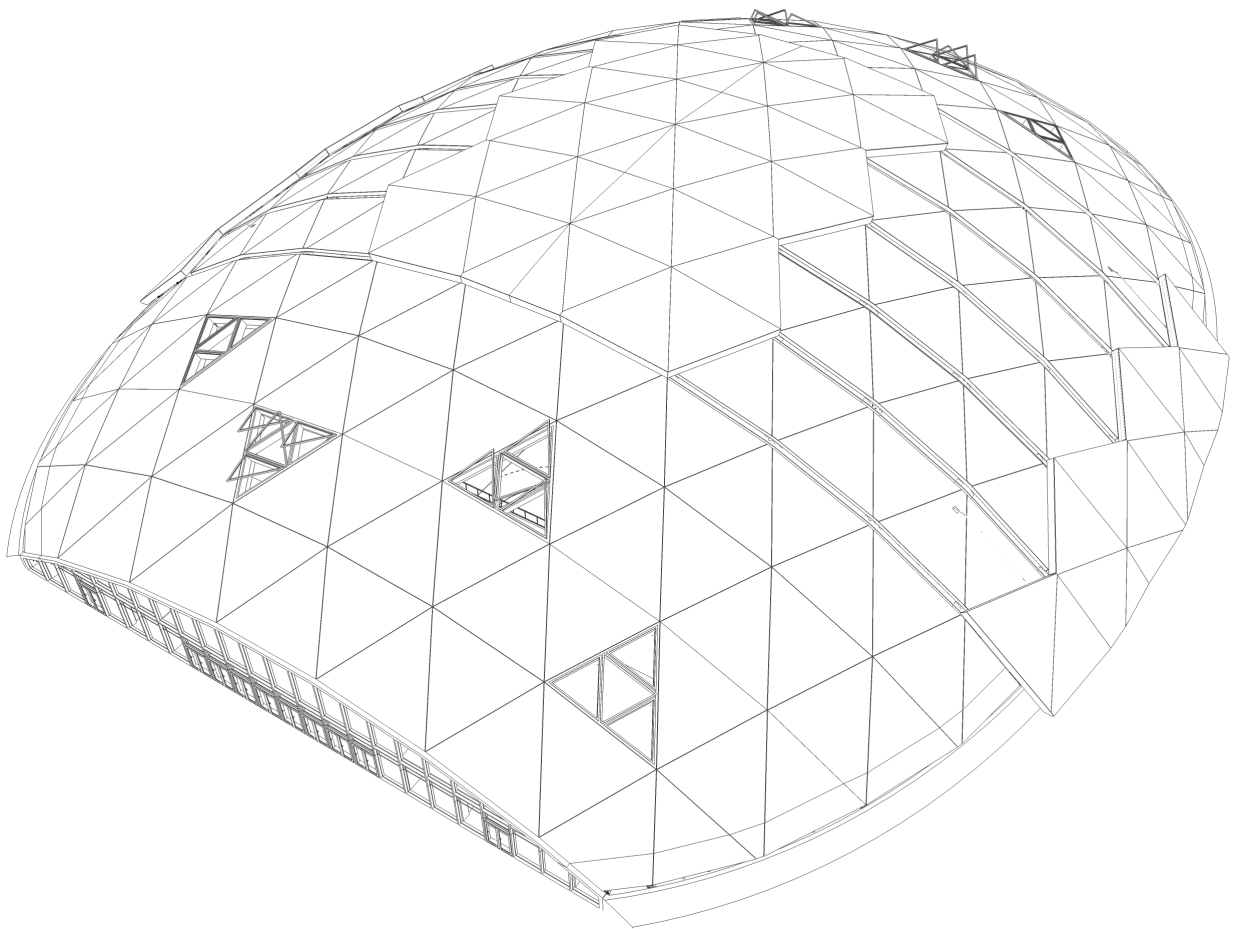
E.I.1 Grundrisse



Erdgeschoß ±0.00

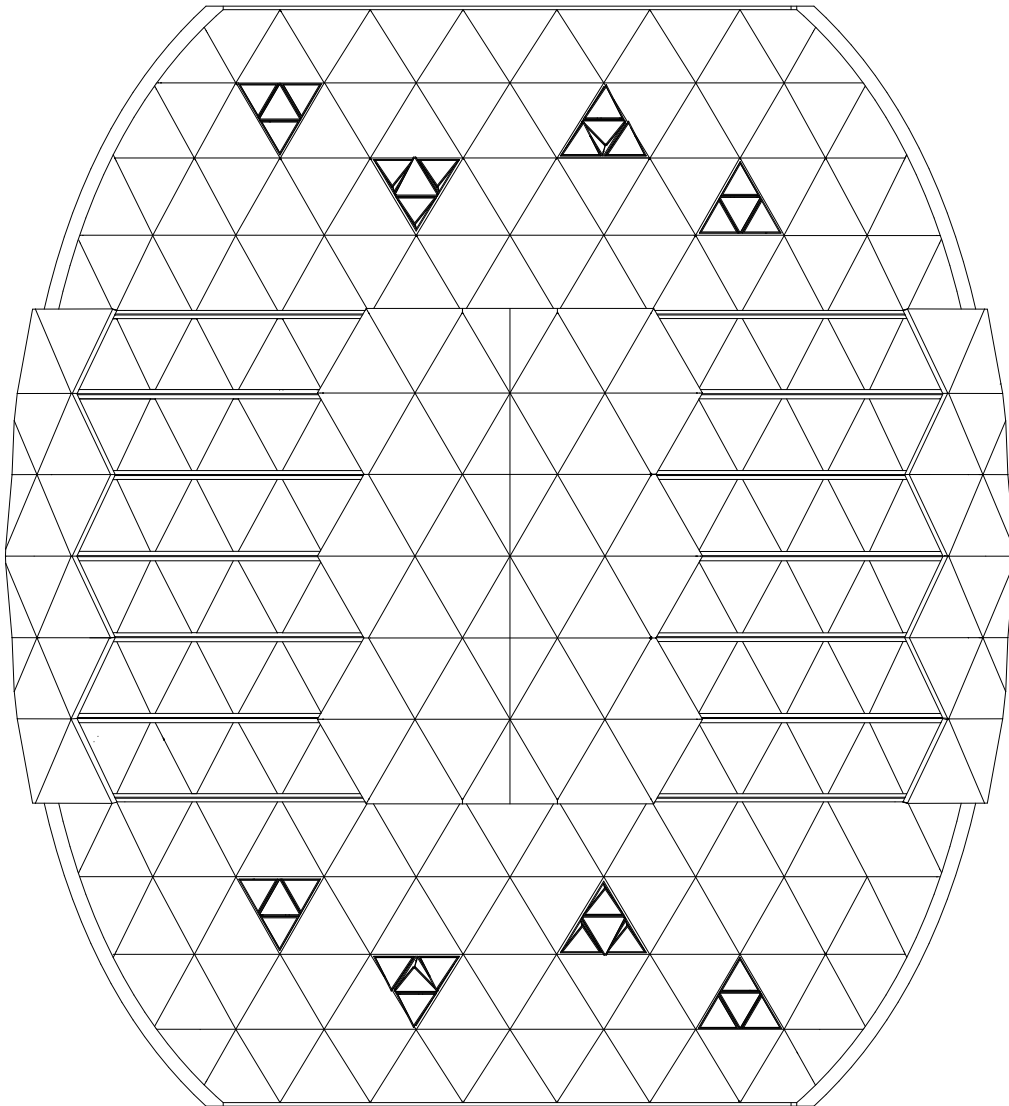


Plan.E.I.1-2 Erdgeschoß mit Umgebung



Dachdraufsicht 3D

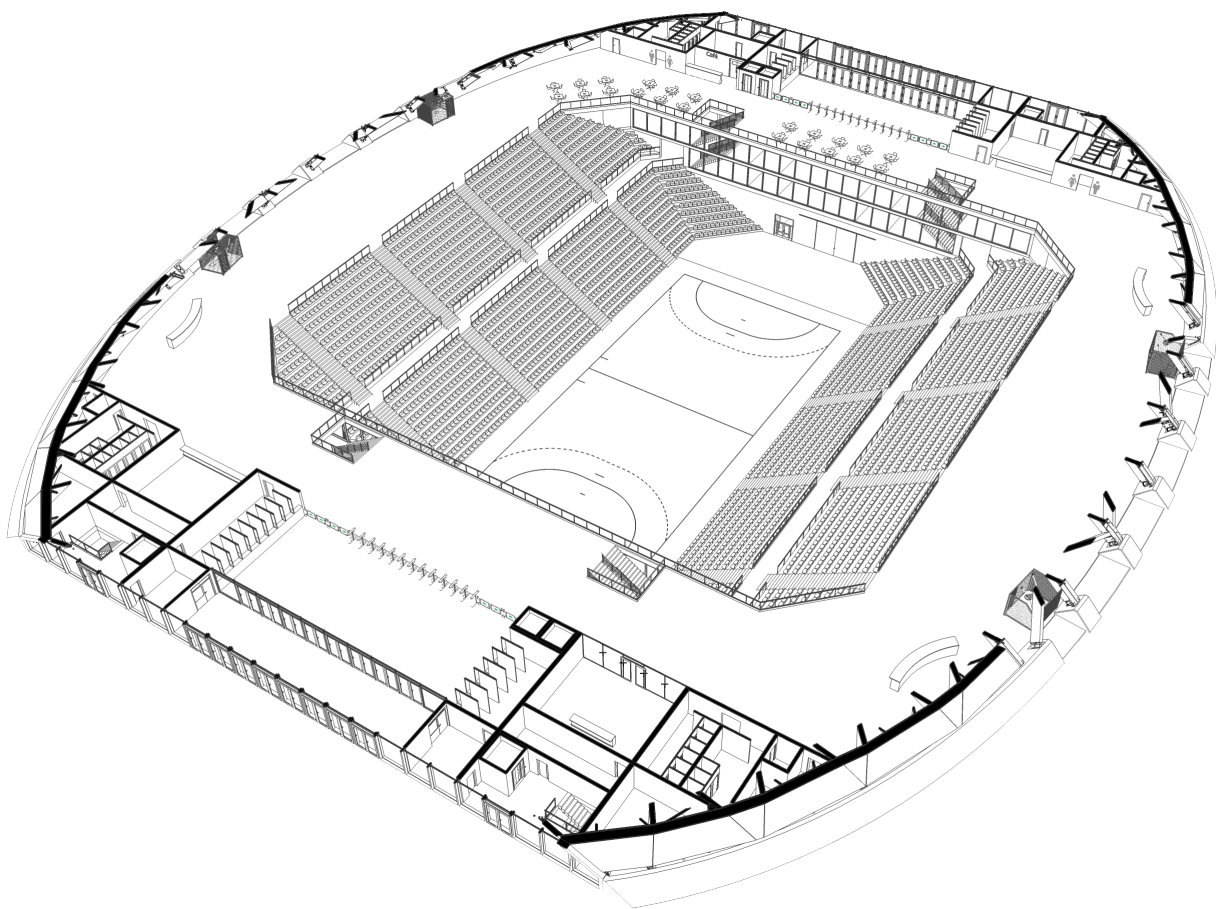
Abb.E.I.I-1 Grafik Dachdraufsicht 3D



Dachdraufsicht +22.35m



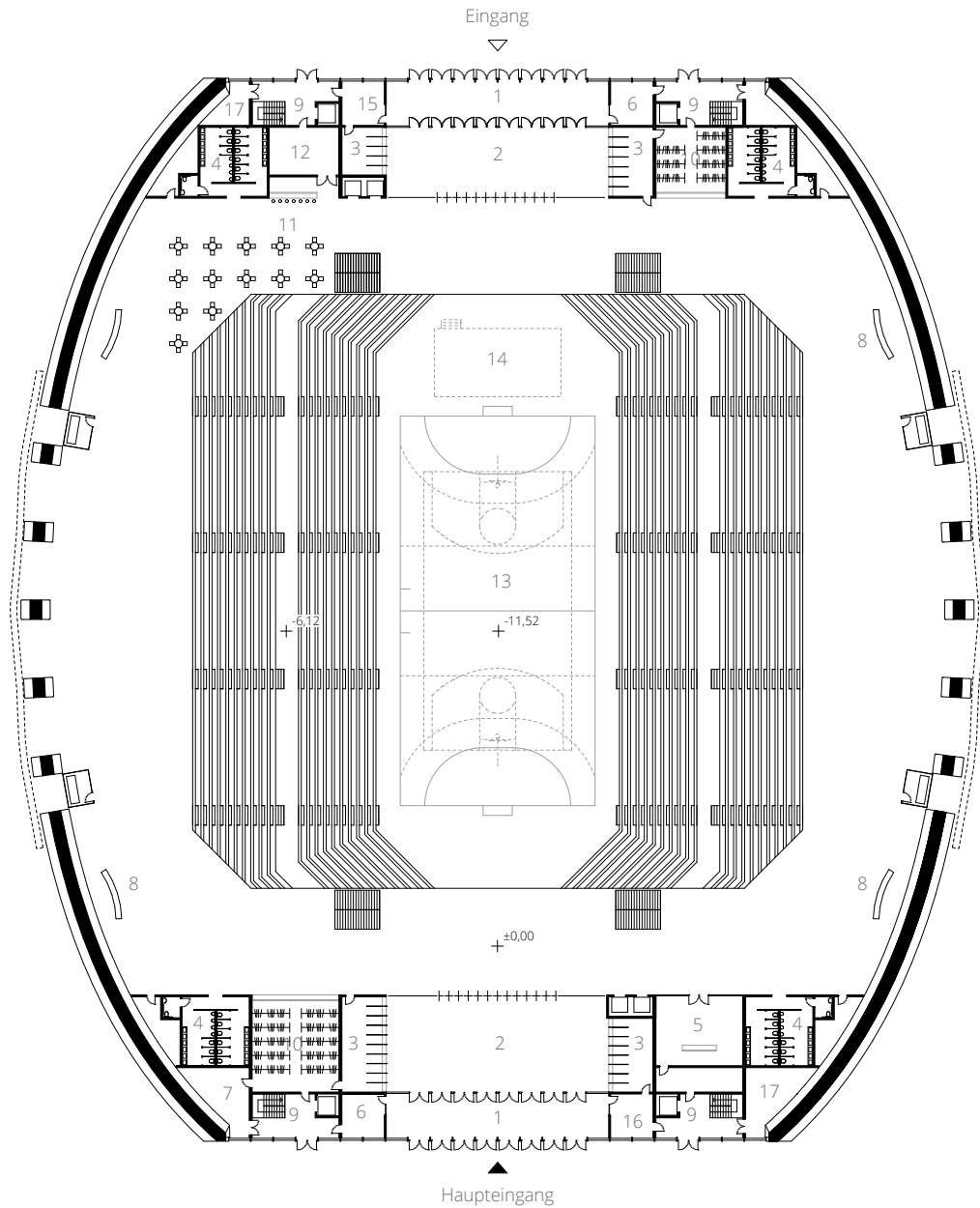
Plan.E.I.1-3 Dachdraufsicht



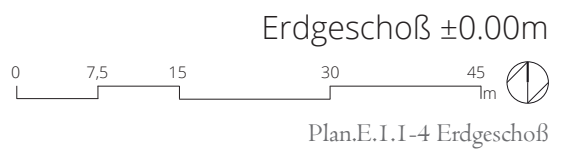
Erdgeschoß 3D Schnitt

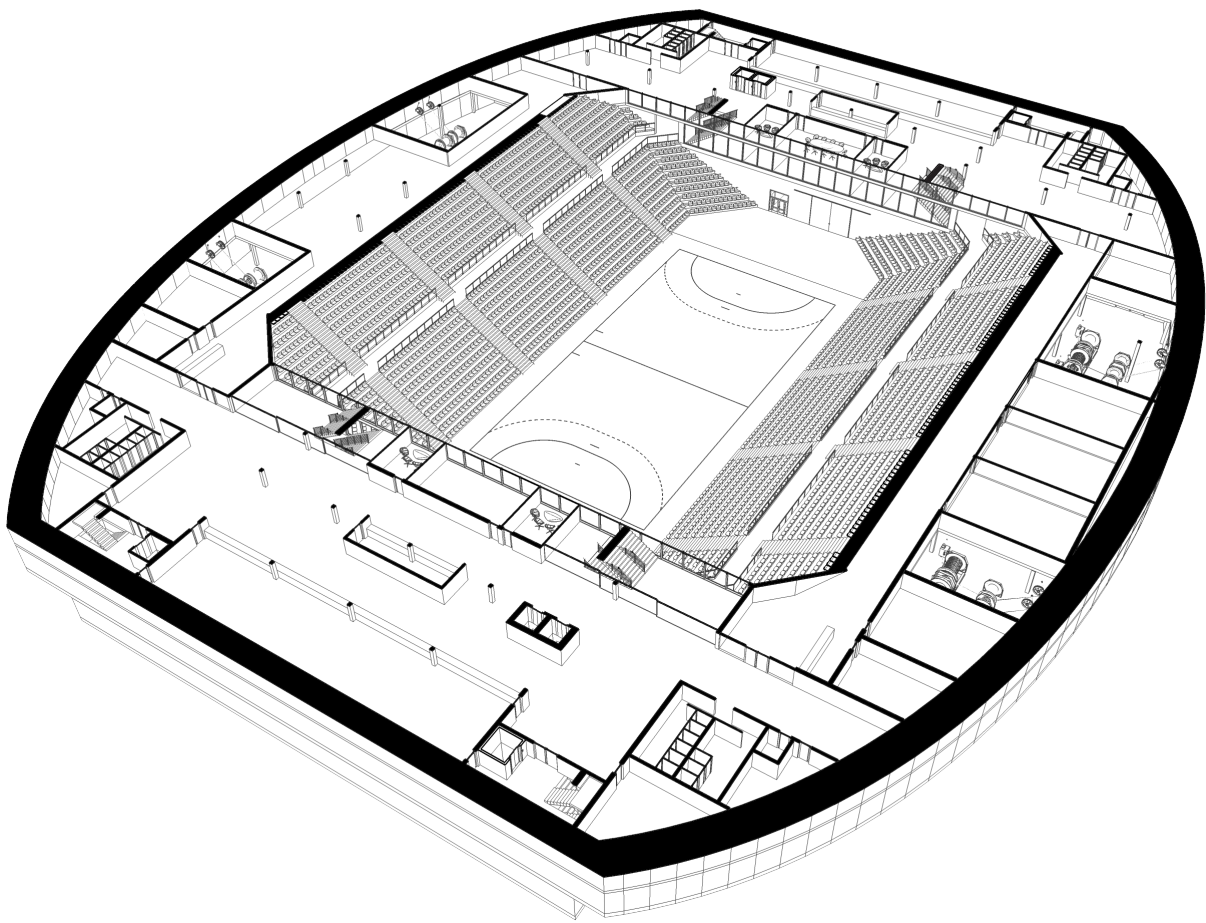
Abb.E.I.1-2 Grafik Erdgeschoß 3D Schnitt

- 1 Windfang
- 2 Foyer
- 3 Kassa
- 4 Sanitäranlagen
- 5 Fanshop
- 6 Portier
- 7 Lagerfläche
- 8 Buffet



- 9 Stiegenhaus
- 10 Garderobe klein
- 11 Gästebereich Cafe / Bar / Imbiss
- 12 Küche Cafe / Bar / Imbiss
- 13 Parkett / Aktionsbereich
- 14 Bühnenbereich
- 15 Erste Hilfe
- 16 Personalraum
- 17 Entsorgung

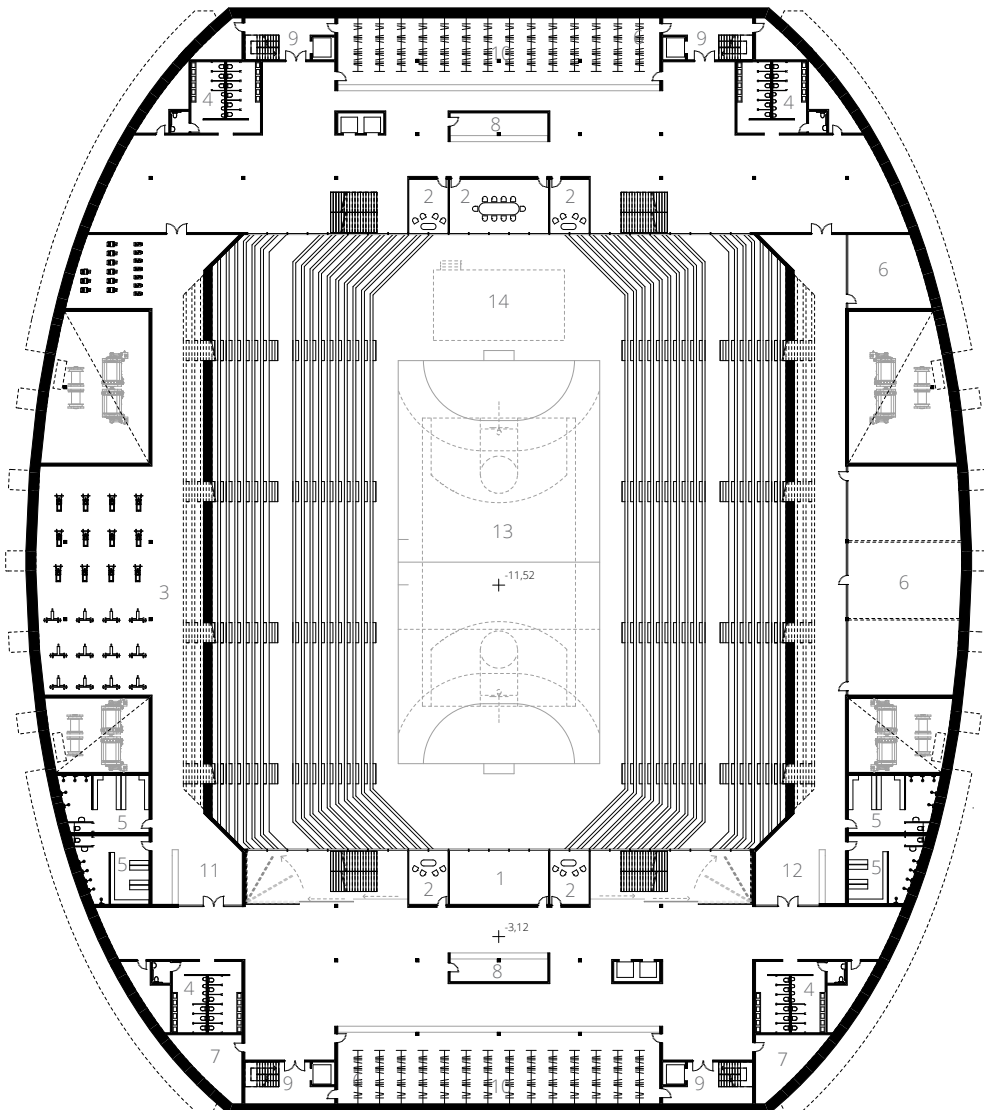




1 Untergeschoß 3D Schnitt

Abb.E.I.1-3 Grafik Untergeschoß -I 3D Schnitt

- 1 Veranstaltungstechnik
- 2 Logen
- 3 Fitnessbereich
- 4 Sanitäranlagen
- 5 Umkleiden
- 6 Trainingsräume abtrennbar
- 7 Lagerfläche

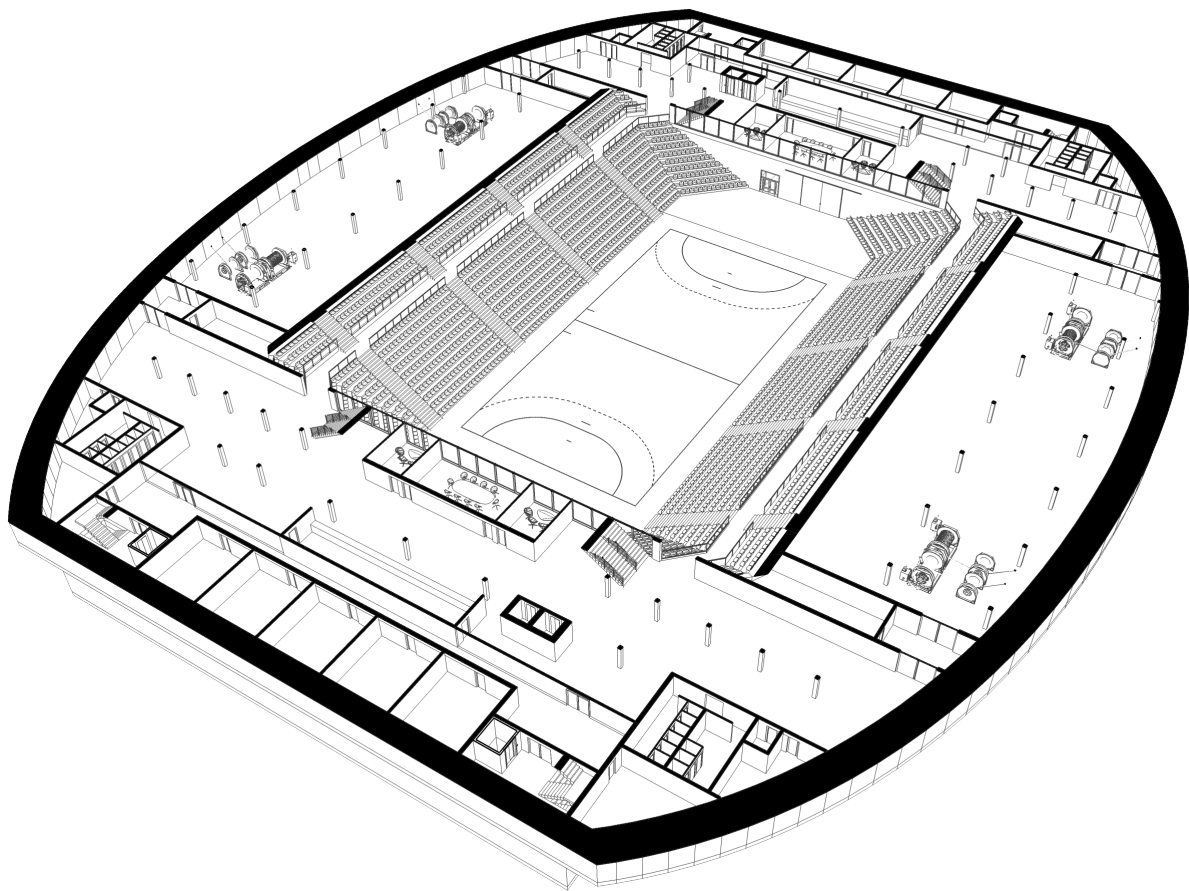


- 8 Buffet
- 9 Stiegenhaus
- 10 Garderoben
- 11 Empfang Fitnessbereich
- 12 Empfang Trainingsräume
- 13 Parkett / Aktionsbereich
- 14 Bühnenbereich

1 Untergeschoß -3.12m



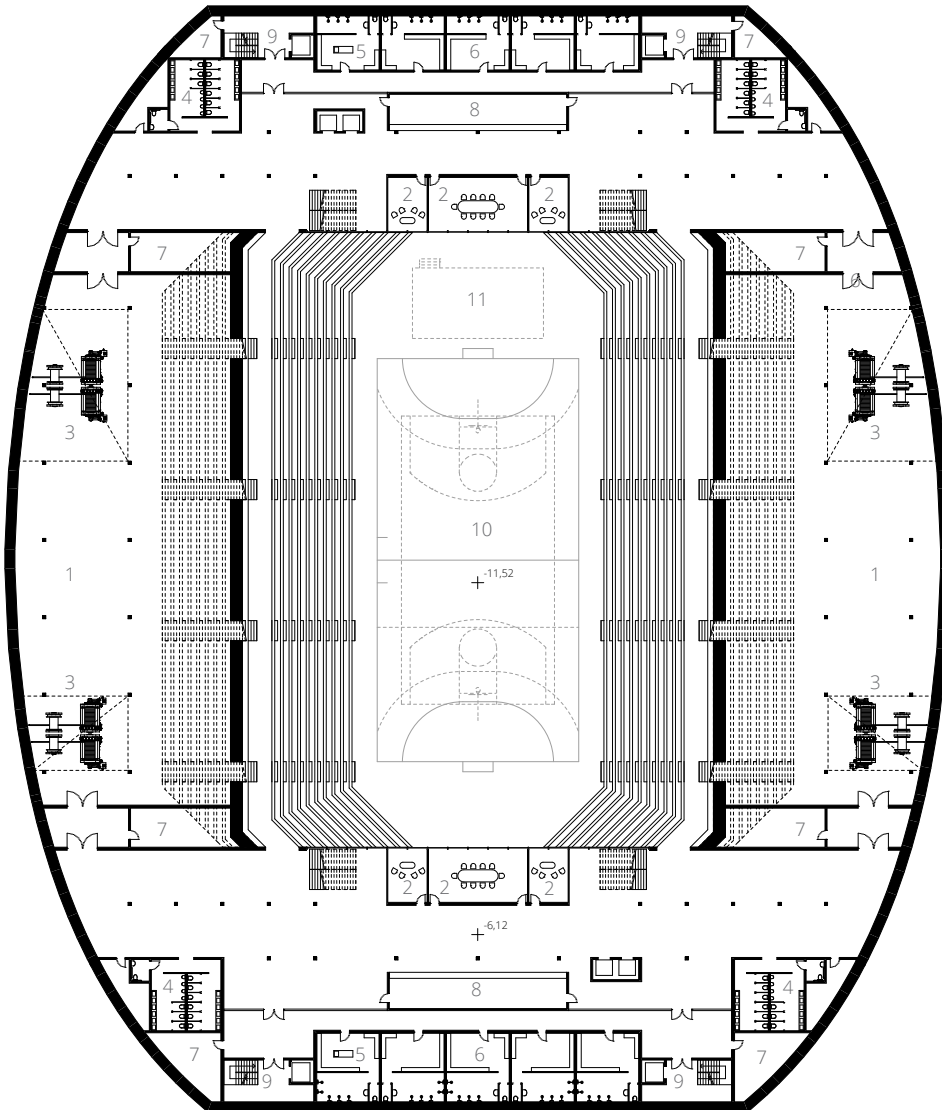
Plan.E.I.1-5 Untergeschoß -I



- 1 Gebäudetechnik
- 2 Logen
- 3 hydraulische Seilwinden
- 4 Sanitäranlagen
- 5 Physio / Arzt
- 6 Umkleiden

2 Untergeschoß 3D Schnitt

Abb.E.I.I-4 Grafik Untergeschoß -2 3D Schnitt

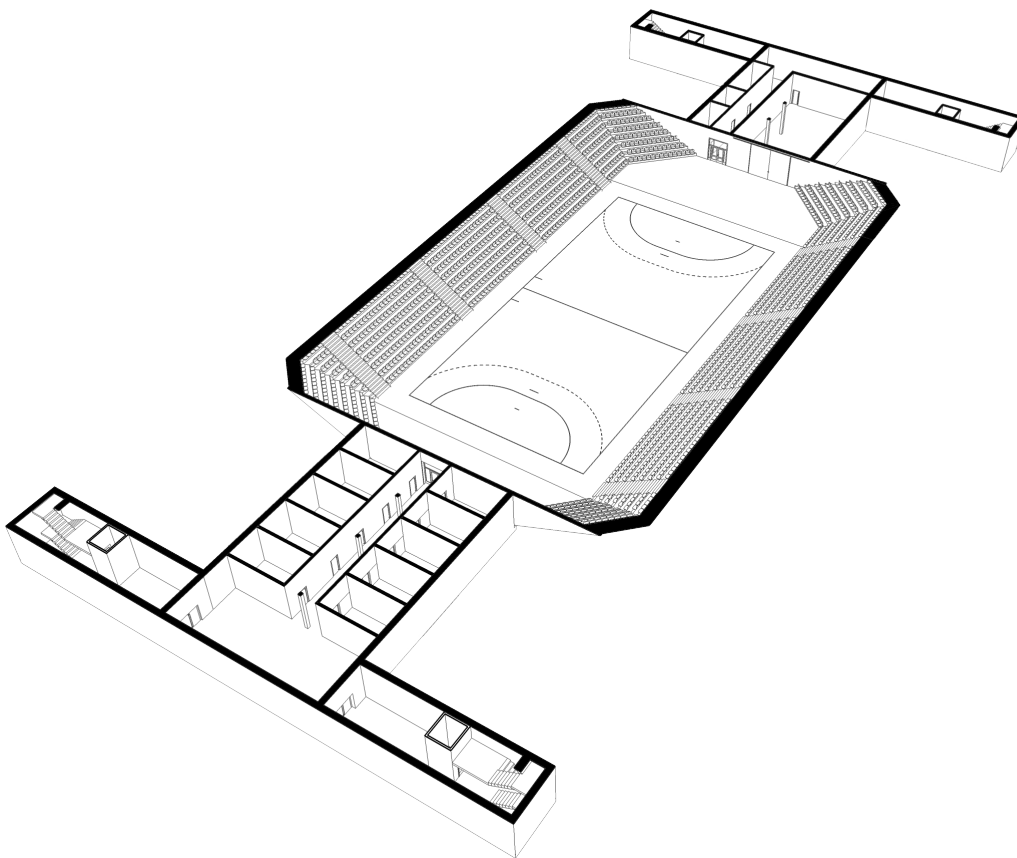


- 7 Lagerfläche
- 8 Buffet
- 9 Stiegenhaus
- 10 Parkett / Aktionsbereich
- 11 Bühnenbereich

2 Untergeschoß -6.12m



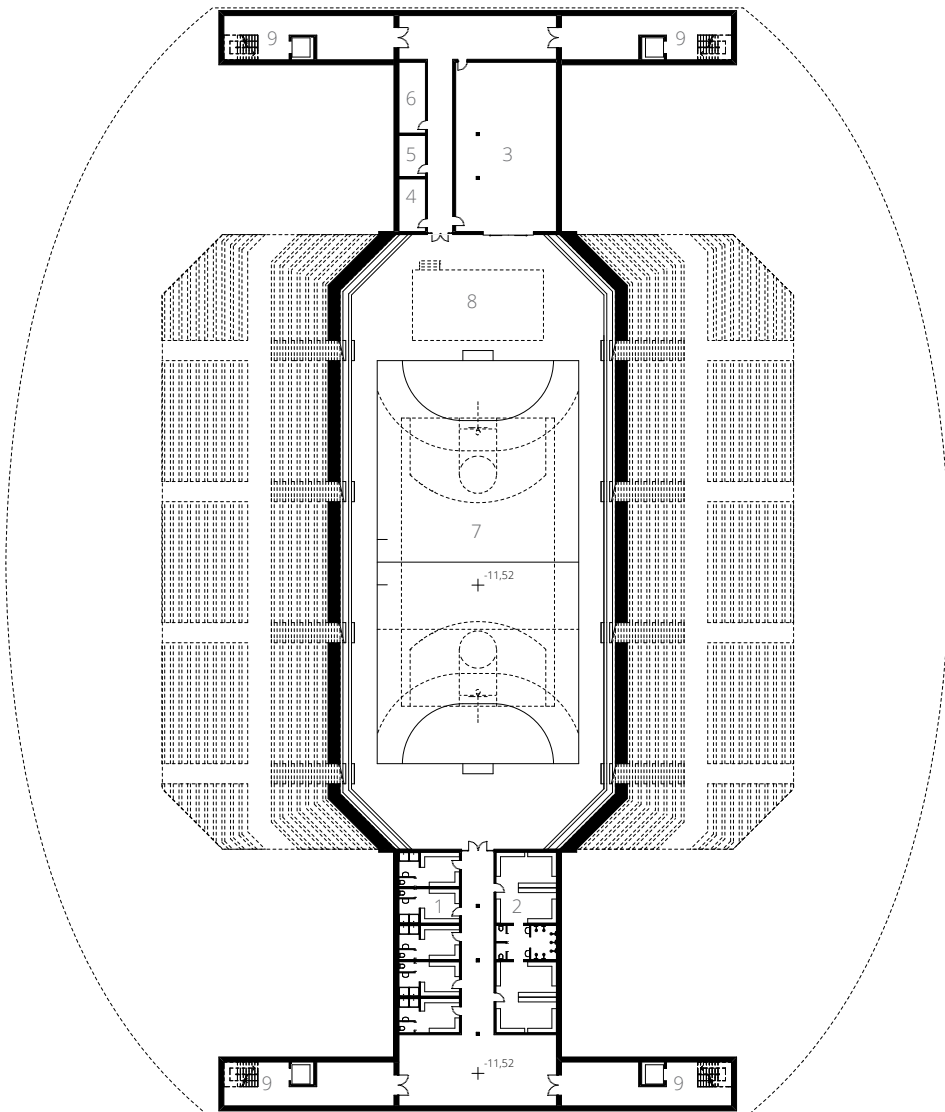
Plan.E.I.1-6 Untergeschoß -2



- 1 Spielergarderobe klein
- 2 Spielergarderobe groß
- 3 Geräteraum
- 4 Schiedsrichter
- 5 Lager

3 Untergeschoß 3D Schnitt

Abb.E.I.I-5 Grafik Untergeschoß -3 3D Schnitt



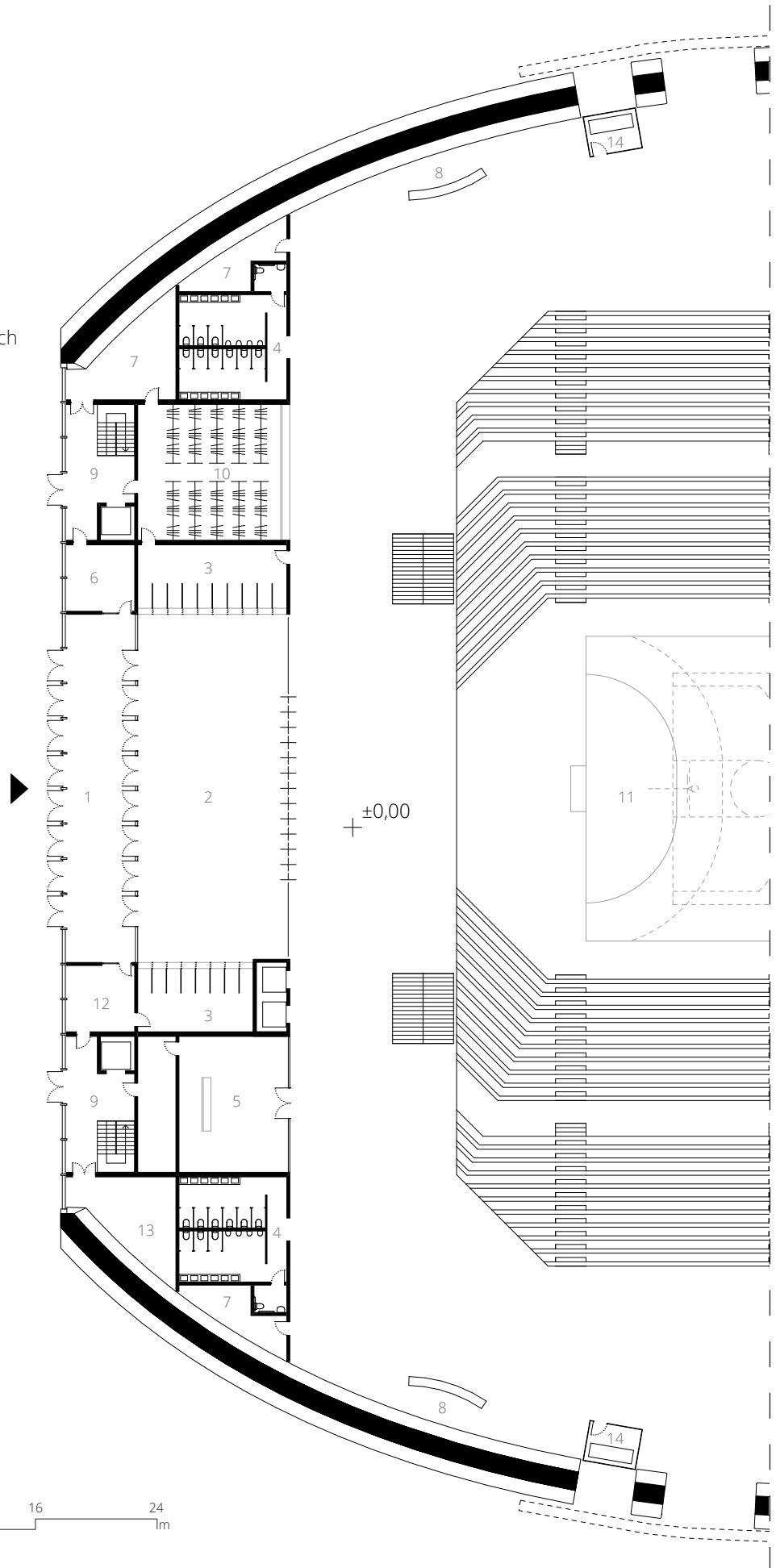
- 6 Hallenwart
- 7 Parkett / Aktionsbereich
- 8 Bühnenbereich
- 9 Stiegenhaus

3 Untergeschoß -11.52m



Plan.E.I.1-7 Untergeschoß -3

- 1 Windfang
- 2 Foyer
- 3 Kassa
- 4 Sanitäranlagen
- 5 Fanshop
- 6 Portier
- 7 Lagerfläche
- 8 Buffet
- 9 Stiegenhaus
- 10 Garderobe klein
- 11 Parkett / Aktionsbereich
- 12 Personalraum
- 13 Entsorgung
- 14 Technikbereich



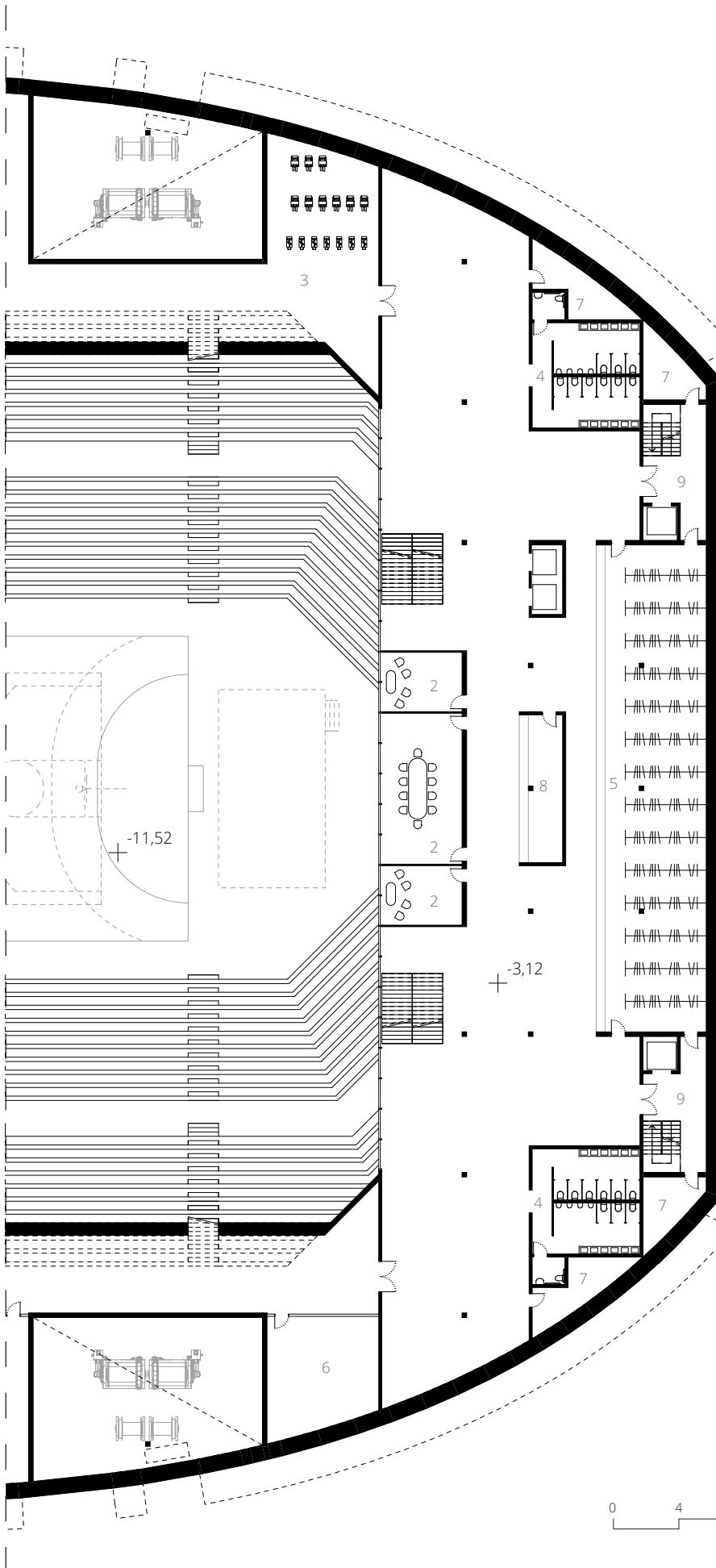
Erdgeschoß ±0.00m



Plan.E.I.1-8 Ausschnitt EG

E.I.1 Grundrisse

- 1 Bühnenbereich
- 2 Logen
- 3 Fitnessbereich
- 4 Sanitäranlagen
- 5 Garderobe
- 6 Trainingsraum
- 7 Lagerfläche
- 8 Buffet
- 9 Stiegenhaus
- 13 Parkett / Aktionsbereich

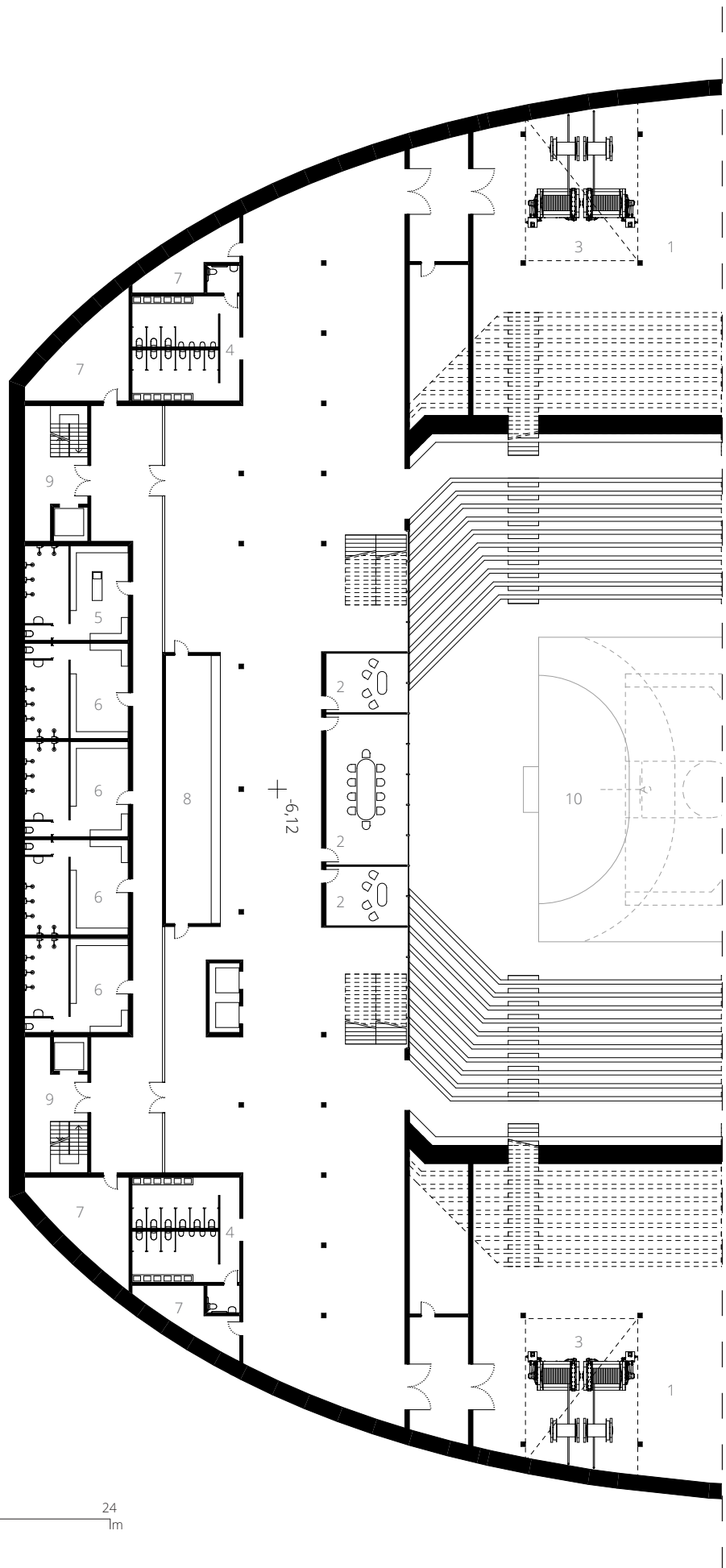


1 Untergeschoß -3.12m



Plan.E.I.I-9 Ausschnitt UG -I

- 1 Gebäudetechnik
- 2 Logen
- 3 hydraulische Seilwinden
- 4 Sanitäranlagen
- 5 Physio / Arzt
- 6 Umkleiden
- 7 Lagerfläche
- 8 Buffet
- 9 Stiegenhaus
- 10 Parkett / Aktionsbereich



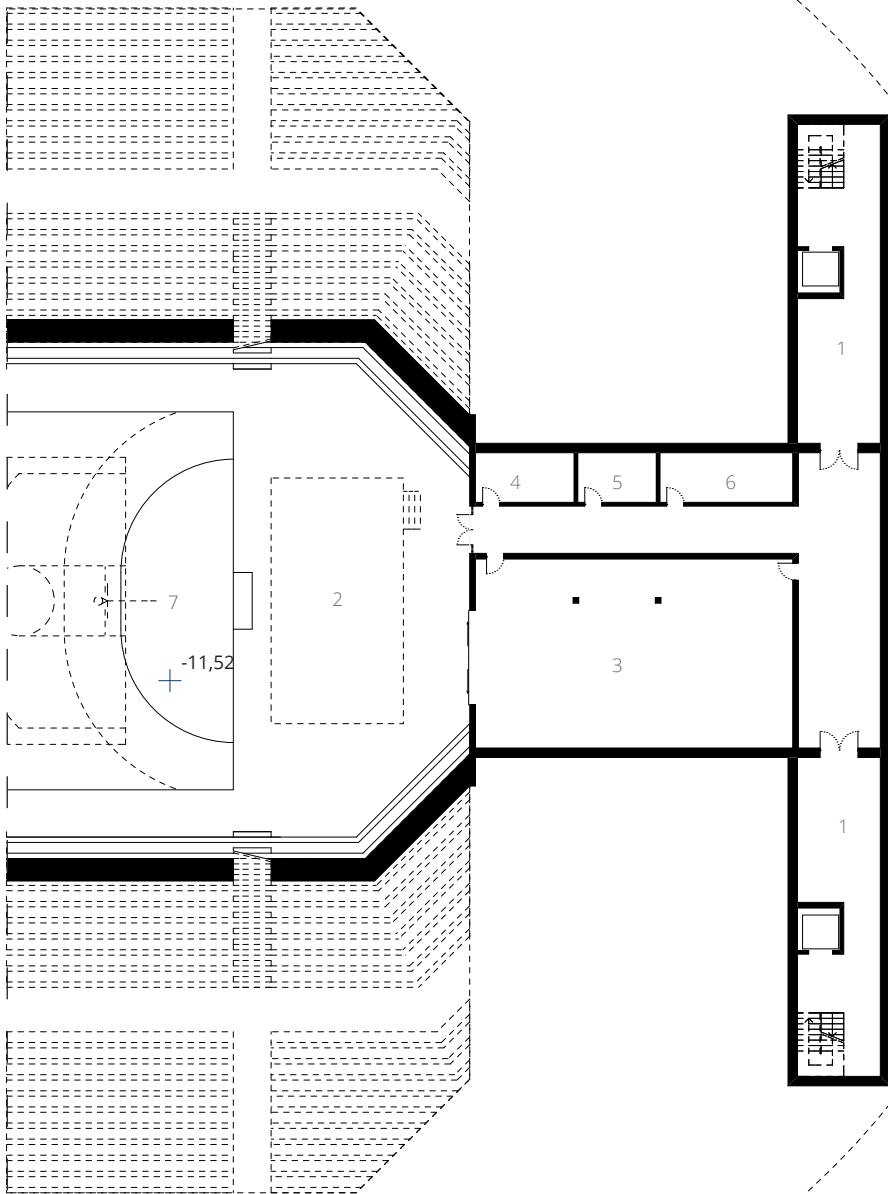
2 Untergeschoß -6.12m



Plan.E.I.1-10 Ausschnitt UG -2

E.I.1 Grundrisse

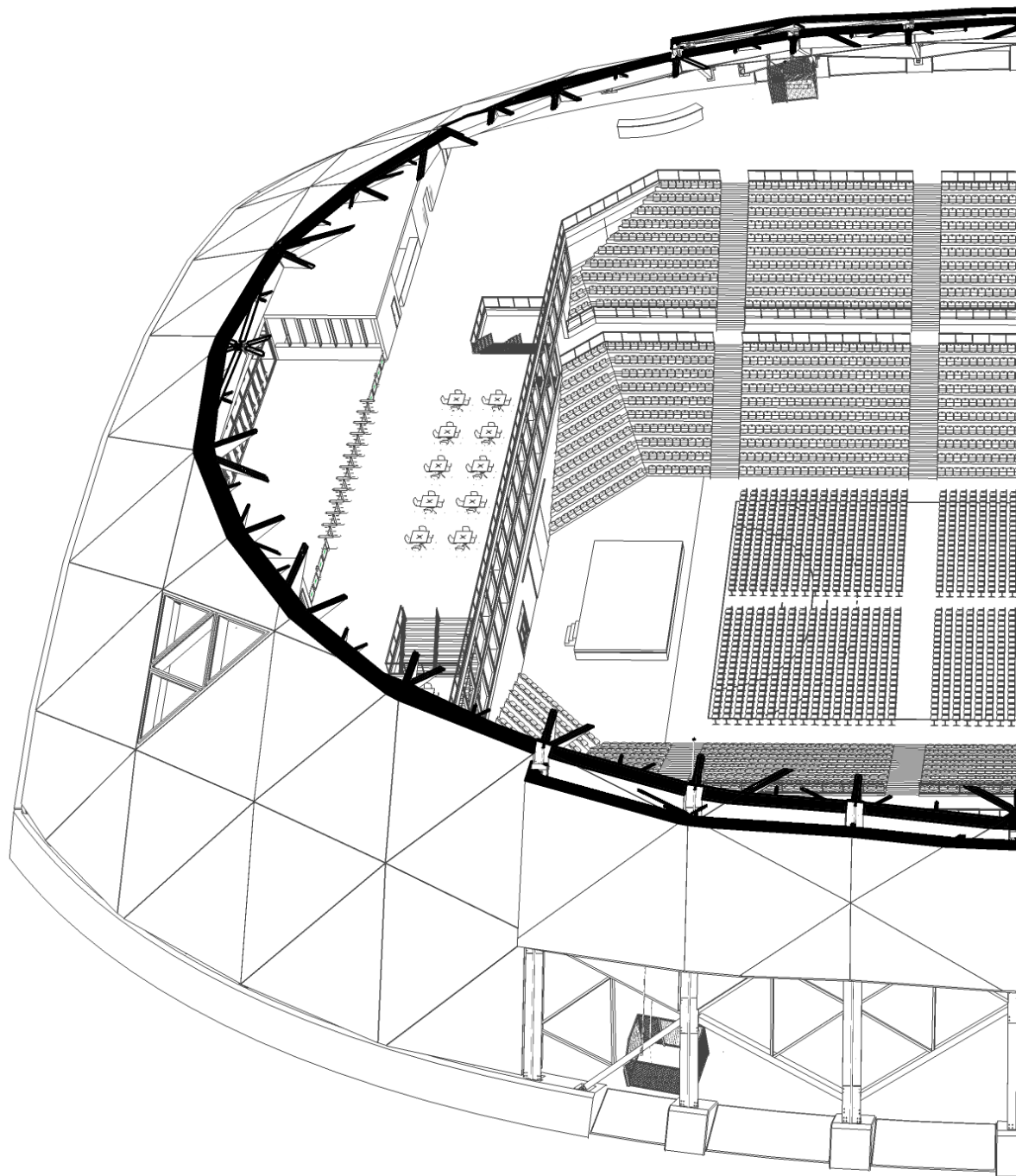
- 1 Stiegenhaus
- 2 Bühnenbereich
- 3 Geräteraum
- 4 Schiedsrichter
- 5 Lager
- 6 Hallenwart
- 7 Parkett / Aktionsbereich



3 Untergeschoß -11.52m

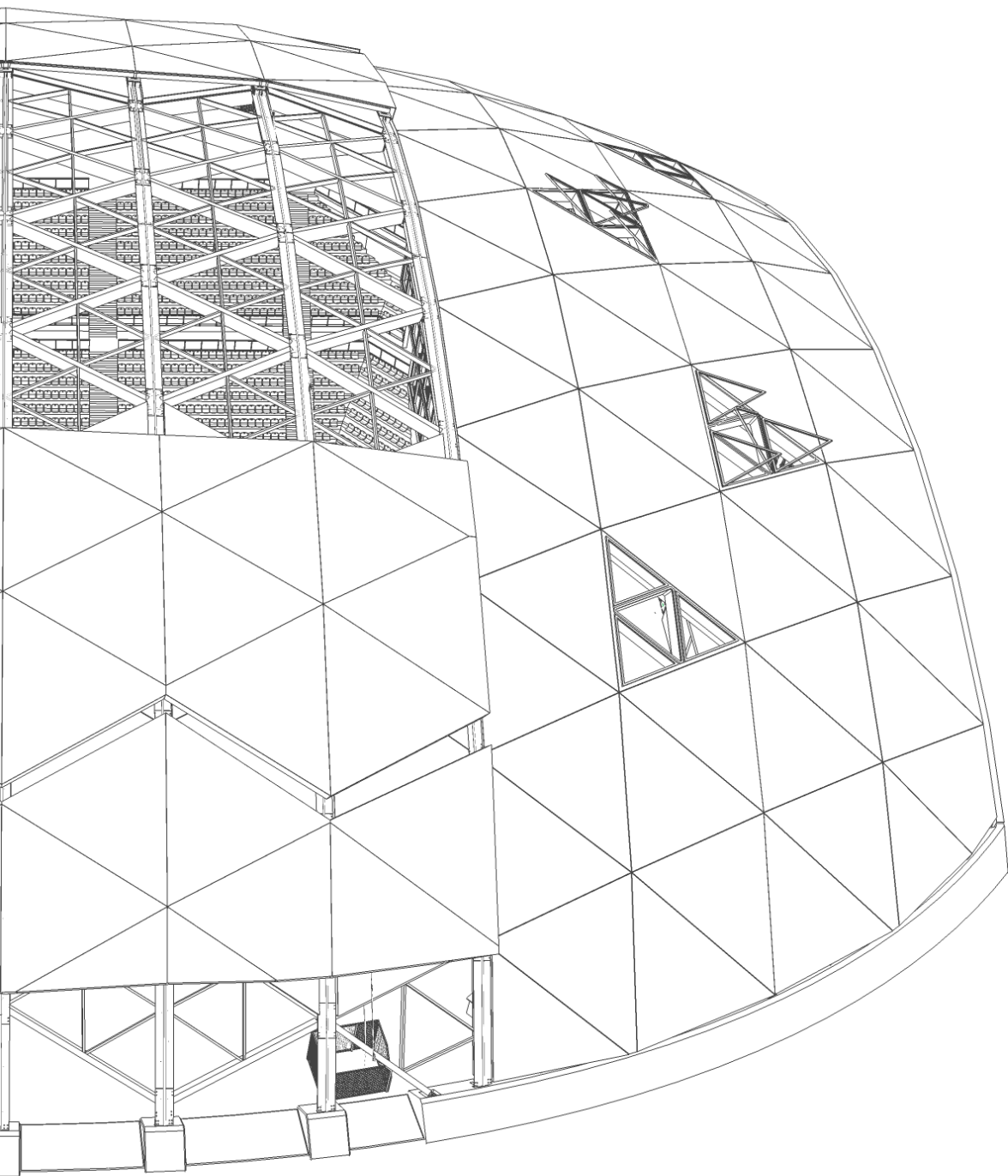


Plan.E.I.II Ausschnitt UG -3

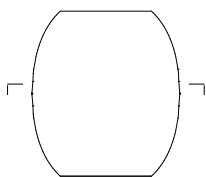
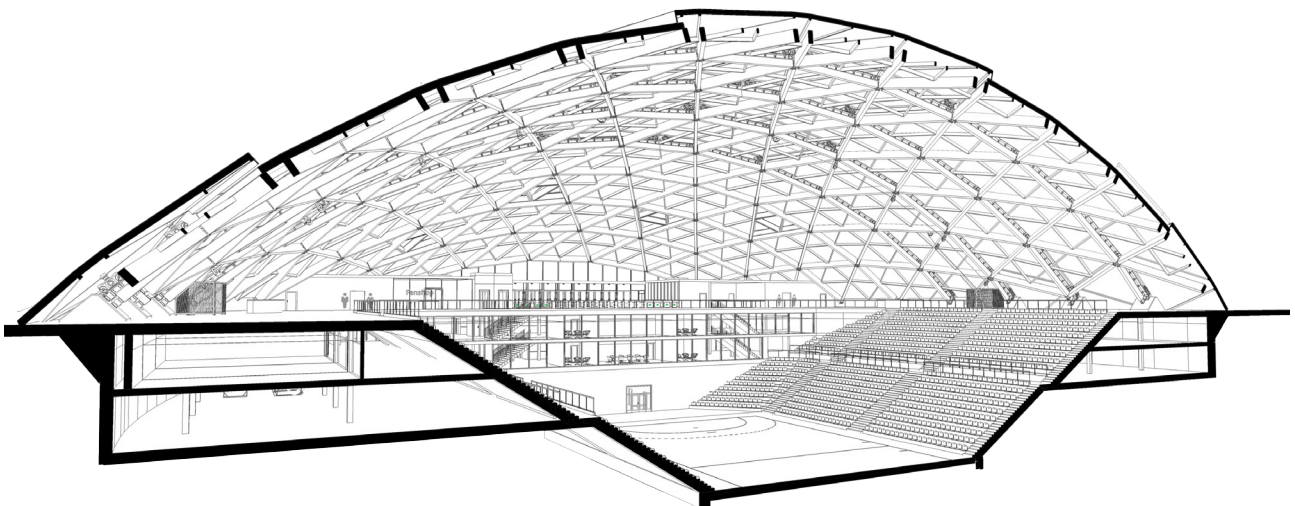


Vogelperspektive

Abb.E.I.I-6 Grafik Vogelperspektive

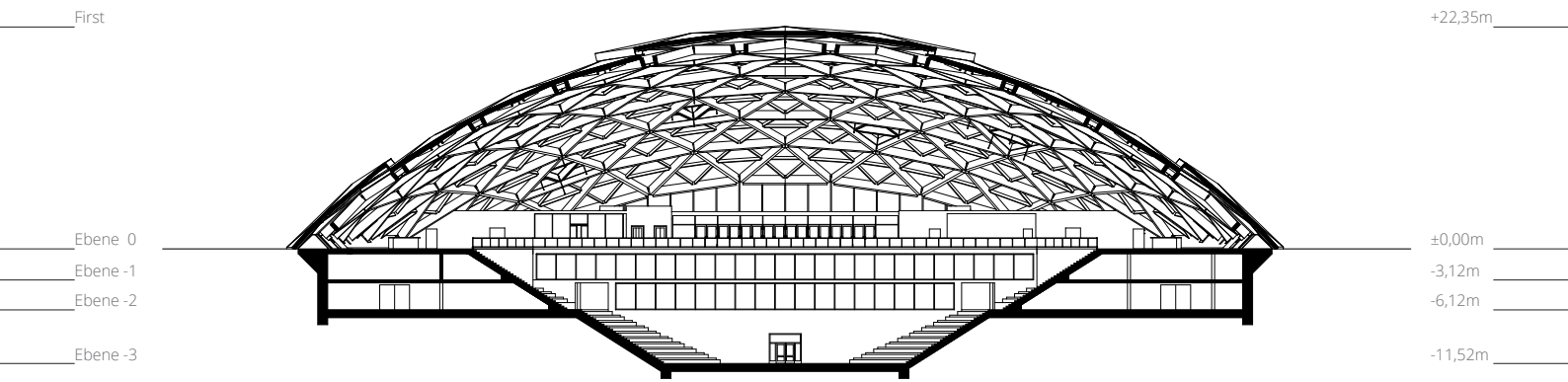


E.I.2 Schnitte



3D Querschnitt A-A

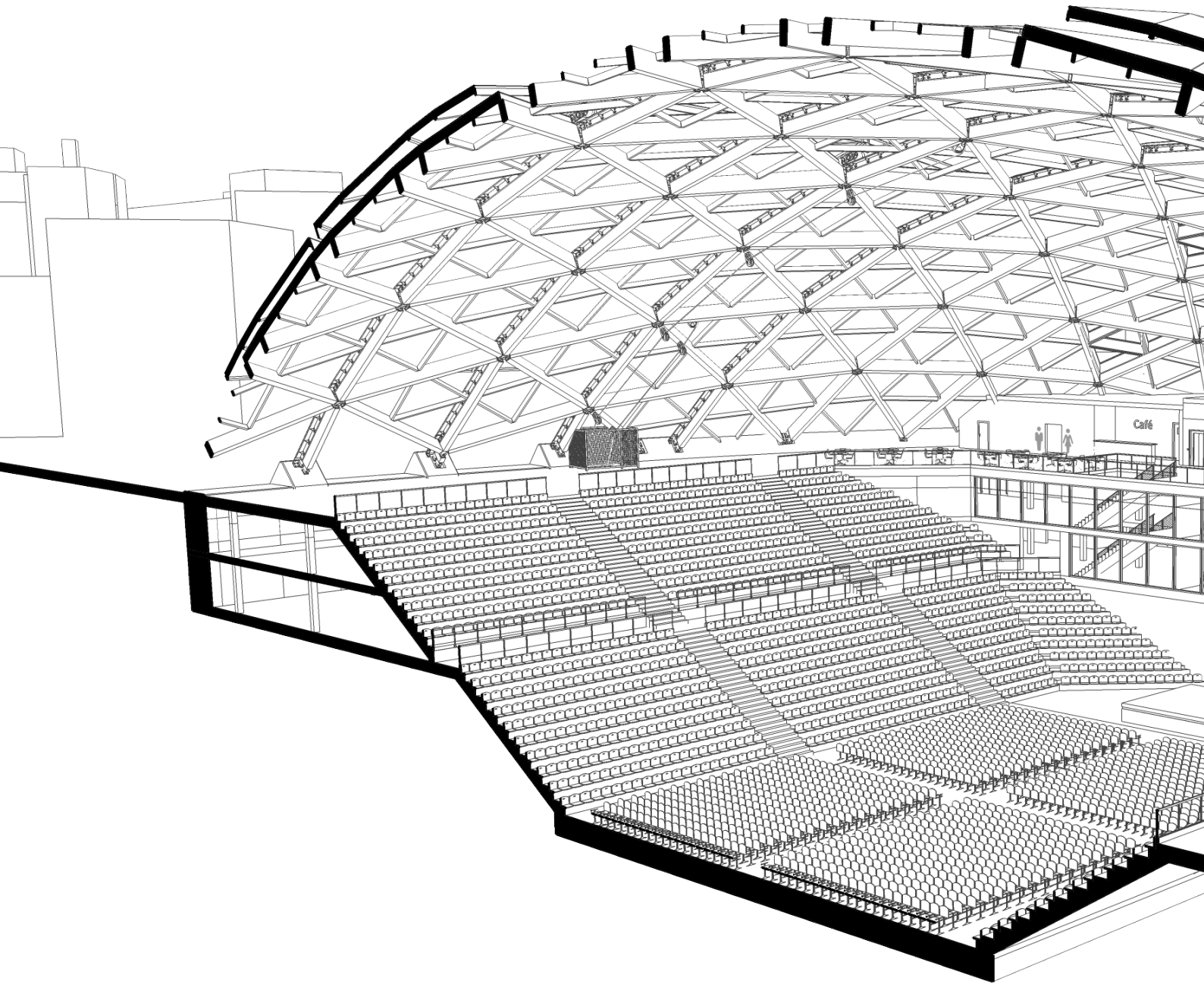
Abb.E.I.2-1 Grafik 3D Querschnitt A-A



Querschnitt A-A

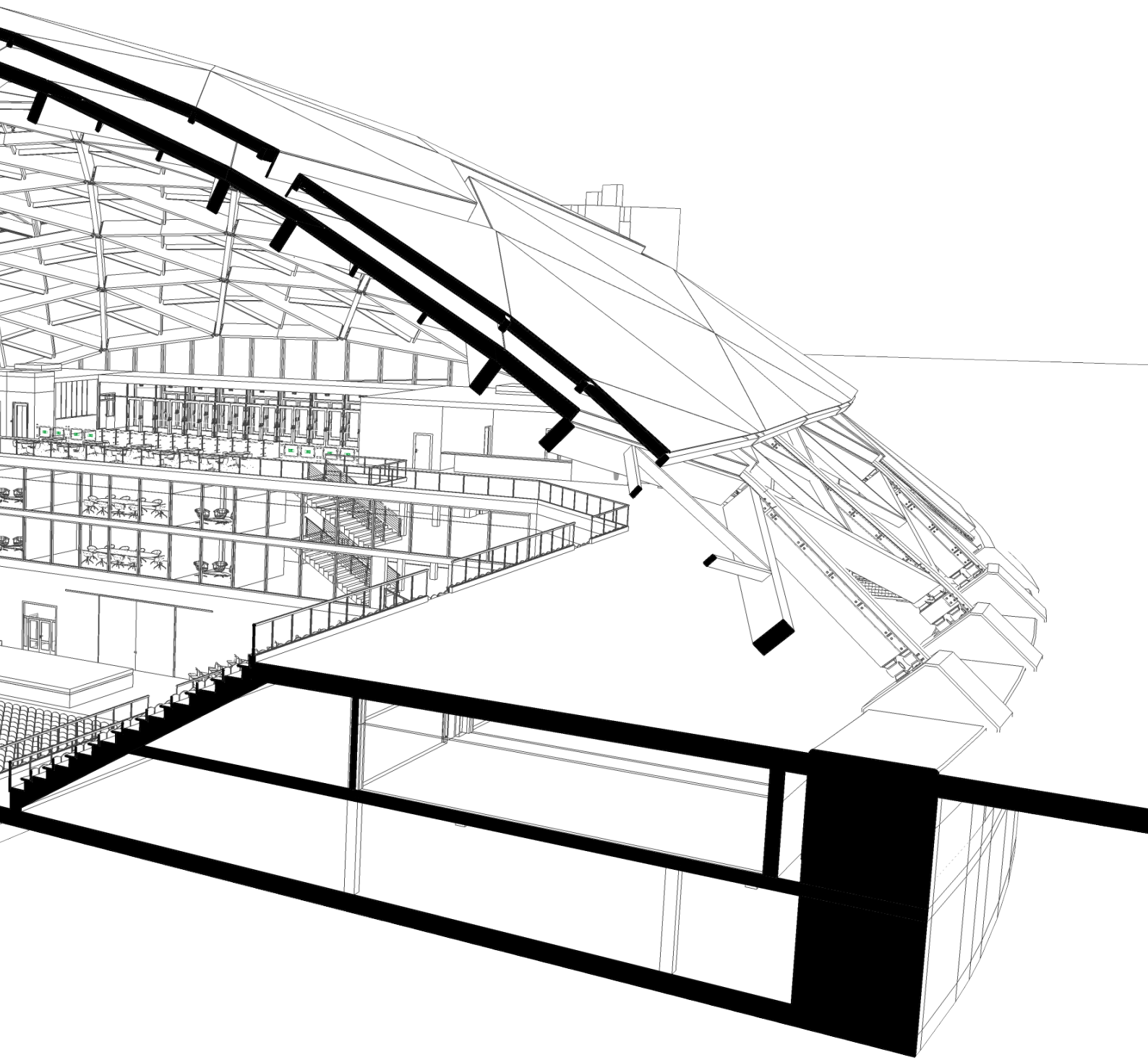


Plan.E.I.2-I Querschnitt A-A

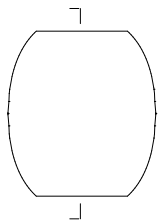
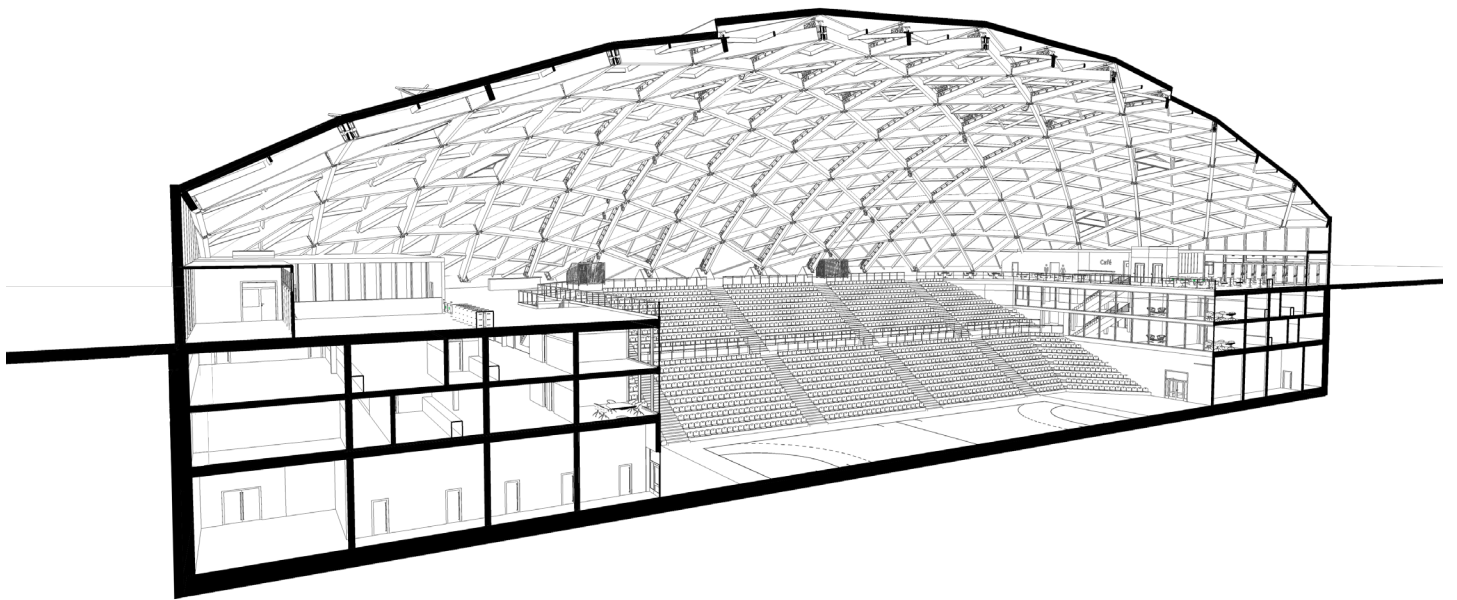


3D Querschnitt

Abb.E.I.2-2 Grafik 3D Querschnitt mit geöffnetem Dach

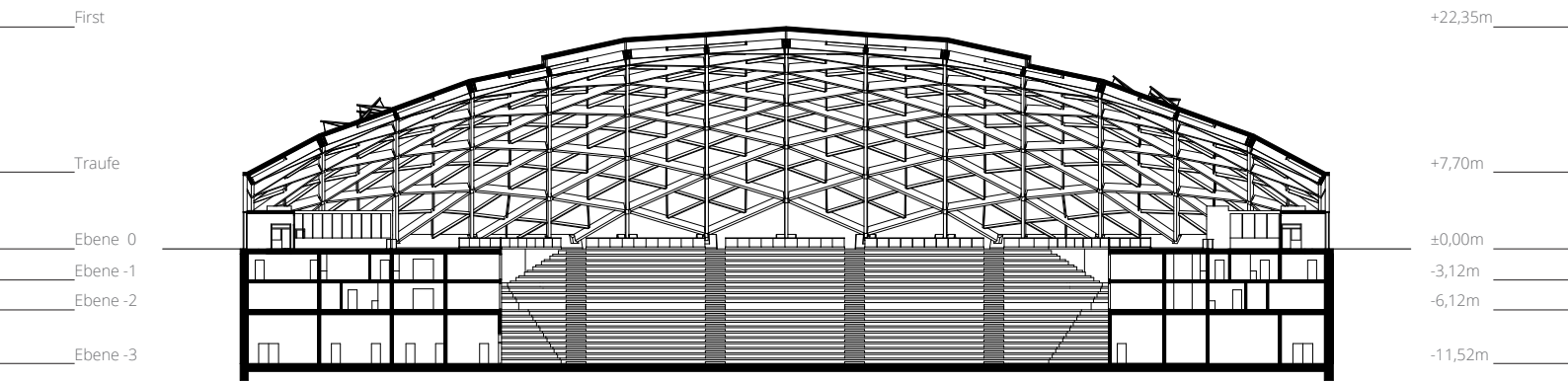


E.I.2 Schnitte



3D Längsschnitt B-B

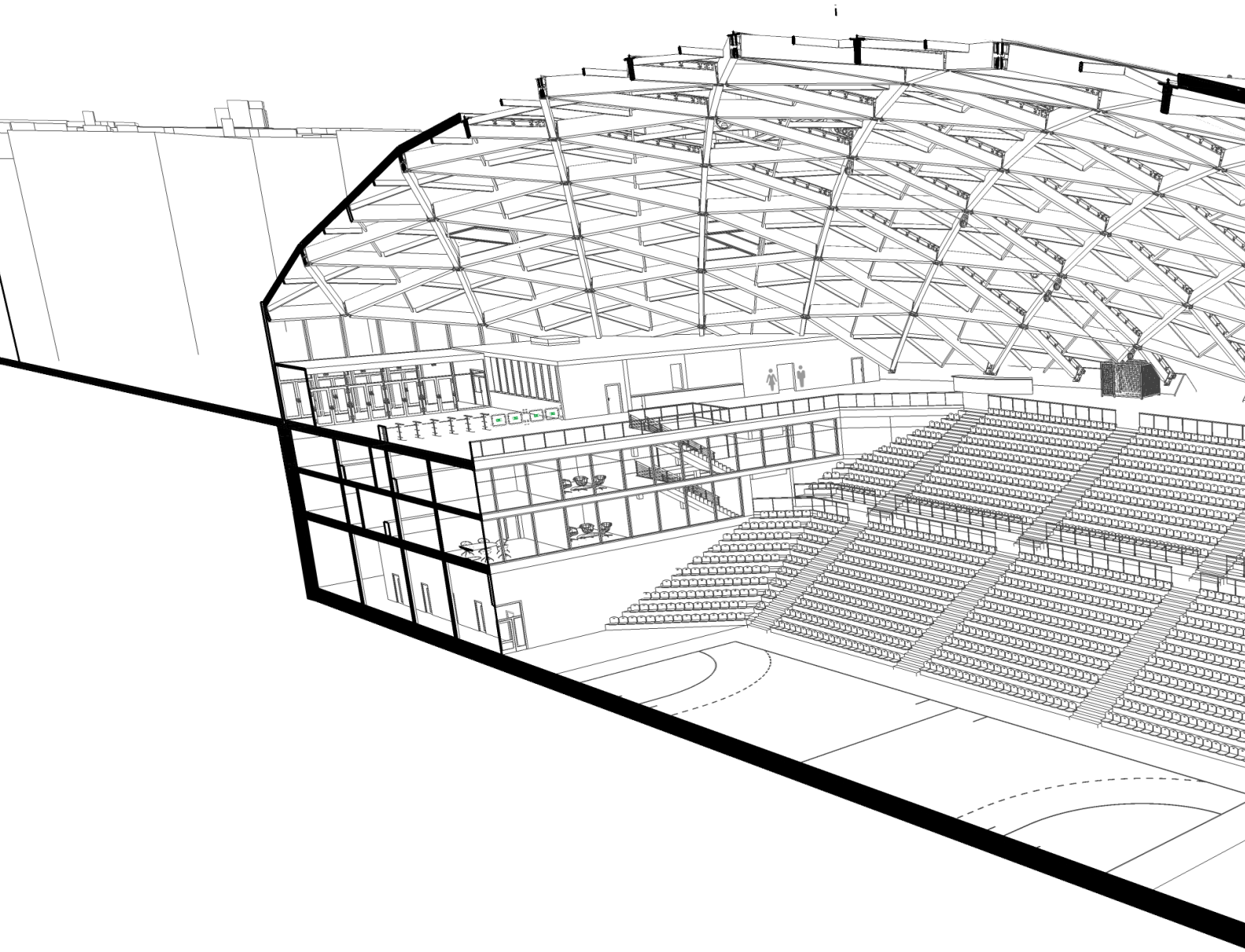
Abb.E.I.2-3 Grafik 3D Längsschnitt B-B



Längsschnitt B-B

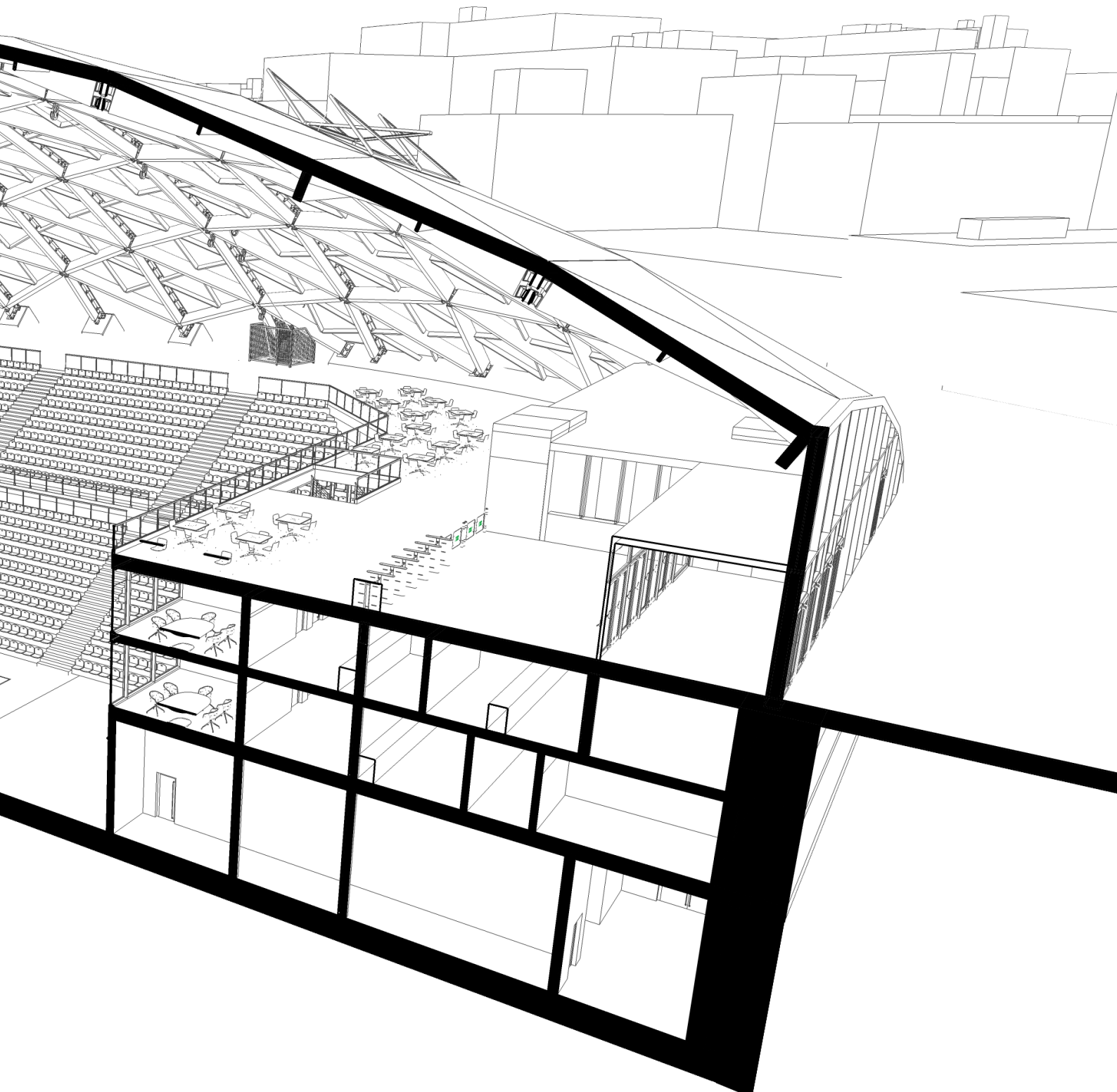


Plan.E.I.2-2 Längsschnitt B-B

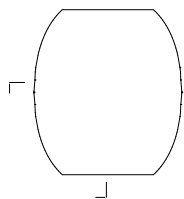
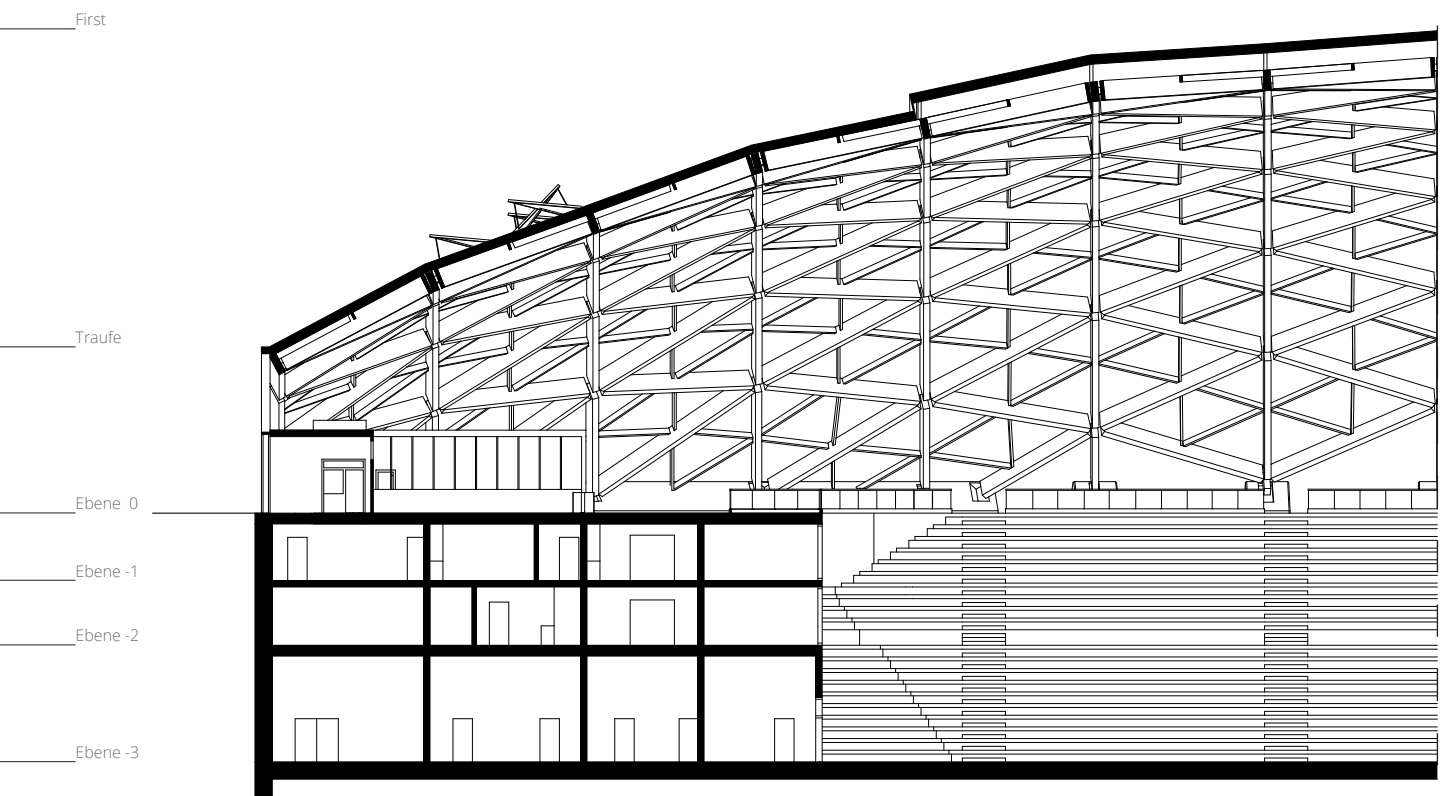


3D Längsschnitt

Abb.E.I.2-4 Grafik 3D Längsschnitt mit geöffnetem Dach



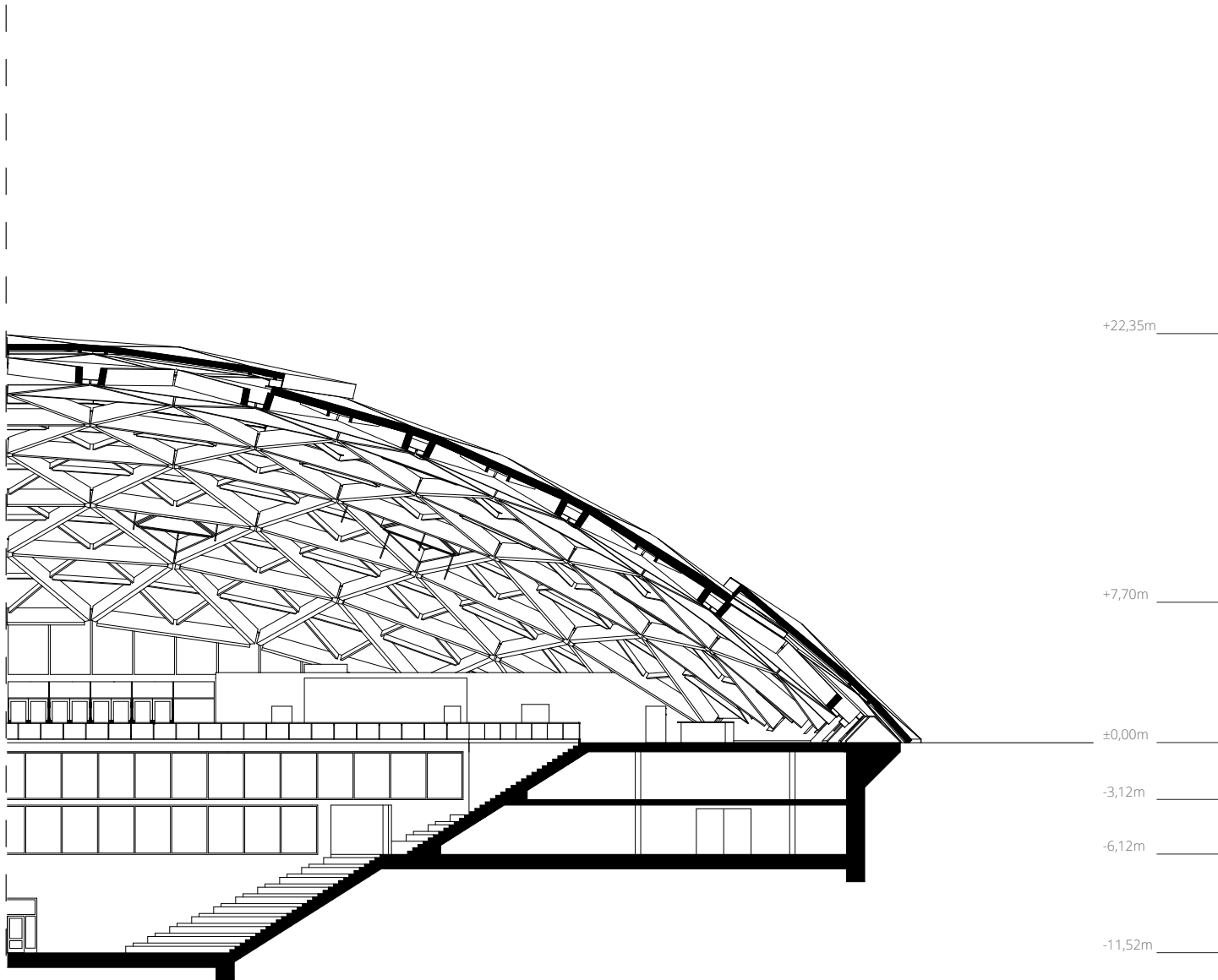
E.I.2 Schnitte



Schnitt B-B



Plan.E.I.2-3 Ausschnitt Schnitt B-B

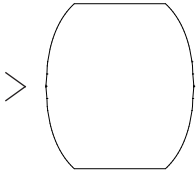


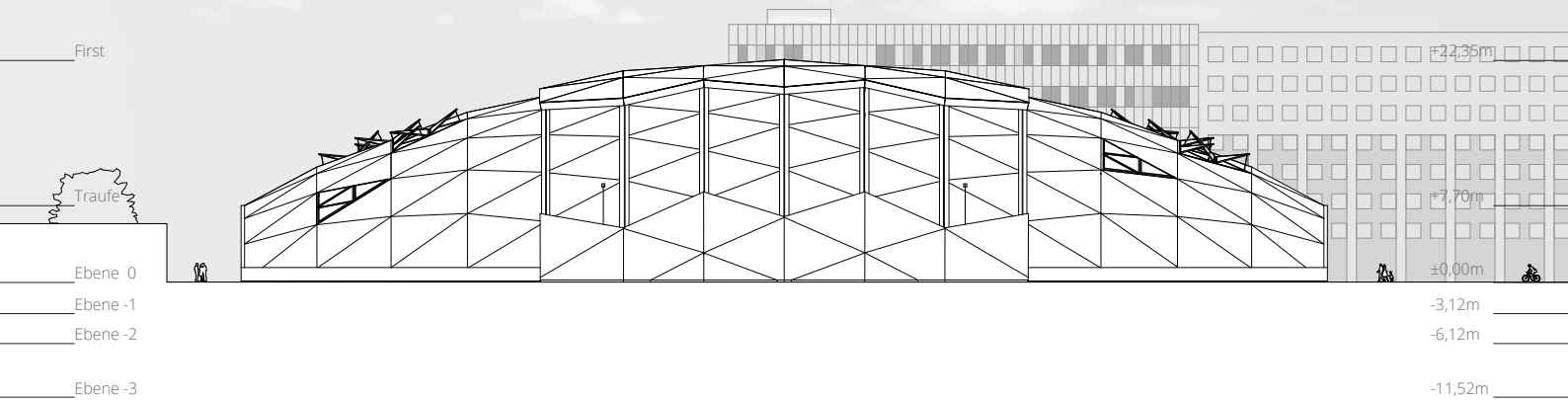
Schnitt A-A



Plan.E.I.2-4 Ausschnitt Schnitt A-A

E.I.3 Ansichten



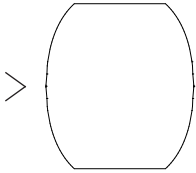


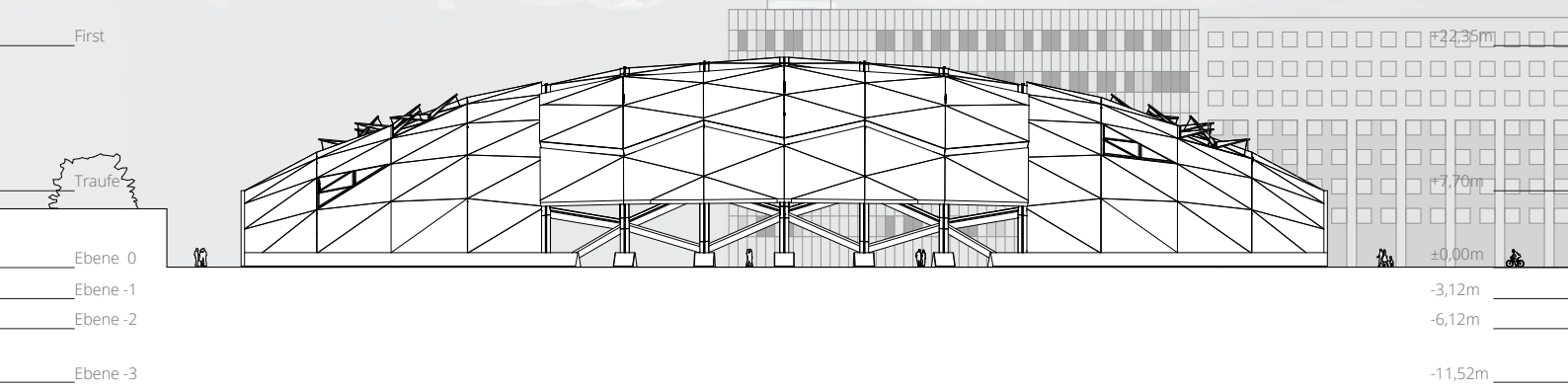
Ansicht West geschlossen



Plan.E.I.3-1 Ansicht West geschlossen

E.I.3 Ansichten



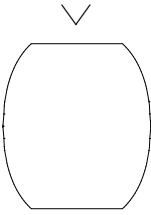


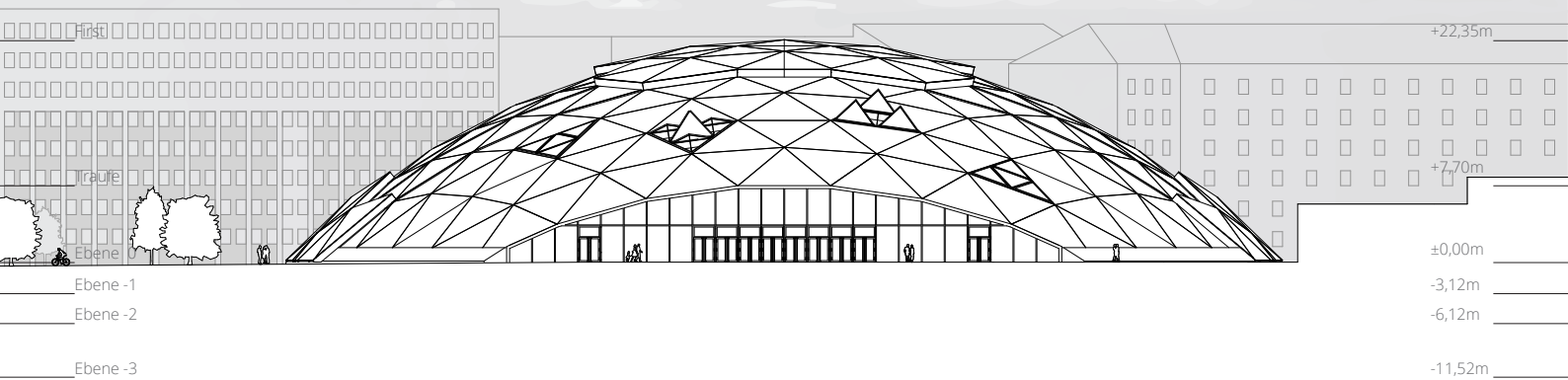
Ansicht West geöffnet



Plan.E.I.3-2 Ansicht West geöffnet

E.I.3 Ansichten



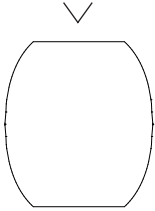


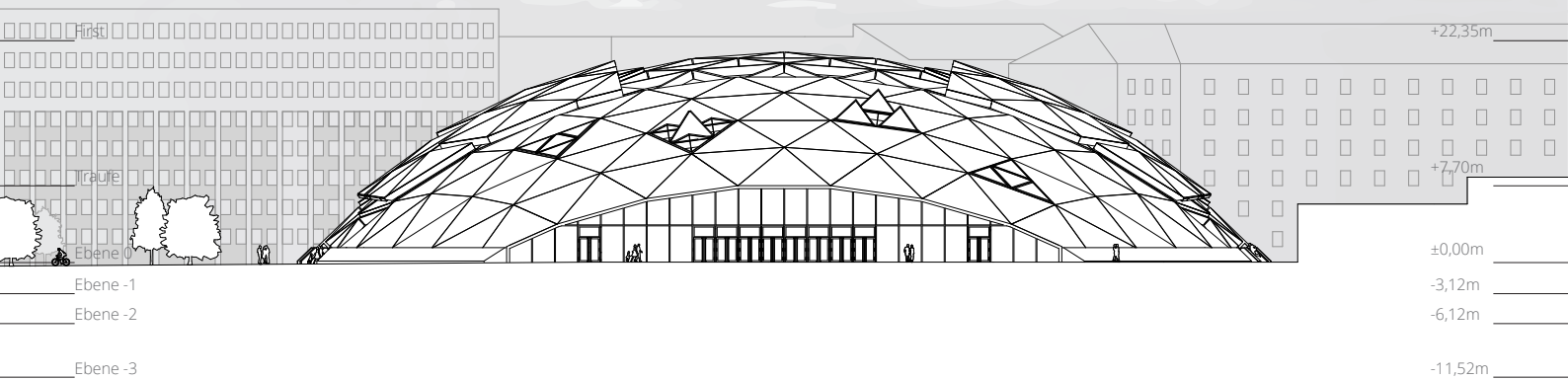
Ansicht Nord geschlossen



Plan.E.I.3-3 Ansicht Nord geschlossen

E.I.3 Ansichten



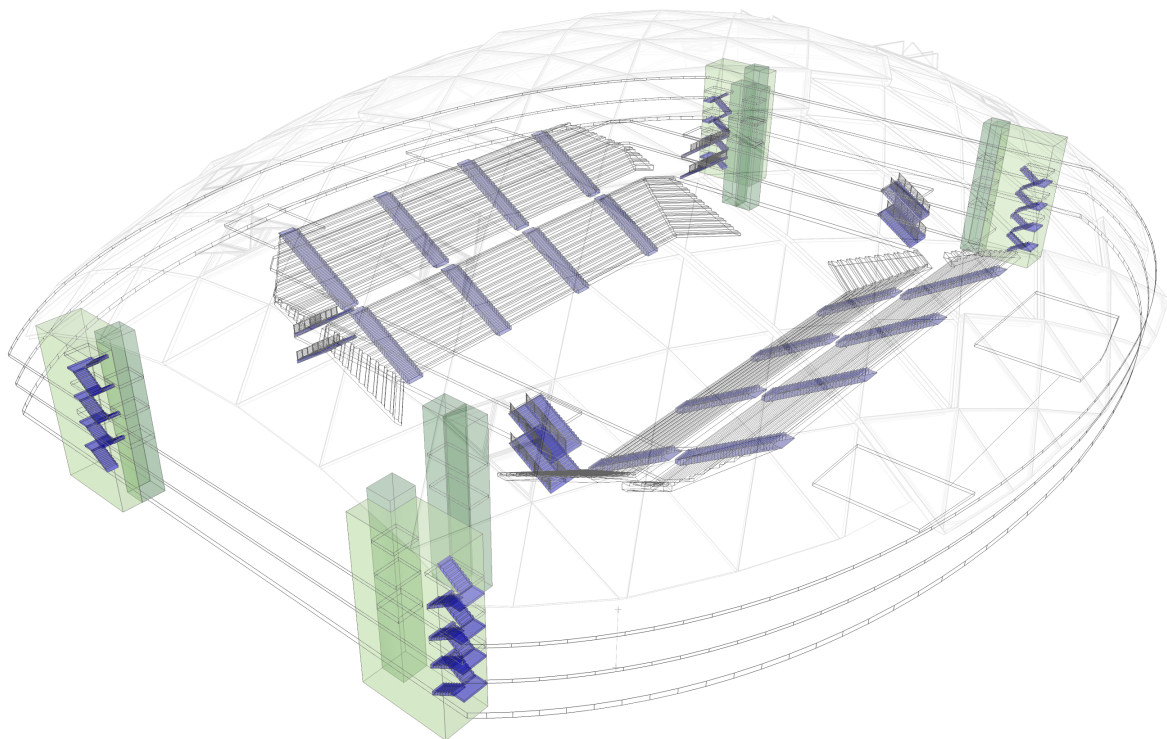


Ansicht Nord geöffnet



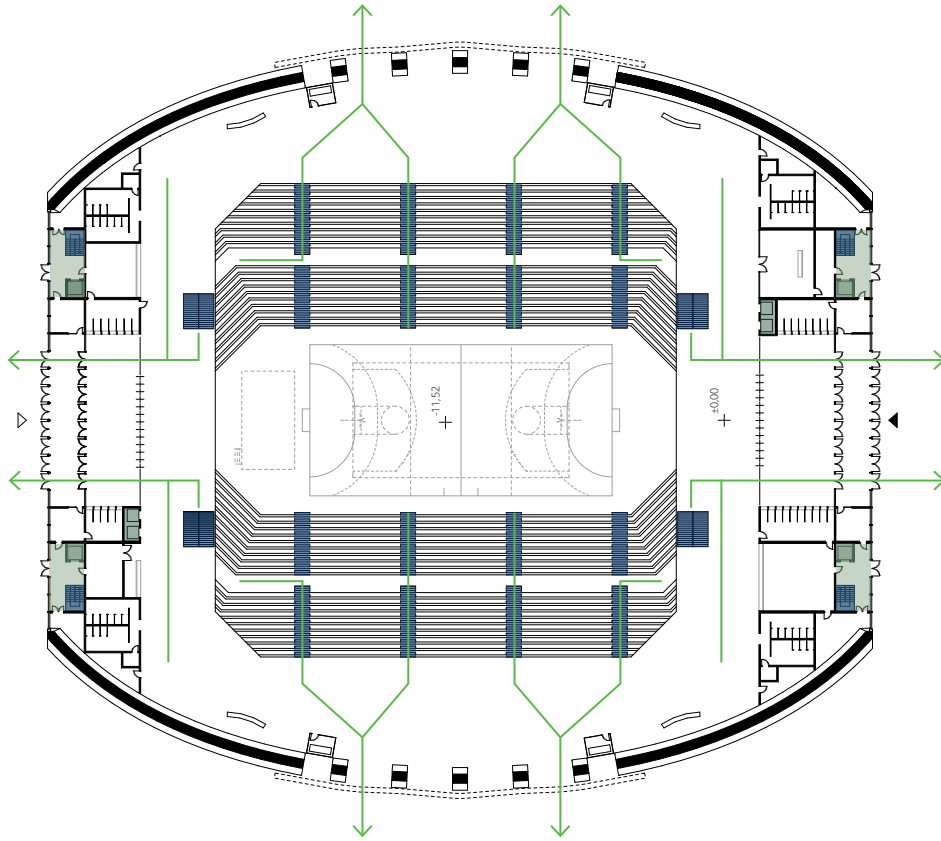
Plan.E.I.3-4 Ansicht Nord geöffnet

E.I.4 Nutzungskonzepte
Erschließung und Entfluchtung

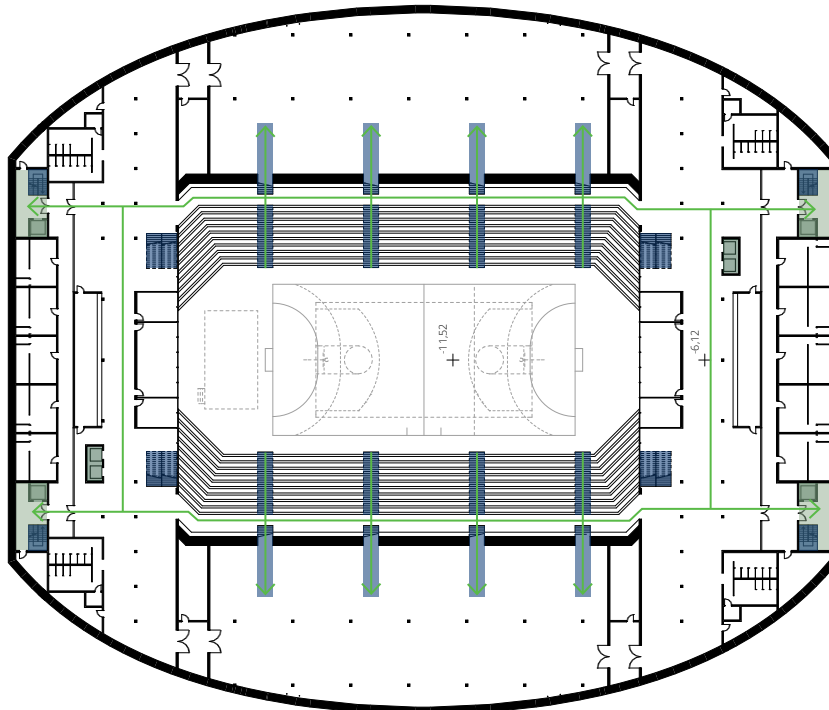


- Stiegenhäuser
- Aufzugsanlagen
- Treppenanlagen

Abb.E.I.4-I Treppen und Stiegenhäuser



Plan.E.I.4-1 EG Entfluchtung



Erschließungs- und Entfluchtungskonzept



Plan.E.I.4-2 UG -2 Entfluchtung

E.I.4 Nutzungskonzepte
Bestuhlungskonzept



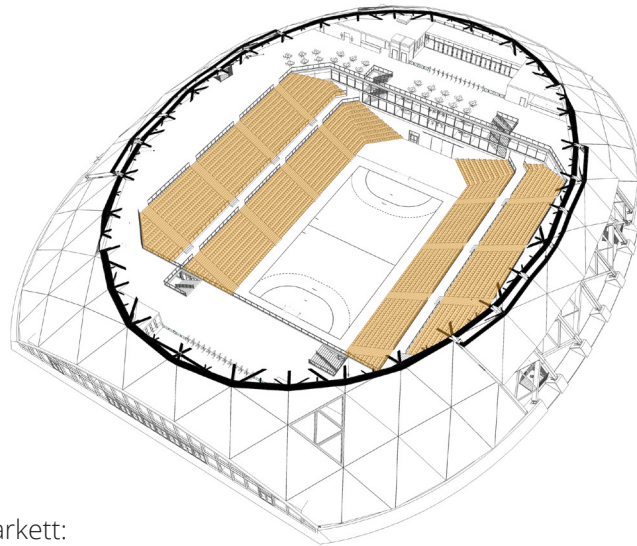
Stehplätze



Bestuhlung Fix

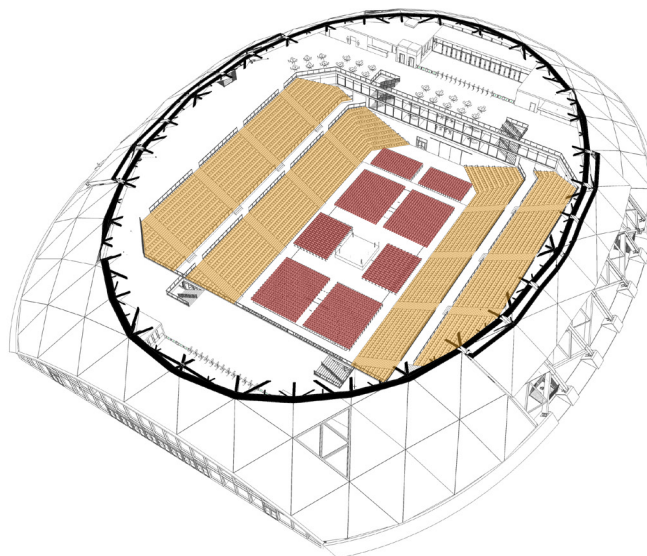


Bestuhlung Parkett



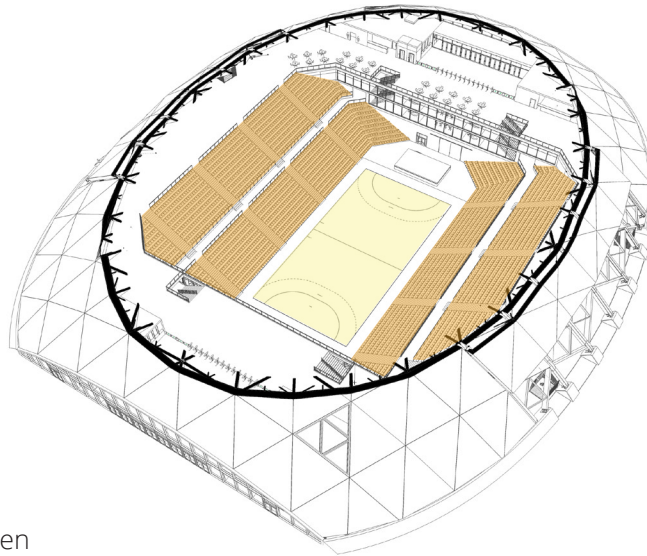
Sportveranstaltung am Parkett:
4 370 Sitzplätze + 11 Logen

Abb.E.I.4-2 Bestuhlung Tribüne



Boxveranstaltung:
4 370 Sitzplätze + 11 Logen
2 440 Sitzplätze am Parkett
Gesamt: 6 810 Sitzplätze

Abb.E.I.4-3 Bestuhlung Boxveranstaltung



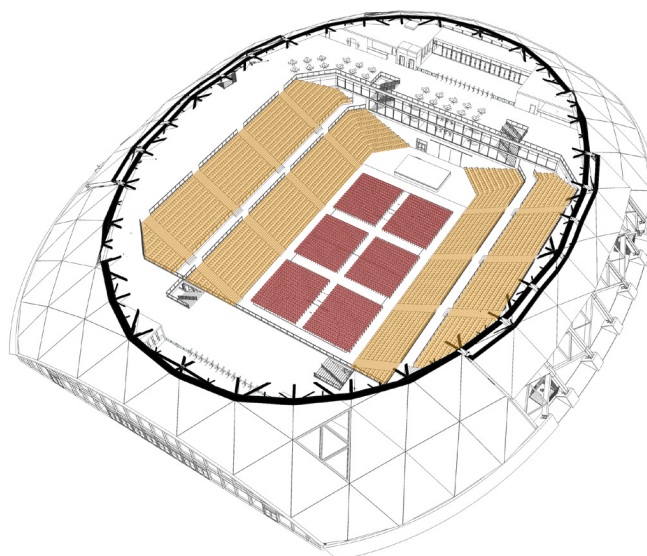
Konzert mit Stehplätzen:

4 370 Sitzplätze + 11 Logen

3 200 Stehplätze am Parkett

Gesamt: 7 570 Plätze

Abb.E.I.4-4 Stehplätze am Parkett



Konzert mit Sitzplätzen:

4 370 Sitzplätze + 11 Logen

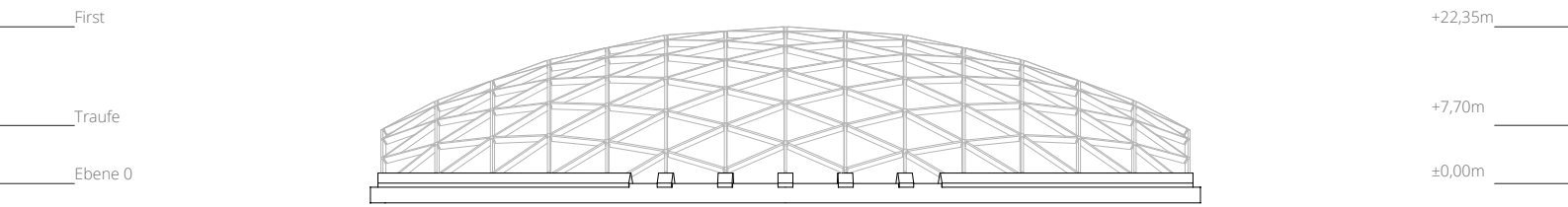
2 040 Sitzplätze am Parkett

Gesamt: 6 410 Sitzplätze

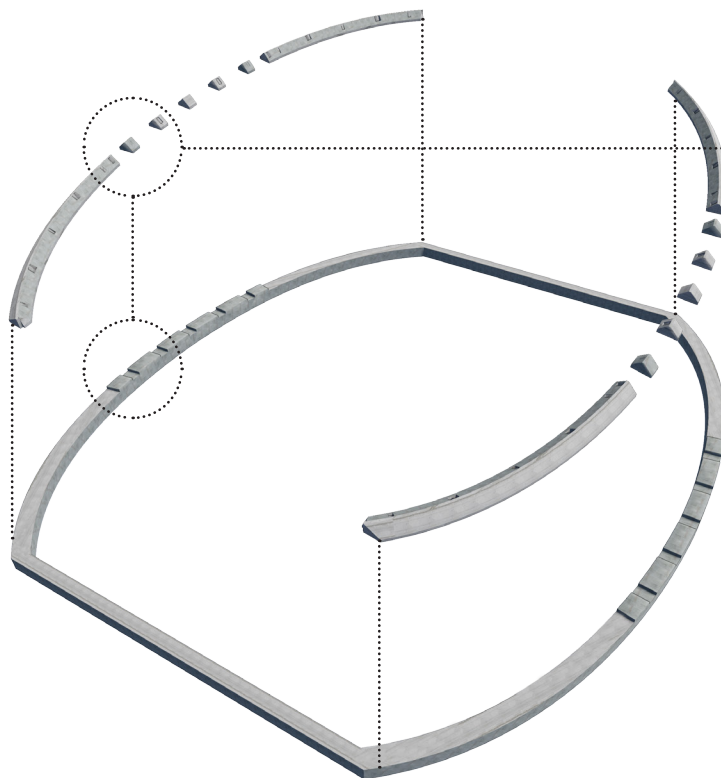
Abb.E.I.4-5 Bestuhlung Konzert

E.II TRAGWERK

E.II.1 Fundamente



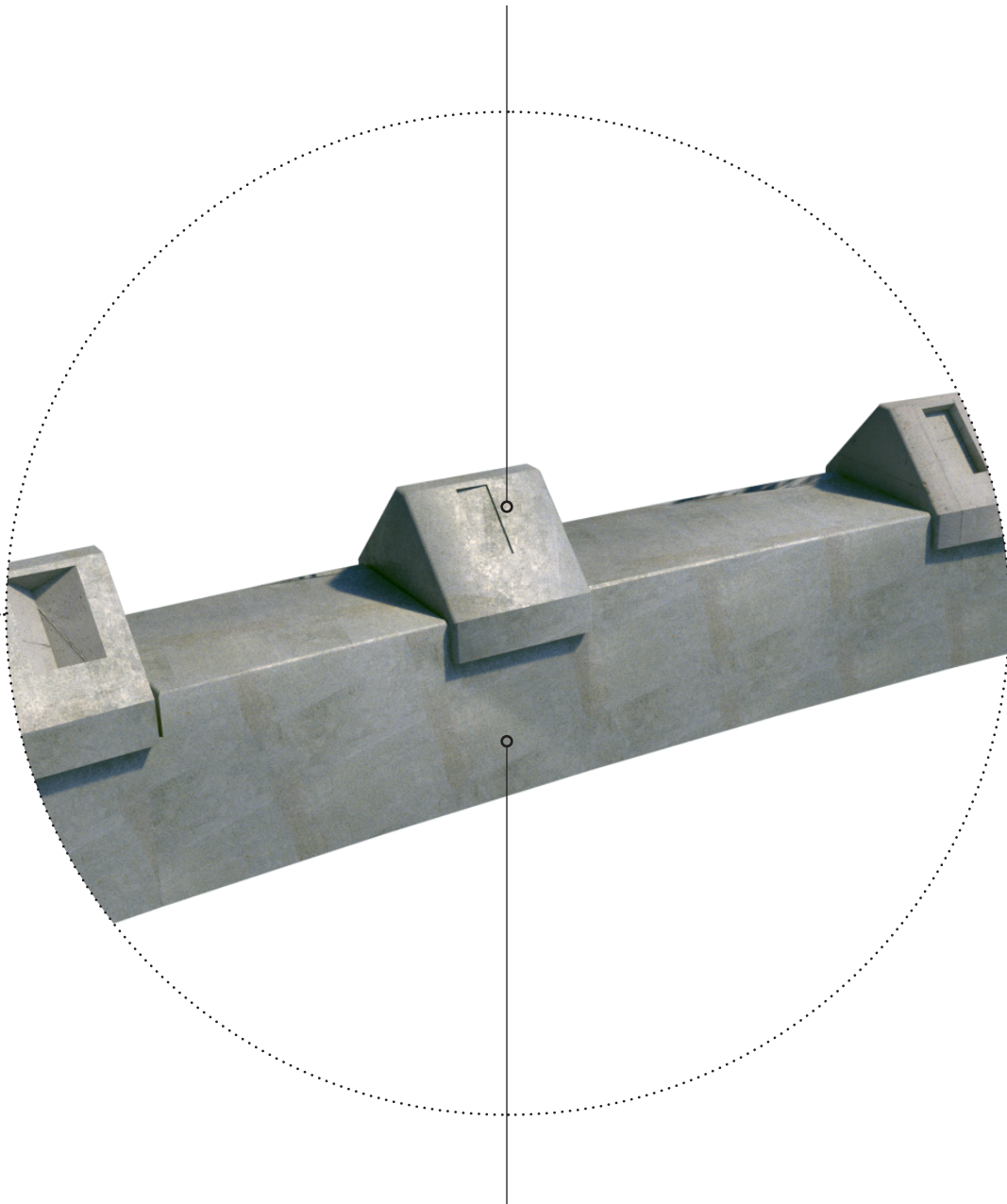
Plan.E.II.I-1 Ansicht Fundamente



Ringfundament und Einzelfundamente

Abb.E.II.I-1 Grafik Fundamente

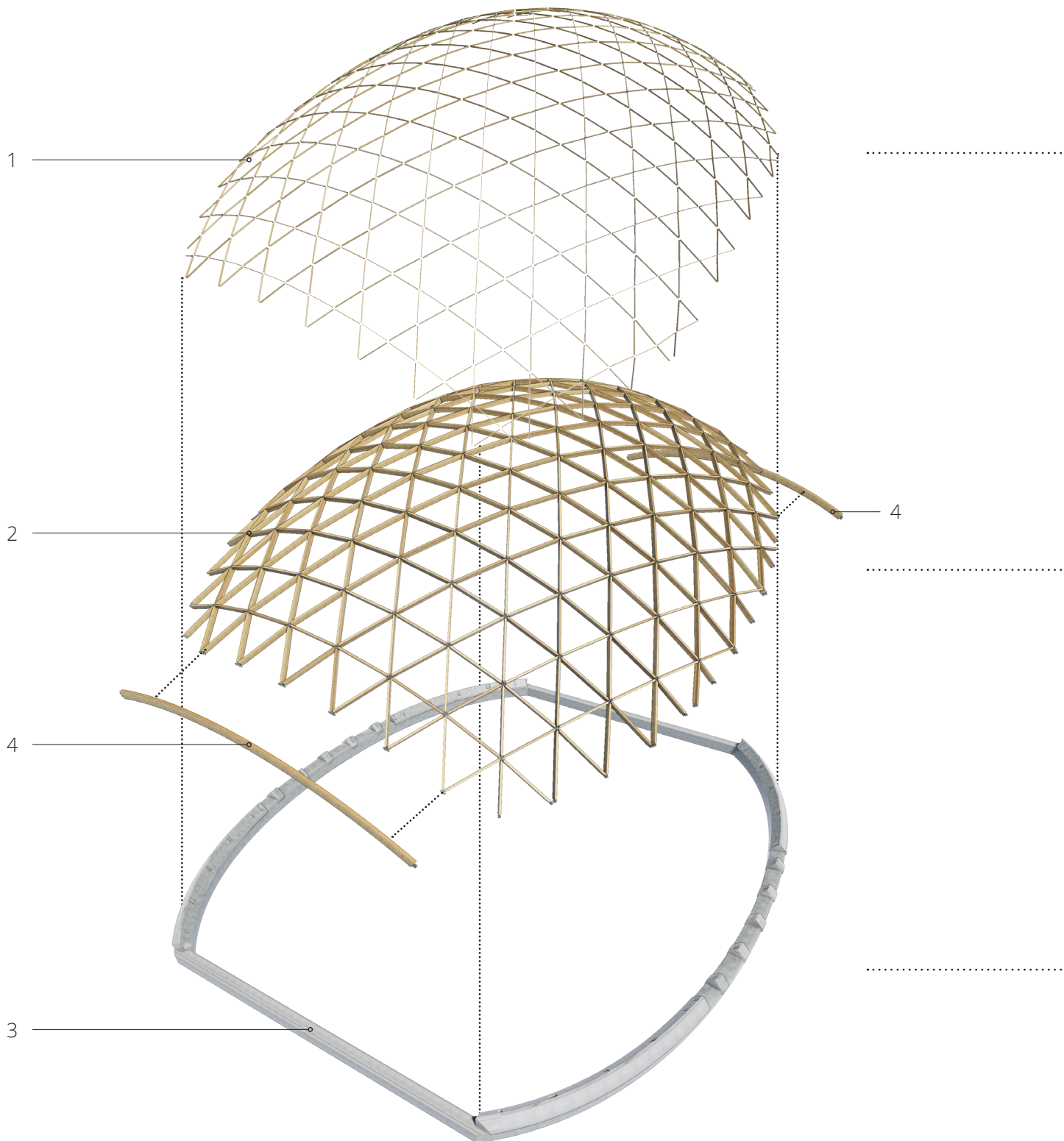
Einzelfundamente eingespannt in
das Ringfundament zur Aufnah-
me der Vertikalkräfte



Ringzugband aus Stahlbeton zur
Aufnahme des Bogenschubs

Ausschnitt Fundamente
Abb.E.II.1-2 Grafik Ausschnitt Fundamente

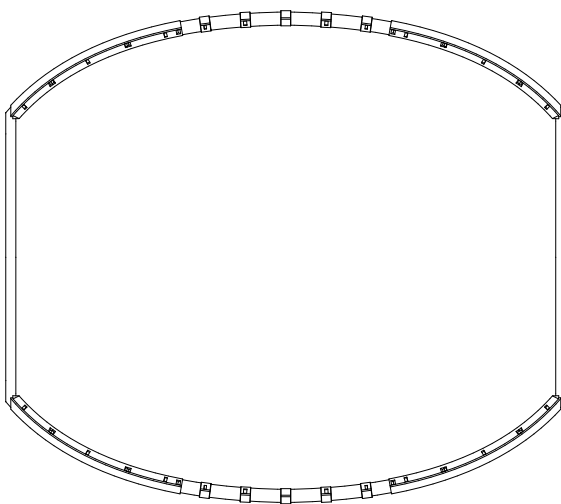
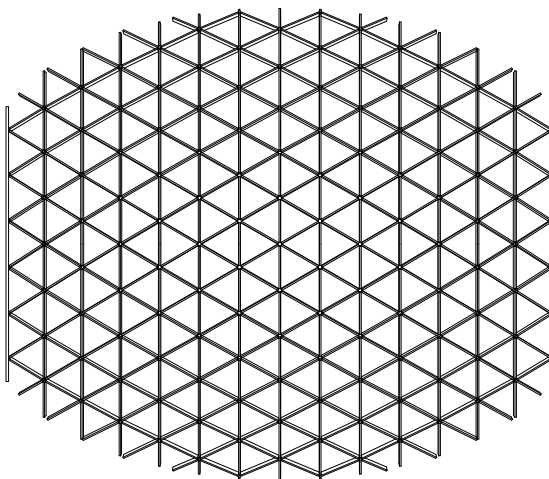
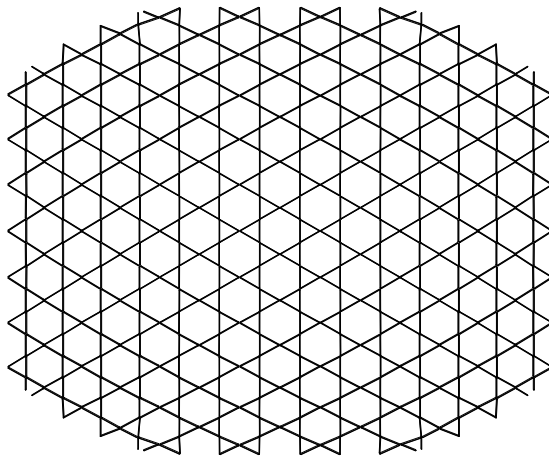
E.II.2 Tragsystem



Darstellung Gitternetztragwerk

Abb.E.II.2-1 Grafik Explosionsdarstellung Tragwerk

- 1 Nebentragwerk BSH 10/30
- 2 Hauptträger BSH 30/90
- 3 Fundamente STB
- 4 Zweigelenkbogen BSH 50/150



Die Gitternetzstruktur besteht aus einem Haupttragwerk und einem Nebentragwerk. Die Brett-schichtholzträger aus Fichte haben eine Abmessung von 30 x 90 Zentimeter und werden mit Sternknotenverbindungen zu einem Schalen-tragwerk verbunden. Die Nebentragstruktur verkürzt die Knicklängen der Haupt-träger und die Spannweiten der Dachschalenkonstruktion. Die Randabschlüsse bilden Zweigelenkbögen aus BSH Fichte mit einer Abmessung von 50 x 150 Zentimeter.

Um jeden Knotenpunkt bildet sich ein Sechseck aus sechs Dreiecken. Die Dreiecke wirken auf den ersten Blick gleich groß, aber sie haben unterschiedliche Seitenlängen und Auftrittswinkel.

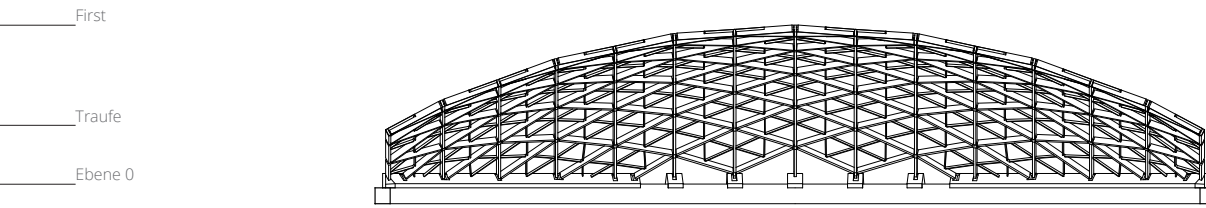
Da diese bei gleichen Winkeln und Seitenlängen 360° bilden würden und es so keine Krümmung gebe, sind die Abweichungen in den Elementen notwendig. Trotz allem entstehen durch die Symmetrie mehrere gleiche Segmentfelder wodurch sich Träger und Knoten mehrmals wiederholen.^{12,13,18}

Draufsicht Tragwerk



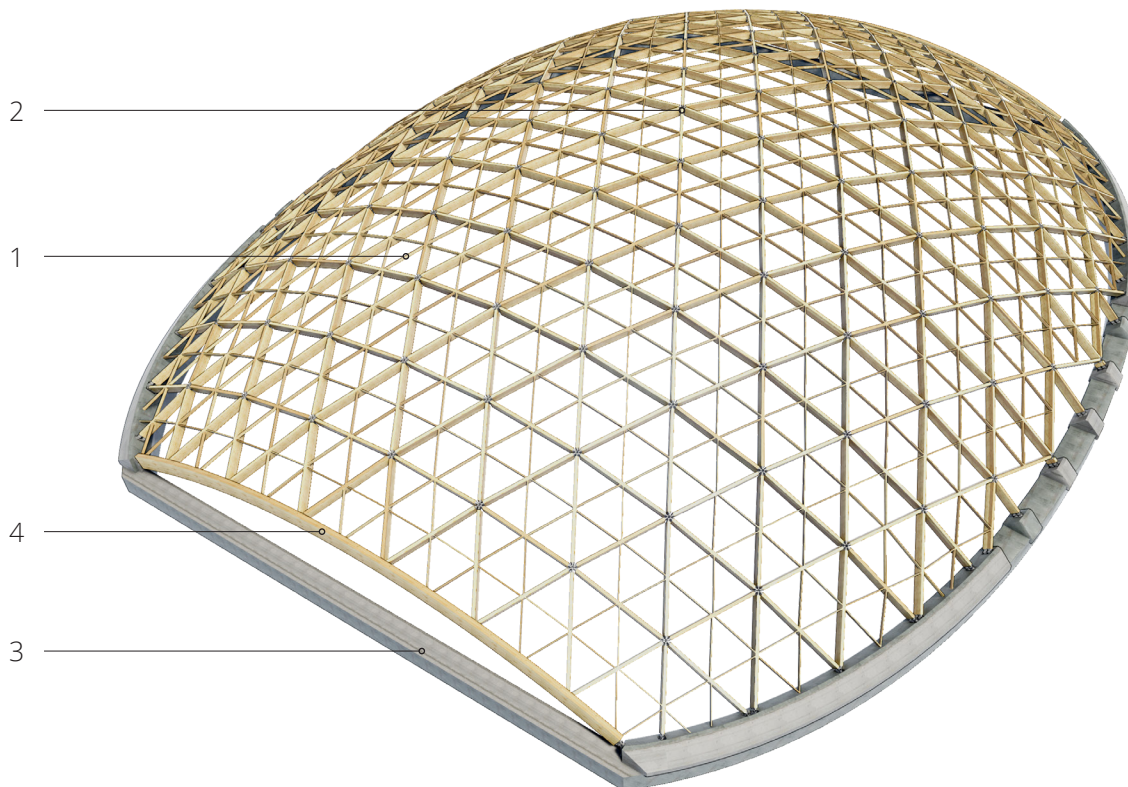
Plan.E.II.2_I Grundrisse Tragwerk

E.II.2 Tragsystem



0 10 20 40 60
m

Plan.E.II.2-2 Tragwerk Längsschnitt

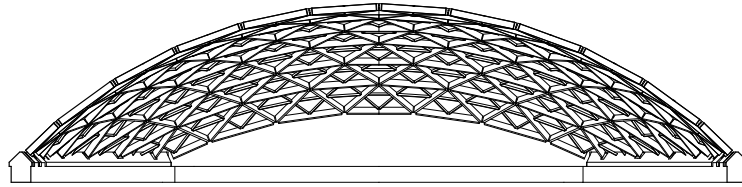


Darstellung Gesamttragwerk

Abb.E.II.2-2 Grafik Tragwerk gesamt

- 1 Nebentragwerk BSH 10/30
- 2 Hauptträger BSH 30/90
- 3 Fundamente STB
- 4 Zweigelenbogen BSH 50/150

94,80m



+22.35m

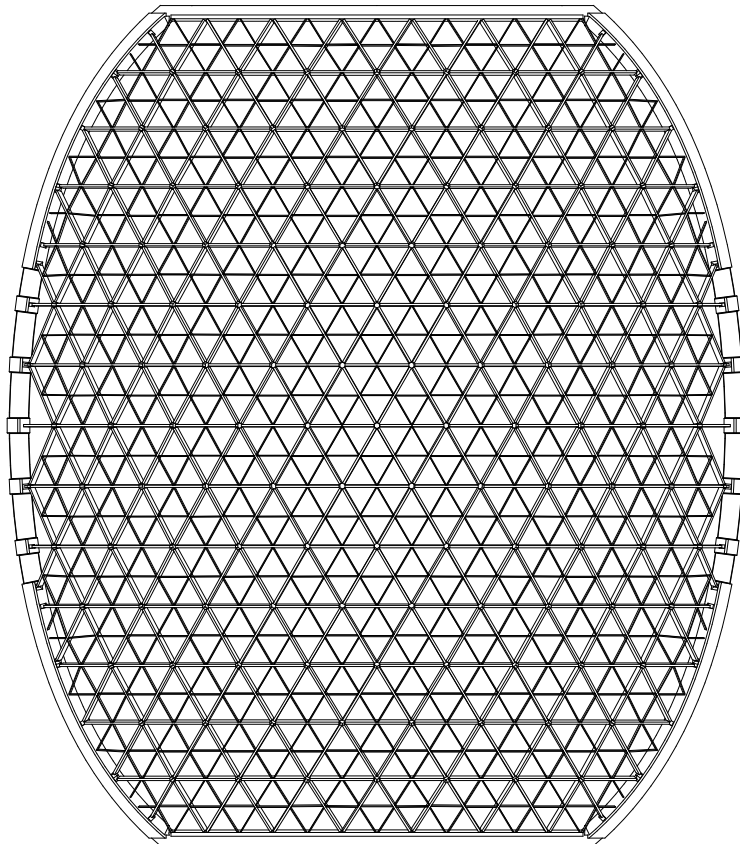
+7.70m

±0.00m

0 10 20 40 60
1m

Plan.E.II.2_3 Tragwerk Querschnitt

108,40m



0 10 20 40 60
1m

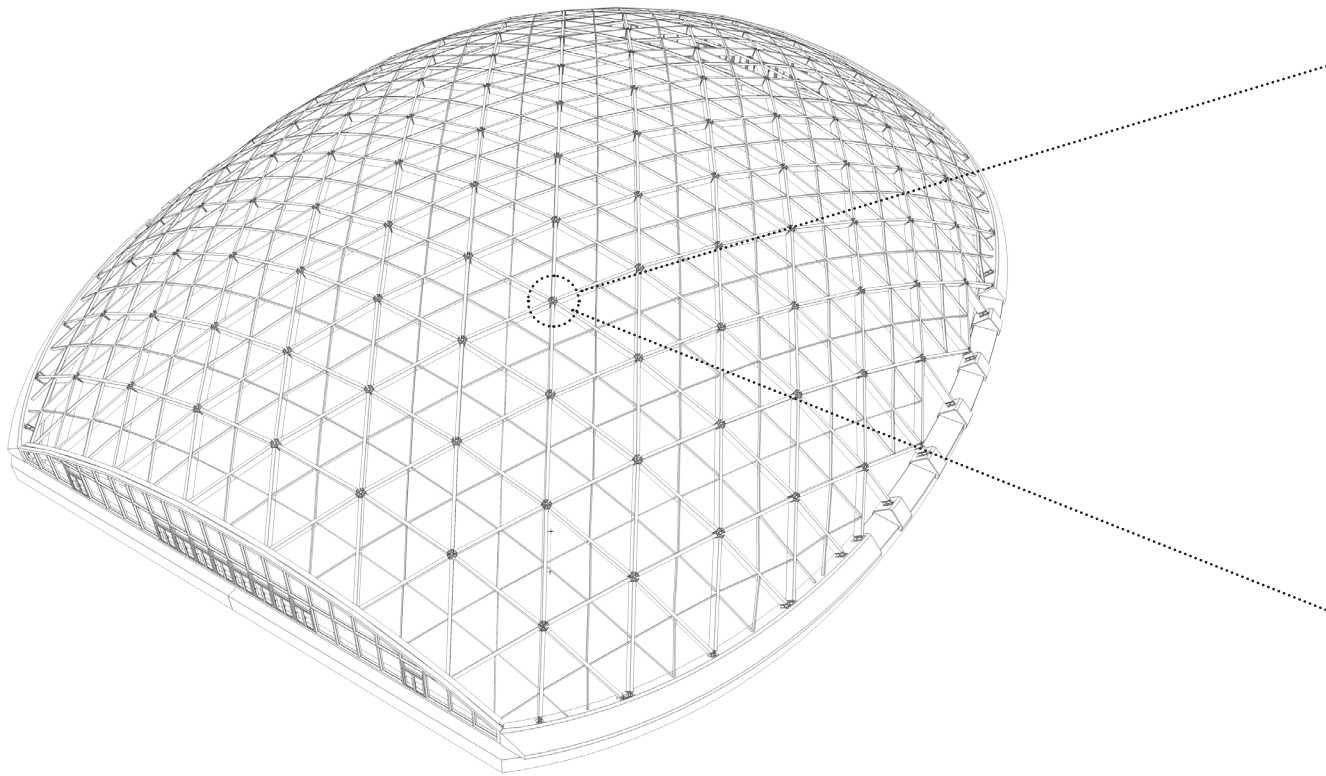
Pläne Tragwerk

Plan.E.II.2-4 Tragwerk Grundriss gesamt

E.II.3 Verbindungen

Die Bauweise des räumlichen Gitternetztragwerkes ermöglicht ein leichtes Auflösen der Tragstruktur in mehrere Elemente. Die Einzelteile vereinfachen Montage und Transport erheblich. Die Sternknoten und Träger müssen passgenau geplant, berechnet und im Werk vorgefertigt werden. Damit die Montage möglich ist wird der innere Durchmesser

des Anschlussringes so gewählt, dass ein manuelles Anziehen der Muttern an den Bauschrauben mit einer Ratsche möglich ist. Da die Stahlverbindungen nicht verkleidet werden, müssen andere brandschutztechnische Vorkehrungen, wie zum Beispiel Spezialbeschichtungen, getroffen werden.^{20,21}



Darstellung Gesamttragwerk

Abb.E.II.3-I Grafik Tragwerk gesamt

- 1 Gewindestange eingeklebt 25mm
- 2 Bauschraube
- 3 Stahl Anschlussring $d_{\text{innen}} = 280\text{mm}$
- 4 Stahlanschlussteil stirnseitig
- 5 BSH Träger Fichte 30/90
- 6 Unterlegs-/Ausgleichsscheibe gekrümmt

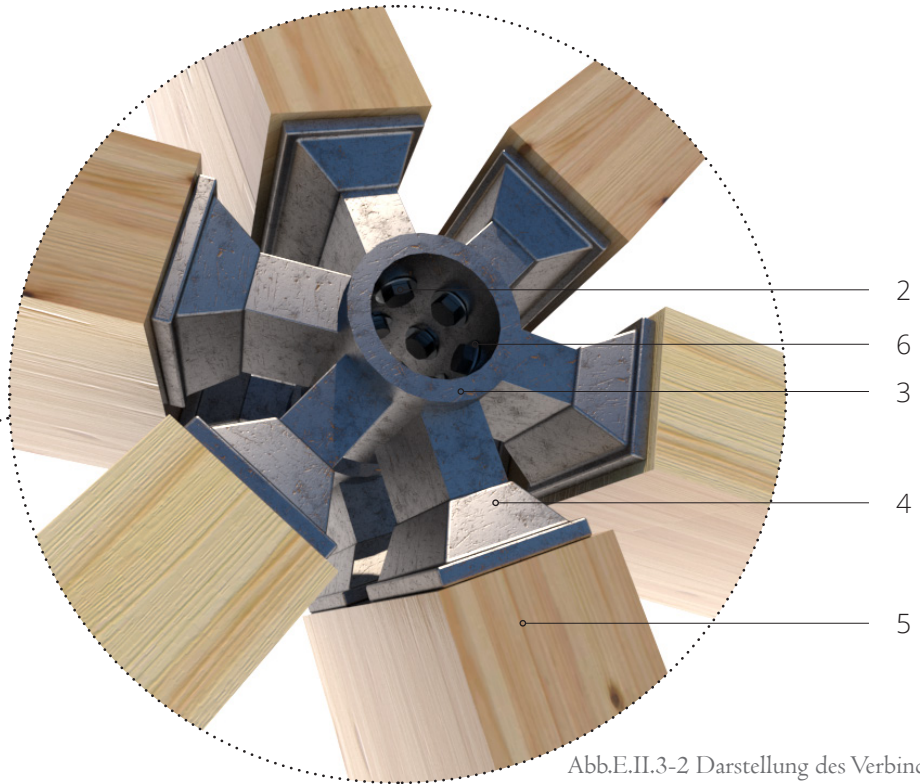
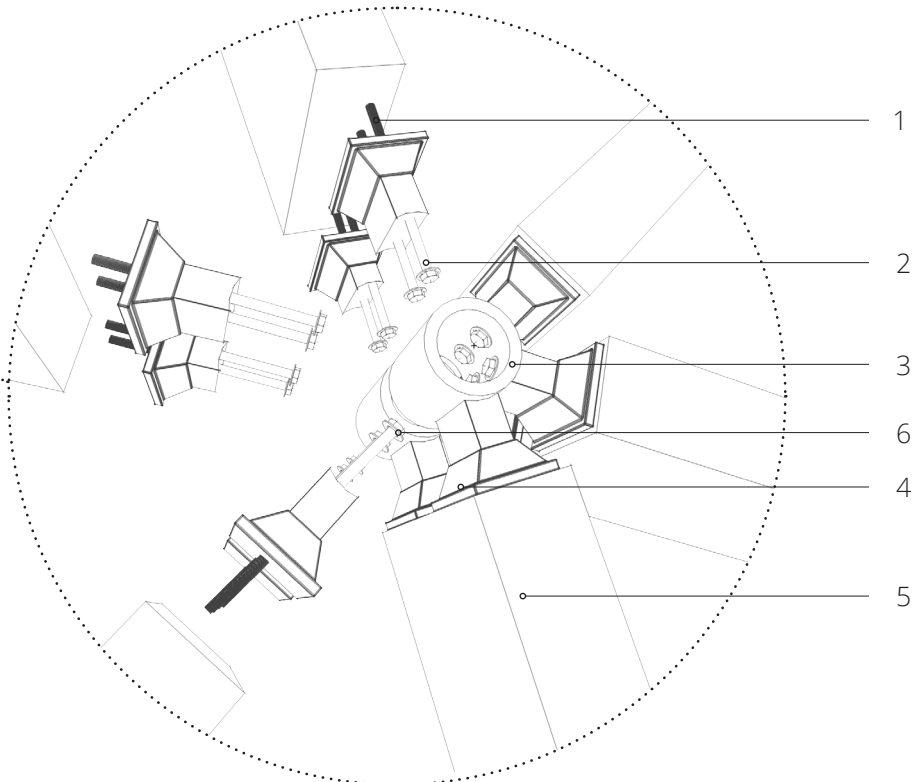


Abb.E.II.3-2 Darstellung des Verbindungsknoten



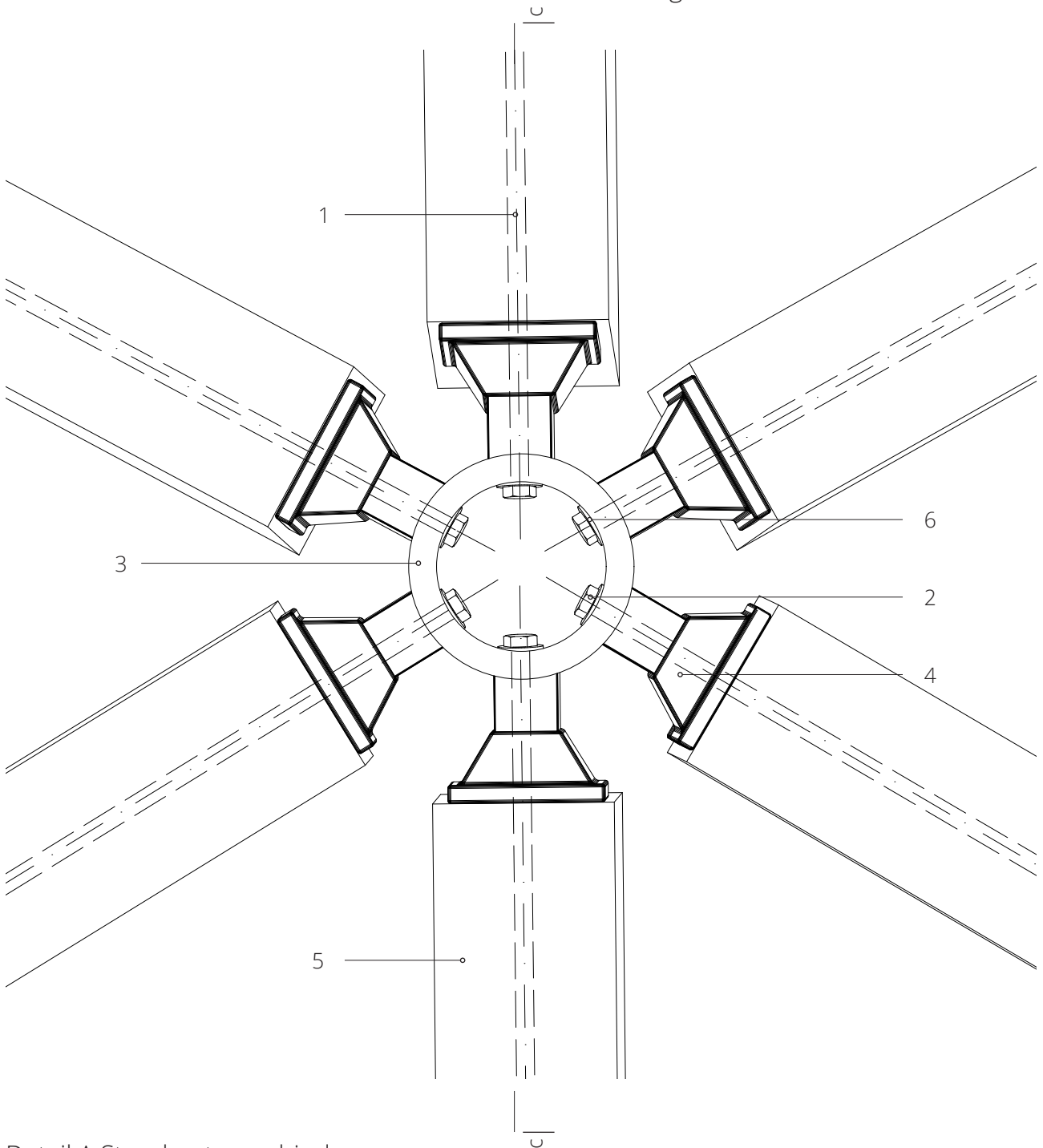
Detailausschnitte Sternknotenverbindung

Abb.E.II.3-3 Explosionsdarstellung des Verbindungsknoten

E.II.3 Verbindungen

Mit Hilfe der Verbindungsknoten können die verschiedenen Auftrittswinkel der Träger aufgenommen werden. Die Sternknoten aus Stahl weisen eine sehr hohe Biegesteifigkeit auf und werden mit jeweils acht Gewindestangen in den Trägern verankert. In der Mitte befindet sich ein zweiteilig

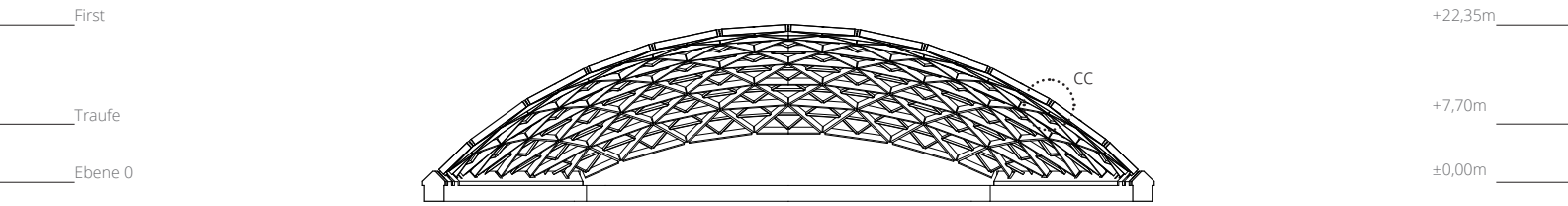
unterbrochener Anschlussring an dem die Stangen verschraubt sind. Die Zweiteilung erlaubt eine zwangungsfreie Querdehnung der Holzträger. Speziell gekrümmte Beilagscheiben bei den Bauschrauben gleichen die Krümmung des Anschlussringes aus.^{12,18,20,21}



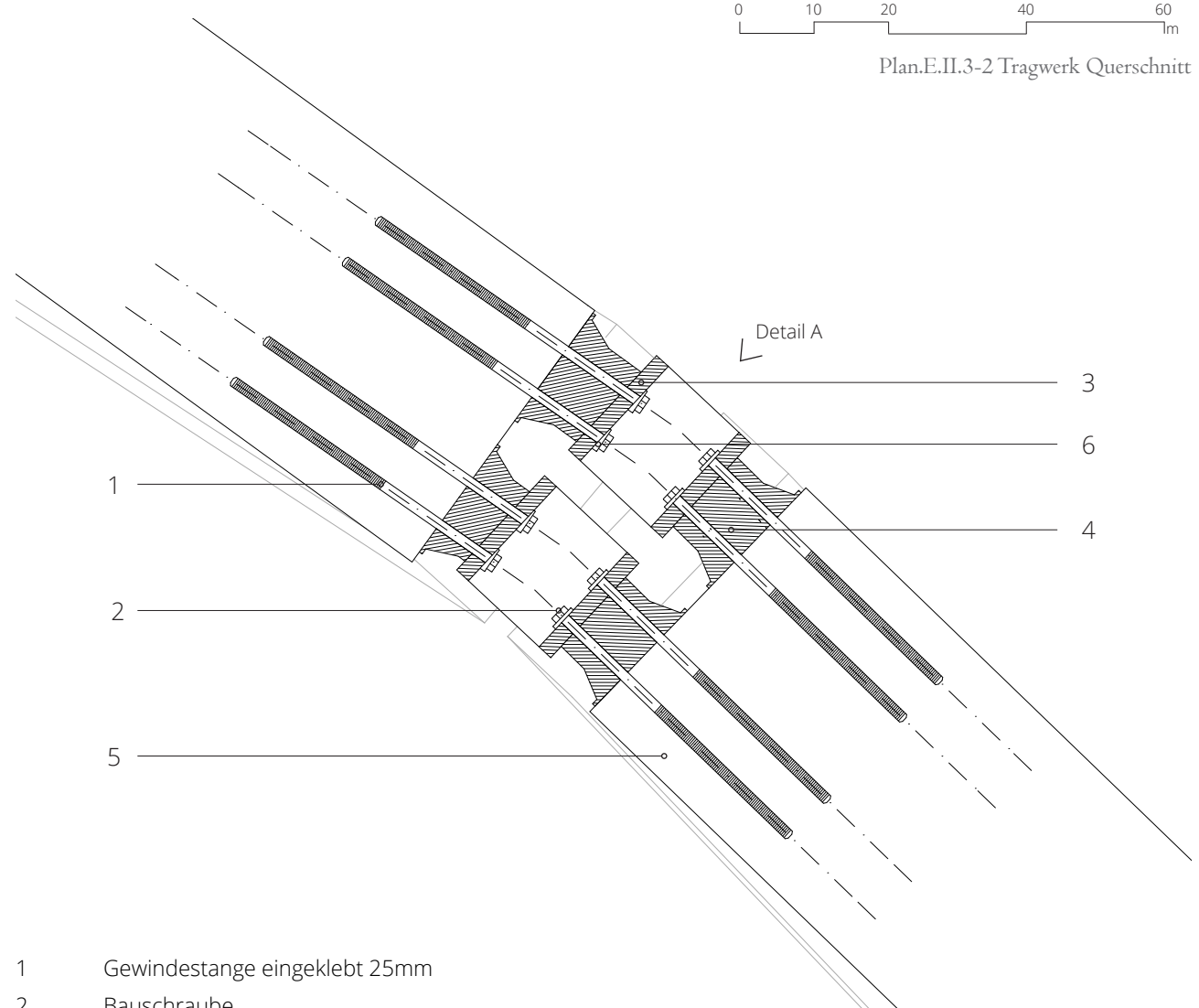
Detail A Sternknotenverbindung

0 0,1 0,2 0,4 0,6
m

Plan.E.II.3-I Detail A Sternknotenverbindung



Plan.E.II.3-2 Tragwerk Querschnitt



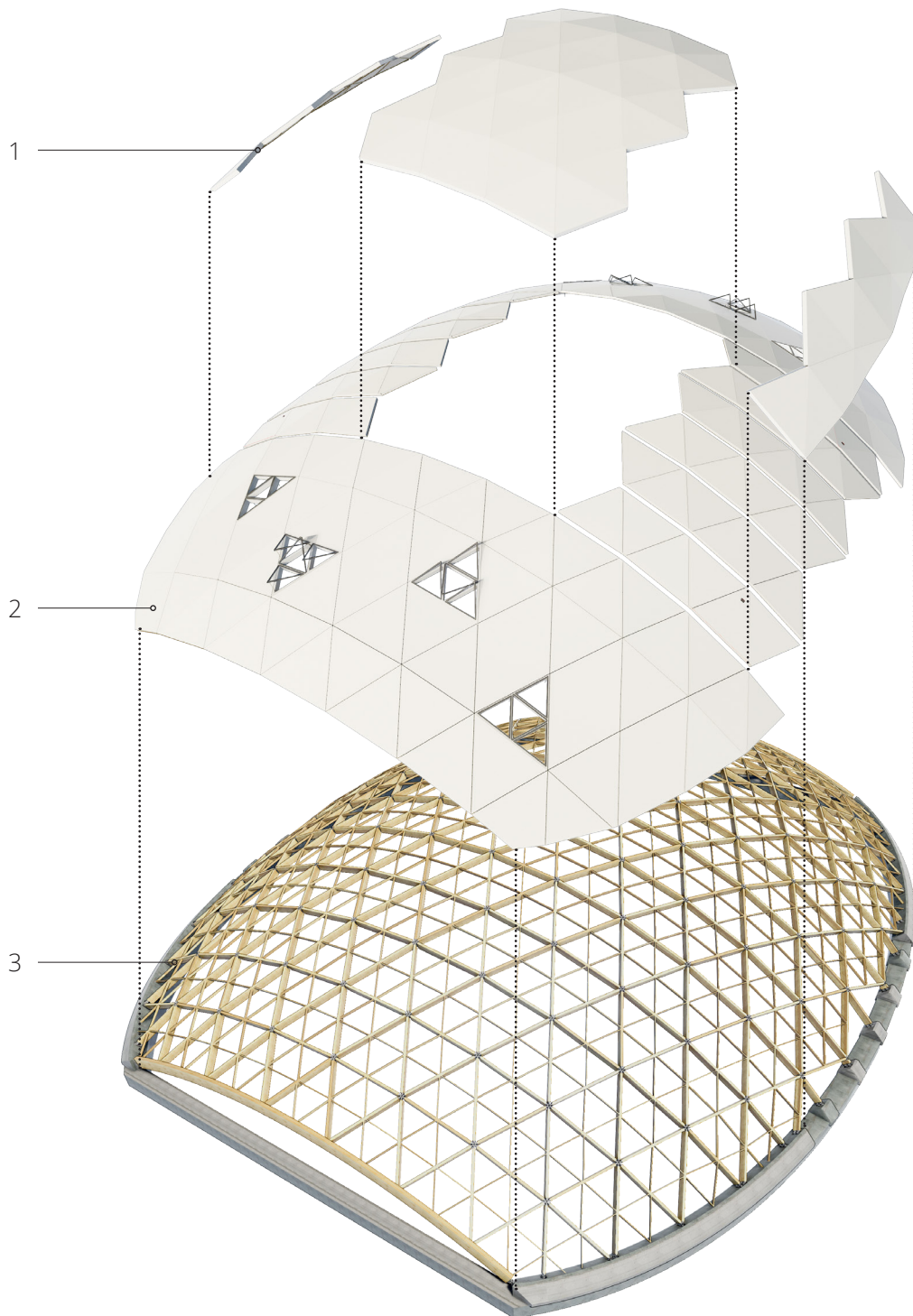
- 1 Gewindestange eingeklebt 25mm
- 2 Bauschraube
- 3 Stahl Anschlussring $d_{\text{innen}} = 280\text{mm}$
- 4 Stahlanschlussteil stirnseitig
- 5 BSH Träger Fichte 30/90
- 6 Unterlegs-/Ausgleichsscheibe gekrümmt



Detail Schnitt cc

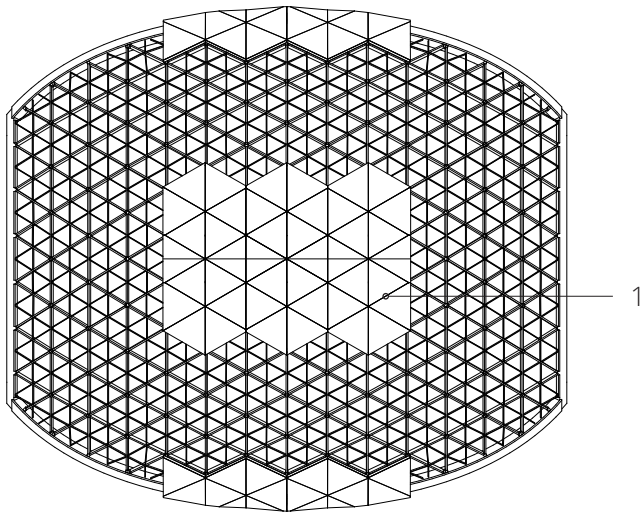
Plan.E.II.3-3 Detailschnitt Verbindungsknoten

E.III HÜLLE

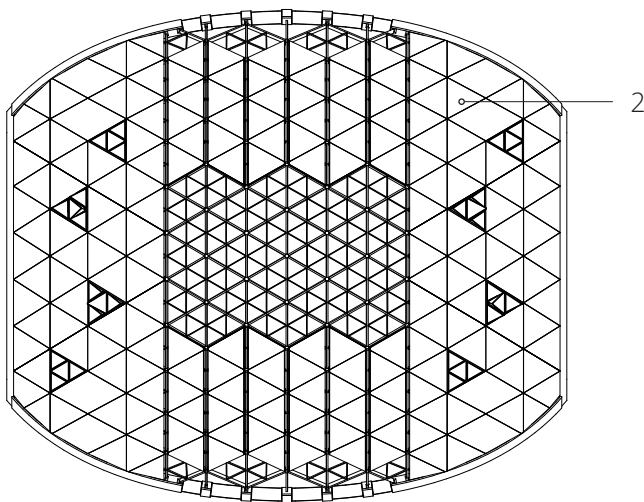


Darstellung Hülle auf Tragwerk
Abb.E.III-I Grafik Hülle auf Tragwerk

- 1 bewegliche Hülle
- 2 statische Hülle
- 3 Gitterschale

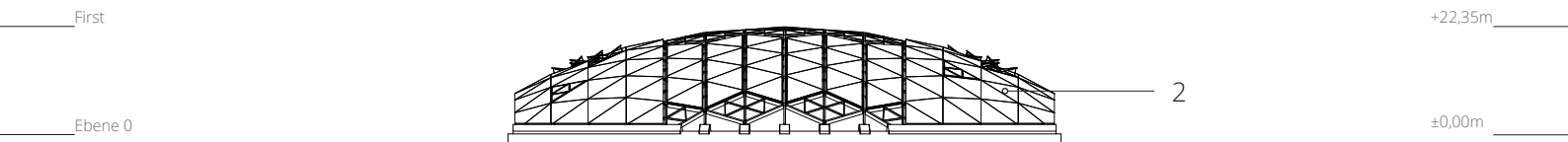


Die äußere Hülle besteht aus einem statischen, unbeweglichen Teil und den wandelbaren Elementen. Das Eigengewicht der mobilen Schalen sollte möglichst gering sein, um die Wandelbarkeit zu vereinfachen.



Als Material wurden acrylgebundene Mineralstoffpaneele gewählt. Die Platten sind sehr leicht, witterungs- und UV-beständig und lassen sich sehr groß dimensionieren. Aufgrund der thermischen Expansion müssen Dehnfugen von 8-10mm berücksichtigt werden.

Plan.E.III-I Draufsicht Hüllen

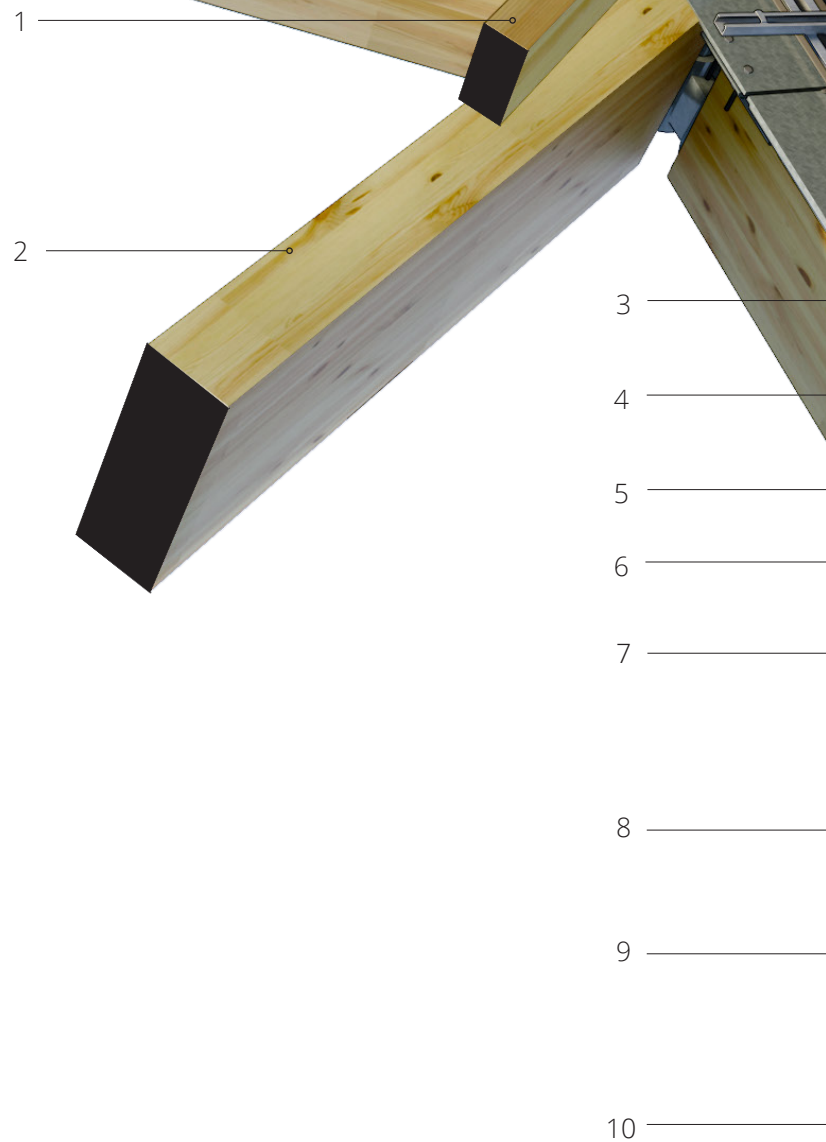


Pläne Hülle



Plan.E.III-2 Ansicht statische Hülle

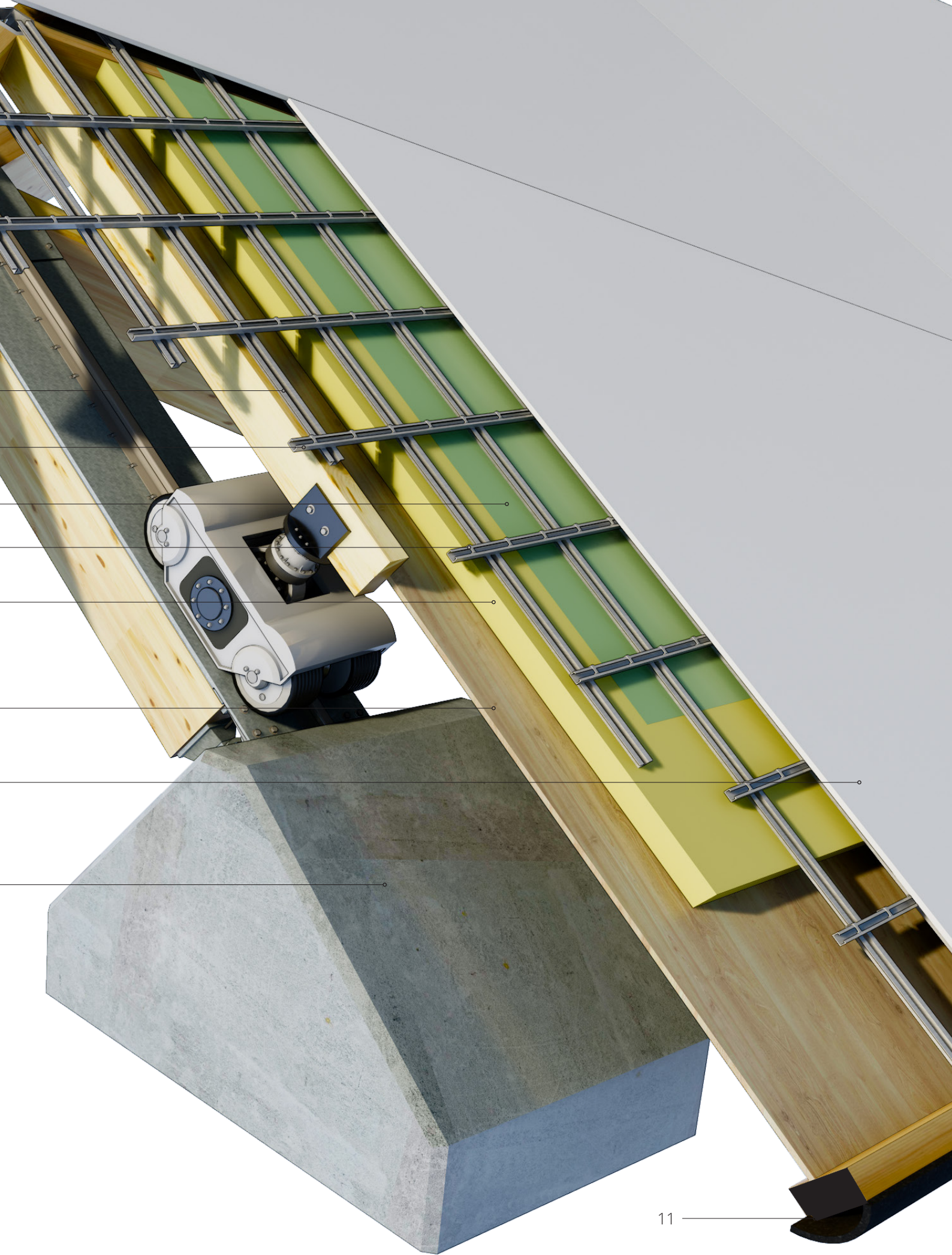
E.III HÜLLE



- 1 Holzkonstruktion Schale 15/30
- 2 BSH Träger 30/90
- 3 Vertikalprofil 5/7
- 4 Horizontalprofil 3/5
- 5 Abdichtung PE-HD
- 6 Halteklammer für Fassadenpaneel
- 7 Wärmedämmung 15
- 8 Innenschalung Holz
- 9 acrylgebundene Mineralstoffpaneele
- 10 Stahlbeton Fundament
- 11 Neoprenaufleger

Aufbau Hülle auf dem Tragwerk

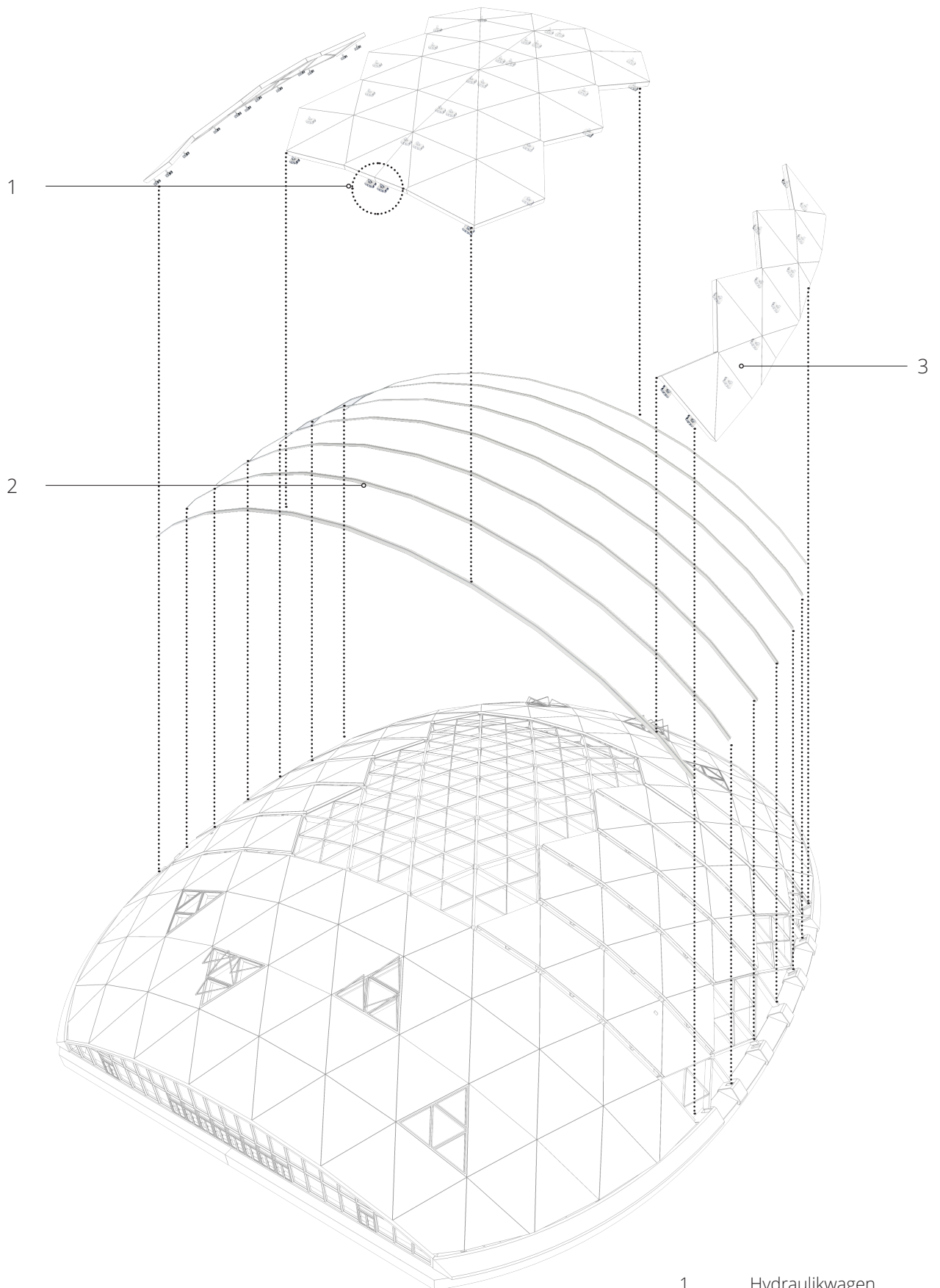
Abb.E.III-2 Grafik Schnitt durch die Hülle



11

E.IV TECHNIK

E.IV.1 Schienensystem



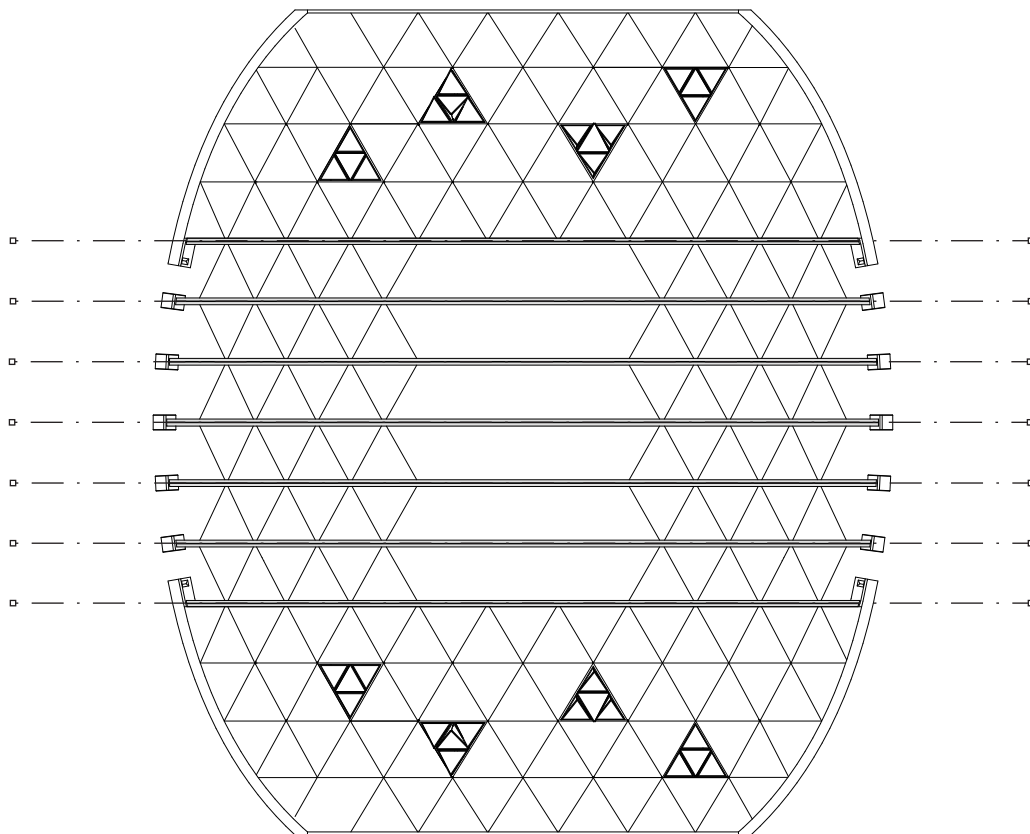
Schienen auf dem Tragwerk

Abb.E.IV.I-1 Grafik Schienensystem

- 1 Hydraulikwagen
- 2 Schienensystem
- 3 bewegliche Hülle

Das Tragwerk wurde so geplant und gespannt, dass das Schienensystem quer über die Halle geführt werden kann. Die Stahlprofile werden auf jedem Träger separat angebracht, damit die unterschiedlichen Materialien möglichst zwängungsfrei bleiben. Zwischen den Schienentragplatten der einzelnen Träger befinden sich Fugen, um eine Längsdehnung mit dem Holz zu erlauben. Die Verbindung über die Sternknoten wird separat mit Kopfplatten bewerkstelligt. Auf der Schienentragplatte befindet sich ein

Doppel T-Profil als Führungsschiene, die die Hydraulikwagen vor Entgleisen schützt. Die Führungsrollen auf den Hydraulikwagen umfassen das Doppel T-Profil und schützen so das Dach vor Abheben bei auftretenden Sogkräften. Im Bereich der spitz zulaufenden Verengungen, bei den Überlappungen der statischen und mobilen Schale, werden entlang der Schienen Entwässerungen geführt, um das dort anfallende Regenwasser abzuleiten.^{14,15}

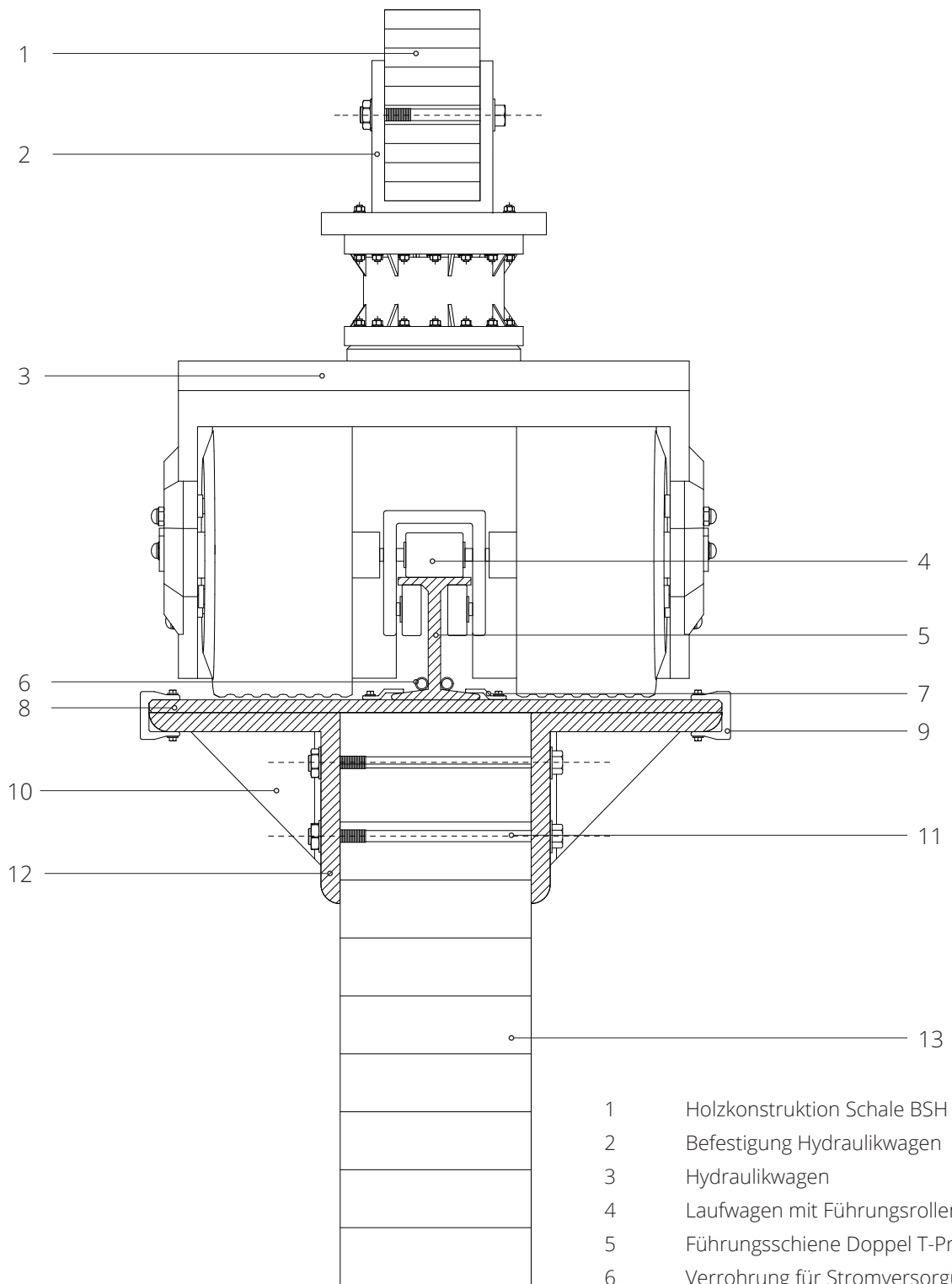


Schienenachsen



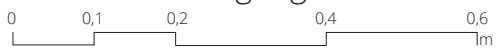
Plan.E.IV.I-I Schienenachsen

E.IV.1 Schienensystem

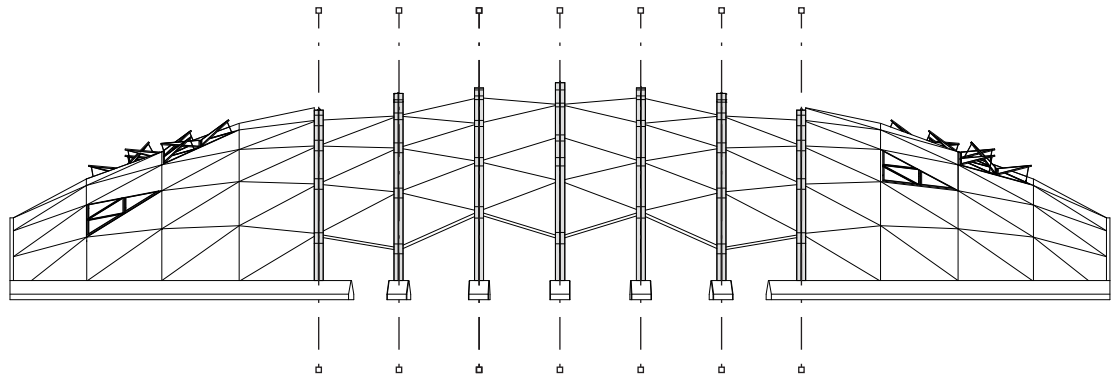


- 1 Holzkonstruktion Schale BSH 15/30
- 2 Befestigung Hydraulikwagen
- 3 Hydraulikwagen
- 4 Laufwagen mit Führungsrollen
- 5 Führungsschiene Doppel T-Profil
- 6 Verrohrung für Stromversorgung
- 7 elastische Schienenklammer
- 8 Schienentragplatte
- 9 elastische Befestigungsklammer
- 10 Stützwinkel
- 11 Befestigungsbolzen
- 12 L-Tragprofil
- 13 Hauptträger BSH 30/90
- 14 Stahlverbindung Fundament

Schienenbefestigung



Plan.E.IV.1-2 Detail Befestigung Schienen am Fundament



0 7,5 15 30 45
m
Plan.E.IV.1-3 Ansicht Schienenführung

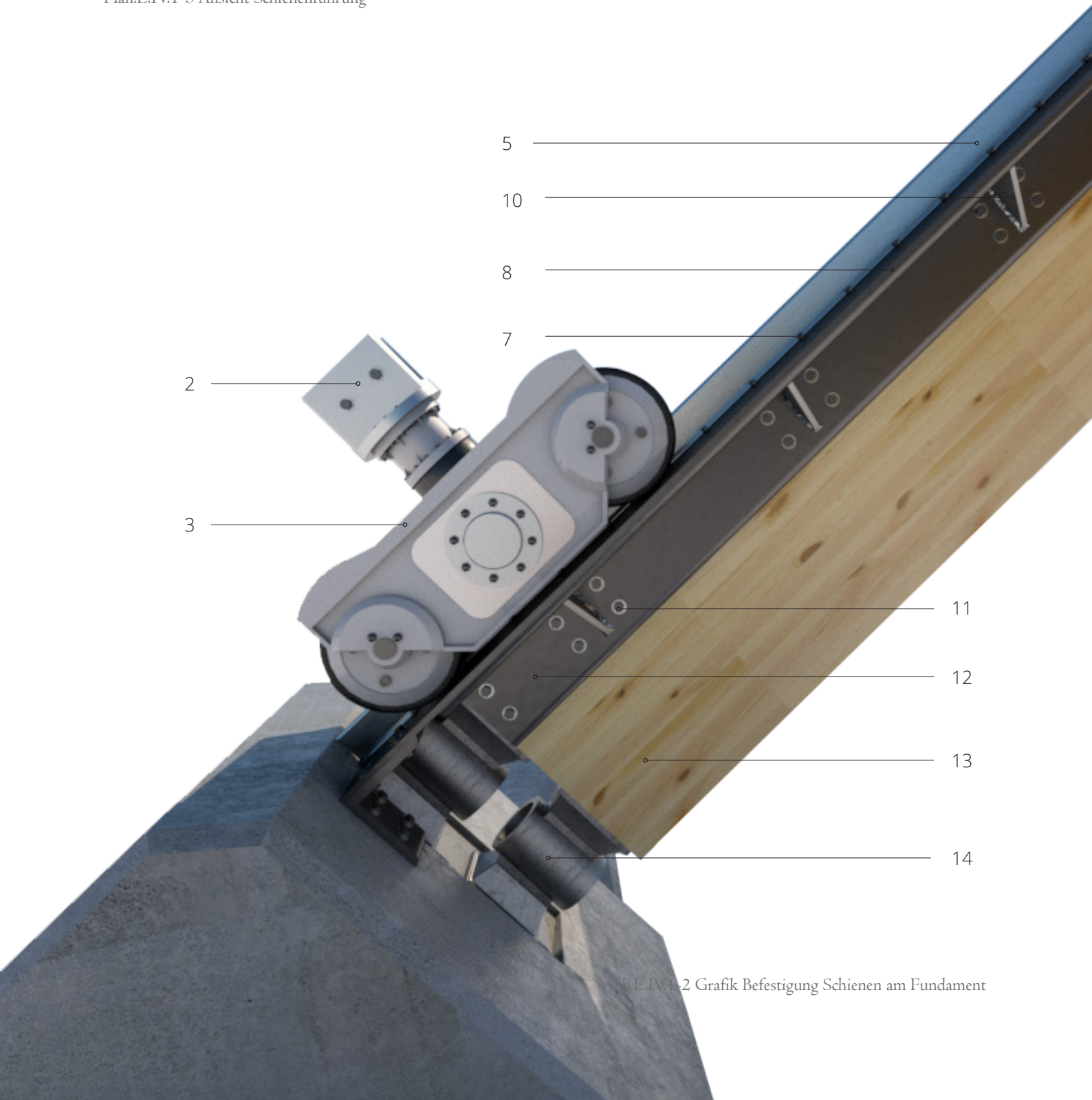
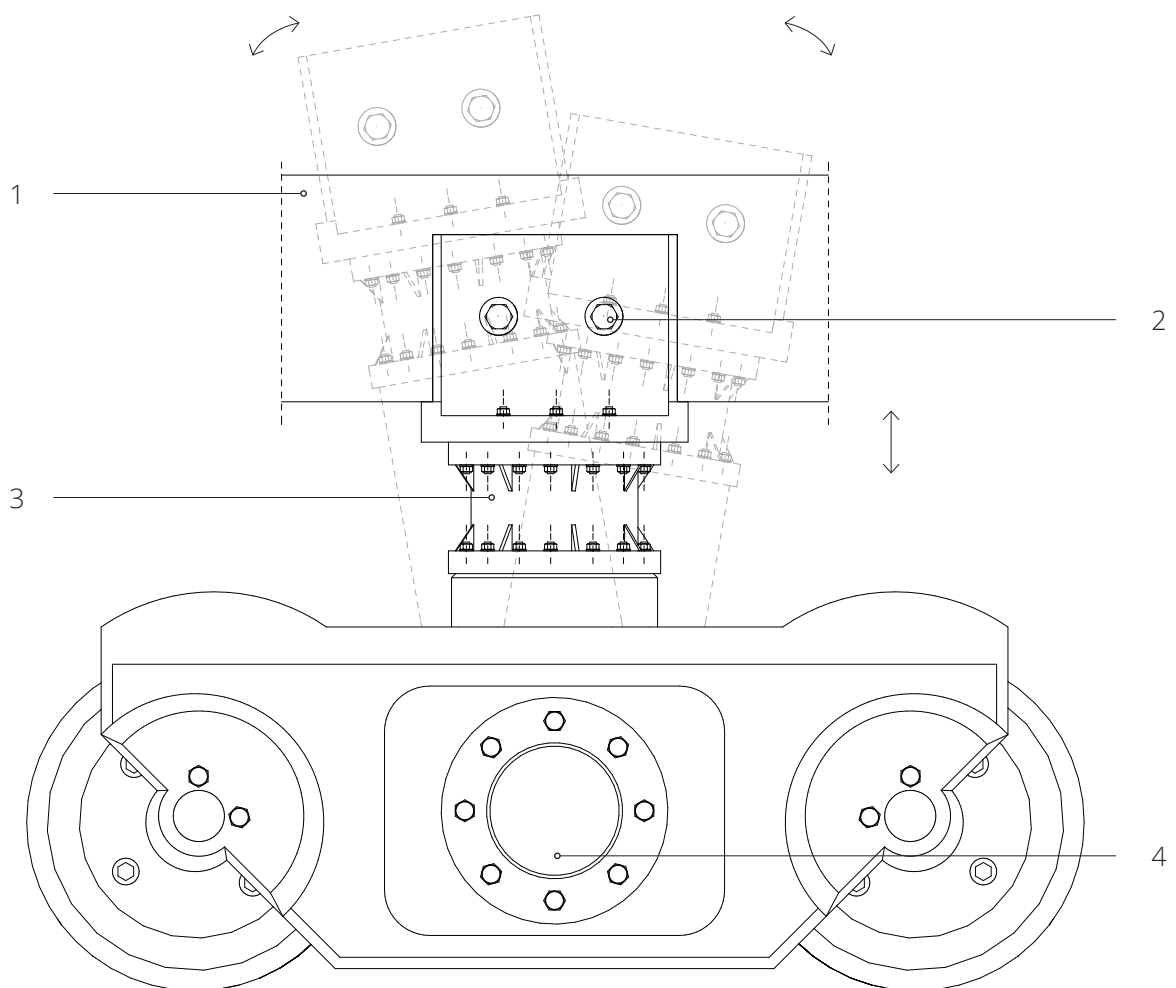


Abb.E.IV.1-2 Grafik Befestigung Schienen am Fundament

E.IV.2 Hydraulikwagen

Jeweils zwölf Hydraulikwagen auf den oberen Schalen und 14 auf den unteren übernehmen den Transport der wandelbaren Dächer. Jeder Wagen besteht aus einer eigenen Hydraulikeinheit mit einer Pumpe und verschiedenen Korrekturzylindern. Beim Öffnungsvorgang wird die Schale von den Wagen

hydraulisch angehoben und auf den Schienen in die Endposition geführt. Während des Vorgangs können sie die Dächer in drei Richtungen korrigieren und auftretende Höhenunterschiede ausgleichen. Die notwendige Energiezufuhr kann über das Schienensystem zugeführt werden.^{14,15}

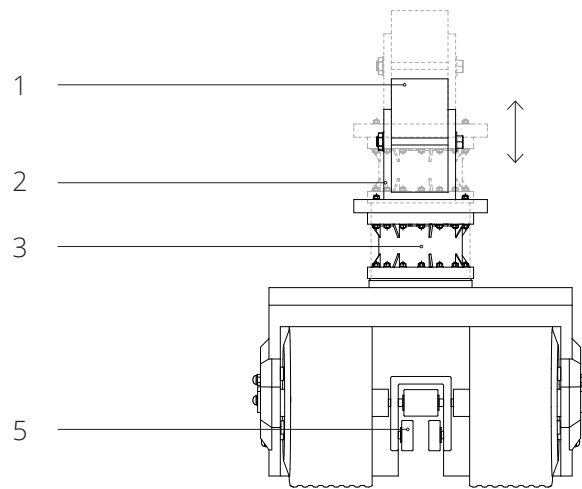


Detail Hydraulikwagen

0 0,1 0,2 0,4 0,6
m

Plan.E.IV.2-I Detail Hydraulikwagen Längsansicht

- 1 Holzkonstruktion Schale BSH 15/30
- 2 Bolzenbefestigung Hydraulikwagen
- 3 hydraulische Stütze
- 4 Hydraulikeinheit
- 5 Laufwagen mit Führungsrollen



0 0,2 0,4 0,8 1,2
m

Plan.E.IV.2-2 Detail Hydraulikwagen Queransicht

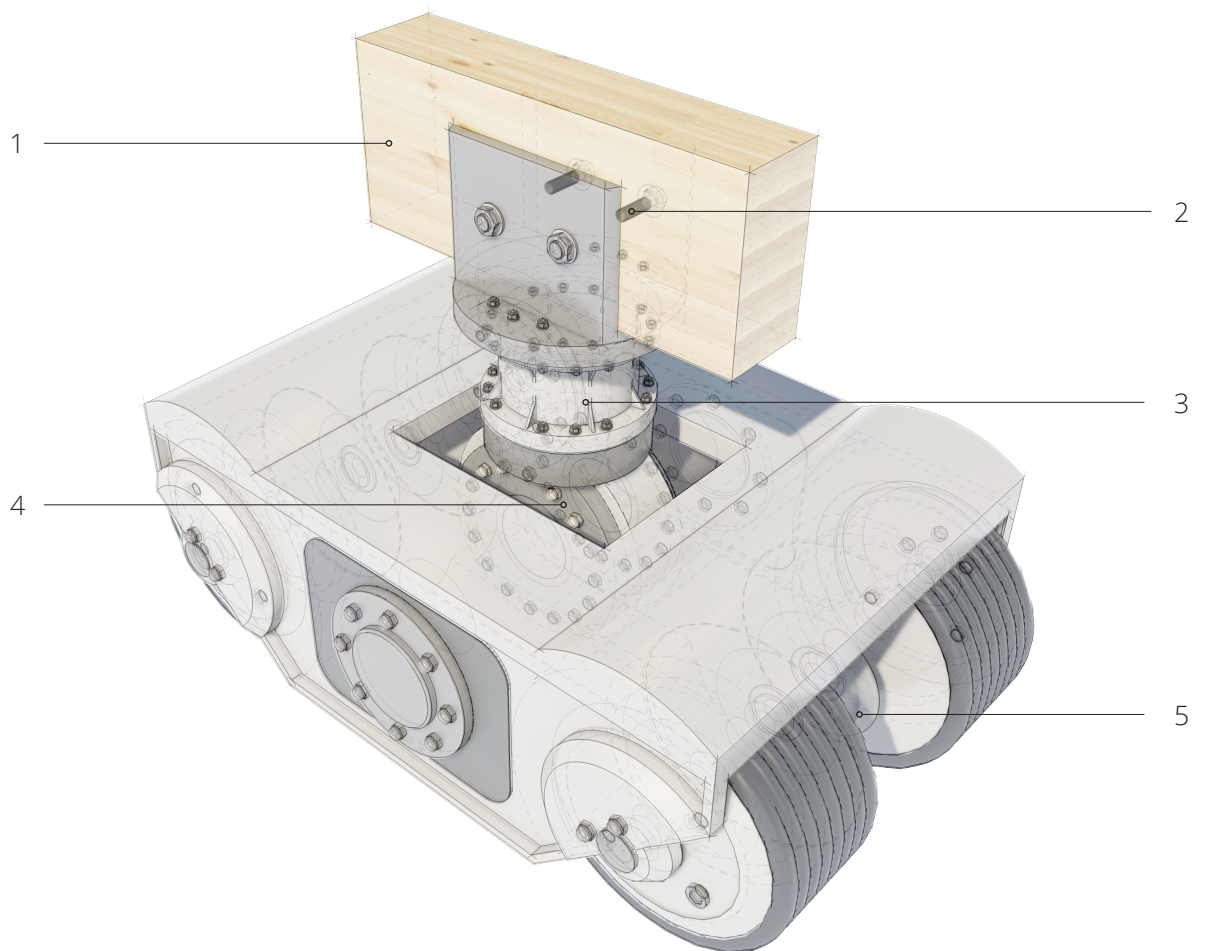
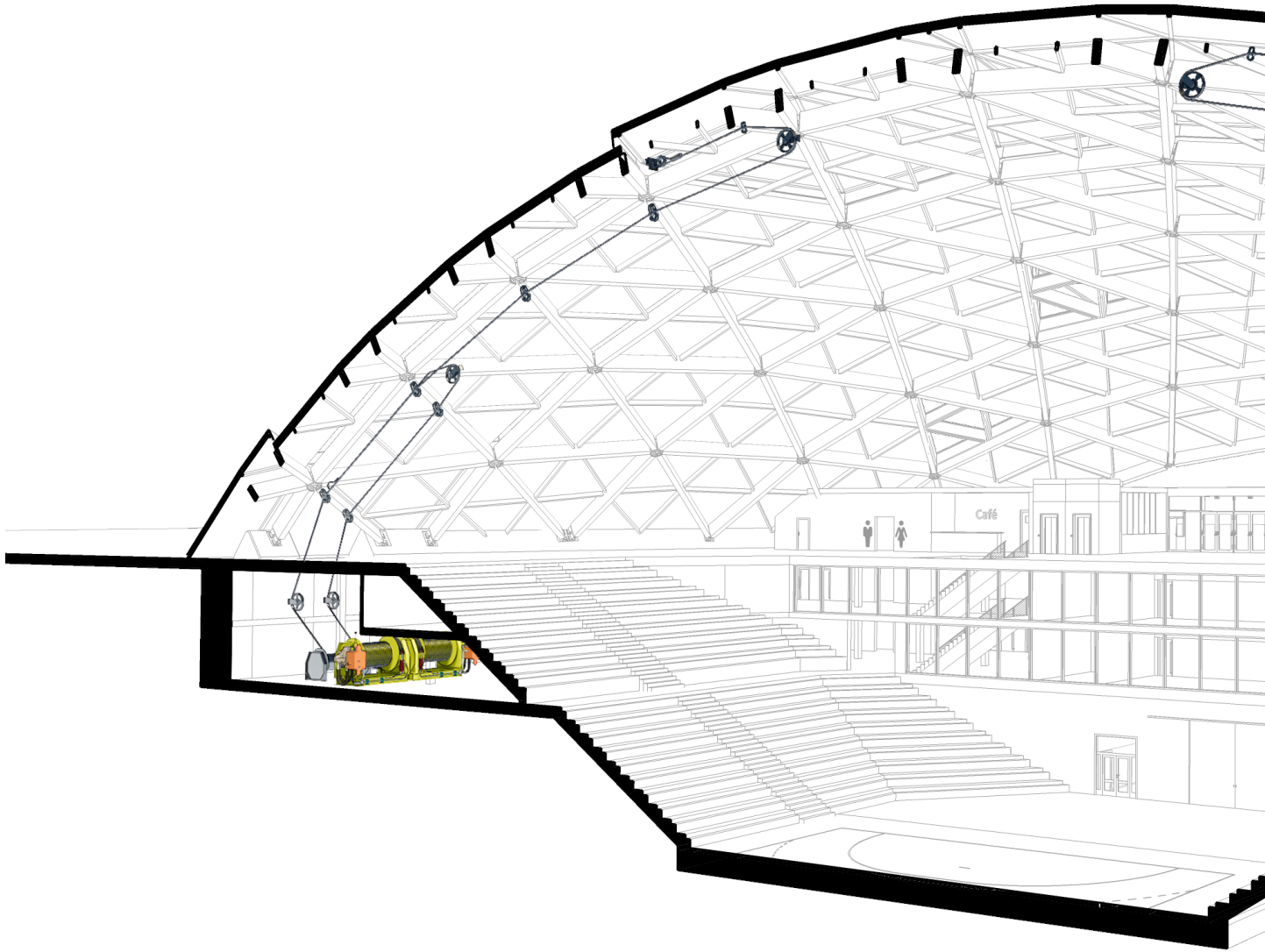


Abb.E.IV.2-1 Perspektive Hydraulikwagen

E.IV.3 Zugsystem

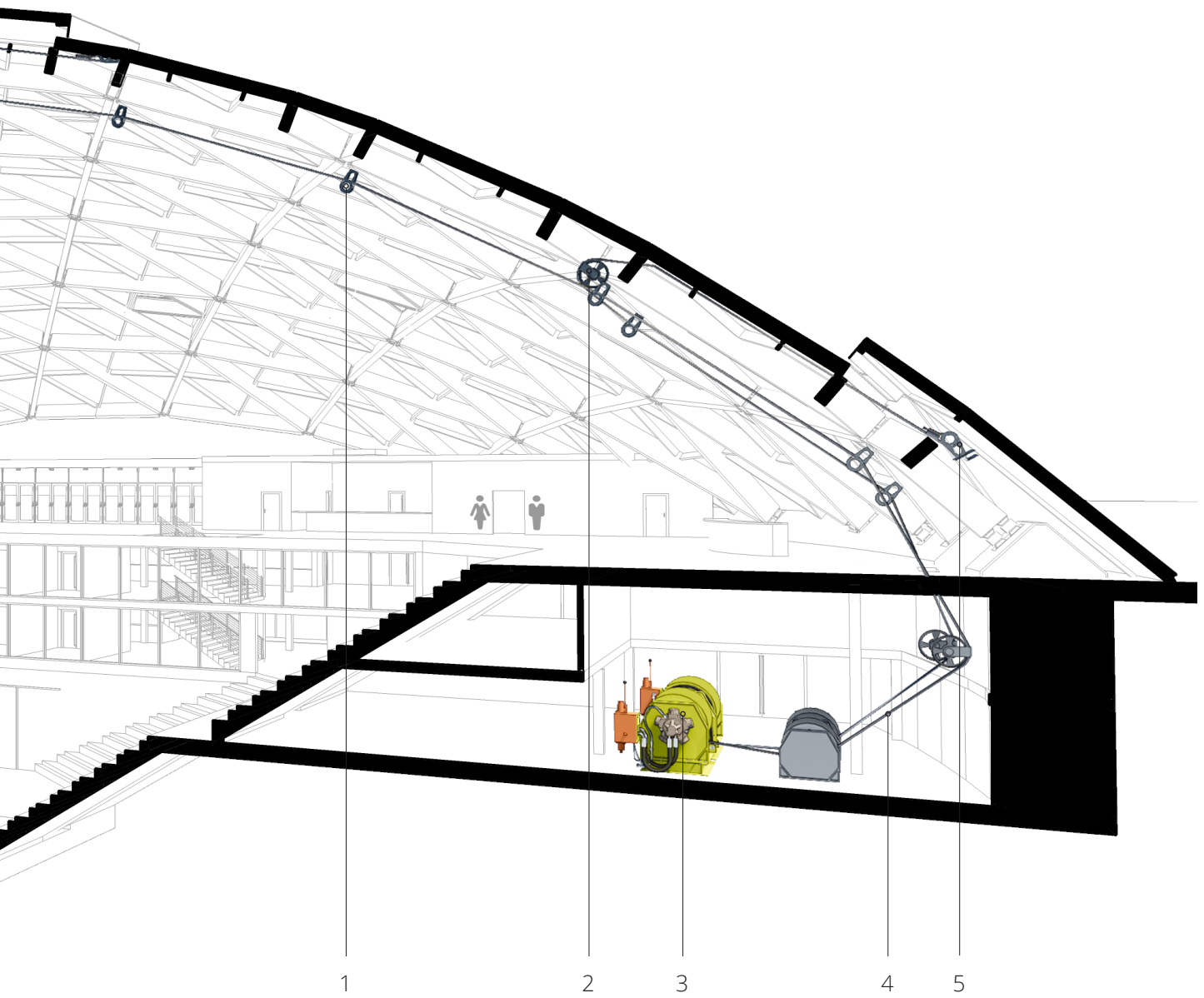


Die Konstruktion wird durch insgesamt acht Seilwinden, die mit mehreren Hydromotoren ausgestattet sind angetrieben. Pro Schale sind zwei Seiltrommeln im Einsatz. Nachdem die Wägen die Schalen leicht angehoben haben, können die oberen Elemente mittels Schwerkraft in die geöffnete Position transportiert werden. Die Stahlseile der Winden halten die Konstruktion. Die

Wägen übertragen die Dateninformationen, die mittels Sensoren aufgenommen werden und senden diese an die Maschinen, damit der Kraftaufwand reguliert werden kann. Beim Schließvorgang werden die Dächer wiederum angehoben und durch den hydraulischen Seilzug nach oben befördert. Für die untere Schale gelten die umgekehrten Systemabläufe.^{14, 15}

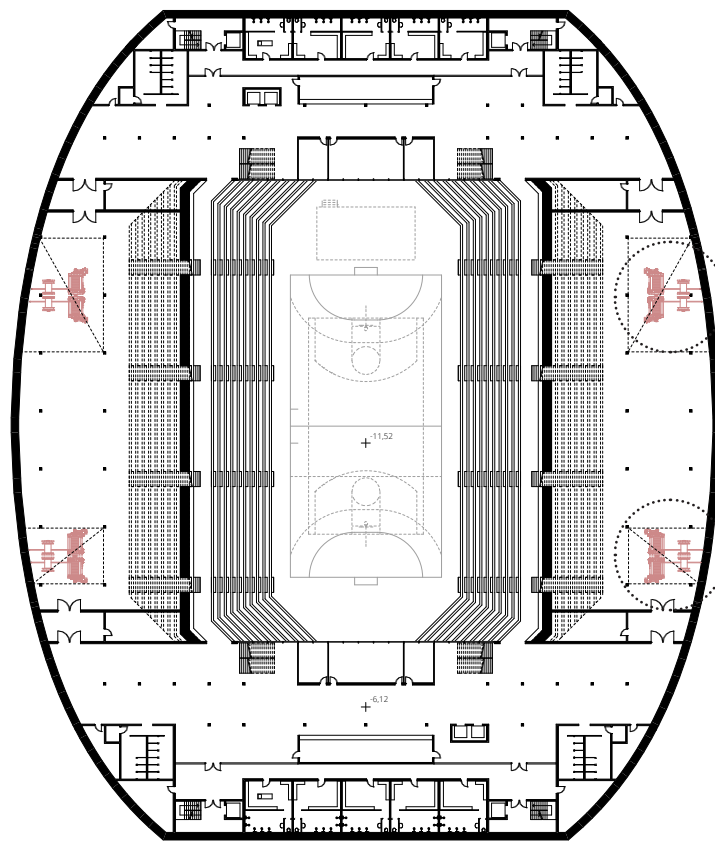
Seilzugsystematik

Abb.E.IV.3-1 Seilzugsystematik

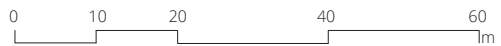


- 1 Führungsrolle
- 2 Umlenkrolle
- 3 Seilwinde mit Hydromotor
- 4 Stahlseil
- 5 Halterung bewegliche Hülle

E.IV.3 Zugsystem

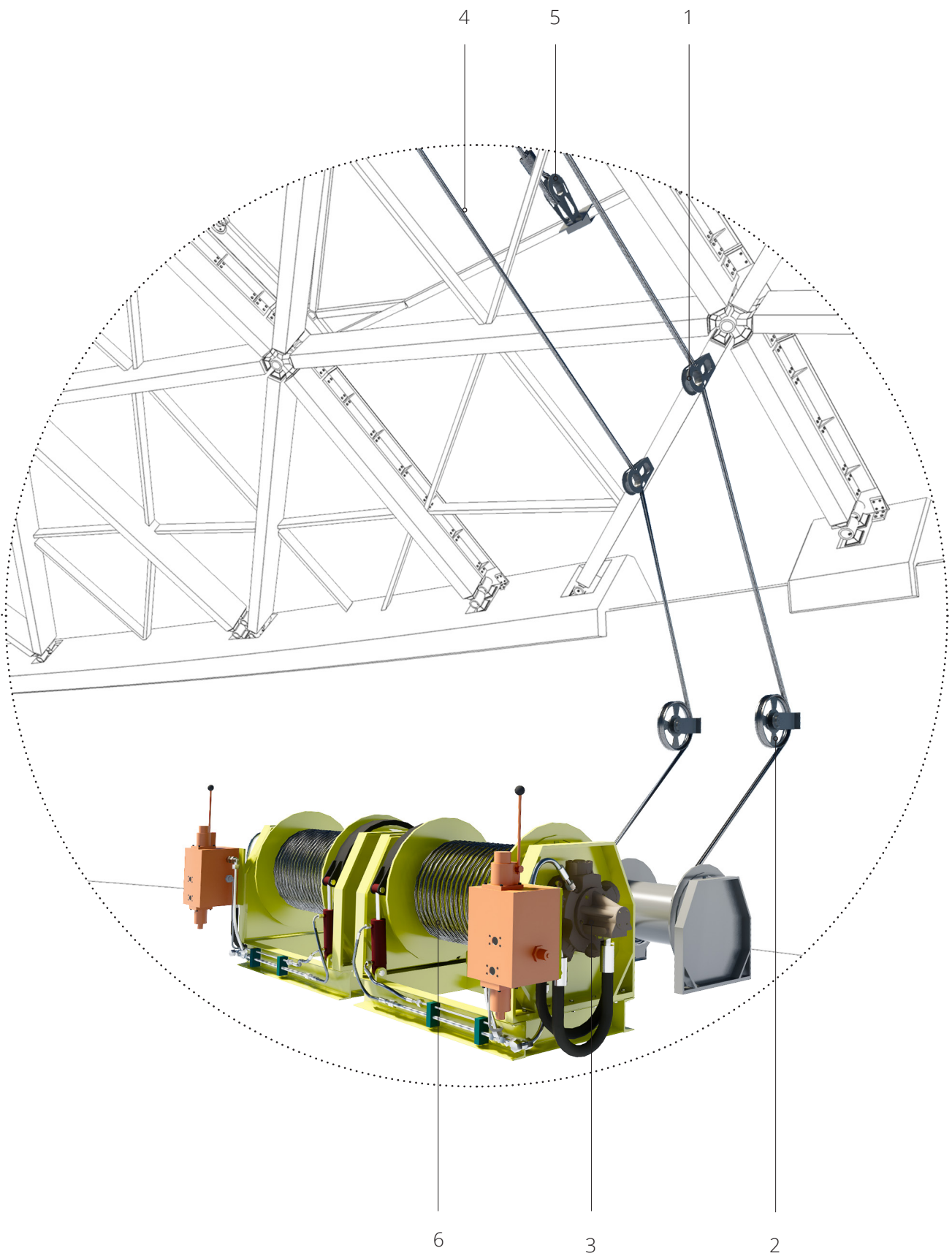


2 UG - Position Seilwinden



Plan.E.IV.3-I Untergeschoß -2

- 1 Führungsrolle
- 2 Umlenkrolle
- 3 Seilwinde mit Hydromotor
- 4 Stahlseil
- 5 Halterung bewegliche Hülle
- 6 Seiltrommel

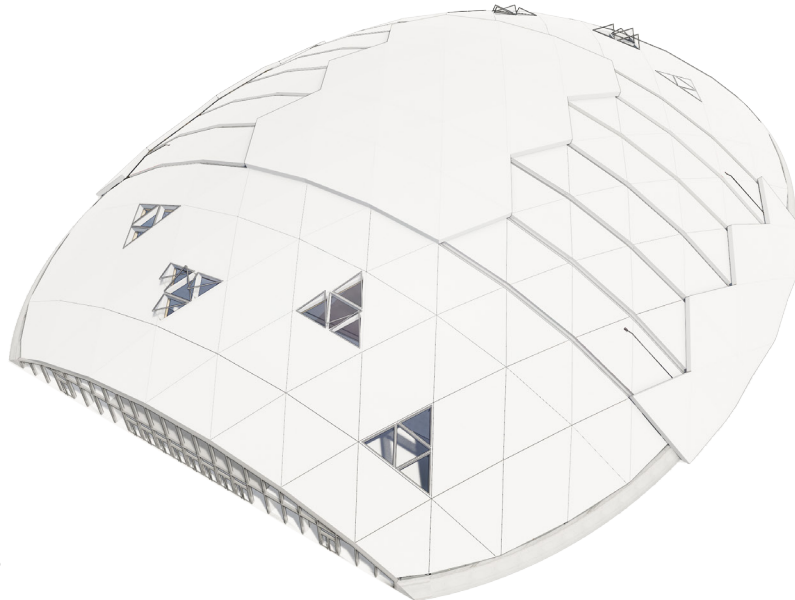


hydraulische Seilwinden

Abb.E.IV.3-2 Seilwinden mit Hydromotor

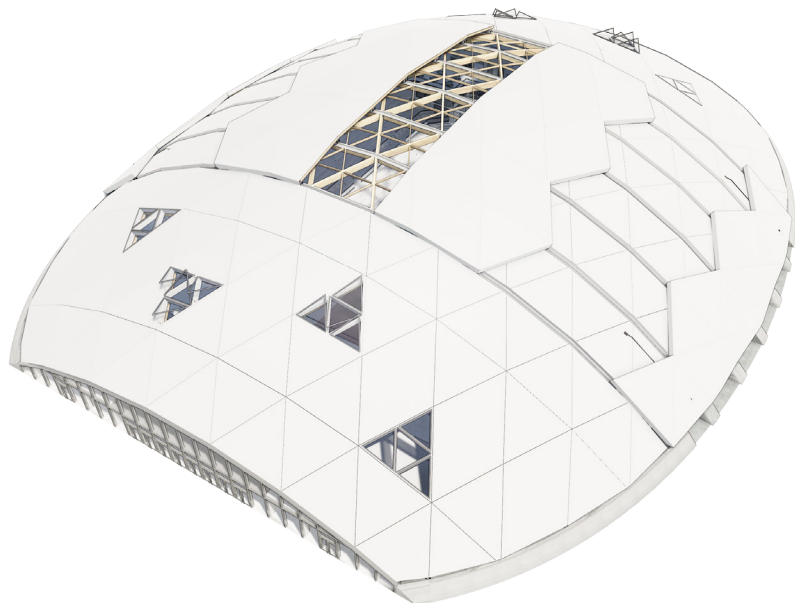
E.V
E.V.1

SCHAUBILDER
Öffnungsprozess



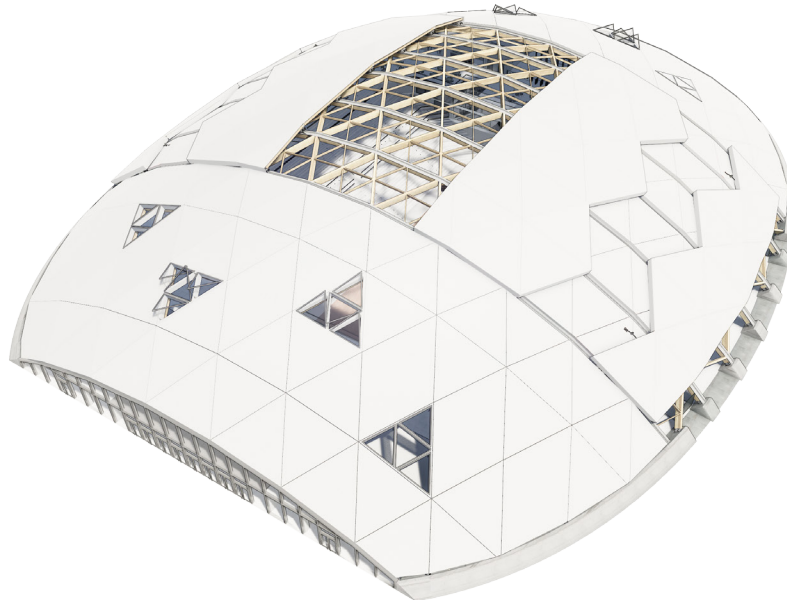
Anfangsposition
Öffnungswinkel: 0°

Abb.E.V.I-1 Öffnungsprozess I



Öffnungswinkel:
Obere Schale 3,5°
Untere Schale 2,7°

Abb.E.V.I-2 Öffnungsprozess 2

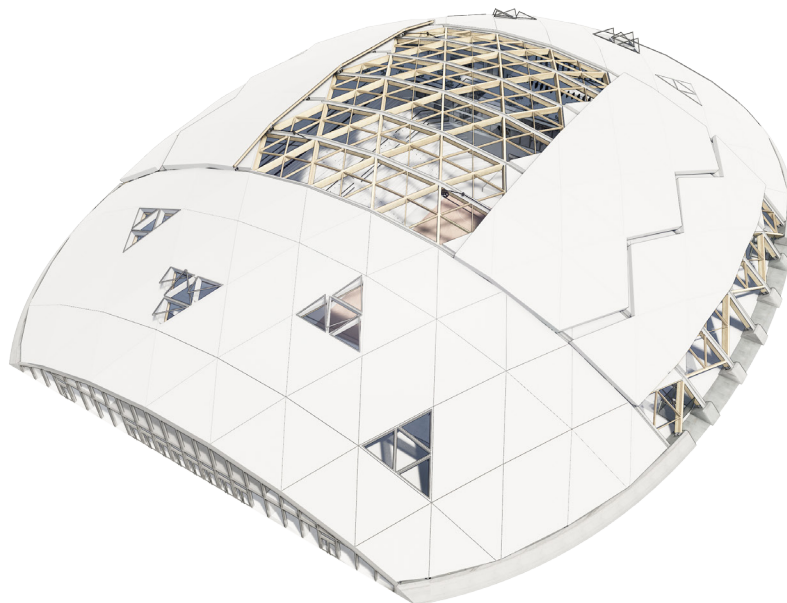


Öffnungswinkel:

Obere Schale 7°

Untere Schale $5,4^\circ$

Abb.E.VI-3 Öffnungsprozess 3



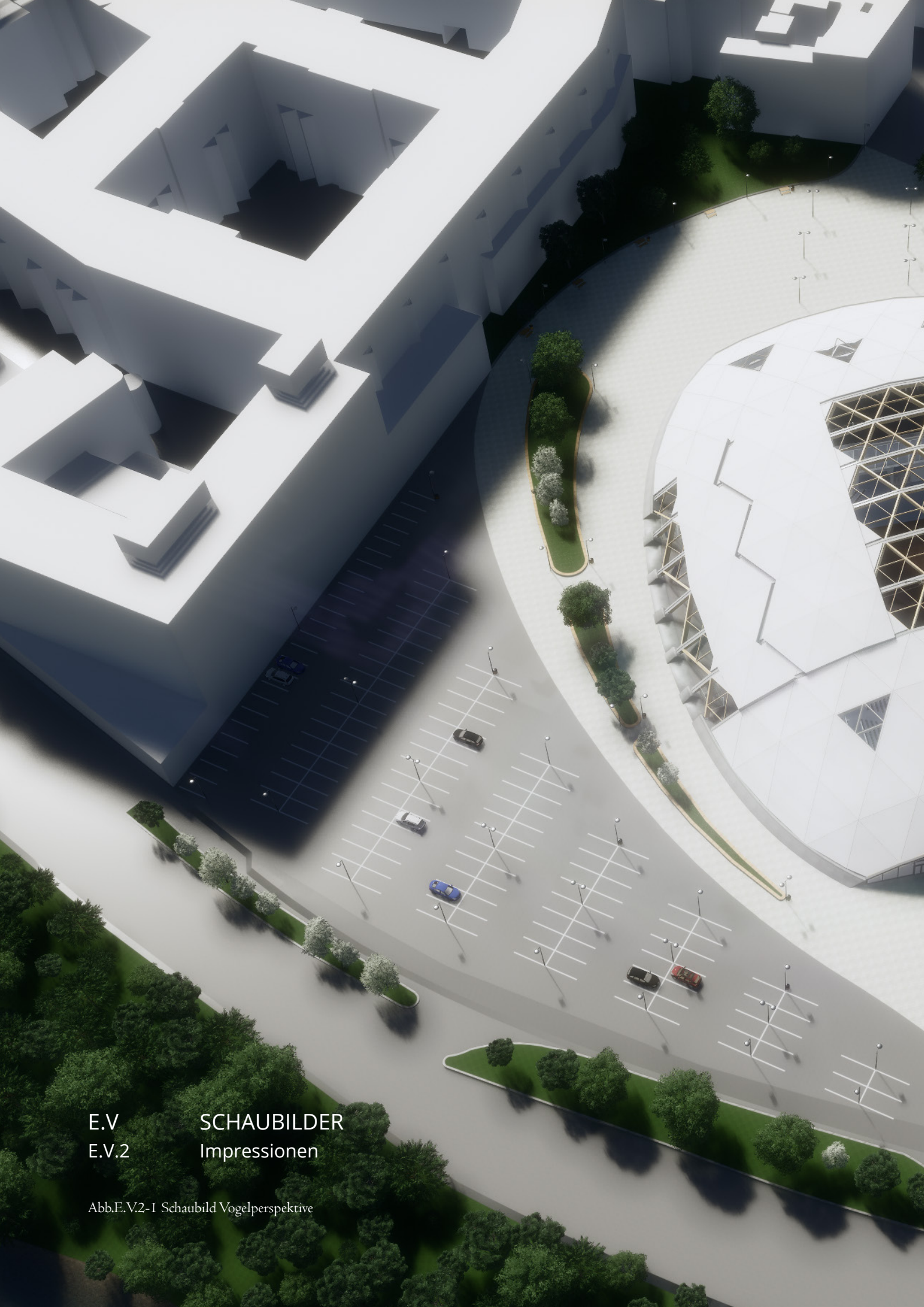
Endposition

Öffnungswinkel:

Obere Schale 14°

Untere Schale 8°

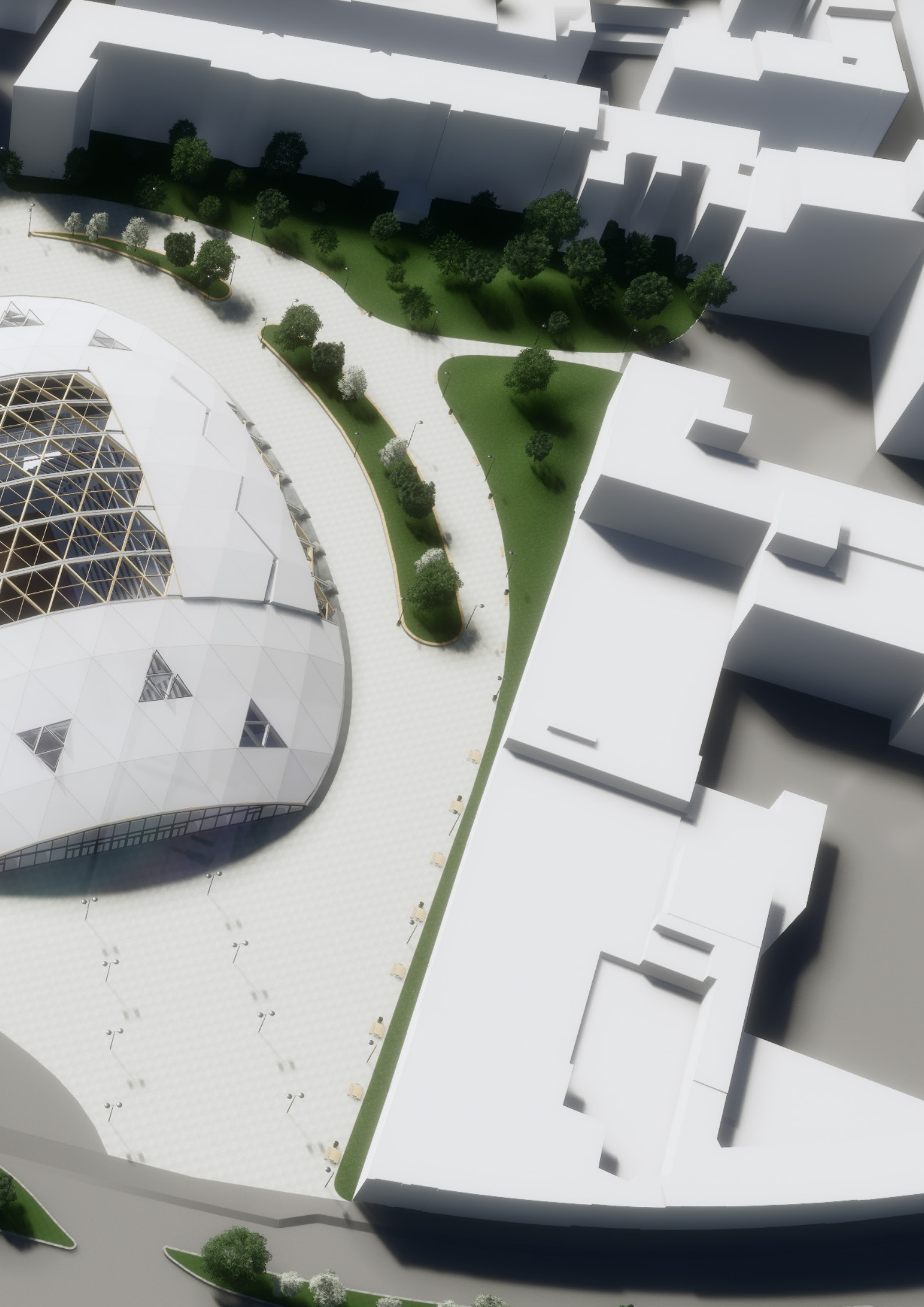
Abb.E.VI-4 Öffnungsprozess 4



E.V
E.V.2

SCHAUBILDER
Impressionen

Abb.E.V.2-1 Schaubild Vogelperspektive



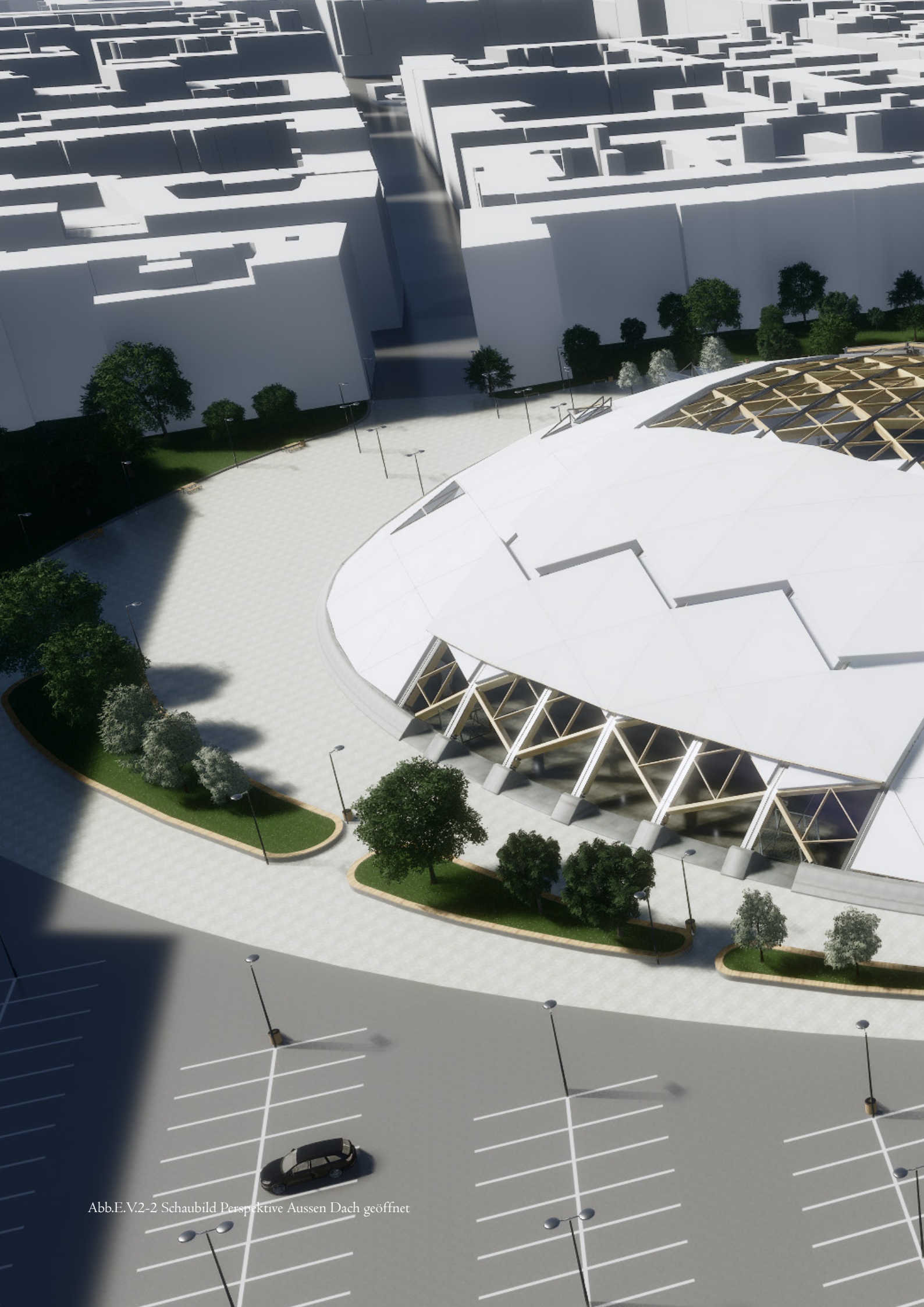
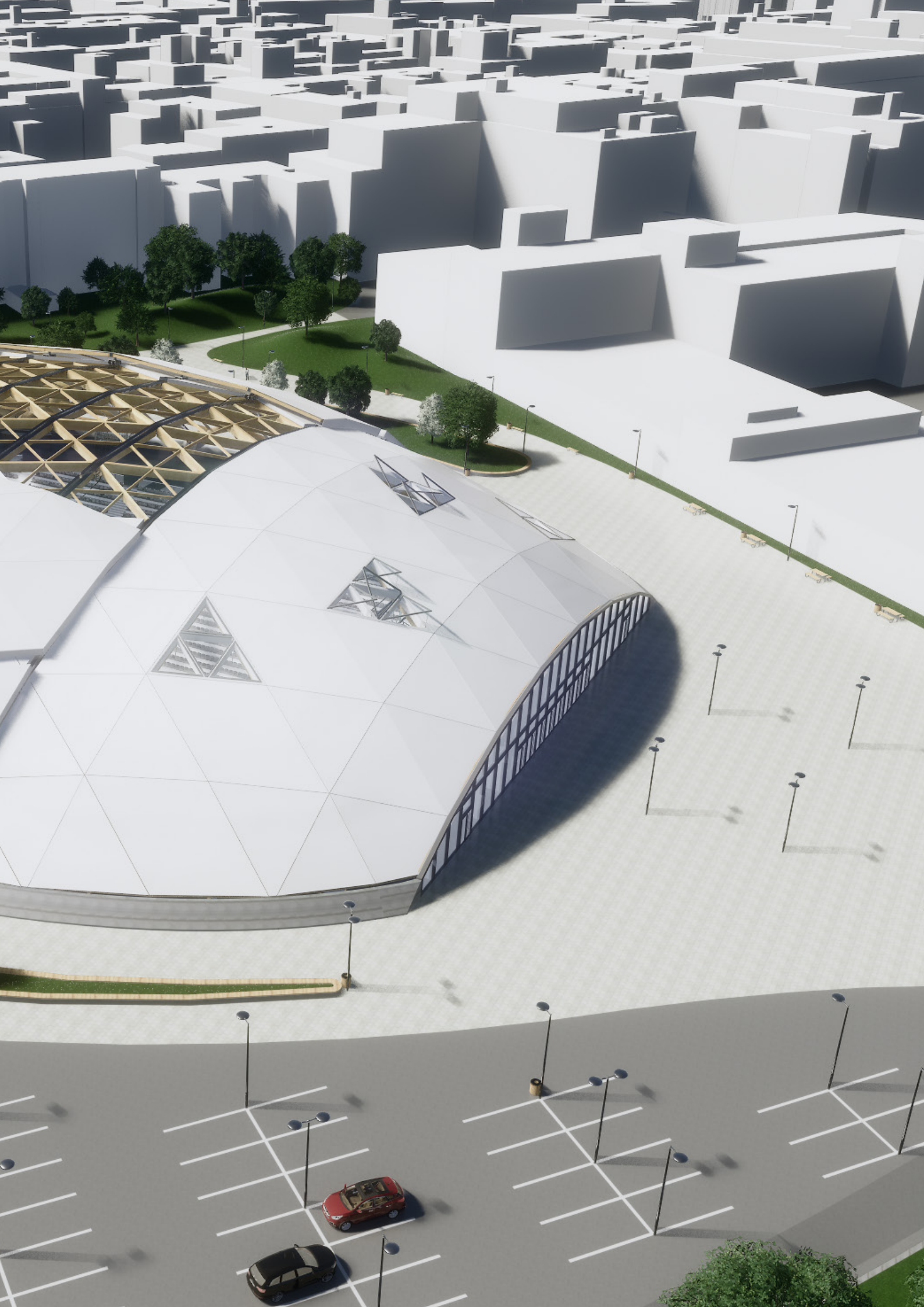


Abb.E.V2-2 Schaubild Perspektive Aussen Dach geöffnet



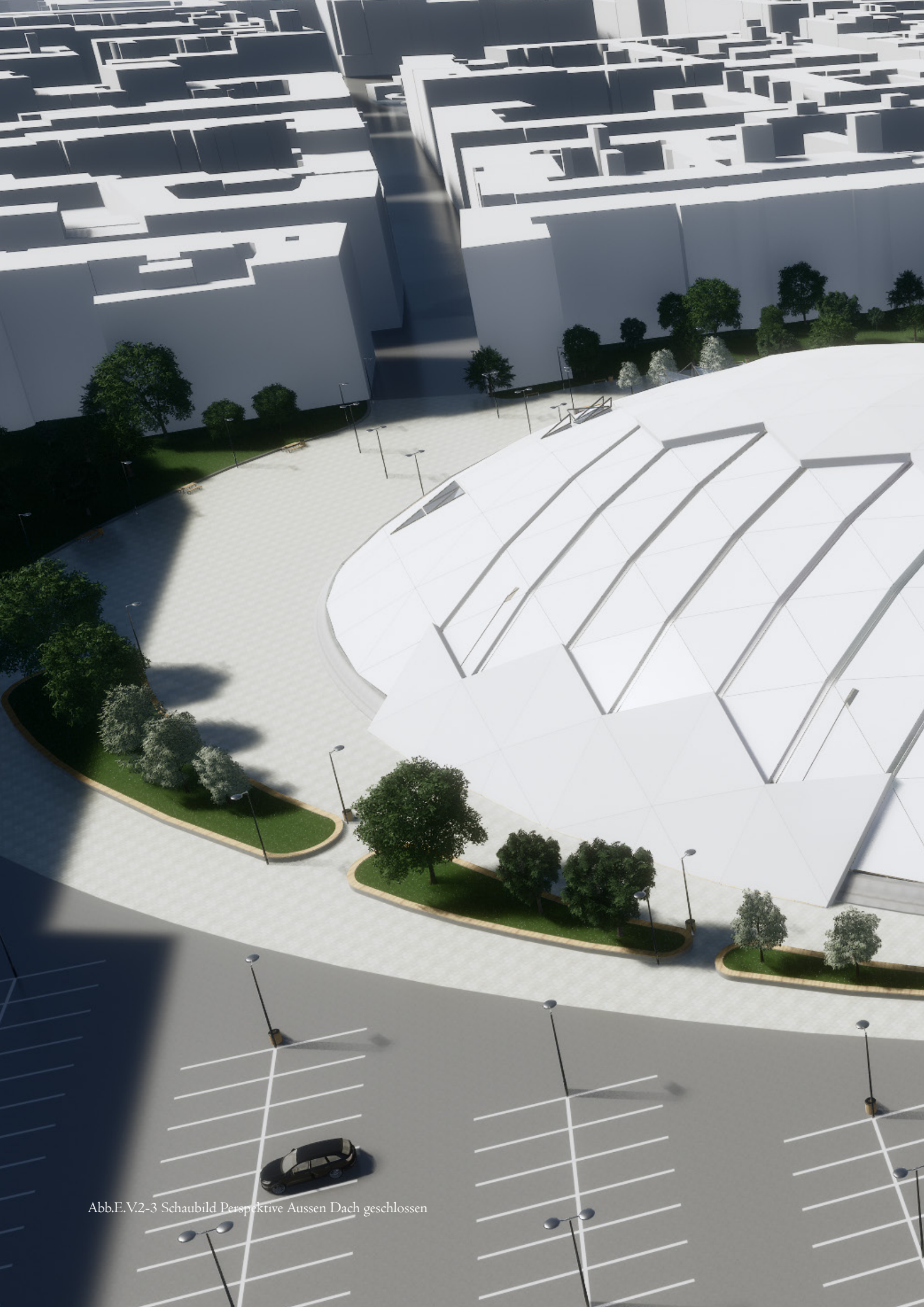
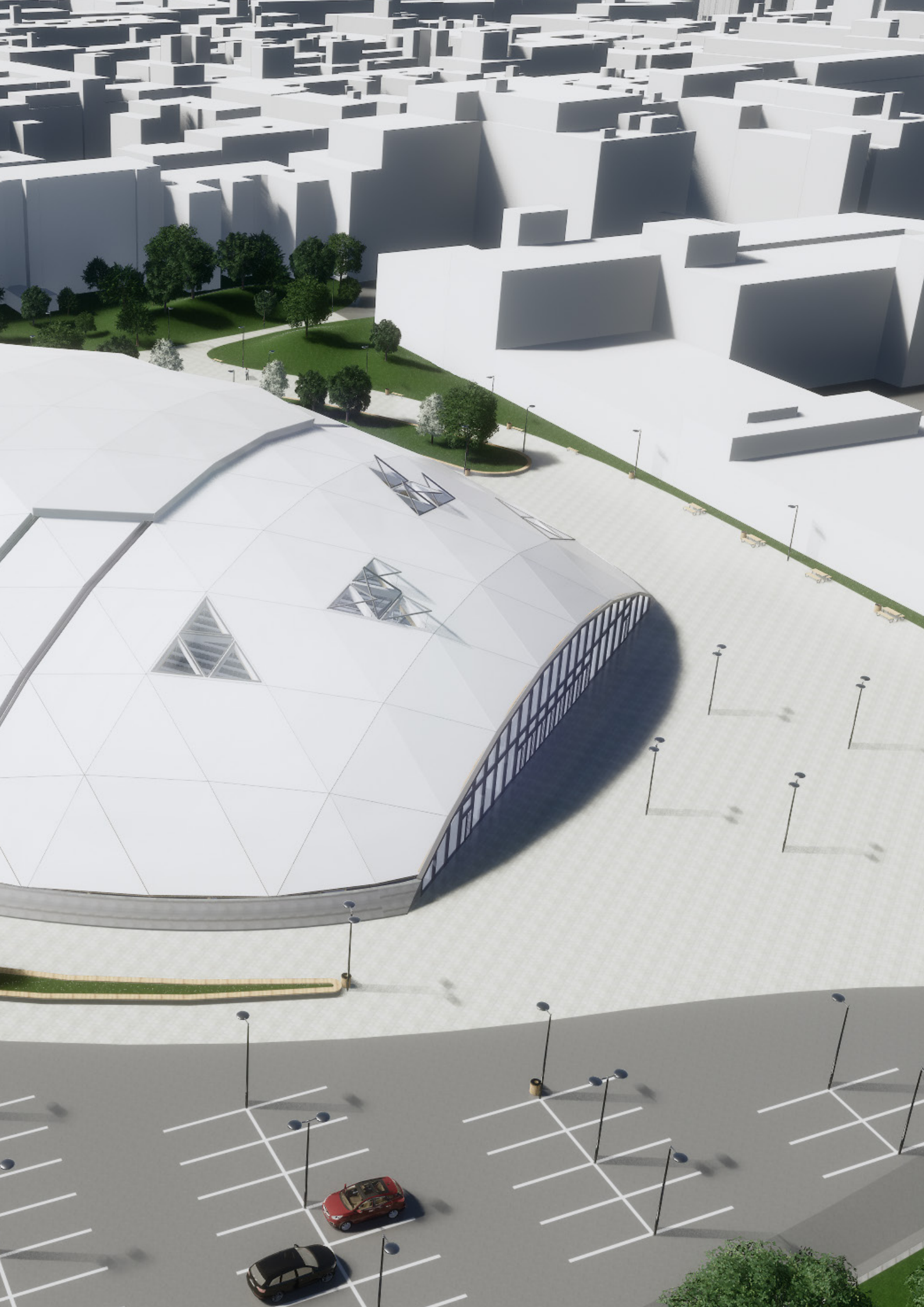


Abb.E.V2-3 Schaubild Perspektive Aussen Dach geschlossen



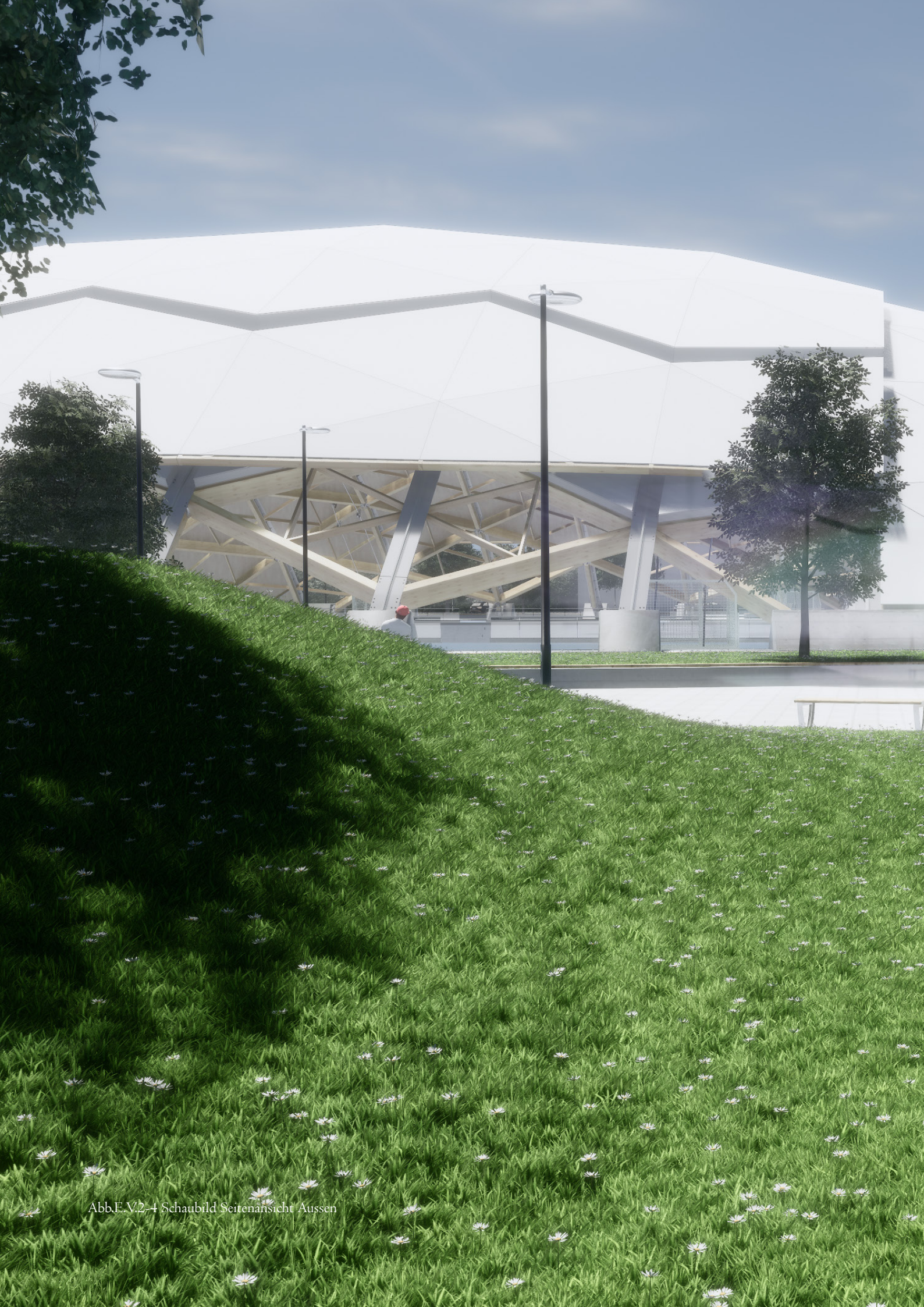
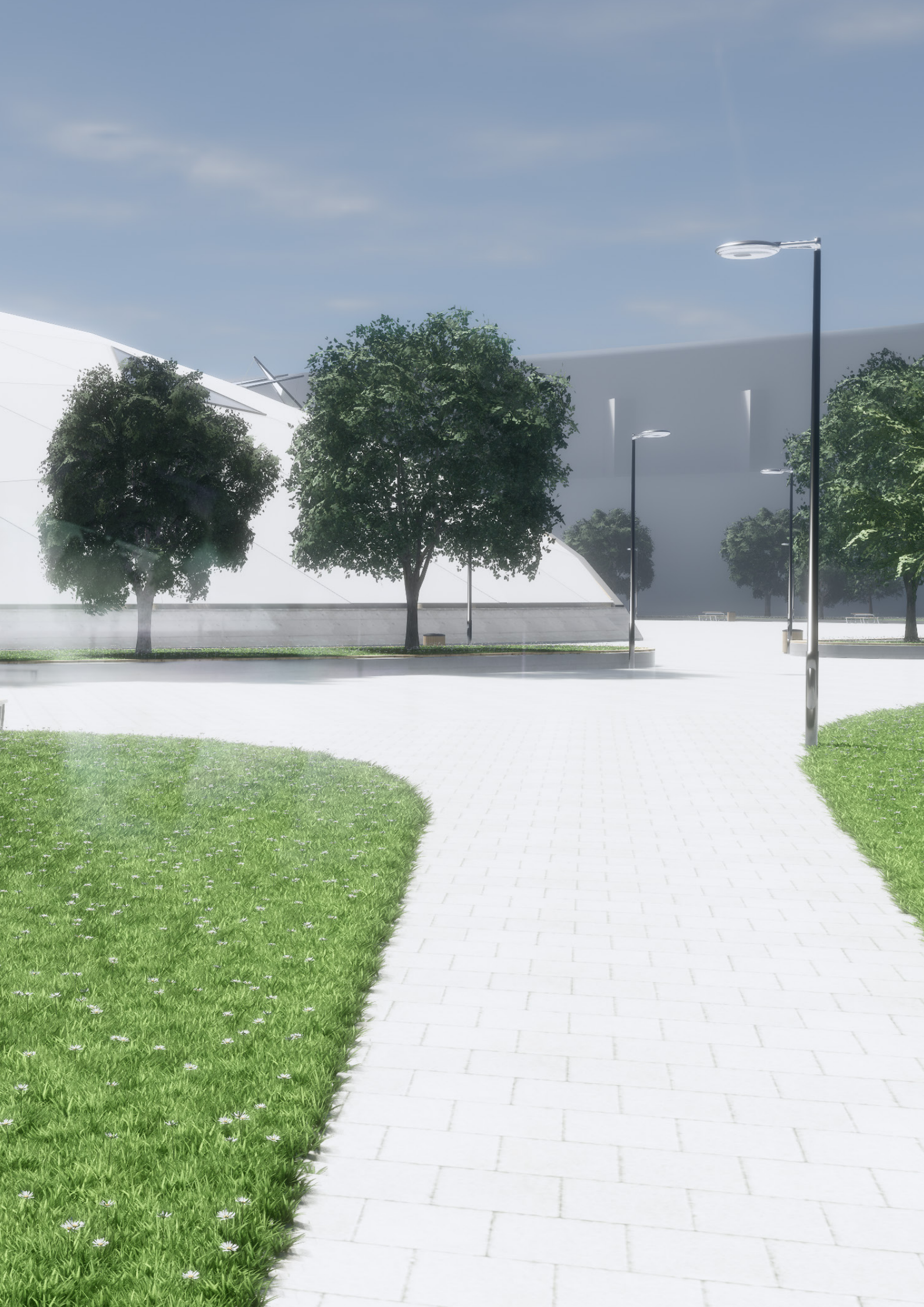


Abb.E.V.2-4 Schaubild Seitenansicht Aussen



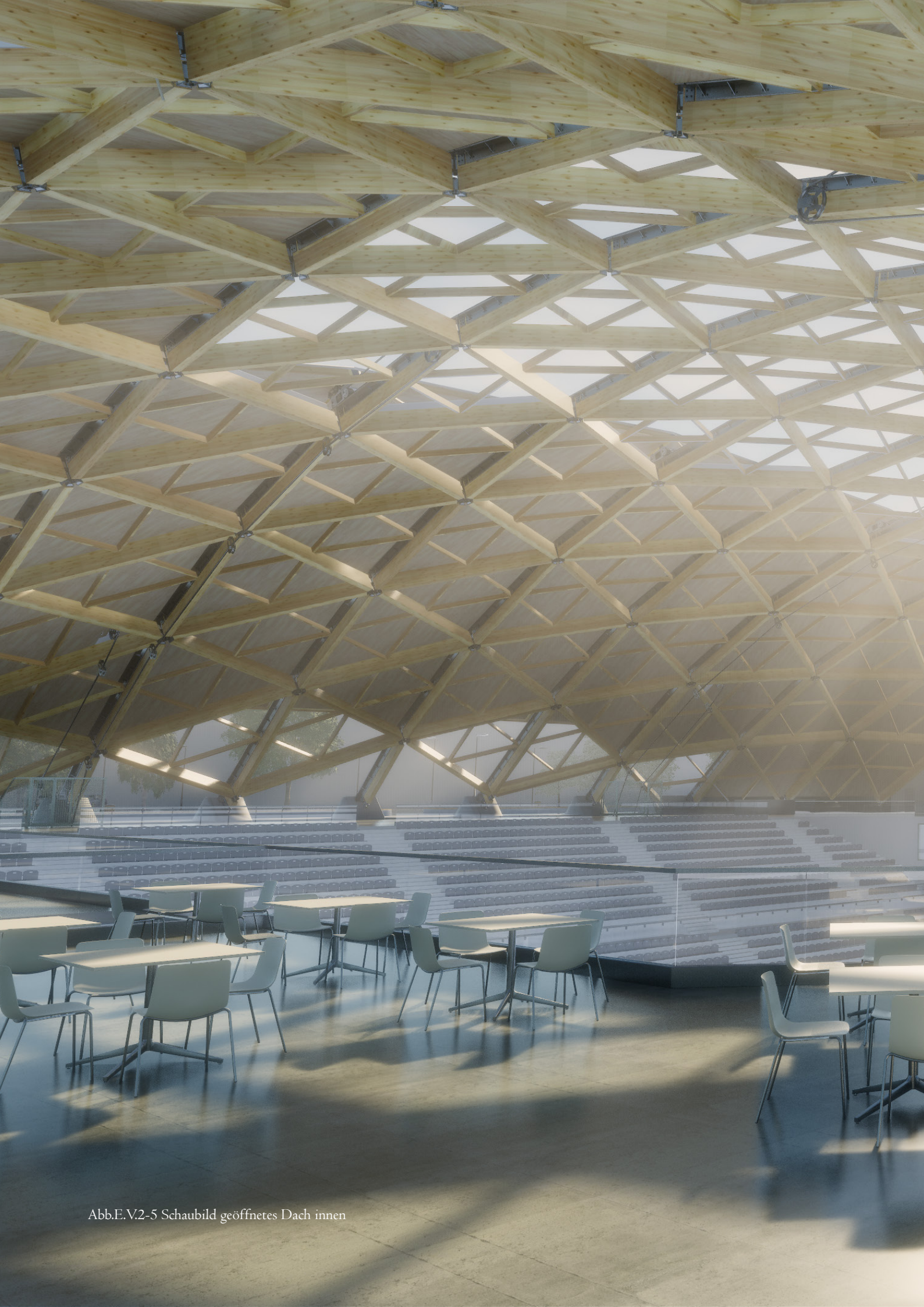


Abb.E.V.2-5 Schaubild geöffnetes Dach innen





Abb.E.V.2-6 Schaubild geschlossenes Dach innen



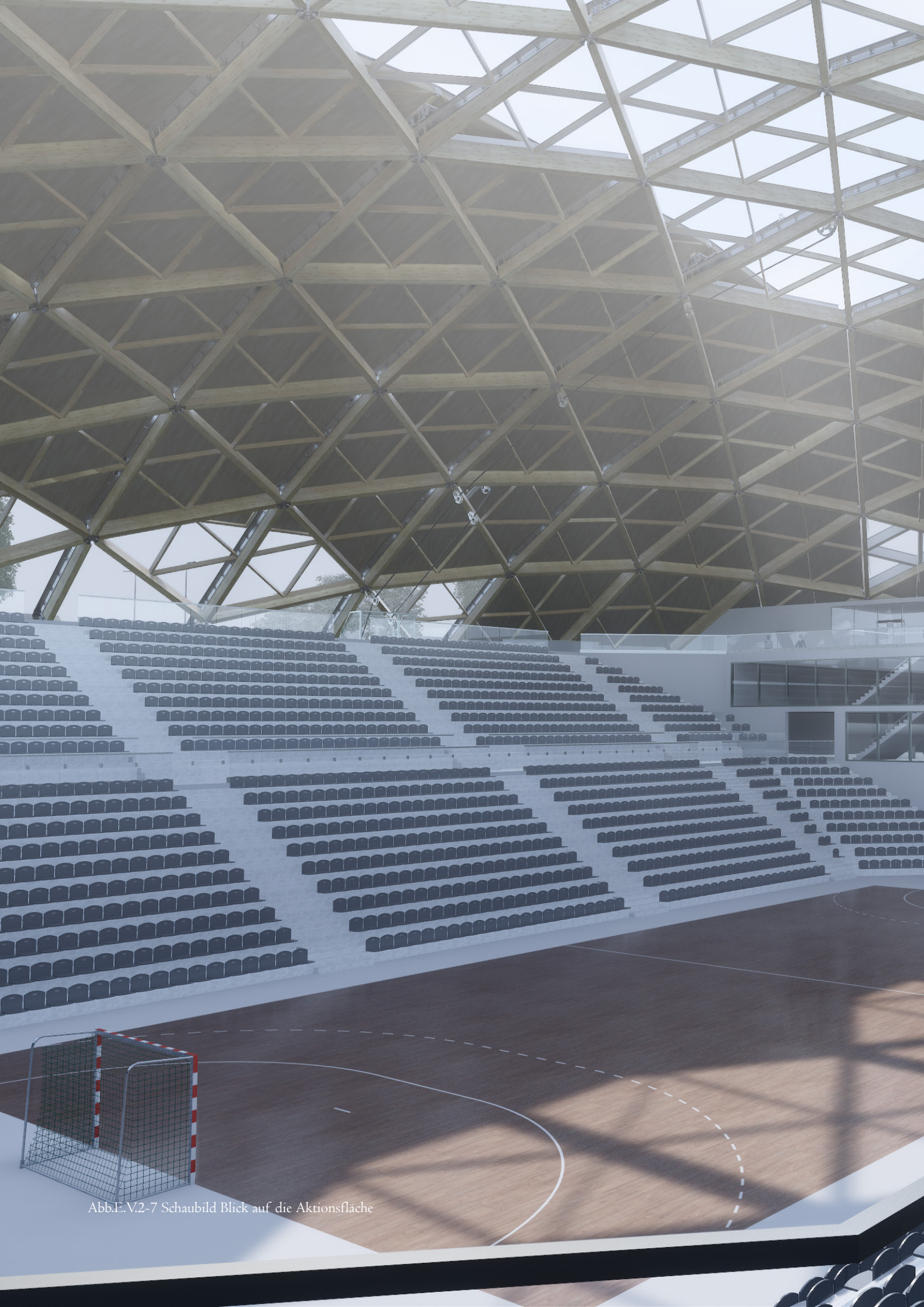


Abb.E.V2-7 Schaubild Blick auf die Aktionsfläche

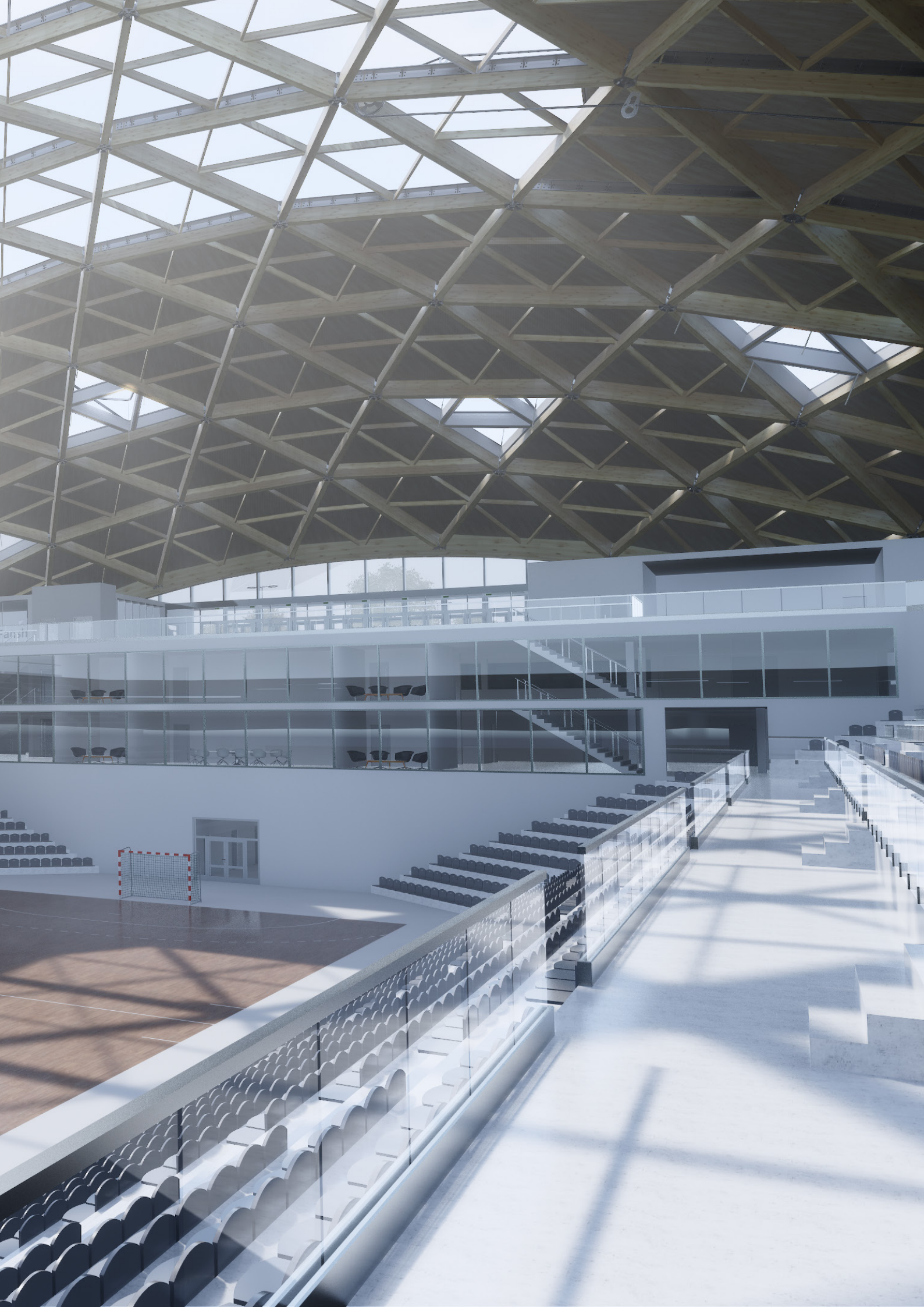




Abb.E.V.2-8 Schaubild Blick aus einer kleinen Loge





Abb.E.V.2-9 Schaubild Blick aus einer großen Loge





Abb.E.V2-10 Schaubild Blick vom Eingangsbereich in die Halle



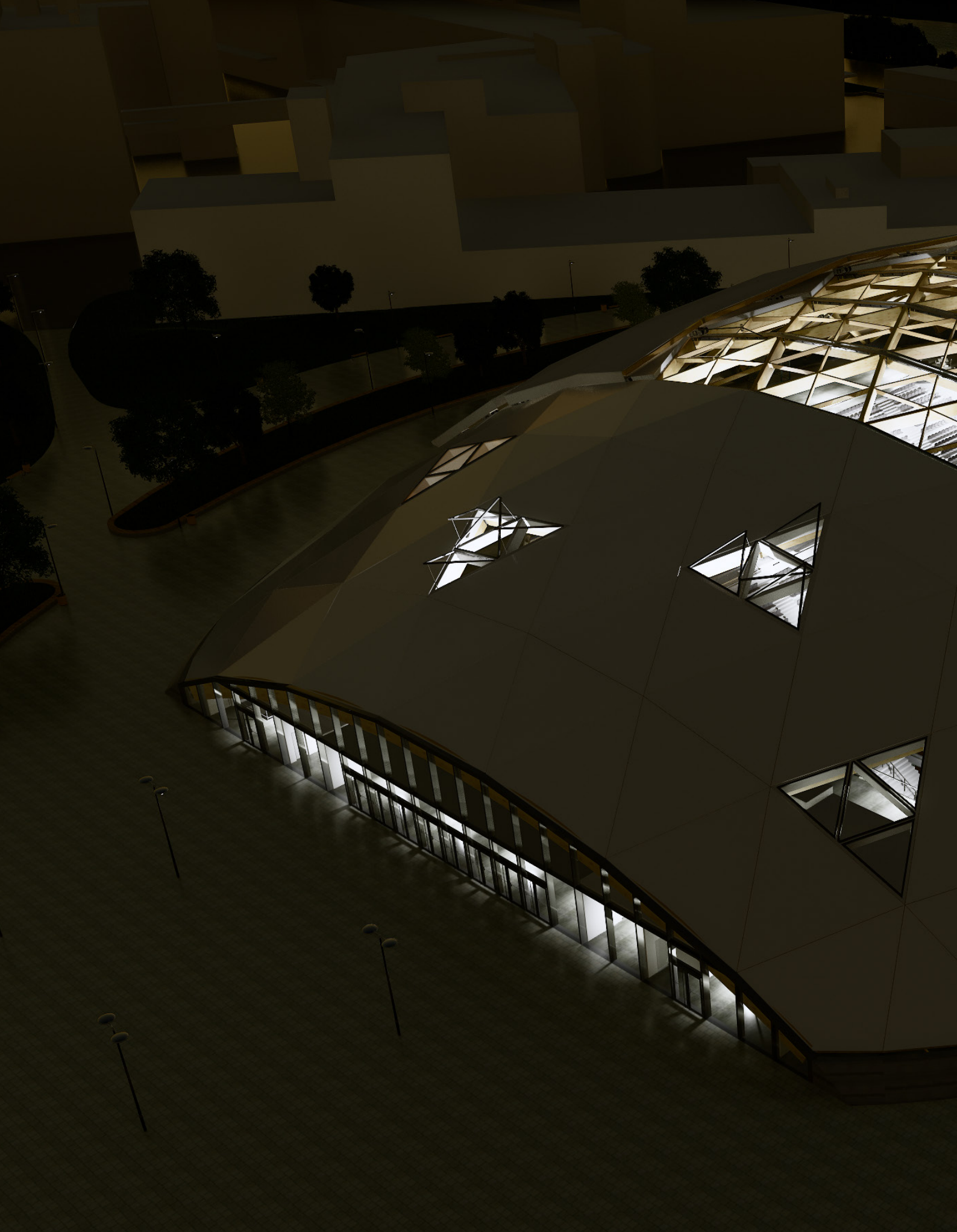


Abb.E.V2-II Schaubild Vogelperspektive bei Nacht

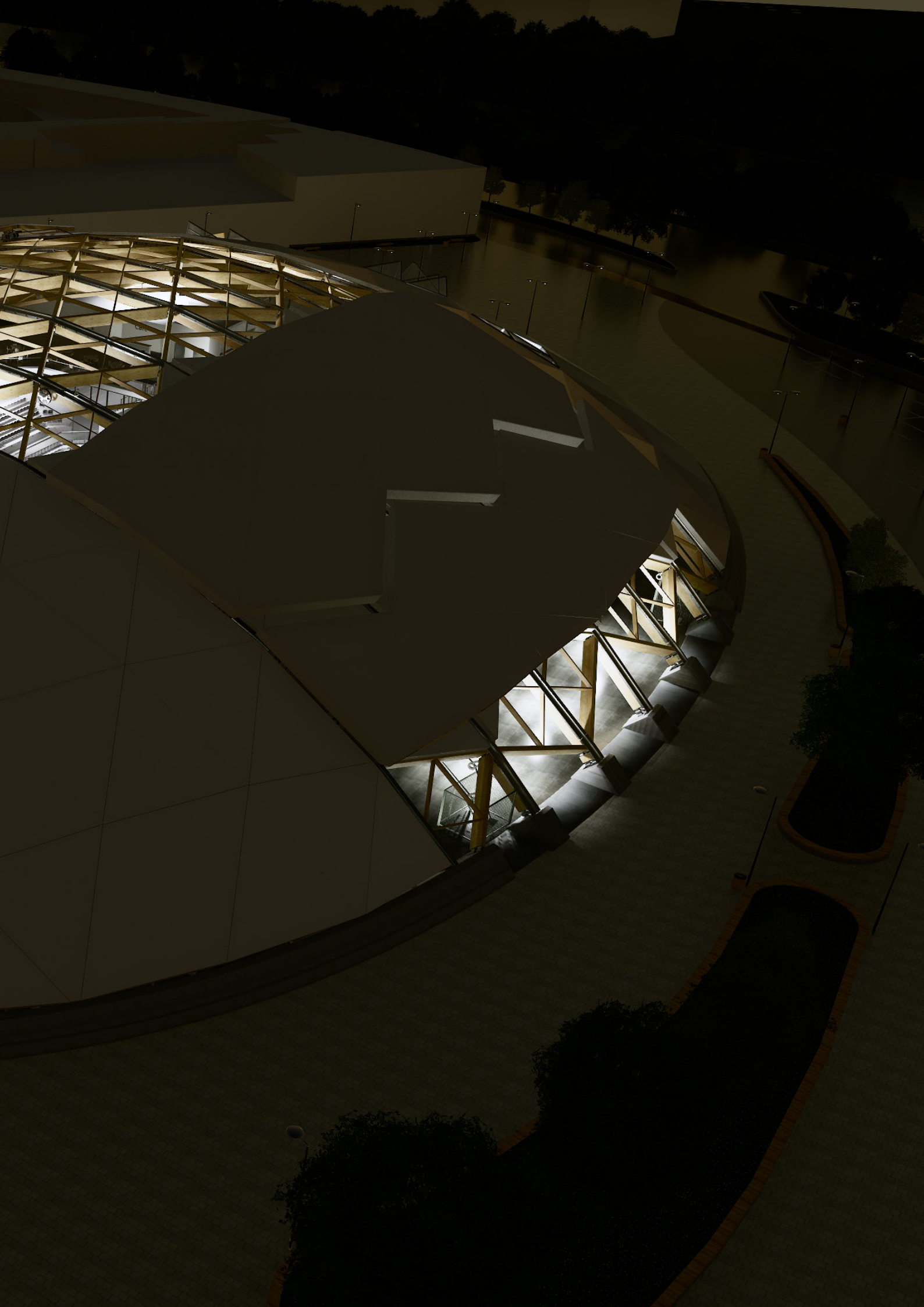
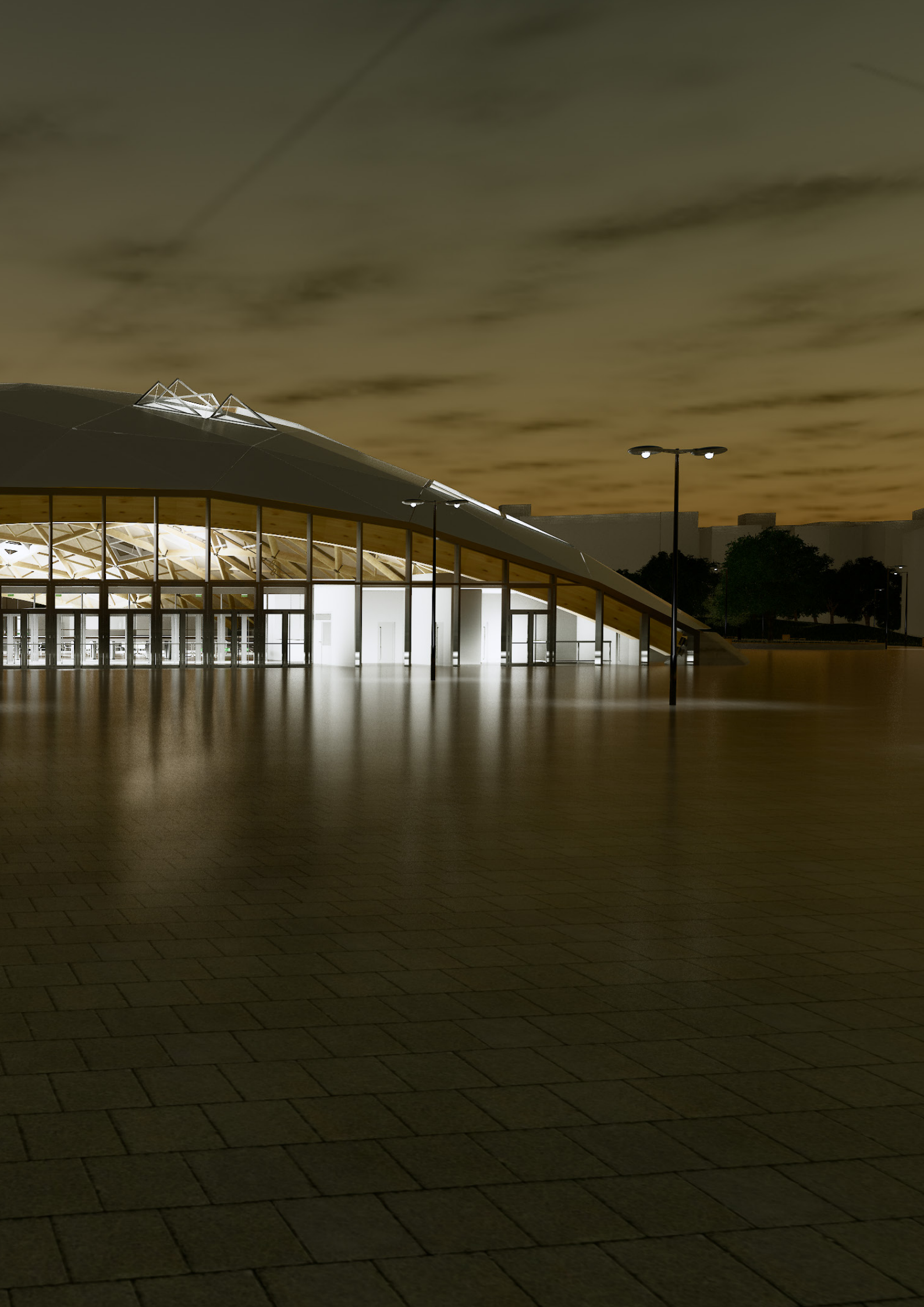


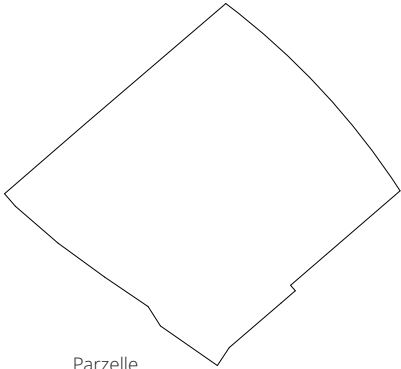


Abb.E.V2-I2 Schaubild Perspektive Aussen bei Nacht



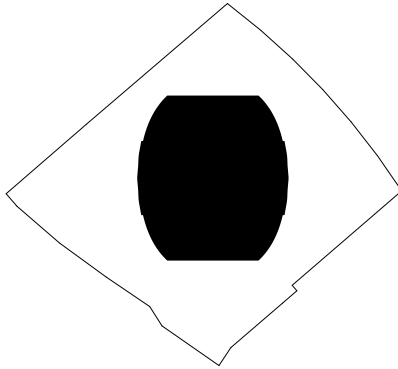
E.VI FLÄCHENNACHWEIS

Grundstück



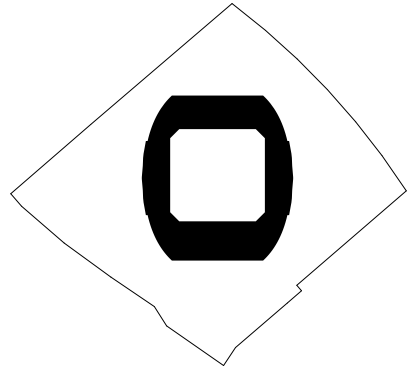
Parzelle
GF: 32 108,45 m²

Dach

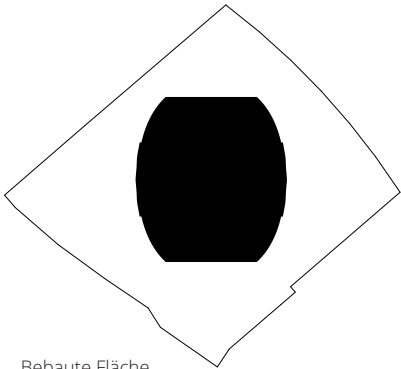


Bebaute Fläche
BF: 9 636,61m²

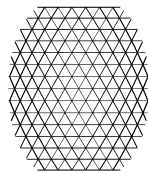
EG



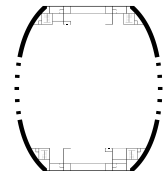
Brutto Grundfläche
BGF: 5 887,76 m²



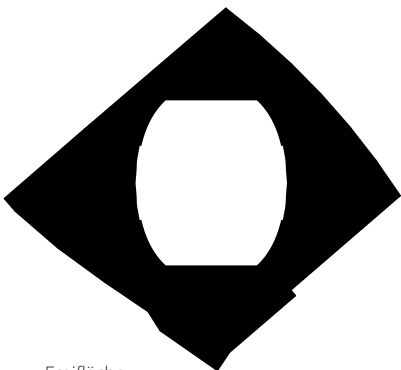
Bebaute Fläche
BF: 9 636,61m²



Konstruktionsfläche
KF: 1 819,68 m²



Konstruktionsfläche
KF: 660,64 m²



Freifläche
FF: 22 471,84 m²

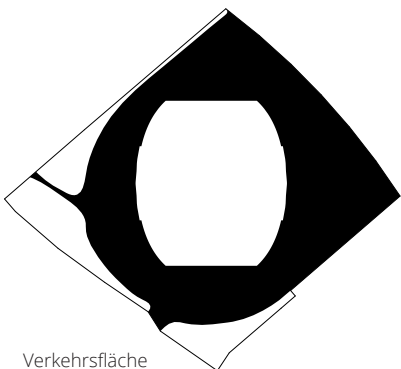
Tribüne



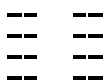
Nutzfläche
NF: 1 736,80 m²



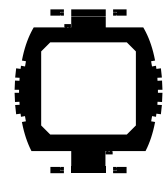
Nutzfläche
NF: 817,73 m²



Verkehrsfläche
VF: 17 917,59 m²



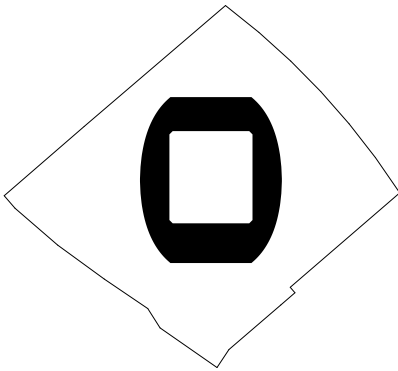
Verkehrsfläche
VF: 281,76 m²



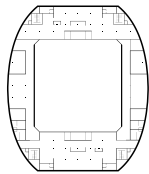
Verkehrsfläche
VF: 4 182,19 m²

Abb.E.VI-I Flächennachweis

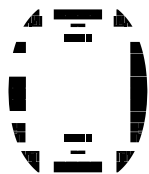
1 UG



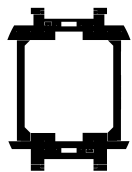
Brutto Grundfläche
BGF: 5 748,93 m²



Konstruktionsfläche
KF: 671,08 m²

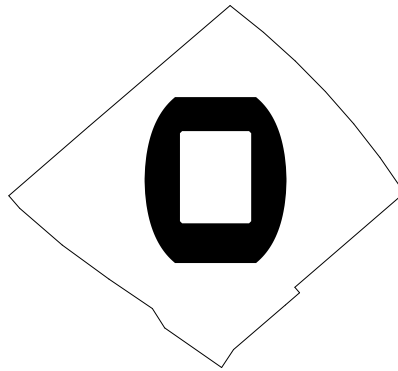


Nutzfläche
NF: 2 038,96 m²

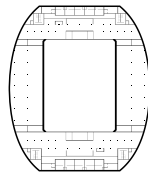


Verkehrsfläche
VF: 2 698,76 m²

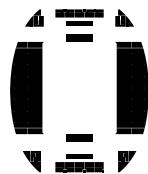
2 UG



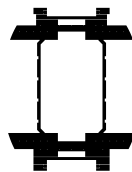
Brutto Grundfläche
BGF: 6 222,31 m²



Konstruktionsfläche
KF: 752,86 m²

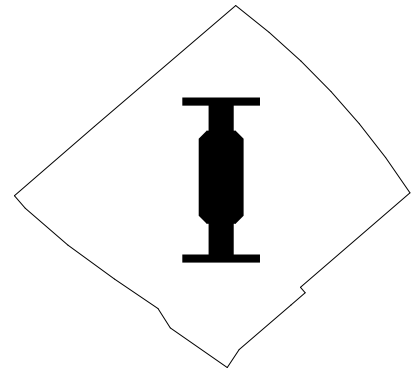


Nutzfläche
NF: 3 415,66 m²

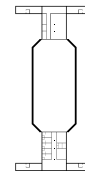


Verkehrsfläche
VF: 2 390,03 m²

3 UG



Brutto Grundfläche
BGF: 2 937,50 m²



Konstruktionsfläche
KF: 351,88 m²



Nutzfläche
NF: 1 569,38 m²



Verkehrsfläche
VF: 1 020,44 m²

F

CONCLUSIO

F CONCLUSIO

Schlussendlich stellt sich die Frage was für ein Ergebnis die Arbeit liefert. Wurden die angestrebten technischen und architektonischen Ziele erreicht und wurden die für die Gesellschaft gewinnbringenden Bestrebungen erfüllt?

Solche Fragen lassen sich ohne eine tatsächliche Realisierung schwer beantworten. Selbst nach einer Verwirklichung kann es bei vielen Projekten sehr lange dauern, bis ein erwartungsgemäßer Mehrwert oder gezielte gesellschaftliche Effekte ablesbar sind. Einfacher lässt sich die Frage beantworten, ob der Entwurf die anfänglich definierten Ziele inhaltlich zu einem Ergebnis bringt. Die idealistische Idee mit dem Entwurf einen positiven Einfluss auf die Gesellschaft zu haben, lässt sich nur durch ein fiktives Szenario beurteilen. Trotz allem sollte man als Planer nicht darauf verzichten seine Gedanken und Intentionen anhand des Ergebnisses noch einmal zu reflektieren. Letztendlich lässt sich nur eine architektonische und technische Funktionalität mit Gewissheit bewerten.

Ergebnis

Ein Bauwerk dieser Art im städtischen Kontext ist oft mit gewissen Risiken verbunden. Die Größe und Gestalt solcher Projekte kann zu unerwünschten Reaktionen und städtebaulichen Situationen führen. Der verhältnismäßig filigrane Entwurf bettet sich mit seiner Form gut in die Umgebung ein und reagiert mit der Versenkung in den Boden auf eine übertriebene Höhenentwicklung. Die Bauweise folgt einer Struktur, die in der Natur vorkommt und verwendet natürliche Baustoffe wie Holz. Wichtige Aspekte, die verhindern, dass das Objekt als parasitär empfunden wird.

Ob die Kombination der hohen technischen Anforderungen an das Gebäude, eine anspruchsvolle Architektur und die Tragwerkslösung mit einer optischen Eleganz gelöst wurden, liegt im Auge des Betrachters. Definitiv wurden schlüssige Lösungen entwickelt, die dem Projekt ein qualitatives Erscheinungsbild geben. Zweifelsohne sind die Vorteile eines wandelbaren Daches zu erkennen und ablesbar. Daraus ergibt sich eine Funktionalität, die Potenzial hat gesellschaftlich Einfluss zu nehmen und die anfänglichen Ziele zu erfüllen. Die Arbeit zeigt wie Tragwerke eine positive Stimmung erzeugen können und nicht nur als reine Funktionssysteme agieren müssen. Eine gute Ausgangslage, um Besuchern Architektur aus technischer Sicht näher zu bringen. Die Kombination aus dem natürlichen Rohstoff Holz und den hochtechnisierten Komponenten zeigt die Verwendungsvielfalt des nachhaltigen Baustoffs.

Letztendlich kommt das Projekt zu einem nachvollziehbaren Ergebnis mit einer sinnvollen und positiven Verflechtung von Funktionalität und Architektur.

G

ANNEX

- I Verzeichnisse
 - 1 Abbildungsverzeichnis
 - 2 Planverzeichnis
 - 3 Quellenverzeichnis
 - 4 Literaturverzeichnis
- II Lebenslauf

G.I VERZEICHNISSE

G.I.1 Abbildungsverzeichnis

A EINLEITUNG

Abb.A-1 Skizze Vorentwurf Arena Die, Bleistiftzeichnung, Software: Adobe Photoshop CC 2017, Grafik: Emanuel Lebo

Abb.A-2 Arbeitsmodell Vorentwurf Campusidee, Arbeitsmodell Modelliermasse, Software: PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.A-3 Skizze Vorentwurf Campusidee, Bleistiftzeichnung, Software: PS CC 2017, Grafik: EL

B ANALYSE

B.I Verortung

B.I.1 Standort

Abb.B.I.1-1 Grafik Wien mit Lage des Bauplatzes, Software: Adobe Illustrator CC 2017, Grafik: EL

Abb.B.I.1-2 Grafik 3. Bezirk mit Lage des Bauplatzes, Software: AI CC 2017, Grafik: EL

B.I.2 Bauplatz

Abb.B.I.2-1 Lageplan Vogelperspektive, Daten: Google Earth Pro, Software: AI CC 2017, Grafik: EL

B.I.3 Erschließung

Abb.B.I.3-1 Foto Blick von Stadionbrücke auf Donaukanal, Foto: EL

Abb.B.I.-2 Grafik Erschließung Grundstück, Software: Graphisoft ArchiCAD-64 16, AI CC 2017, Grafik: EL

B.II Gebaute Beispiele

Abb.B.II-1 Grafik Arenen in Österreich, Software: AI CC 2017, Grafik: EL

Abb.B.II-2 Foto Stadthalle, Daten: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Wiener_Stadthalle_Aussen_2008.jpg, letzter Zugriff 23.09.2017

Abb.B.II-3 Foto Stadthalle Graz, Daten: <http://www.mcg.at/messegraz.at/en/locations/stadthalle-graz/stadthalle-graz.php>, letzter Zugriff 23.09.2017

Abb.B.II-4 Foto Albert Schulz Halle, Daten: <https://files.eversports.com/e1e79ffd-848f-44bd-97fb-7f6024ccb376/eissportzentrum-kagran-large.jpg>, letzter Zugriff 23.09.2017

Abb.B.II-5 Foto Olympiahalle Innsbruck, Daten: <https://www.olympiaworld.at/arenen-angebote/die-arenen/olympiahalle/>, letzter Zugriff 23.09.2017

Abb.B.II-6 Foto Linz Tips Arena, Daten: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7f/Linz_Intersport_Arena.jpg, letzter Zugriff 23.09.2017

Abb.B.II-7 Foto Salzburg Arena, Daten: <http://www.hh-zt.at/leistungsprofil/tragwerksplanung/ingenieurbau.html>, letzter Zugriff 23.09.2017

B.III Tragwerksanalyse

Abb.B.III-1 Gegenüberstellung der Spannweiten von Holzdachkonstruktionen, Daten: <http://www.proholz.at/zuschnitt/07/weit-spannen-in-holz/>, Software: ArchiCAD16, AI CC 2017, Grafik: EL

Abb.B.III-2 symbolische Darstellung Entwurf, Software: ArchiCAD16, AI CC 2017, Grafik: EL

Abb.B.III-3 Grafik Einfeld-, Mehrfeldträger, Daten: Werner, Zimmer, „Holzbau 2“, 2010, Software: ArchiCAD16, AI CC 2017, Grafik: EL

Abb.B.III-4 Grafik Fachwerkträger, Dreigelenksstabszug, Daten: Werner, Zimmer, „Holzbau 2“, 2010, Software: ArchiCAD16, AI CC 2017, Grafik: EL

Abb.B.III-5 Grafik Dreigelenk-, Zweigelenkrahmen, Daten: Werner, Zimmer, „Holzbau 2“, 2010, Software: ArchiCAD16, AI CC 2017, Grafik: EL

Abb.B.III-6 Grafik Fachwerkträger, Dreigelenkrahmen, Zweigelenkrahmen, Daten: Werner, Zimmer, „Holzbau 2“, 2010, Software: ArchiCAD16, AI CC 2017, Grafik: EL

Abb.B.III-7 Grafik Dreigelenkbogen, Fachwerkbogen, Daten: Werner, Zimmer, „Holzbau 2“, 2010, Software: ArchiCAD16, AI CC 2017, Grafik: EL

Abb.B.III-8 Grafik Raumfachwerk, Gitternetztragwerke, Daten: Werner, Zimmer, „Holzbau 2“, 2010, Software: ArchiCAD16, AI CC 2017, Grafik: EL

Abb.B.III-9 Grafik Flächenverhältnis Kugelkalotten,

Daten: Natterer, Herzog, Volz, „Holzbauatlas Zwei“, 2001, Software: ArchiCAD16, Grafik: EL

C ZIELE

Abb.C-1 Grafik Untersicht Tragwerk, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

D METHODIK-KONZEPT

D.I Methodik

Abb.D.I-1 Grafik Veranstaltungen mit verschiedenen Anforderungen, Software: AI CC 2017, Grafik: EL

Abb.D.I-2 Grafik offene und geschlossene Situationen, Software: AI CC 2017, Grafik: EL

Abb.D.I-3 Grafik Reaktion auf die Belichtung, Software: AI CC 2017, Grafik: EL

Abb.D.I-4 Grafik Reaktion auf das Wetter, Software: AI CC 2017, Grafik: EL

D.II Konzept der Form

Abb. D.II-1 Grafik Netzwerkkuppel, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb. D.II-2 Grafik Konzept Formfindung, ArchiCAD16, AI CC 2017, Grafik: EL

Abb. D.II-3 Grafik Konzept Formfindung, ArchiCAD16, AI CC 2017, Grafik: EL

Abb. D.II-4 Grafik Vorteile der geodätischen Kuppelform, Daten: <https://www.futurumdomes.com/das-prinzip/>, 24.09.20, 17, Software: AI CC 2017, Grafik: EL

D.III Konzept der Wandelbarkeit

Abb. D.III-1 Grafik Buch IL 5, Otto Frei, wandelbare Dächer, Daten: Otto Frei, „IL 5-Wandelbare Dächer“, 1972, Software: AI CC 2017, Grafik: EL

Abb. D.III-2 Grafik Teilungsvarianten, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb. D.III-3 Grafik Teilung und Drehpunkt unterschiedlich, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC

2017, Grafik: EL

Abb. D.III-4 Grafik Teilung und Drehpunkt gleich, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

E RESULTAT

E.I Pläne

E.I.1 Grundrisse

Abb.E.I.1-1 Grafik Dachdraufsicht 3D, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.I.1-2 Grafik Erdgeschoß 3D Schnitt, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.I.1-3 Grafik Untergeschoß -1 3D Schnitt, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.I.1-4 Grafik Untergeschoß -2 3D Schnitt, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.I.1-5 Grafik Untergeschoß -3 3D Schnitt, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.I.1-6 Grafik Vogelperspektive, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

E.I.2 Schnitte

Abb.E.I.2-1 Grafik 3D Querschnitt A-A, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.I.2-2 Grafik 3D Querschnitt mit geöffnetem Dach, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.I.2-3 Grafik 3D Längsschnitt B-B, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.I.2-4 Grafik 3D Längsschnitt mit geöffnetem Dach, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

E.I.4 Nutzungskonzepte

Abb.E.I.4-1 Treppen und Stiegenhäuser, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.I.4-2 Bestuhlung Tribüne, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.I.4-3 Bestuhlung Boxveranstaltung, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.I.4-4 Stehplätze am Parkett, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.I.4-5 Bestuhlung Konzert, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

E.II Tragwerk

E.II.1 Fundamente

Abb.E.II.1-1 Grafik Fundamente, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.II.1-2 Grafik Ausschnitt Fundamente, Software: SketchUp Pro 2017, V-Ray 3.4 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

E.II.2 Tragsystem

Abb.E.II.2-1 Grafik Explosionsdarstellung Tragwerk, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.II.2-2 Grafik Tragwerk gesamt, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

E.II.3 Verbindungen

Abb.E.II.3-1 Grafik Tragwerk gesamt, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.II.3-2 Darstellung des Verbindungsknoten, Software: SketchUp Pro 2017, V-Ray 3.4 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.II.3-3 Explosionsdarstellung des Verbindungsknoten, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

E.III Hülle

Abb.E.III-1 Grafik Hülle auf Tragwerk, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.III-2 Grafik Schnitt durch die Hülle, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

E.IV Technik

E.IV.1 Schienensystem

Abb.E.IV.1-1 Grafik Schienensystem, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.IV.1-2 Grafik Befestigung Schienen am Fundament, Software: SketchUp Pro 2017, V-Ray 3.4 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

E.IV.2 Hydraulikwagen

Abb.E.IV.2-1 Perspektive Hydraulikwagen, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

E.IV.3 Zugsystem

Abb.E.IV.3-1 Seilzugsystematik, Software: SketchUp Pro 2017, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.IV.3-2 Seilwinden mit Hydromotor, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

E.V Schaubilder

E.V.1 Öffnungsprozess

Abb.E.V-1 Öffnungsprozess 1, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.V.I-2 Öffnungsprozess 2, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.V.I-3 Öffnungsprozess 3, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.V.I-4 Öffnungsprozess 4, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

E.V.2 Impressionen

Abb.E.V.2-1 Schaubild Vogelperspektive, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.V.2-2 Schaubild Perspektive Aussen Dach geöffnet, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.V.2-3 Schaubild Perspektive Aussen Dach geschlossen, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.V.2-4 Schaubild Seitenansicht Aussen, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.V.2-5 Schaubild geöffnetes Dach innen, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.V.2-6 Schaubild geschlossenes Dach innen, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.V.2-7 Schaubild Blick auf die Aktionsfläche, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.V.2-8 Schaubild Blick aus einer kleinen Loge, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.V.2-9 Schaubild Blick aus einer großen Loge, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.V.2-10 Schaubild Blick vom Eingangsbereich in die Halle, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.V.2-11 Schaubild Perspektive Aussen bei Nacht, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

Abb.E.V.2-12 Schaubild Perspektive Aussen bei Nacht, Software: SketchUp Pro 2017, Enscape 2.0 for SKP, PS CC 2017, Grafik: EL

E.VI Flächennachweis

Abb.E.VI-1 Flächennachweis, Software: ArchiCAD16, Grafik: EL

G.I.2 Planverzeichnis

B ANALYSE

B Verortung

B.I.2 Bauplatz

Plan.B.I.2-1 Lageplan, Software: ArchiCAD 16, Adobe Illustrator CC 2017, Verfasser: Emanuel Lebo

B.III TRAGWERKSANALYSE

Plan .B.III-1 Lageplan Abmessungen Bauplatz, Software: ArchiCAD 16, AI CC 2017, Verfasser: EL

E RESULTAT

E.I Pläne

E.I.1 Grundrisse

Plan.E.I.1-1 Lageplan, Software: ArchiCAD 16, AI CC 2017, Verfasser: EL

Plan.E.I.1-2 Erdgeschoß mit Umgebung, Software: ArchiCAD 16,, Verfasser: EL

Plan.E.1.1-3 Dachdraufsicht, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.1.1-4 Erdgeschoß, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.1.1-5 Untergeschoß -1, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.1.1-6 Untergeschoß -2, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.1.1-7 Untergeschoß -3, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.I.1-8 Ausschnitt EG, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.1.1-9 Ausschnitt UG -1, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.I.1-10 Ausschnitt UG -2, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.I.11 Ausschnitt UG -3, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

E.I.2 Schnitte

Plan.E.I.2-1 Querschnitt A-A, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.I.2-2 Längsschnitt B-B, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.I.2-3 Ausschnitt Schnitt B-B, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.I.2-4 Ausschnitt Schnitt A-A, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

E.I.3 Ansichten

Plan.E.I.3-1 Ansicht West geschlossen, Software: ArchiCAD 16, AI CC 2017, Verfasser: EL

Plan.E.I.3-2 Ansicht West geöffnet, Software: ArchiCAD 16, AI CC 2017, Verfasser: EL

Plan.E.1.3-3 Ansicht Nord geschlossen, Software: ArchiCAD 16, AI CC 2017, Verfasser: EL

Plan.E.I.3-4 Ansicht Nord geöffnet, Software: ArchiCAD 16, AI CC 2017, Verfasser: EL

E.I.4 Nutzungskonzepte

Plan.E.I.4-1 EG Entfluchtung, , Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.I.4-2 UG -2 Entfluchtung, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

E.II Tragwerk

E.II.1 Fundamente

Plan.E.II.1-1 Ansicht Fundamente, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

E.II.2 Tragsystem

Plan.E.II.2_1 Grundrisse Tragwerk, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.II.2-2 Tragwerk Längsschnitt, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.II.2_3 Tragwerk Querschnitt, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.II.2-4 Tragwerk Grundriss gesamt, Software:

ArchiCAD 16, Verfasser: EL

E.II.3 Verbindungen

Plan.E.II.3-1 Detail A Sternknotenverbindung, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.II.3-2 Tragwerk Querschnitt, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.II.3-3 Detailschnitt Verbindungsknoten, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

E.III Hülle

Plan.E.III-1 Draufsicht Hüllen, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.III-2 Ansicht statische Hülle, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

E.IV Technik

E.IV.1 Schienensystem

Plan.E.IV.1-1 Schienenachsen, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.IV.1-2 Detail Befestigung Schienen am Fundament, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.IV.1-3 Ansicht Schienenführung, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

E.IV.2 Hydraulikwagen

Plan.E.IV.2-1 Detail Hydraulikwagen Längsansicht, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

Plan.E.IV.2-2 Detail Hydraulikwagen Queransicht, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

E.IV.3 Zugsystem

Plan.E.IV.3-1 Untergeschoß -2, Software: ArchiCAD 16, Verfasser: EL

G.I.3 Quellenverzeichnis

- 1 Wiener Stadthalle Betriebs- und Veranstaltungsgesellschaft m.b.H., <https://www.stadthalle.com/de/veranstalter>, letzter Zugriff 23.09.2017
- 2 mcg Graz, <http://www.mcg.at/stadthallegraz/eckdaten-stadthalle-graz.php>, letzter Zugriff 23.09.2017
- 3 Eissport Errichtungs- Betriebs- und Management GmbH, <http://www.albertschultzeishalle.at/halle-1-102.html>, , letzter Zugriff 23.09.2017
- 4 Olympia Sport- und Veranstaltungszentrum Innsbruck GmbH <https://www.olympiaworld.at/arenen-angebote/die-arenen/olympiahalle/>, letzter Zugriff 23.09.2017
- 5 LinzWiki, https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7f/Linz_Intersport_Arena.jpg, letzter Zugriff 23.09.2017
- 6 Heinrich + Hudritsch ZT GMBH, <http://www.hh-zt.at/leistungsprofil/tragwerksplanung/ingenieurbau.html>, letzter Zugriff 23.09.2017
- 7 WERNER, Gerhard und ZIMMER, Karlheinz „Holzbau 2“, S.176ff.
- 8 DUPRAZ, Pierre-André - Lignum, Le Mont-sur-Lausanne, In: „Holzbau - Hallen“, S.7
- 9 NATTERER, Julius, HERZOG, Thomas und VOLZ, Michael „Holzbau Atlas Zwei, 2001“, S.222ff.
- 10 KORJENIC, Sinan „Tragwerksplan für Hochbauprojekte,“ TU Wien Skript, WS 2014, S.75
- 11 HERBERT, Markert (2002: „Weit spannen in Holz; Lasten verteilen, Festigkeit bündeln“ , Pro Holz, <http://www.proholz.at/zuschnitt/07/weit-spannen-in-holz/> letzter Zugriff; 25.9.2017
- 12 vgl. HÄRING, Christoph und SCHNEIDER, Roman (2012); „Riesenkuppel aus Holz“ In: TEC 21(2012) S.21ff.
- 13 BOGUSCH, Walter Dr., Der grosse Bruder: Saldome 2, Broschüre nl69_Bogusch, http://www.forumholzbau.com/pdf_12/nl69_Bogusch.pdf, letzter Zugriff, 20.08.2017
- 14 ENERPAC <http://www.enerpac.com/de/projects/m-rkte/geb-ude-und-stadien/das-stadiondach-des-chinesischen-nantong-stadions-wird-mit-hydraulik-geoeffnet-und-geschlossen>, letzter Zugriff: 26.09.2017
- 15 ENERPAC, Online Broschüre, http://www.enerpac.com/sites/default/files/9440_buildings_stadiums.pdf, letzter Zugriff, 20.09.2017
- 16 Futurum Domes IMC OG, Das Prinzip, <https://www.futurumdomes.com/das-prinzip/>, letzter Zugriff: 25.09.2017
- 17 Puuinfo Ltd. , Hallentragwerke , <http://www.woodproducts.fi/de/content/hallentragwerke>, letzter Zugriff: 25.09.2017
- 18 https://books.google.at/books?id=QIGhBgAAQBAJ&pg=PA110&lpg=PA110&dq=hallentragwerk+ensphere+vorteile&source=bl&ots=0JBPS4yhuP&sig=Ofybc8JHmL_ePteryHNX82jkcLQ&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwia78zYs5DVAhXEJVAKHQ7qBeAQ6AEITzAH#v=onepage&q=hallentragwerk%20ensphere%20vorteile&f=false
- 19 BÜREN, von Charles, Funktion & Form: Gestaltungsvielfalt im Ingenieur-Holzbau, Springer-Verlag, 2013, Online Buch, https://books.google.at/books?id=QIGhBgAAQBAJ&pg=PA110&lpg=PA110&dq=hallentragwerk+ensphere+vorteile&source=bl&ots=0JBPS4yhuP&sig=Ofybc8JHmL_ePteryHNX82jkcLQ&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwia78zYs5DVAhXEJVAKHQ7qBeAQ6AEITzAH#v=onepage&q=hallentragwerk%20ensphere%20vorteile&f=false, letzter Zugriff: 25.09.2017

- 21 GÖRLACHER, Rainer, Karlsruher Tage 2012 - Holzbau: Forschung für die Praxis, Online Buch KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, 2012, [https://books.google.at/books?id=gudAlIP4y5IC&dq=Kuppel+Indoor-Eishalle+%22Ice+Park+Eilat%22+-+Eilat+\(Israel\)&hl=de&source=gbs_navlinks_s](https://books.google.at/books?id=gudAlIP4y5IC&dq=Kuppel+Indoor-Eishalle+%22Ice+Park+Eilat%22+-+Eilat+(Israel)&hl=de&source=gbs_navlinks_s), letzter Zugriff: 25.09.2017
- 22 NATTERER, Julius, HERZOG, Thomas, VOLZ, Michael; Holzbau Atlas, Birkhäuser Verlag, 2001

G.I.4 Literaturverzeichnis

- HEGGER, Manfred, AUCH-SCHWELK, Volker, FUCHS, Matthias, ROSENKRANZ, Thorsten; Baustoff Atlas, Edition Detail, 2005
- NATTERER, Julius, HERZOG, Thomas, VOLZ, Michael; Holzbau Atlas, Birkhäuser Verlag, 2001
- WERNER, Gerhard, ZIMMER, Karlheinz; Holzbau 2, 4. neu bearbeitete Auflage, Springer Verlag, 2010
- WIMMER, Martin, mit Beitrag von, VOLKWIN, Marg, HUMANN, Inka, Handbuch und Planungshilfe Stadionbauten, DOM Publishers, 2014
- OTTO, Paul Frei, IL 5 Wandelbare Dächer, IL-Mitteilung vom ehemaligen Institut für Leichte Flächen-tragwerke auf der Technischen Hochschule Stuttgart, 1972
- ENGEL, Heino, Tragsysteme, Structure Systems, Hatje Cantz, 2009
- STÜRZEBECKER, Peter, ULRICH, Sigrid, Architektur für Sport, Berlin, Bauwesen, 2001
- LLORELLA, Anja, Stadium design, Daab, Köln, 2006
- CARRARD, Philippe, ETH Sport Center Science City, 2009
- MEINHARD, Gerkan, Shanghai Oriental Sports Center in China, Jovis Verlag GmbH Jun 2015
- BATELKA, Gerald, Aufgelöste Hallentragwerke in Holz unter besonderer Berücksichtigung der Verbindungsmittel aus arc, Diplomarbeit TU Wien, 1997
- BERTHOLD, Manfred, Hochbau - Einführung, TU Wien, Skriptum zur Vorlesung, 2009
- PRIEBERNIG, Heinz, Hochbau I - Konstruktion, TU Wien, Skriptum zur Vorlesung, 2010
- PRIEBERNIG, Heinz, Baudurchführung + AVA, TU Wien, Skriptum zur Vorlesung, 2011
- HÄRING, Hermann Christoph, Zur Konstruktion von Holznetzschalen, Tec21, 2001, Schweizer Ingenieur und Architekt, 1979-2000
- KORJENIC, Sinan „Tragwerksplan für Hochbauprojekte,“ TU Wien Skript, WS 2014,
- Leitfaden Harmonisierte Anforderungen an Bauwerke und sonstige Einrichtungen für größere Menschenansammlungen, Stand 07.09.2013
- Österreichisches Institut für Bautechnik, Befüllen und Entleeren von Veranstaltungsstätten, OIB aktuell, 2013
- BÜREN, von Charles, Funktion & Form: Gestaltungsvielfalt im Ingenieur-Holzbau, Springer-Verlag, 2013
- GÖRLACHER, Rainer, Karlsruher Tage 2012 - Holzbau: Forschung für die Praxis, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, 2012

G.II Lebenslauf

Emanuel Pero Lebo

Adresse

Markgraf-Rüdiger Straße 12/7, 1150 Wien

E-mail

emanuel.lebo@gmx.at

Geburtsdatum

26.10.1987

Curriculum Vitae

Bildungsweg

Studium

Seit Oktober 2016 Masterarbeit Architektur und Raumplanung an der Technischen Universität Wien (Thema: Stadarena Wien – Eine neue wandelbare Sport- und Veranstaltungshalle)

November 2014 Abschluss des Bachelorstudiums Architektur und Raumplanung an der Technischen Universität Wien

2012 fünf Monate Auslandsstudium in Deutschland an der Technischen Universität Berlin (Projektbezogener Aufenthalt mit Abschluss der Bachelorarbeit; Thema: Schindler Award 2012, healing space, healing place)

Schule

2006 Matura am GRG XV Auf der Schmelz

Berufserfahrung

seit April 2017 Mitarbeiter im Bauträger Büro – PR Bauträger

seit 2013 Visualisierungen für diverse Architekten- und Bauträgerbüros

Juli 2013-Jänner 2016 Mitarbeiter im Ziviltechniker und Planungsbüro Bau.Gefährtinnen

Sep 2011-Nov 2013 Projektbezogene Arbeit bei T.O.C Tecno Office Consult

2011-2012 CAD-Veranstaltungsplanung für grasl&partner

Kompetenzen

EDV-Kenntnisse

Adobe Programme (gut), ArchiCAD (sehr gut), Microsoft Office Programme (gut), Sketch Up (sehr gut); V-ray (gut)

Sprachkenntnisse

Deutsch (Muttersprache), Englisch (in Wort und Schrift), Kroatisch (Grundkenntnisse)

Danke!
G T M P K I C H
P S A C D M D S F F D O M B J H

EPL