



### Eidstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

.....  
Datum

.....  
Unterschrift



Michela Thaler, BSc

# VELODROMO OLIMPICO

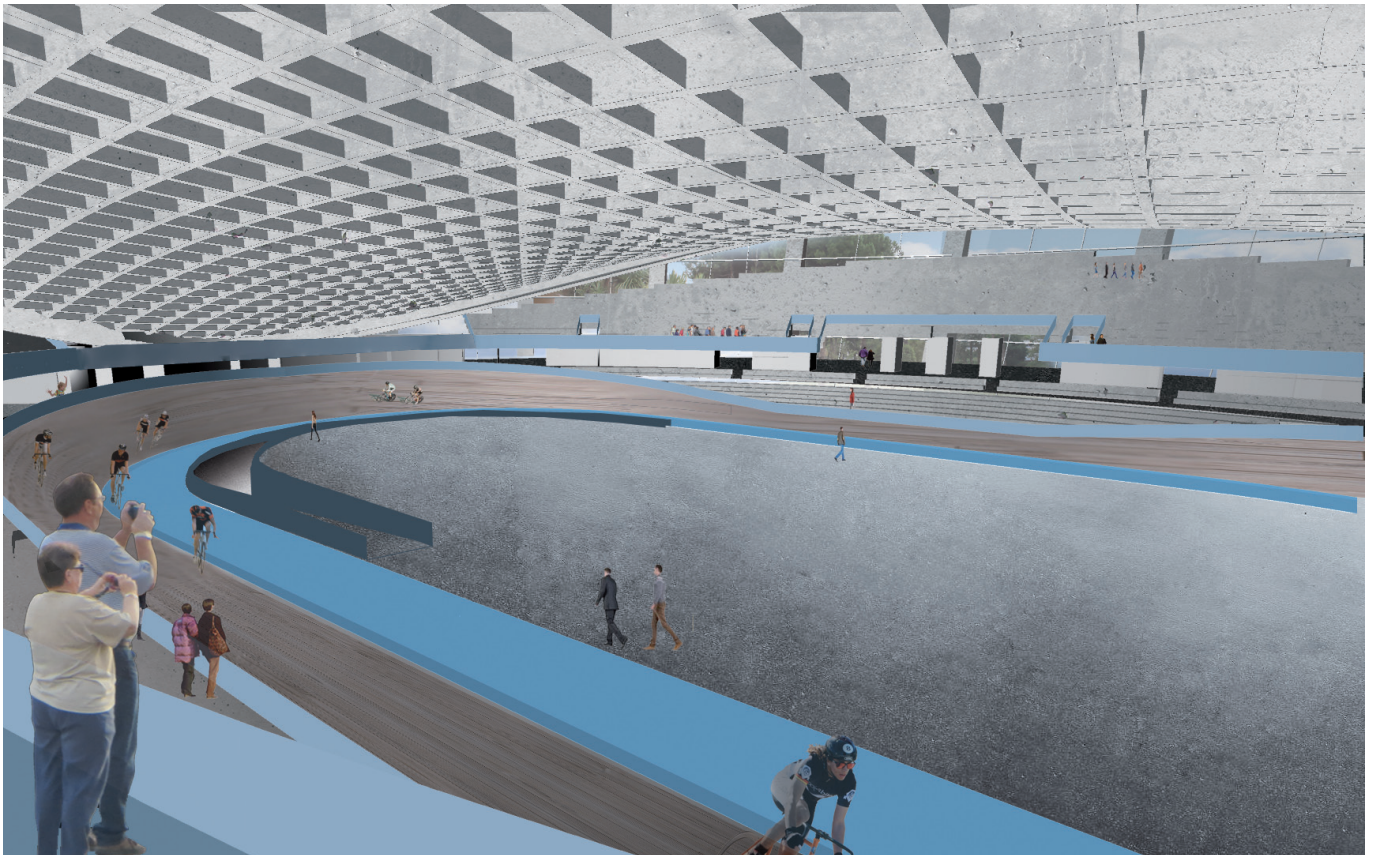
**CENTRO PER IL CICLISMO ITALIANO A ROMA –  
ZENTRUM DES ITALIENISCHEN RADSPO RTS IN ROM**

## **MASTERARBEIT**

zur Erlangung des akademischen Grades  
Diplom-Ingenieurin  
Masterstudium Architektur

eingereicht an der  
**Technische Universität Graz**

Betreuer  
Univ.-Prof. Dipl. Ing. Stefan Peters  
Institut für Tragwerksentwurf



01\_Innenperspektive

# MOTIVATION

Die Motivation ein Zentrum für den italienischen Radsport und ein Velodrom zu planen, entstand zum Einen aus meiner persönlichen Begeisterung zum Radsport, zum Anderen aus der durchwachsenen Geschichte des ehemaligen Velodromo Olimpico in Rom.

Der Radsport hat in Italien seit Langem Tradition. Trotzdem gibt es kein Zentrum für die Disziplinen Bahnrad, Rennrad und Mountainbike. Die Strecken, Bahnen und Verbände sind dezentral gelegen und erschweren Training, Rennen und Großveranstaltungen.

Rom bezeichnet sich als Hauptstadt des Sports, besitzt aber, seit der Sprengung des Velodromo Olimpico im Jahre 2008, keine Einrichtungen für den Radsport mehr.

Falls Rom, wie angekündigt, sich für die Sommer-Olympiade 2024 bewirbt, macht es den Bau eines Velodrom unausweichlich.

Diese Tatsachen veranlassen mich zur Planung eines Velodroms, mit Schwerpunkt auf dem Tragwerk, das den Radsport zusammenführt und optimale Bedingungen für Wettkämpfe und Training bietet.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>DER BAHNRADSPORT</b>	<b>09</b>
die Geschichte des Bahnradsports	10
das Fahrrad	14
die Bahn	16
die Disziplinen	20
<b>DAS VELODROM</b>	<b>23</b>
Anforderungen	24
Bsp: London Velodrome	26
Bsp: Velodrom Berlin	28
<b>STANDORT</b>	<b>31</b>
Quartiere dell' EUR	32
Velodromo Olimpico	46
Bilddokumentation Standort	48
Verkehr	54
Bebauungsplan	56
<b>ENTWURF</b>	<b>59</b>
Entwurfsbeschreibung	62
Lageplan	64
Grundriss Ebene 2	66

Grundriss Ebene 1	68
Grundriss Ebene 0	70
Grundriss Ebene -1	72
Schnitte	74
Ansichten	76
Detail 01	80
Detail 02	84
Detail 03	86
Detail 04   05	88
Erschließung	90
Fluchtwege	94
Tribünen	98

## **TRAGWERK** **101**

Tragwerksentwurf	102
Referenzprojekte Dachkonstruktion	104
Berechnung der Dachkonstruktion mit RFEM	108
Berechnung Lastaufstellung	112
Ergebnisse Durchbiegung	114
Ergebnisse Auflagerreaktionen	116

## **ANHANG** **121**

Quellenverzeichnis	122
Abbildungsverzeichnis	125
Danksagung	129



# **DER BAHNRADSPORT**

# DIE GESCHICHTE DES BAHNRADSPORTS

*Wer immer das Fahrrad erfunden hat, ihm gebührt der Dank der Menschheit.*

*Charles Beresford, englischer Lord*

## DIE ERFINDUNG DES ZWEIRADES

1817 wurde in Frankreich das erste Zweirad (damals noch ein Laufrad) von Drais patentiert<sup>1</sup>.

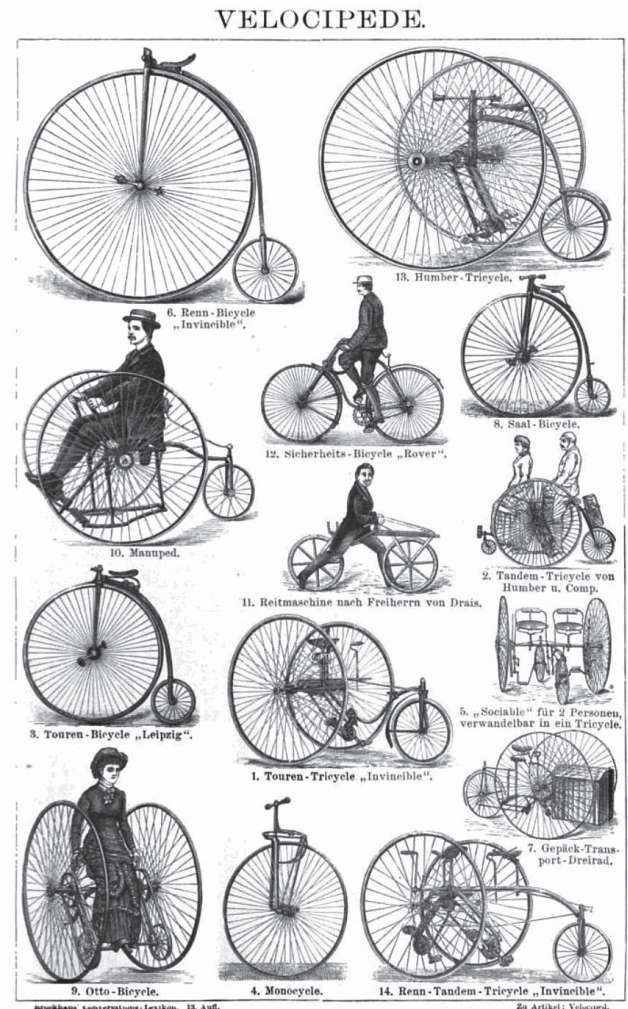
Daraus entwickelten sich infolge das Velociped, das Hochrad und Tiefrad bis hin zum Fahrrad wie wir es heute kennen.

Durch die Erfindung von mechanischem Antrieb (1878) und Luftreifen (1888) begann auch die industrielle Fertigung von Zweirädern<sup>2</sup> und das Fahrrad wurde vom Luxusgut zum Massenprodukt.

## ERSTE RENNEN UND ENTWICKLUNG BIS ZUM ERSTEN WELTKRIEG

Mit dieser Entwicklung einher ging auch die sportliche Wettkampffreude: zwar wurde schon 1829 ein erstes Laufradrennen ausgetragen, als erstes richtiges Bahnrennen wird jedoch jenes am 31. Mai 1868 in Paris im Park von Saint-Cloud angesehen. James Moore ging aus diesem 1.200 m langen und auf einer Erdbahn mit leicht erhöhten Kurven ausgetragenem Rennen, als Sieger hervor<sup>3</sup>.

1883 fanden die ersten Amateur Weltmeisterschaften in Chicago statt.<sup>4</sup>







02\_historische Aufnahme eines Bahnradtrainings um 1900

# DIE GESCHICHTE DES BAHNRADSPORTS

1896 wurden in Athen die ersten Olympischen Spiele der Moderne ausgerufen. Der Radsport war dort mit 6 Disziplinen auf Bahn und Straße vertreten und ist seither fixer Bestandteil der olympischen Disziplinen<sup>5</sup>.

Im Jahre 1900 wurde der Weltverband der Radfahrer UCI (Union Cycliste Internationale) gegründet, welcher auch heute noch für die Reglementierung und Betreuung von internationalen Rennen verantwortlich ist.

In Italien verlor der Bahnradsport nach 1900 mit dem Aufkommen von Fußball und Motorsport an Begeisterung, sodass viele der Profis Rennen hauptsächlich im Ausland bestritten.

## KRIEGSJAHRE

Durch den Ersten und den Zweiten Weltkrieg gab es zwei große Unterbrechungen was den Rennsport in Europa betrifft.

Beliebt waren zu dieser Zeit die 6-Tagerennen in Amerika. Europäische Radprofis (auch jene des Deutschen Reiches) bestritten vor allem dort Rennen.

Weltmeisterschaften wurden in den Kriegsjahren keine ausgetragen bzw. aufgrund des Kriegsausbruchs unterbrochen oder abgesagt.<sup>6</sup>

## NACHKRIEGSZEIT

In den 50er bis 70er Jahren erlebte der Bahnradsport in Italien sein bisher größtes Hoch, sei es von Seiten der Infrastruktur (Das Velodromo Olimpico in Rom und das Vigorelli Stadium Mailand gehörten zu den angesehensten Bahnen der Welt um diese Zeit) als auch der Athleten (u.a. Maspes).

In den Folgejahren erlebte der Bahnradsport der einst Stadien mit bis zu 60.000 Besucher füllte einen Niedergang.

Im Gegensatz dazu blieben die Leistungen der italienischen Athleten immer auf Weltniveau und Mitte der 90er erlebte der Bahnradsport nochmals eine Blüte was die sportlichen Leistungen betrifft: mit Martinelli, Lombardi, Collinelli, Bellutti, Trentini, Paris, Citon, Trentini, Benetton, Capelli wurden mehrere Weltmeistertitel und Olympiatitel eingefahren.

In anderen Ländern wie Großbritannien, Frankreich, Belgien, Niederlande, Japan und Australien hatte der Sport seine Popularität stets behalten und baut sie weiter aus, wie Großveranstaltungen in diesen Ländern zeigen.

Auch in Italien macht sich in den letzten Jahren wieder ein Aufwärtstrend bemerkbar, sei es, was die Zuschauerzahlen betrifft, als auch die sportlichen Leistungen (Bronzini,

Viviani, Coledan, Ceci, Confalonieri, Bartelloni, Cuccinotta).<sup>7</sup>

## AUSSICHTEN

Durch die hoffnungsvollen Nachwuchsfahrer wie Minali, Fidanza, Cretti, welche sich bereits international etablierten, ist seitens der Athleten die Zukunft Italiens gesichert.

Mit Aussicht auf die Austragung der Olympischen Spiele ist anzunehmen dass es in Zukunft mehr als ein Velodrom in Italien geben wird.

Auch die steigenden Zuschauerzahlen lassen auf erneute glorreiche Zeiten im Bahnradsport in Italien hoffen.

<sup>1</sup> Vgl.: Wikipedia 7.7.2013

<sup>2</sup> Vgl.: [www.netzathleten.de](http://www.netzathleten.de)

<sup>3</sup> Vgl.: [www.cycling4fans.de](http://www.cycling4fans.de)

<sup>4</sup> Vgl.: [rad-net.de](http://rad-net.de)

<sup>5</sup> Vgl.: <http://www.olympia-lexikon.de/Radsport>

<sup>6</sup> Vgl.: Fastzination des Bahnradrennsports S.18f

<sup>7</sup> Vgl.: UCI Results



# DAS BAHNRAD

*Ich glaube immer noch, dass variable Gänge etwas für Menschen über 45 sind. Ist es nicht viel besser, einfach mit der Kraft der eigenen Muskeln zu triumphieren, als mit der künstlichen Kraft einer Kettenschaltung? ... Was mich betrifft: Gebt mir ein Rad mit einem Gang.*

*Henri Desgrange, Gründer der Tour de France*

Im Gegensatz zur Bahn gibt es vom internationalen Radverband sehr genaue Vorschriften wie das Bahnrad beschaffen sein muss. Ohne genau auf die UCI-Richtlinien einzugehen, hier die markantesten Eigenschaften von Bahnradern:

Das Bahnrad ist das puristischste aller Fahrräder. Es besteht im Grunde nur aus folgenden Teilen:

Rahmen, Gabel, Laufräder, Steuersatz, Vorbau, Lenker, Sattelstütze, Sattel, Kettenblatt, Zahnkranz, Kette, Kurbel, Pedale.

## TECHNISCHE SPEZIFIKA DER BAHNRÄDER

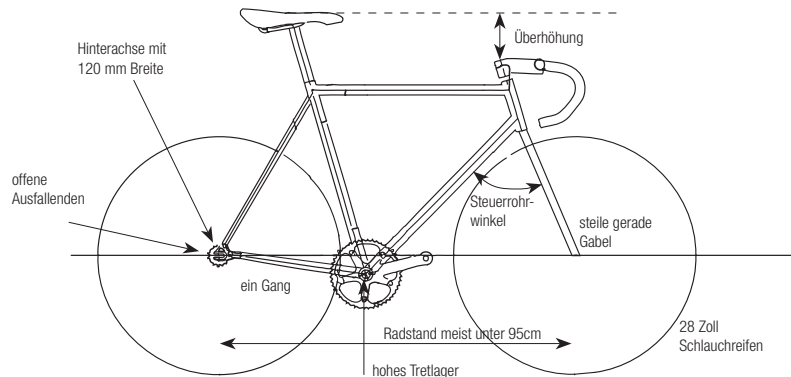
Im Unterschied zu herkömmlichen Rennrädern besitzt das Bahnrad keine Bremsen und keine Schaltung, zu dem ist die Nabe starr (d.h. es gibt keinen Freilauf und man muss immer mit-treten solange das Rad in Bewegung ist).

### Rahmen

Aufgrund der starken Kräfte, welche auf das Bahnrad wirken ist die Steifigkeit das größte Kriterium beim Rahmenbau.

Der Radstand ist sehr eng und meist unter 95 cm.

Der Steuerrohrwinkel liegt zwischen 73° und 75°, so ist das Bahnrad wendiger aber auf der



04\_Bahnradgeometrie

Geraden auch "nervöser" als herkömmliche Räder.

Die Hinterachse ist aufgrund nur eines "Ritzels" nur 120 mm breit.

Das Tretlager ist höher angeordnet um in den steilen Kurven nicht am Boden zu streifen.<sup>8</sup>

### Gabel

Die Gabelbiegung ist im Gegensatz zu anderen Rädern viel steiler, d.h. nicht so sehr nach vorne gekrümmt.

### Bereifung

Per UCI-Reglement sind für die Rennen 28 Zoll Schlauchreifen vorgeschrieben.<sup>9</sup>

Es werden wie beim Zeitfahren Scheibenlaufräder oder Aerolaufräder verwendet.

### Kurbel

Die Kurbellänge ist wegen der hohen Trittfrequenz geringer.<sup>10</sup>

### Sitzposition

Bahnräder weisen eine starke Überhöhung der Sitzposition auf, was den Fahrer aerodynamischer macht.<sup>11</sup>



05\_keine Bremse, keine Schaltung

<sup>8</sup> Vgl.: Fastzination des Bahnradrennsports S. 49, 2 Abs.

<sup>9</sup> Vgl.: Interview mit M. Brulz

<sup>10</sup> Vgl.: Interview mit M. Brulz

<sup>11</sup> Vgl.: Interview mit M. Brulz





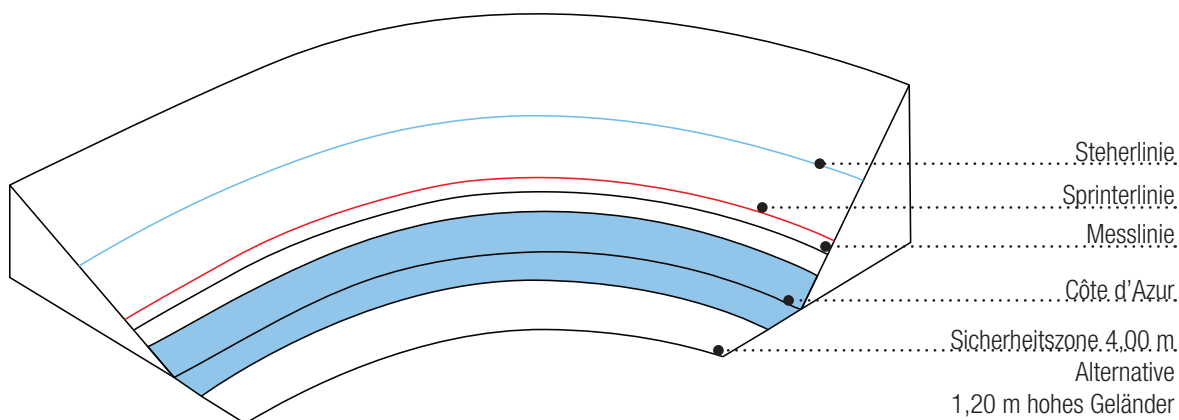
06\_R.H., österreichisches Bahnrad aus den 70ern



# DIE BAHN

Das erste Radrennen fand vermutlich statt, nachdem das zweite Fahrrad gebaut worden war.

J. Else: *The A-Z of Cycling*



07\_Markierungen einer Rennbahn

Seit über 100 Jahren gibt es Radrennbahnen, aber bis heute sind sie kaum reglementiert. Die einzigen festgelegten Parameter sind die Länge und die Zonierungen. Die restlichen Parameter sind variabel und bestimmen so die Eigenheit und Einzigartigkeit jeder einzelnen Bahn.

(Die angeführten Informationen sind für Bahnen der Kat. 1 und 2 gültig)

## BAHNLÄNGE

Die Länge der Bahn muss über mehrere Runden in Summe 1.000 m (mit einer

Toleranz von max. 55 cm) ergeben, wobei für die Austragung von Weltmeisterschaften oder Olympiaden 250 m vorgegeben sind. Kürzere Bahnen mit folglich mehr Runden sind für Zuschauer interessanter. Die Länge wird am oberen Rand der Messlinie gemessen.<sup>12</sup>

## BAHNBREITE

Die Breite einer Bahn beträgt 7-8 m und hat einen Sicherheitsstreifen von min 4,00m.<sup>13</sup>

## NEIGUNG

Für die Neigungen der Bahn gibt es kein

einheitlich festgelegtes Maß, da die optimale Neigung je nach Disziplin bzw. Geschwindigkeit variiert.

Anfahrtsneigung und Ausfahrtsneigung aus der Kurve unterscheiden sich in der Regel von Bahn zu Bahn und verschaffen Bahnkundigen Fahrern im Wettbewerb leichte Vorteile beim Taktieren.

Generell muss die Bahn für Maximalgeschwindigkeiten von 85 km/h bis zu 110 km/h ausgelegt sein.

Der optimale Kurvenradius angepasst an die gewählte Geschwindigkeit ergibt sich aus folgender Formel:

$$F = (P/g) \times (v^2/R)$$

wobei

F= Zentrifugalkraft, angenommen mit 25 kg

P= Gewicht des Fahrers samt Rad

g= Gravitationskraft (9,81 m/s<sup>2</sup>)

v= projektierte Geschwindigkeit der Bahn

R= Radius der Bahn

Laut UCI Reglementierungen ist bei 250m Bahnen ein Radius zwischen 19-25m vorgesehen.

## ZONIERUNG

Anfahrstreifen

Der Anfahrstreifen, auch Côte d'Azur oder blue band genannt, ist nicht Teil der Fahrbahn. Er wird zur Geschwindigkeitsaufnahme benötigt und ist mindestens 60cm breit, gänzlich in hellblauer (oder einer anderen sich abhebenden) Farbe gehalten.<sup>14</sup>

Sturzzone

Hinter dem Anfahrstreifen befindet sich die Sturzzone oder Sicherheitszone, welche aus elastischem Material wie z.B. Holz ausgeführt werden muss. Nach internationalem Standart muss sie mindestens 4,00m breit sein.

Nach der Sicherheitszone ist ein 1,20m hohes Geländer zu errichten, außer es gibt keine Höhenunterschiede, sowie einen 10,00m



Abstand indem sich nichts befinden darf.  
Dieses Geländer ist transparent auszuführen.<sup>15</sup>

#### Außenrand

Die Bahn muss nach außen mit einer mindestens 90cm hohen Brüstung abgegrenzt werden, wobei die unteren 65cm geschlossen sein müssen.

## MARKIERUNG

#### Messlinie

(schwarz auf hellem Untergrund, weiß auf dunklem Untergrund)

Befindet sich genau 20cm ober dem Außenrand der Côte d'Azur.

Die 5m Marken werden markiert, die 10m Marken werden nummeriert.<sup>16</sup>

#### Sprinterlinie (rot)

markiert den Korridor der Sprinter (inkl. rote Linie)

Sie wird 85cm versetzt vom Innenrand der Fahrbahn aufgetragen; gemessen wird der Abstand bis zum Innenrand der Linie.<sup>17</sup>

#### Steherlinie (blau)

Befindet sich auf 1/3 der Fahrbahn oder auf 2,45m vom Innenrand der Fahrbahn (je nach dem was größer ist); gemessen wird der Abstand bis zum Innenrand der Linie.<sup>18</sup>

#### Ziellinie

Die Ziellinie wird markiert durch einen 72cm

breiten weißen Streifen mit einer genau mit-tigen 4cm breiten schwarzen Linie in der Mitte und reicht über die gesamte Fahrbahn.<sup>19</sup>

#### 200m Linie (weiß)

200m vor dem Ziel zieht sich über die gesamte Fahrbahnbreite eine weiße Linie und markiert den Messpunkt für das 200m Rennen.<sup>20</sup>

#### Verfolgerlinie (rot)

Zwei rote gegenüberliegende und über die Hälfte der Fahrbahn reichende Linien markieren Start und Ziellinie der Verfolgerrennen.<sup>21</sup>

Alle Linien müssen eine Breite von 4-6cm aufweisen.<sup>22</sup>

## MATERIALIEN

Auf Inndoorbahnen wird hauptsächlich sibirische Fichte verwendet.

Beton und in seltensten Fällen Asphalt werden für Außenbahnen verwendet.

Asphaltbelag ist für internationale Rennen nicht zulässig.

## BELEUCHTUNG

Für Trainingszwecke werden min. 300lux gefordert; für Großereignisse muss eine Aus-leuchtung von min. 1400lux gegeben sein.<sup>23</sup>

## TEMPERATUR

Für Indoorbahnen wird für eine optimale Performance eine Temperatur für 26°C empfohlen.<sup>24</sup>

Bei Trainings und kleineren Rennen ist eine Temperatur von 18°C -24°C ausreichend.

<sup>12</sup> Vgl.: UCI Cycling regulations S.84

<sup>13</sup> Vgl.: UCI Cycling regulations S.83f

<sup>14</sup> Vgl.: UCI Cycling regulations S.84f

<sup>15</sup> Vgl.: UCI Cycling regulations S.84f

<sup>16</sup> Vgl.: UCI Cycling regulations S.86

<sup>17</sup> Vgl.: UCI Cycling regulations S.86

<sup>18</sup> Vgl.: UCI Cycling regulations S.86

<sup>19</sup> Vgl.: UCI Cycling regulations S.86

<sup>20</sup> Vgl.: UCI Cycling regulations S.86

<sup>21</sup> Vgl.: UCI Cycling regulations S.87

<sup>22</sup> Vgl.: UCI Cycling regulations S.85f

<sup>23</sup> Vgl.: Hopkins Architects. London 2012 Velodrome. S.044

<sup>24</sup> Vgl.: Hopkins Architects. London 2012 Velodrome. S.044





# DIE DISZIPLINEN

## 200m TIME TRIAL

Verfahren zur Bestimmung der Fahrer für den Sprint und die Startreihung mit fliegendem Start über die 200m Linie.

(M/F: 3,5 Runden bei einer 250m Bahn)<sup>25</sup>

## SPRINT

Über die ersten Runden erfolgen die Positionskämpfe der 2-4 Fahrer. Auf den letzten 200m wird durch eine Glocke der Sprint eingeläutet. Nur diese 200m werden gestoppt. (fliegender Start)

(M/F: mehr als 3 Runden auf 250m Bahnen)<sup>26</sup>

## INDIVIDUAL PURSUIT (Einzelverfolgung)

Die Gegner starten auf der gegenüberliegenden Geraden. Es gewinnt der, der den Gegner überholt, oder der, mit der schnelleren Zeit.

(M/F: 4000m+)<sup>27</sup>

## TEAM PURSUIT (Mannschaftsverfolgung)

Es gelten die selben Regeln wie bei der Verfolgung. Nur 3 der 4 Fahrer der Mannschaft werden gewertet. Die Wertung ergibt sich aus Punkten und zurückgelegter Distanz.

(M: 4000m / F: 3000m)<sup>28</sup>

## POINTS RACE (Punktefahren)

Für die jeweils im Rennen angesetzten Sprints und gefahrenen Runden gibt es Punkte. Der Fahrer mit den meisten Punkten gewinnt.

Die Länge des Rennens unterscheidet sich zwischen Qualifikation und Finale. So fahren

auf einer 250m Bahn die Männer in der Qualifikation 15km dh. 60 Runden und 6 Sprints und im Finale 30km 120 Runden und 12 Sprints.

(M: 15/30km / F: 10/20km)<sup>29</sup>

## 1000m bzw 500m TIME TRIAL

Es wird aus dem Stand gestartet und gegen die Zeit gefahren.

(M: 1000m / F: 500m)<sup>30</sup>

## KEIRIN

Bis zu 9 Fahrer treten gegeneinander an und fahren die ersten Runden bis 600/700m vor dem Ziel hinter einem Derny (Schrittmacher) her, welcher dann die Bahn verlässt und die Strecke freigibt für den Zielsprint. Körpereinsatz ist hier erlaubt solange die Hände am Lenker bleiben.<sup>31</sup>

## TEAM SPRINT (olympischer Sprint)

Die Mannschaften starten gegenüber und jeder Fahrer führt seine Mannschaft über eine Runde an. Gewonnen hat das Team, das das andere überholt oder die bessere Zeit hat. Der letzte Fahrer beendet die letzte Runde alleine.

(M: 3 Fahrer, 3 Runden / F: 2 Fahrer, 2 Runden)<sup>32</sup>

## MADISON (Zweiermannschaftsfahren)

Von den zwei Fahrern befindet sich immer nur einer auf der Piste.

Die Wertung erfolgt nach Punkten und zurückgelegter Distanz.<sup>33</sup>

## SCRATCH

Einzelrennen über 15km bei den Männern und 10km bei den Frauen.<sup>34</sup>

## MOTOR PACING (Steherrennen)

Die Fahrer fahren im Windschatten eines Schrittmachers auf einem Motorrad.<sup>35</sup>

## ELIMINATION

Einzelrennen wobei jeweils der letzte pro Runde ausscheidet.<sup>36</sup>

## 6 TAGERENNEN

Rennen an 6 Tagen mit mindestens einem 24h Rennen.<sup>37</sup>

## OMNIUM

Einzelrennen bestehend aus 6 Wettbewerben (Flying Lap, Punkterennen, Eliminations Rennen, Verfolgung, Scratch, Time trial) über 2 Tage.<sup>38</sup>

<sup>25</sup>Vgl.: UCI Cycling regulations S.3ff

<sup>26</sup>Vgl.: UCI Cycling regulations S.6

<sup>27</sup>Vgl.: UCI Cycling regulations S.7-12

<sup>28</sup>Vgl.: UCI Cycling regulations S.13-17

<sup>29</sup>Vgl.: UCI Cycling regulations S.22ff

<sup>30</sup>Vgl.: UCI Cycling regulations S.21

<sup>31</sup>Vgl.: UCI Cycling regulations S.25-29

<sup>32</sup>Vgl.: UCI Cycling regulations S.30-35

<sup>33</sup>Vgl.: UCI Cycling regulations S.36ff

<sup>34</sup>Vgl.: UCI Cycling regulations S.39

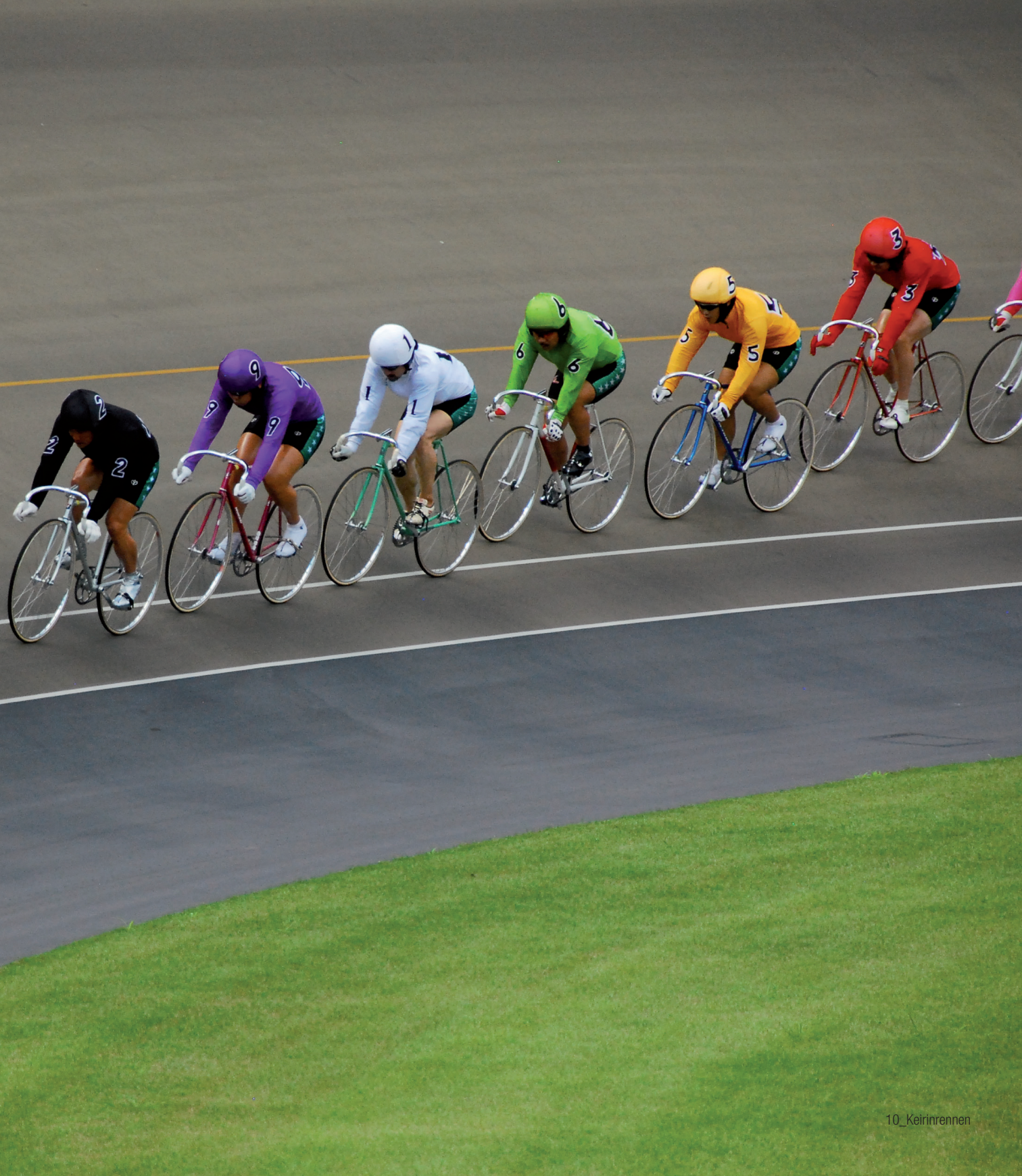
<sup>35</sup>Vgl.: UCI Cycling regulations S.41ff

<sup>36</sup>Vgl.: UCI Cycling regulations S.44f

<sup>37</sup>Vgl.: UCI Cycling regulations S.46ff

<sup>38</sup>Vgl.: UCI Cycling regulations S.49







# **DAS VELODROM**



# ANFORDERUNGEN

Im Grunde unterscheidet man zwischen drei Arten von Velodromen: offene und überdachte Velodrome, geschlossene Velodrome und temporäre Velodrome.

## OFFENE VELODROME

Dazu zählen auch die überdachten Velodrome. Die Vorteile liegen bei den geringeren Bau- und Betriebskosten.

Die Nachteile liegen vor allem in den Witterungseinflüssen, welche die Wettkampf- und Trainingsbedingungen beeinflussen. Offene Velodrome werden gerne mit Betonbahnen ausgestattet, da diese witterungsbeständiger sind.

Allerdings halten Bahnen, welche aus nordischer Fichte gefertigt sind, auch an die 30 Jahre. Einzelne Latten müssen allerdings immer wieder erneuert werden.

## GESCHLOSSENE VELODROME

Der große Vorteil von geschlossenen Velodromen ist, dass es keine Witterungseinflüsse wie Regen oder Wind gibt, welche den Wettbewerb verzerrern. Außerdem kann die Temperatur konstant gehalten werden, was das Erreichen von sportlichen Hochleistungen stark beeinflusst.<sup>39</sup>

Der Nachteil gegenüber offenen Velodromen sind die Wartungskosten. Deshalb werden geschlossene Velodrome, um rentabler zu sein, oft als Mehrzweckhallen (z.B. Velodrom Berlin) oder als Trainingszentren (z.B. London Velodrom oder UCI Cycling Center in Aigle) ausgeführt.

Bei Mehrzweckhallen kann die Bahn mit Tribünen überbaut werden oder Teile der Bahn können abgebaut werden um mehreren Zwecken wie z.B. Konzerten, Messen, Ausstellungen, anderen Sportarten usw. gerecht zu werden.<sup>40</sup>

Radtrainingszentren werden für die nationale, internationale und in den USA auch für die universitäre Förderung von Radsportlern gebaut.

Da außer den Strecken, die Einrichtungen für "Trockentraining" und Regeneration sowie die medizinischen Räumlichkeiten bei allen Radsportarten gleich sind, macht es Sinn diese an einem Punkt zu vereinen.<sup>41</sup>

## TEMPORÄRE BAHNEN

Temporäre Bahnen bieten den Vorteil, dass sie in jeder größeren Halle beliebig für einzelne Rennen auf- und abgebaut werden können. Allerdings sind diese Bahnen für Zuschauer relativ ungeeignet, da aufgrund der Überhöhungen in den Kurven nur auf wenigen

Rängen die gesamte Strecke einsehbar ist. Auch kann der innere Ring von Fahrern, Betreuern und Rennrichtern nur in Rennpausen verlassen werden, wenn sich kein Fahrer auf der Strecke befindet und nicht beliebig, wie bei fixen Velodromen durch einen Tunnel.

Die Tendenzen im Velodrombau gehen in Richtung geschlossene, effiziente Multifunktionshallen oder Leistungszentren. Da der Sport von immer mehr Athleten praktiziert wird und die Zuschauerzahlen steigen, macht es Sinn diesem vorausschauend Rechnung zu tragen.



01 \_offenes überdachtes Velodrom in Hamburg (die Innenfläche wird auch für Eishockey und Bikepolo verwendet)

<sup>39</sup> Vgl.: Wikipedia Stundenweltrekord

<sup>40</sup> Vgl.: Auf der Suche nach einem Top-Manager, Berliner Zeitung

<sup>41</sup> Vgl.: Leben zieht ins Velodrome. Velodrome Suisse Magazin S.3





DELTA

DIETARY

La Bicicleta Shop

Colony Gelateria

PUSION PIZZA

02\_Temporäres Velodrom in Forest City



# BSP: LONDON VELODROME

Das Velodrom in London wurde von Hopkins Architects für die Olympiade 2012 geplant und gilt als Paradebeispiel für Radsportanlagen.

Das Velodrom wurde auf einen Sockel gestellt, sodass es weithin ersichtlich ist.

Neben dem Velodrom mit einer 250 m Bahn wurden auch eine BMX Bahn, eine MTB-Strecke (für Cross Country und Cyclo Cross), ein Skills-Zone sowie eine Road-Circuit (1 Meilen Runde) geplant.<sup>42</sup>

Von Beginn an stand fest, dass das Radsportzentrum auch nach den Olympischen Spielen seinen Zweck beibehalten sollte und als Leistungszentrum für diese Sportarten fungieren sollte.

Ansätze für den Entwurf waren unter anderem:

- die Reflexion der Dynamik, sei es innen und außen
- Effizienz (in Anlehnung an das Fahrrad)
- "Shrink-wrapped" Minimalisierung des Volumens zur Senkung des Heiz- bzw. Kühlbedarfs
- Nachhaltigkeit (für die Weiternutzung des Gebäudes über die Olympischen Spiele hinaus)
- Gute Sicht auf die Bahn aber auch aus dem Gebäude hinaus
- Möglichkeit Rekorde zu erzielen<sup>43</sup>

Das Gebäude wurde in einer leichten Stahlkonstruktion ausgeführt und mit Holz

verkleidet.

Das Dach besteht aus einer Seilkonstruktion, in welche Fertigteile mit Dämmung bzw. Verglasungen eingesetzt wurden.<sup>44</sup>

Die Dachhaut selbst ist aus Kalzip Aluminium gefertigt.<sup>45</sup>

An der Unterseite der Seile können beliebig Beleuchtung, Kameras, Boxen, etc. angebracht werden.

Die Belüftung erfolgt über die Außenhaut und Tribünen.<sup>46</sup>

<sup>42</sup> Vgl.: London 2012 Velodrome S.58f

<sup>43</sup> Vgl.: London 2012 Velodrome S.25

<sup>44</sup> Vgl.: London 2012 Velodrome S.48ff

<sup>45</sup> Vgl.: London 2012 Velodrome S.40, 47f

<sup>46</sup> Vgl.: London 2012 Velodrome S.44









# BSP: VELODROM BERLIN

Das Velodrom (und das Schwimmbad) in Berlin wurde im Hinblick auf die Olympiabewerbung 2000 von Dominique Perrault geplant.<sup>47</sup>

Anstatt ein Stadion in den urbanen Kontext zu setzen, versenkte Perrault beide Gebäude in einem durch Stufen erhöhten Park. Erst beim Durchwandern des Parks wird man auf den 1 m überhöhten glänzenden Kreis (Velodrom) und das Rechteck (Schwimmbad) aufmerksam.

Das Velodrom ist als Multifunktionshalle geplant und neben Bahnradrennen finden auch Konzerte, Ausstellungen, Präsentationen usw. statt. Je nach Anforderung können Teile der

Bahn herausgelöst werden. Konzipiert ist die Halle für fast 11.500 Besucher mit ca. 5.500 Sitzplätzen.<sup>48</sup>

Das Velodrom hat einen Durchmesser von 142 m. Das aus konzentrisch angeordneten Stahl-fachträgern bestehende Dach ist 3,80 m hoch um die Spannweite von 120m zu überbrücken.<sup>49</sup>

Die Belüftung erfolgt unter den auf Betonreihen befestigten Sitzen sowie an der Versetzung der Innenfläche der Bahn.

Die gesamte Licht- und Akustiktechnik ist in der Dachkonstruktion untergebracht.<sup>50</sup>

Die Bahn selbst weist nach internationalen Standards eine Länge von 250 m auf und wurde von Schürmann Architekten geplant.<sup>51</sup>

<sup>47</sup> Vgl.: nature-architecture, S.154

<sup>48</sup> Vgl.: nature-architecture, S.154

<sup>49</sup> Vgl.: nature-architecture, S.154

<sup>50</sup> Interview mit dem Hallenwart des Velodroms Emanuel Raasch

<sup>51</sup> Vgl.: nature-architecture, S.154



05\_ Aufgang zum Park, in dem das Velodrom versenkt ist



06\_ Außenansicht und Blick über den Park





07\_Velodrom Berlin mit Blick auf die Tribünen und die Stahlkonstruktion des Daches



# STANDORT

# QUARTIERE DELL' E.U.R.

[QUARTIER E.U.R.]

## STANDORT EUR

Das Stadtgebiet des EUR (Esposizione Universale di Roma, später in Europa umgetauft)<sup>52</sup> ist das 32. Quartier von Rom ( QXXXII ).

Es liegt im Südwesten Roms; orographisch links des Tibers und ca. 10 km außerhalb des Zentrums.

Das Gebiet um die „Tre Fontane“ wurde 1935 von Mussolini in Gedenken an den Marsch auf Rom für die Expo 1942 gewählt, welche aufgrund des Zweiten Weltkrieges jedoch nicht stattfand.<sup>53</sup>

Das Gebiet wurde als moderne Gartenstadt in Anlehnung an die mediterrane und klassische Architektur von Giuseppe Pagano, Marcello Piacentini, Luigi Piccinato, Ettore Rossi und Luigi Vietti<sup>54</sup> geplant. Die Schwerpunkte lagen auf einer raschen Verbindung ins Zentrum, modernen öffentlichen Bauten, Erhalt und Aufwertung bestehender Monumentalbauten. Es sollte ein „kulturelles und künstlerisches Zentrum und Quartier für Ausstellungen und Messen“<sup>55</sup> werden.

Aufgrund des Ausbruchs des 2. Weltkrieges wurden die Arbeiten 1939 eingestellt.<sup>56</sup>

Anfang der 50er, auch im Hinblick auf die Olympischen Spiele 1960, entschied man sich die im Krieg beschädigten Gebäude zu

sanieren und weiter auszubauen.

Das Quartier wurde Niederlassung zahlreicher Museen, namhafter Institutionen und Firmen.<sup>57</sup>

Für die Olympischen Spiele wurden der Palazzo dello Sport (Palalottomatica), das Schwimmbad delle Rose, der Komplex delle Tre Fontane, der künstlich angelegte See nel Parco Centrale und das Velodrom (anstelle der Pferderennbahn), größtenteils nach dem Masterplan von 1935 errichtet.

Rund um die olympischen Sportstätten wurde das olympische Dorf angelegt, woran die Straßennamen heute noch erinnern.

Die Wohnstätten der Athleten wurden so angelegt, dass sie nach den Spielen als Wohnungen weitergenutzt werden konnten.<sup>58</sup>

Die für Rom ungewöhnlich, weitläufigen Grünanlagen wurden von Raffaele de Vico vor und nach dem Krieg geplant und umgesetzt.<sup>59</sup>

Das E.U.R. war das erste Gebiet Roms, welches mit einer U-Bahn mit dem Zentrum (Hauptbahnhof Stazione Termini, Kolosseum und Via Cavour) verbunden wurde. (Bis heute gibt es nur zwei METRO-Linien durch Rom).<sup>60</sup>

Nach den Olympischen Spielen ließ das Interesse am Standort E.U.R. nach, blühte aber in den 80 er Jahren wieder auf und ist bis heute Kongress- und Verwaltungszentrum von Rom.

Durch die Grünanlagen und die großteils singuläre Bebauung ist das E.U.R. als Wohngebiet sehr gefragt.<sup>61</sup> Der noch recht unentwickelte Süden, sowie die gute Anbindung an die Autobahn und ins Zentrum machen das Gebiet auch wirtschaftlich interessant.<sup>62</sup>

<sup>52</sup> Vgl.: Wikipedia, Europa (quartiere di Roma)

<sup>53</sup> Vgl.: La città nella città S.5

<sup>54</sup> Vgl.: La città nella città S.6

<sup>55</sup> Vgl.: EUR la città parco della Roma moderna Ente EUR S.2

<sup>56</sup> Vgl.: La città nella città S.6

<sup>57</sup> Vgl.: La città nella città S.6

<sup>58</sup> Vgl.: La città nella città S.7

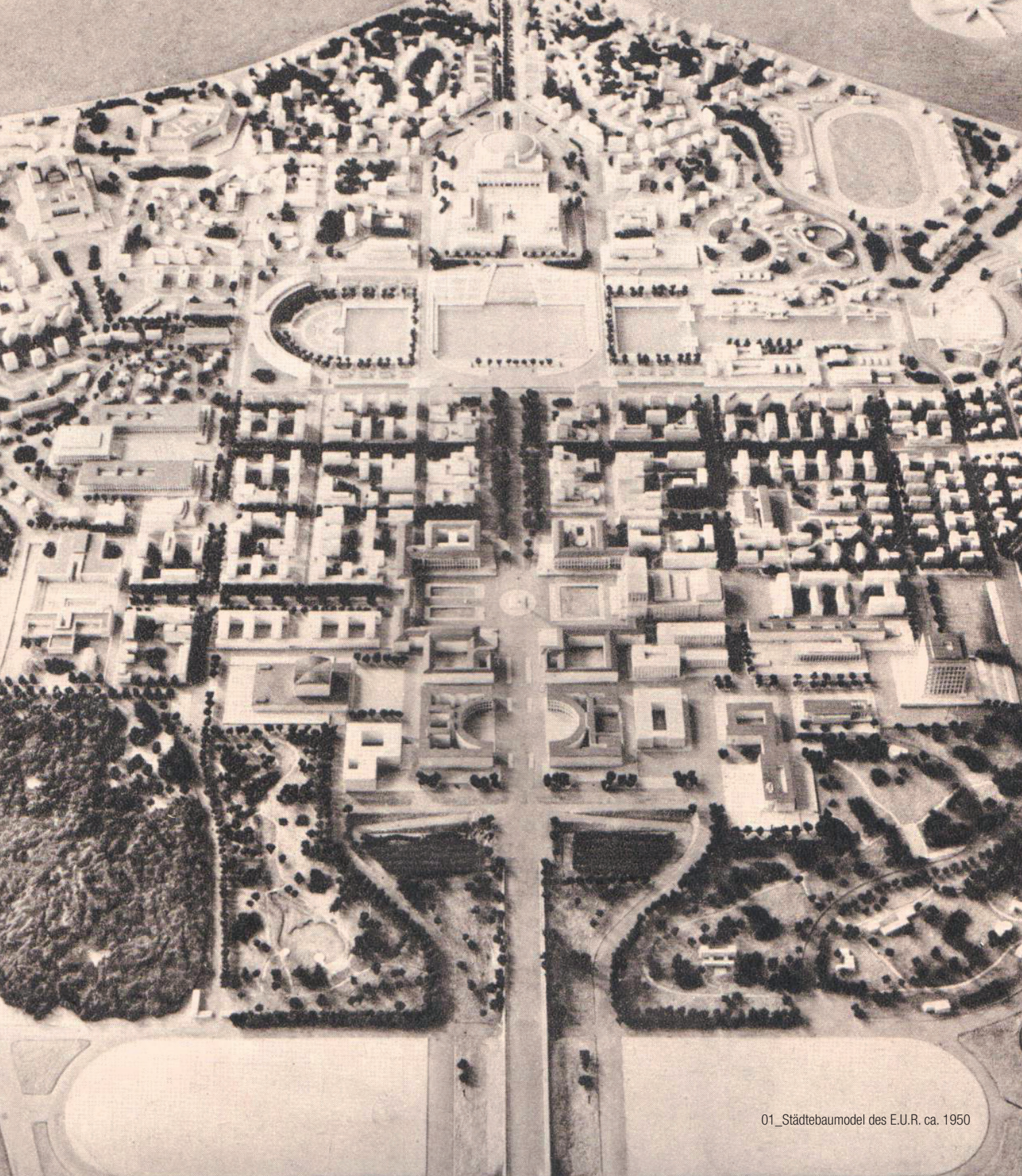
<sup>59</sup> Vgl.: EUR la città parco della Roma moderna Ente EUR S.3

<sup>60</sup> Vgl.: EUR la città parco della Roma moderna Ente EUR S.3

<sup>61</sup> Vgl.: La storia dell'E.U.R.

<sup>62</sup> Vgl.: La storia dell'E.U.R.





01\_Städtebaumodel des E.U.R. ca. 1950



Basilica SS. Pietro e Paolo

Palazzo della Civiltà del Lavoro

piscina della Rosa

**Velodromo Olimpico**

Obelisk

Stazione Metro E.U.R.

Palazzo dei Congressi





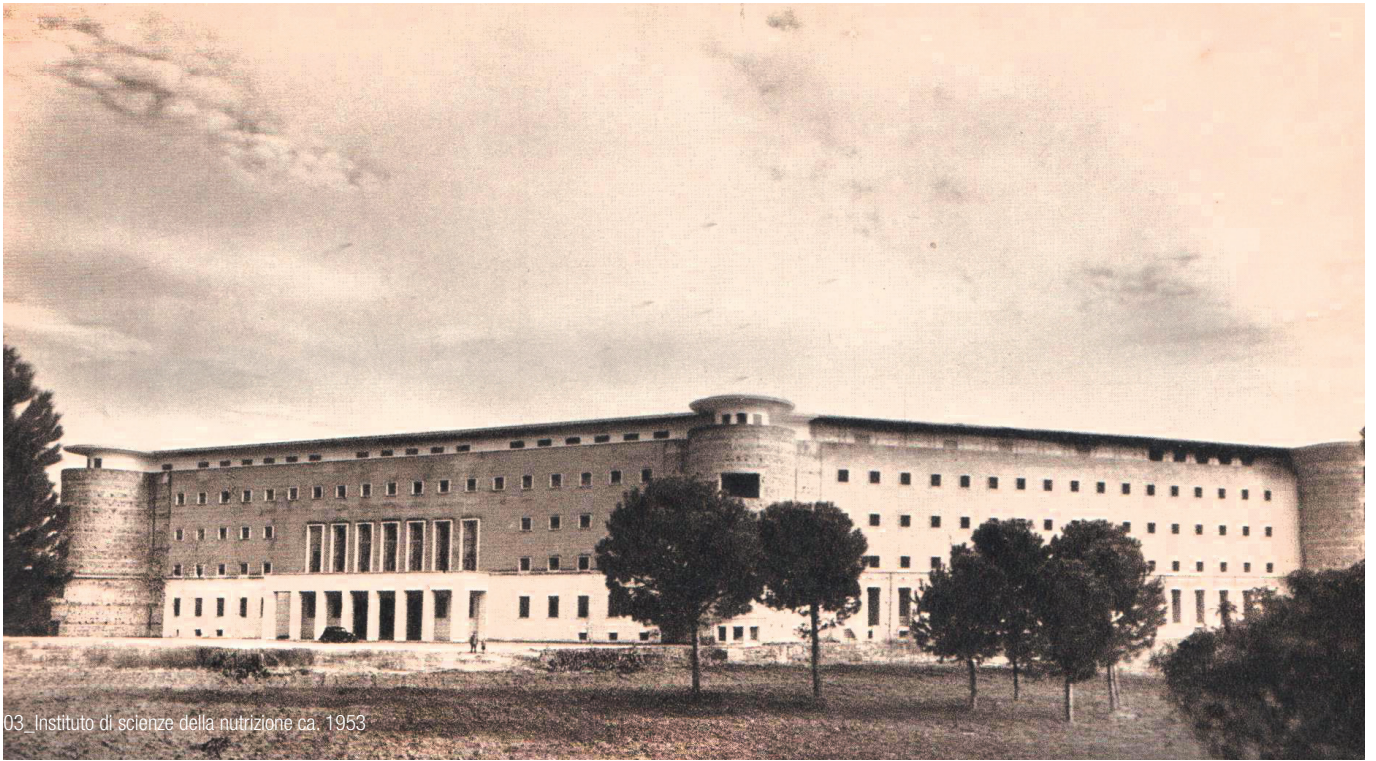
Laghetto del E.U.R.

Fungo

Palazzo dello Sport





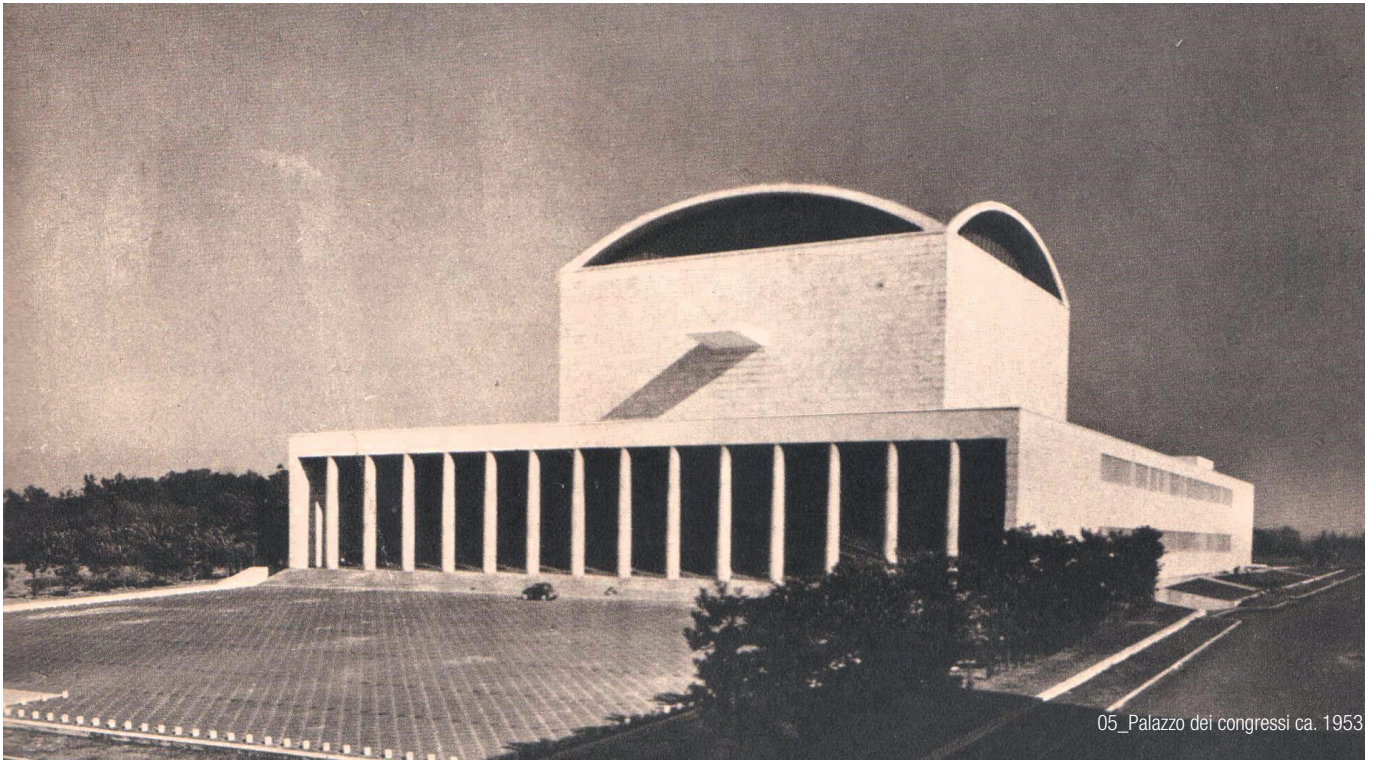


03 Istituto di scienze della nutrizione ca. 1953

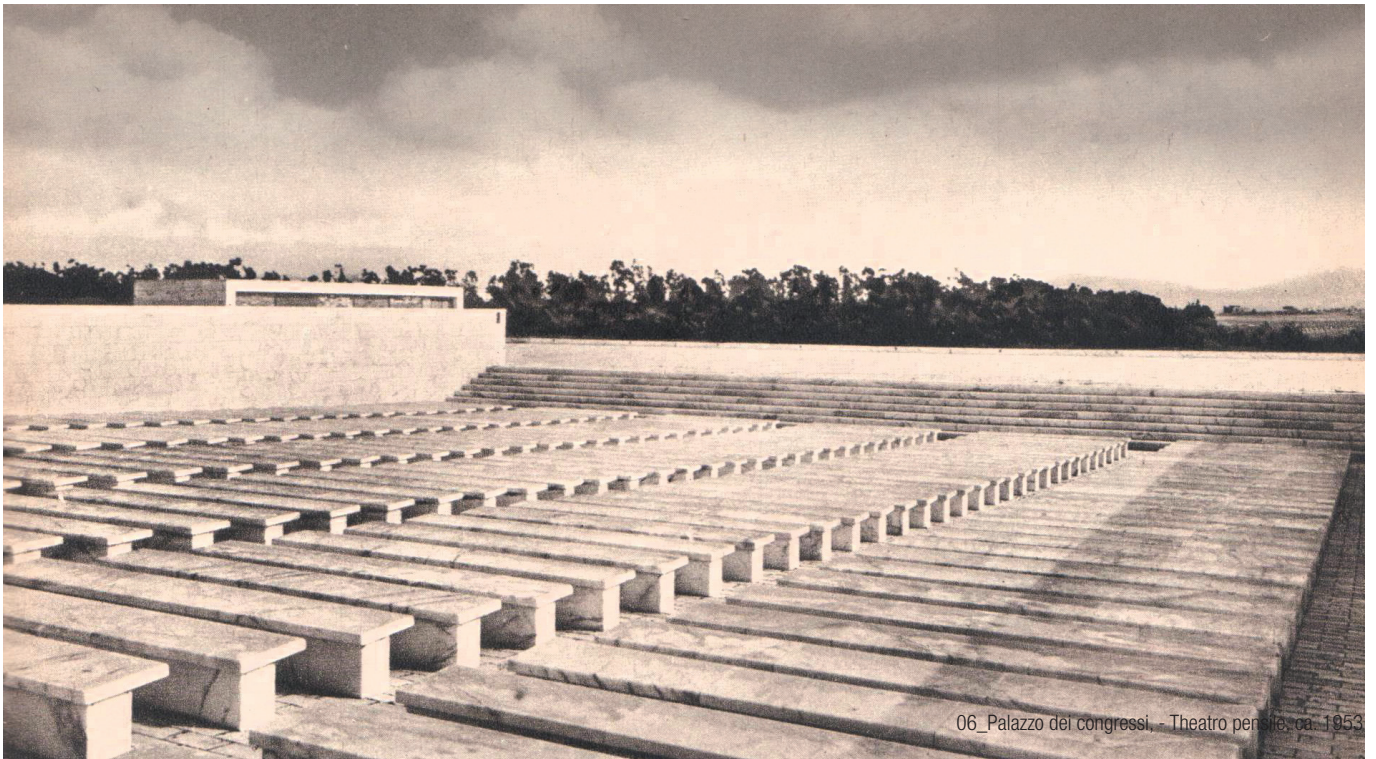


04 Museo della civiltà romana 1953





05\_Palazzo dei congressi ca. 1953



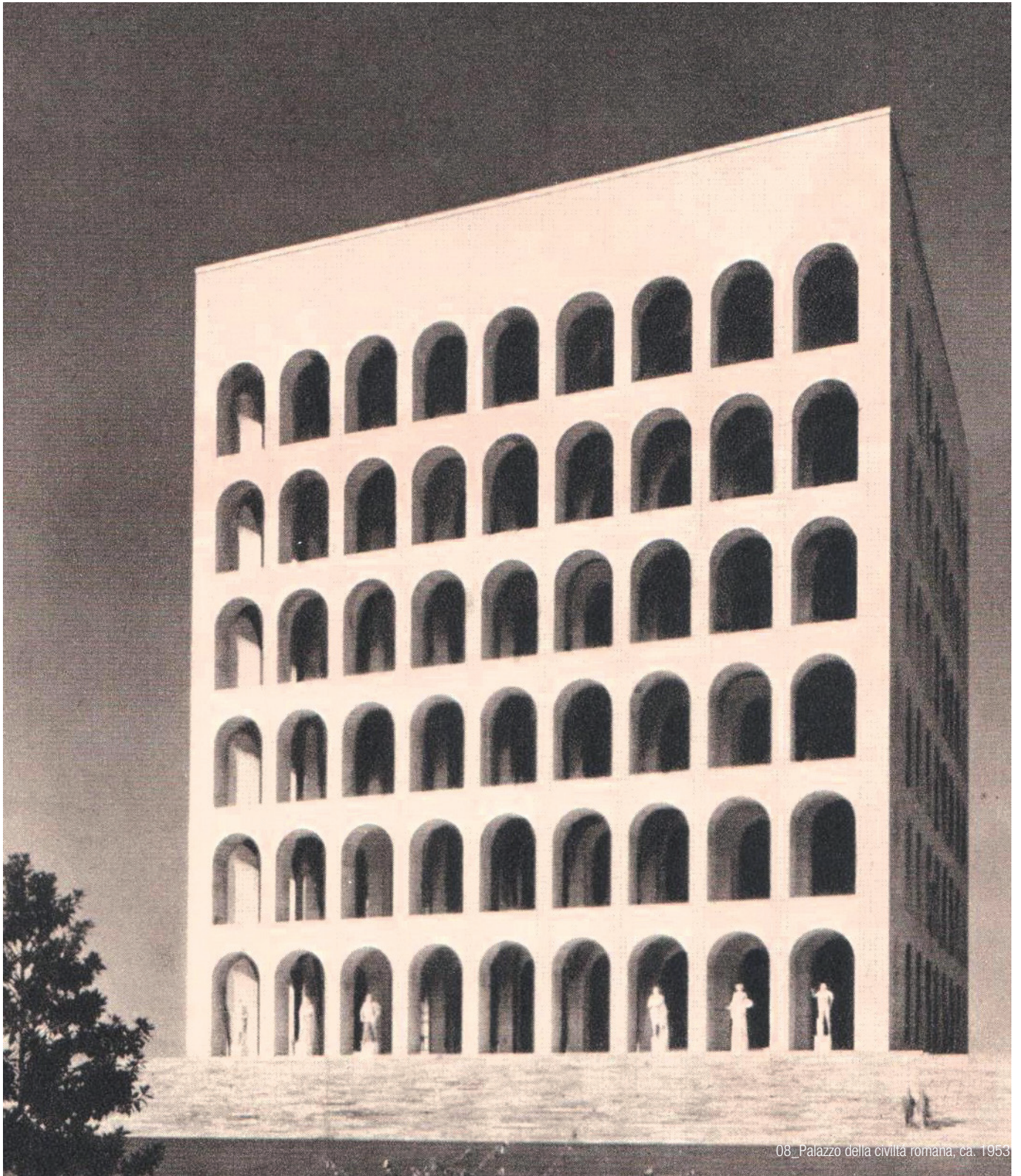
06\_Palazzo dei congressi - Teatro periferico ca. 1953





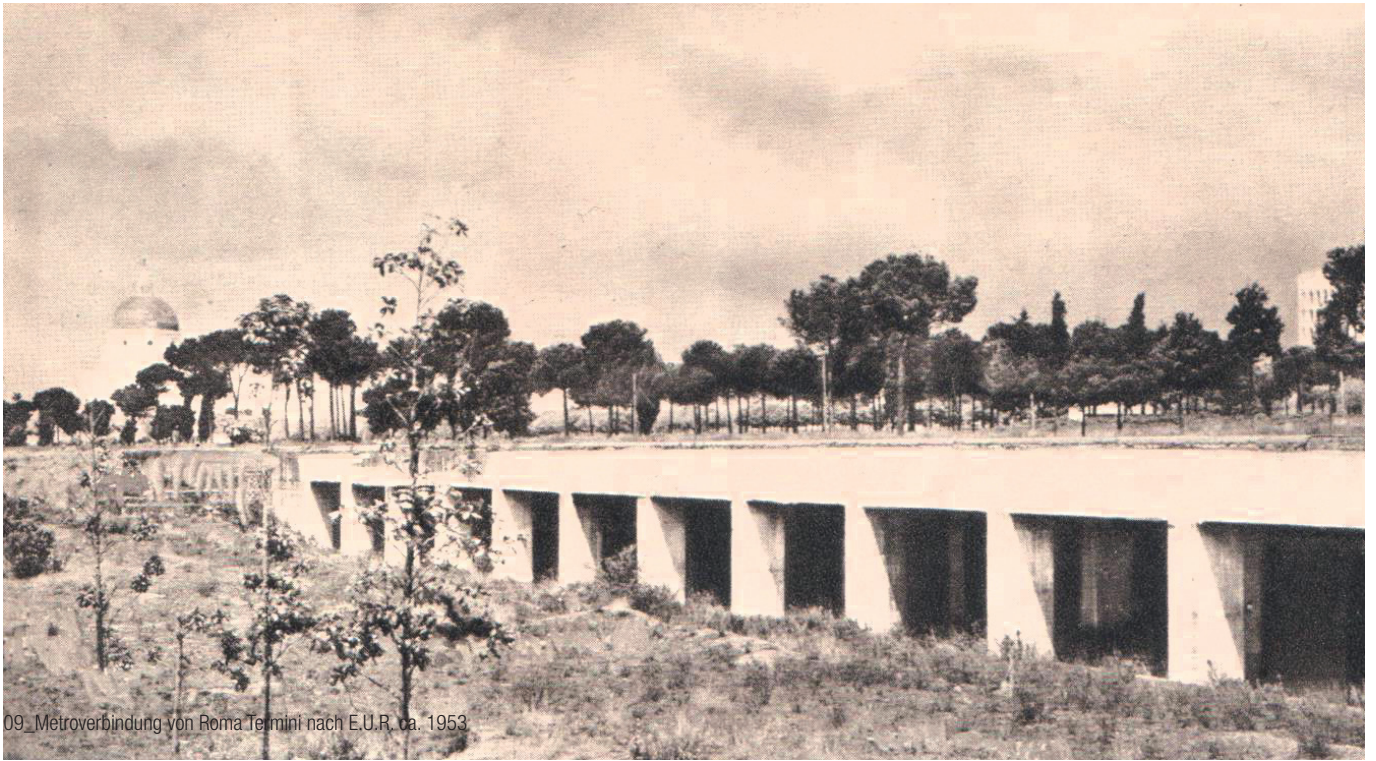
07\_chiesa SS Pietro e Paolo [Petrus und Pauls Kirche], 1953



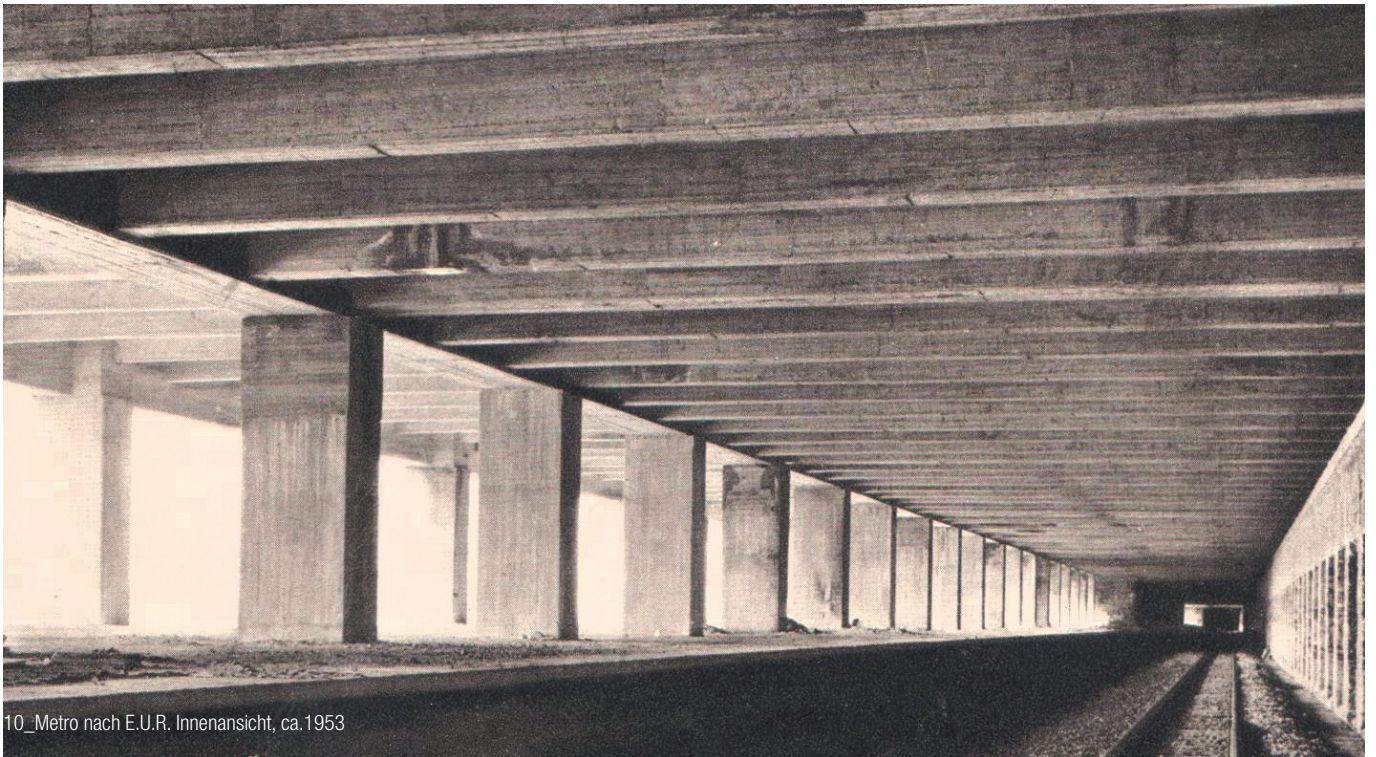


08\_Palazzo della civiltà romana, ca. 1953



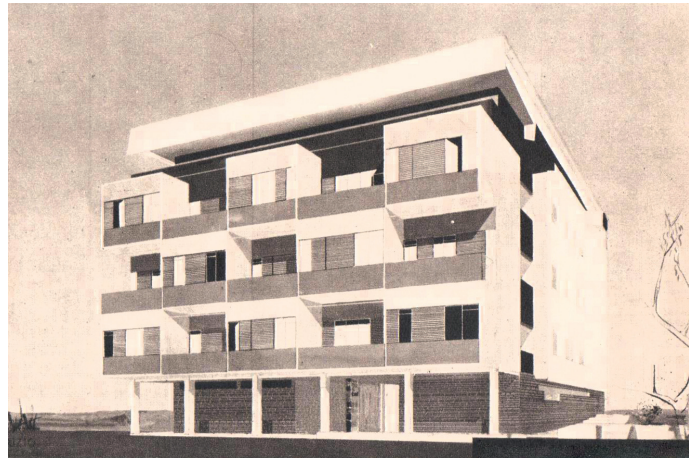
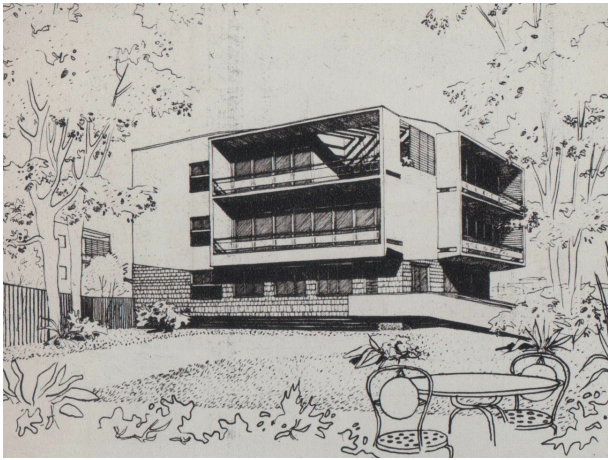
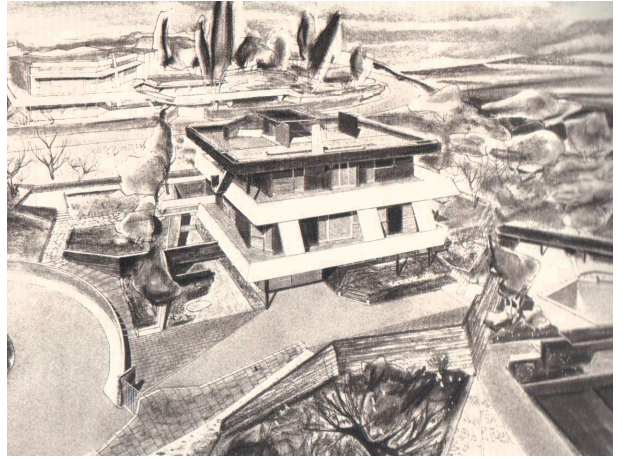
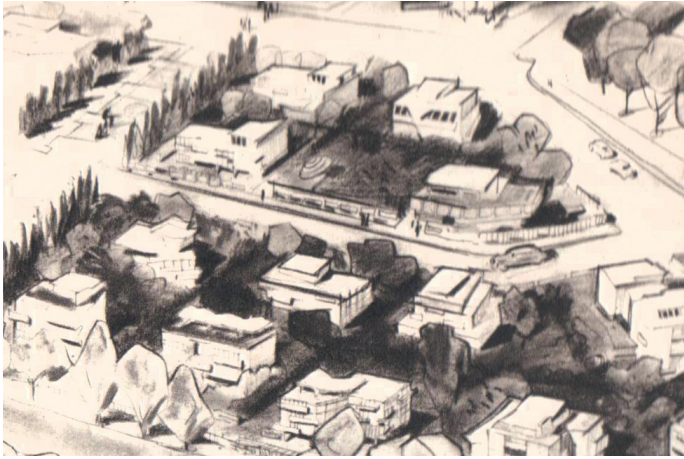


09\_Metroverbindung von Roma Termini nach E.U.R. ca. 1953



10\_Metro nach E.U.R. Innenansicht, ca.1953



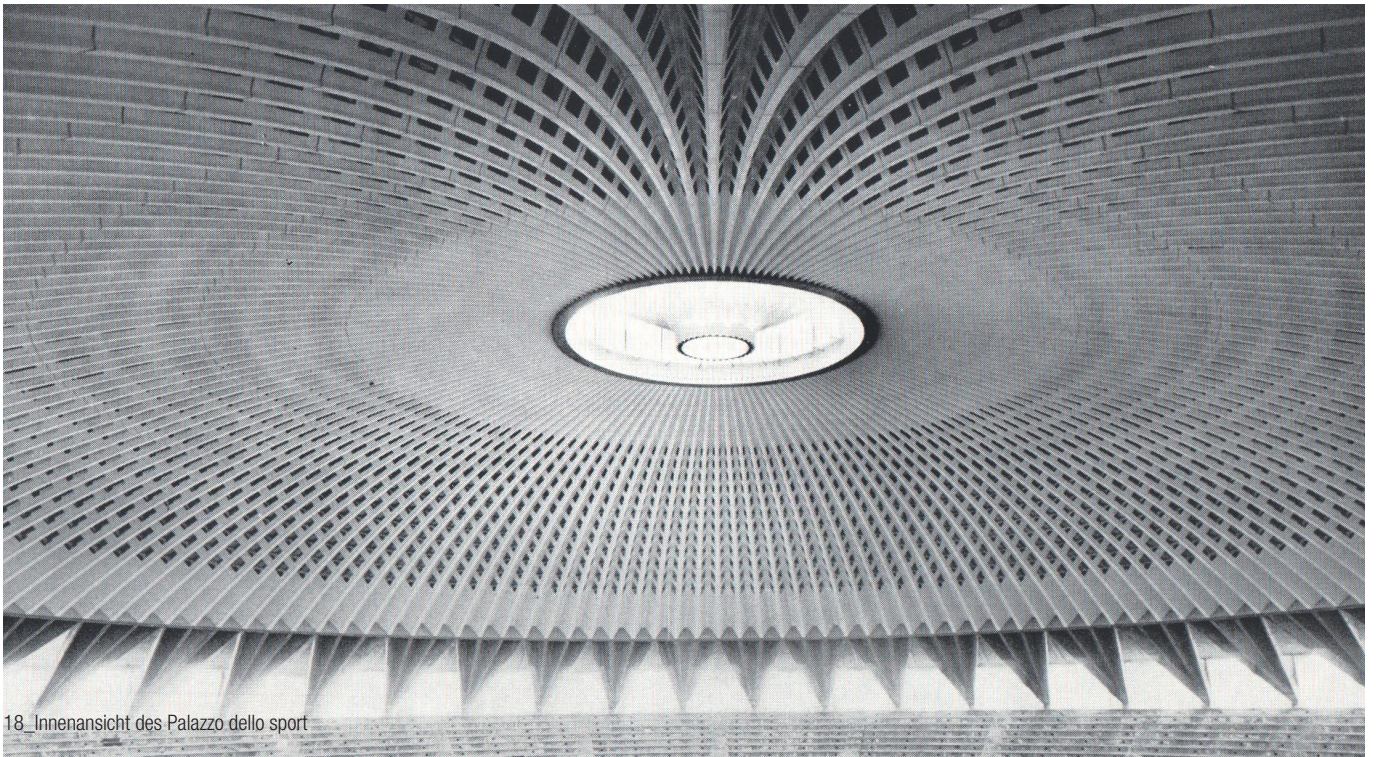


11-16 Häusertypen  
"Palazzi e villette" für die urbanistische Entwicklung des E.U.R.





17\_Palazzo dello sport [Sportpalast] von P.L.Nervi, 1959



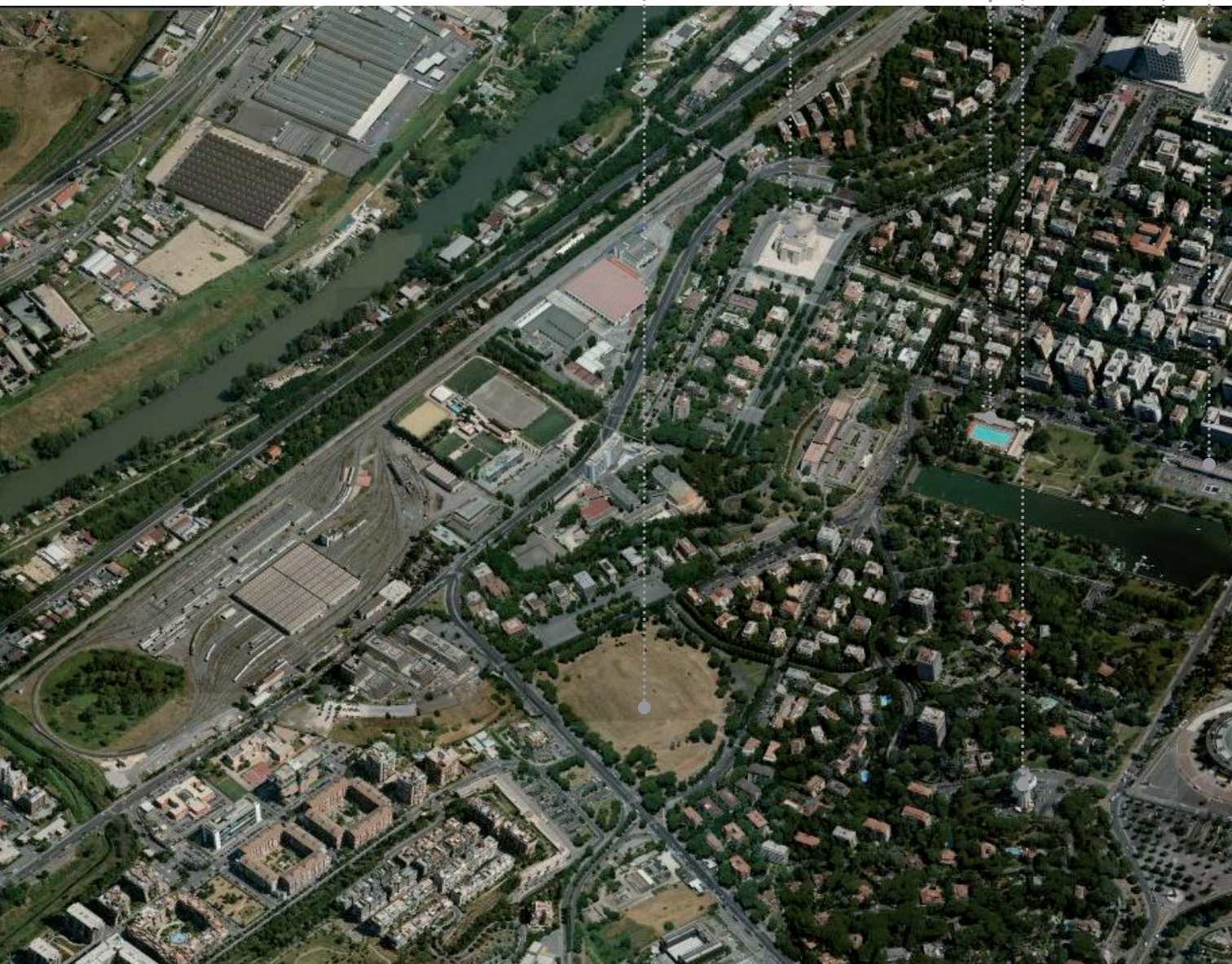
18\_Innenansicht des Palazzo dello sport





19\_Palazzo dello sport, heute PalaLottomatica oder auch Palasport genannt





**Bauplatz  
(EX - Velodromo olimpico)**

Basilica SS Pietro e Paolo

piscina della Rosa  
Fungo

Palazzo della Civiltà del Lavoro  
Stazione Metro E.U.R.



Palazzo dello Sport

Laghetto del E.U.R.

Obelisk

Palazzo dei Congressi





# VELODROMO OLIMPICO

## GRUNDSTÜCK VELODROMO OLIMPICO

Das Grundstück, genannt „Velodromo Olimpico“ oder auch „Ex-Velodromo“ liegt zwischen der Viale del Ciclismo, der Viale dell’Oceano Pacifico, der Viale dei Primi Sportivi und der Viale della Tecnica.

Im ursprünglichen Masterplan der Expo ‘42 war eine Pferderennbahn auf diesem Grundstück vorgesehen. Im Zuge der Olympiade von 1960 entschied man sich an der Stelle das Velodrom zu bauen.

Den Zuschlag für die Planung erhielten Ligini, Ortensi und Ricci zusammen mit Schürmann für die Planung der Bahn.<sup>63</sup>

„Mit dem Schwimmbad [delle Rose – Anm. d. Verf.] und dem Palazzo dello Sport von Nervi aber auch einem wiederauferstandenen Piacentini, mit den sportlichen Infrastrukturen für die neue Olympiade strukturiert man einen Ausgang von Rom und einen Eingang vom Meer in die Stadt, sauber, zivil, modern.“<sup>64</sup>

Am 30. April 1960 wurde das Velodrom eröffnet. Nach der Olympiade wurden 1967 der Stundenrekord und 1968 die Weltmeisterschaften ausgetragen.<sup>65</sup>

Durch Setzungen der Tribünen auf dem aufgeschütteten Gelände, welche auf Grundwasservorkommen im Erdreich zurückzuführen sind, wurden diese gesperrt und das Velodrom nur noch für Trainingszwecke genutzt.

In den 90ern verfiel auch die Bahn selbst. Trotz mehrerer Initiativen fand keine Restaurierung statt.<sup>66</sup>

SpaEur wollte auf dem Gelände einen Aquapark mit öffentlichen Einrichtungen und einigen privaten Villetten bauen.<sup>67</sup> Trotz Widerstand der Bevölkerung, Gutachten einer möglichen Sanierung der bestehenden Struktur und Baustopp seitens der autorità giudiziaria wurde das Velodrom nach einem Sicherheitsgutachten von prefetto Mosca am

24. Juli 2008 in die Luft gesprengt.<sup>68</sup>

Seither ist das Grundstück beschlagnahmt und liegt brach. Einzig ein am südöstlichen Rand des Grundstücks gelegenes Gebäude, wird weiter als Blumengeschäft genutzt.

<sup>63</sup> Gli anni cinquanta Antonella Greco S.7

<sup>64</sup> Ciclisturbano

<sup>65</sup> Vgl.: Wikipedia Velodromo Olimpico

<sup>66</sup> Vgl.: Dipartimento d’Architettura dell’Università di Roma „La Sapienza“ 2005

<sup>67</sup> Vgl.: Programma d’Interventi per la Trasformazione dell’Area Ex Velodromo Olimpico

<sup>68</sup> Vgl.: Velodromo Olimpico di Roma una storia sfortunata



21\_Velodromo Olimpico um 1960;

„Il Velodromo piú perfetto e piú bello del mondo [Das perfekteste und das schönste Velodrom der Welt - Anm. d. Verf.]“  
Corriere dello Sport 02.11.1958





# BILDDOKUMENTATION STANDORT

## DIE UMGEBUNG

Die Umgebung rund um das Velodrom ist hügelig, wobei der Palazzo dello Sport (Palalottomatica) am höchstgelegenen Punkt steht und die Kuhle des alten Velodroms den tiefsten Punkt der Umgebung bildet.

Die südliche Straße (Viale dell'Oceano Pacifico) ist viel befahren und an sie grenzt im Süden ein Mischgebiet aus Verwaltungs-

gebäuden, Einkaufszentren, Bürogebäuden und Villette. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Viale dell'Oceano Pacifico das Ende des Planungsgebietes der E42 bzw. dem Planungsgebiet für die Olympischen Spiele 1960 darstellt: Das Gebiet südlich ist wesentlich dichter bebaut, auch wenn die singuläre Bauweise zum Großteil beibehalten wurde.<sup>69</sup>

Die restlichen umgebenden Straßen des Grundstücks sind wenig befahren, da

rundherum Wohngebiete mit geringer Dichte liegen.

Auch an der Bepflanzung, welche von hochgewachsenen Pinien dominiert wird, lässt sich ablesen, dass das Gebiet nördlich der Viale dell'Oceano Pacifico schon einige Jahre vorher angelegt wurde.

<sup>69</sup> Piano regolatorio tavola 17



23\_Blick vom Fungo nach Süden, die Grenze des Planungsgebietes E42 lässt sich eindeutig am "grünen Dach" ablesen



24\_Pinien, die dominierende Bepflanzung im E.U.R.









26\_Blick über den "nicht sequestrierten" Teil des Velodromo Olimpico im Osten des Grundstücks



27\_Blick über das Grundstück mit der Vertiefung an dem das ehemalige Velodrom lag





28\_ ehemalige Einfahrt für Fahrzeuge



29\_ Überreste des Velodromo Olimpico





30\_Viale dell'Oceano Pacifico



31\_Ehemaliger Eingang





32\_Blick nach Süden auf Neubauten



33\_Blick von der Via del Oceano zum "Fungo"



# VERKEHR

Das Quartiere dell'EUR ist eines der am besten an den Verkehr angeschlossenen Gebiete in Rom.

Durch die umfassende und großzügige Planung für die Expo '42 ist es eines der wenigen Gebiete, das mit einer guten Anbindung aller Verkehrsmittel, sei es innerstädtisch als auch regional und überregional, ausgestattet ist und zu Stoßzeiten nicht im typisch römischen Verkehrschaos versinkt.

## STRASSEN

Die Stadtautobahn A91 reicht bis 3km vor das Velodromo Olimpico und ist durch die Via Cristoforo Colombo oder die Viale Egeo erreichbar.

## ZUG

Die Stationen des Zuges "Tor Di Valle" und "EUR Magliana" sind ebenfalls in unmittelbarer Nähe und bieten eine regionale Anbindung an den Standort.

## METRO

Durch die innovative Planung in den 40er Jahren ist das Quartiere dell'EUR als eines der wenigen Gebiete in Rom mit der Metro verbunden. Von der Stazione "EUR Pala-

sport" sind es zu Fuß keine 10min bis zum Velodromo Olimpico.

## BUSLINIEN

Für die direkte innerstädtische Anbindung sorgen die Busse der Linien 130,708,777 und 778.

## RADWEGE

Fast unmittelbar südlich des Standortes gibt es einen Radweg, welcher an den Radweg entlang des Tibers angebunden ist.

## PARKPLÄTZE

im Westen und Süden des Grundstücks sowie südlich des Palasports befinden sich viele Parkmöglichkeiten, darum müssen für das Velodrom nur begrenzt Parkplätze geschaffen werden.



34\_Weissplan der Umgebung

## LEGENDE

Stadtautobahn	■■■■■■■■■■
Hauptverkehrsachsen	.....
Bus	—●—●—
Radweg	- - - - -
Zug	- - - - - F - - - - -
Metro	— M —





# BEBAUUNGSPLAN

[PIANO REGOLATORE<sup>70</sup>]

Der Standort befindet sich an der südlichen Planungsgrenze des in den 30ern als Gartens-  
tadt geplanten Expogeländes (E42), welches  
für die olympischen Spiele 1960 umgesetzt  
wurde.<sup>71</sup>

Das Velodrom war im Bebauungsplan [piano  
regolatore] von 2003 noch als isolierter Son-  
derbau mit geschichtlich-architektonischen  
und monumentalen Interesse verzeichnet.

Am 23.12.2003 reichten Gemeindevertreter  
ein Gesuch zur Wiederbelebung und Umnut-  
zung des Geländes des "Velodromo Olimpico"  
und die Neubebauung des Nachbargrund-  
stückes "Oceano pacifico" ein. [la giunta  
Comunale, con decisione n. 34, ha sottoposto  
all'esame del Consiglio Comunale  
la proposta di deliberazione concernente:  
"indirizzi al Sindaco, ai sensi dell'art..24 dello  
Statuto comunale, per la  
sottoscrizione dell'Accordo di Programma ex  
art. 34 del D.lgs 267/2000, programma di  
interventi per il recupero e  
la trasformazione del Velodromo Olimpico e  
la nuova edificazione dell'area denominata  
"Oceano Pacifico"]

Im Beschluss n.18 vom 12.02.2008 wird der  
neue Bebauungsplan für diese Flächen  
beschlossen. [Deliberazione n. 18 del  
12/02/08 viene approvato il nuovo Piano  
Regolatore, che recepisce l'Accordo di

Programma, come Ambito a Pianificazione  
Particolareggiata e Definita A.P.P.D. n. 119  
Velodromo Olimpico.].<sup>72</sup>

Durch die Sprengung der bestehenden  
Substanz und die daraus resultierende Bes-  
chlagnehmung des Grundstückes ist dessen  
Zukunft nun fraglich.

Für die vorliegende Arbeit wird deshalb die  
ursprüngliche Widmung beibehalten und  
nur das Grundstück des Velodromo olimpico  
(strichlierte Linie) für die Entwurfsplanung  
herangezogen.

<sup>70</sup> Vgl.: Piano regolatorio 2006

Programma d'interventi per la Trasformazione dell'Area Ex Velodromo  
Olimpico

<sup>71</sup> Vgl.: EUR la città parco della roma moderna S.1

<sup>72</sup> Programma d'interventi per la Trasformazione dell'Area Ex Velodromo  
Olimpico S.3

## LEGENDE

Flüsse und Seen  
[Fiumi e laghi]



öffentliches Grün  
[Verde pubblico]



Verkehrsinfrastruktur:  
Knotenpunkt  
[nodi di scambio]



Bebauung 20.Jh.  
[Tessuti di espansione novecentesca]



konsolidierte Stadt: Expansions-  
bebauung aus Singulärbauten  
des 20.Jh.  
[città consolidata: tessuti di espansione  
novecentesca a tipologia edilizia libera]



Privateinrichtung  
[servizi privati]

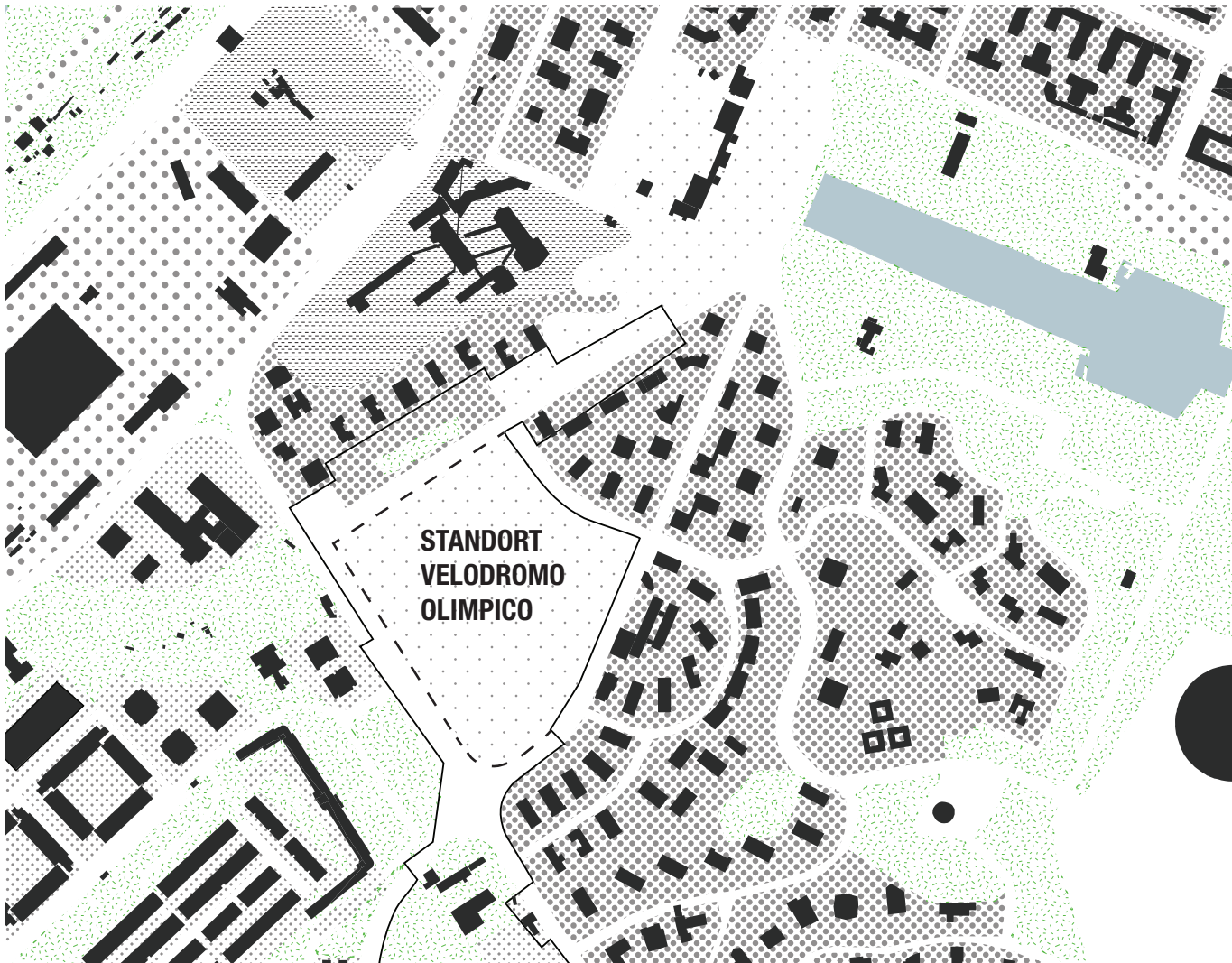


Isolierte Sonderbauten mit ge-  
schichtlich-architektonischem  
und monumentalem Interesse  
[edifici speciali isolati di interesse  
storico-architettonico e monumentale]



architektonische und urbane  
Festpunkte  
[capisaldi architettonici e urbani]



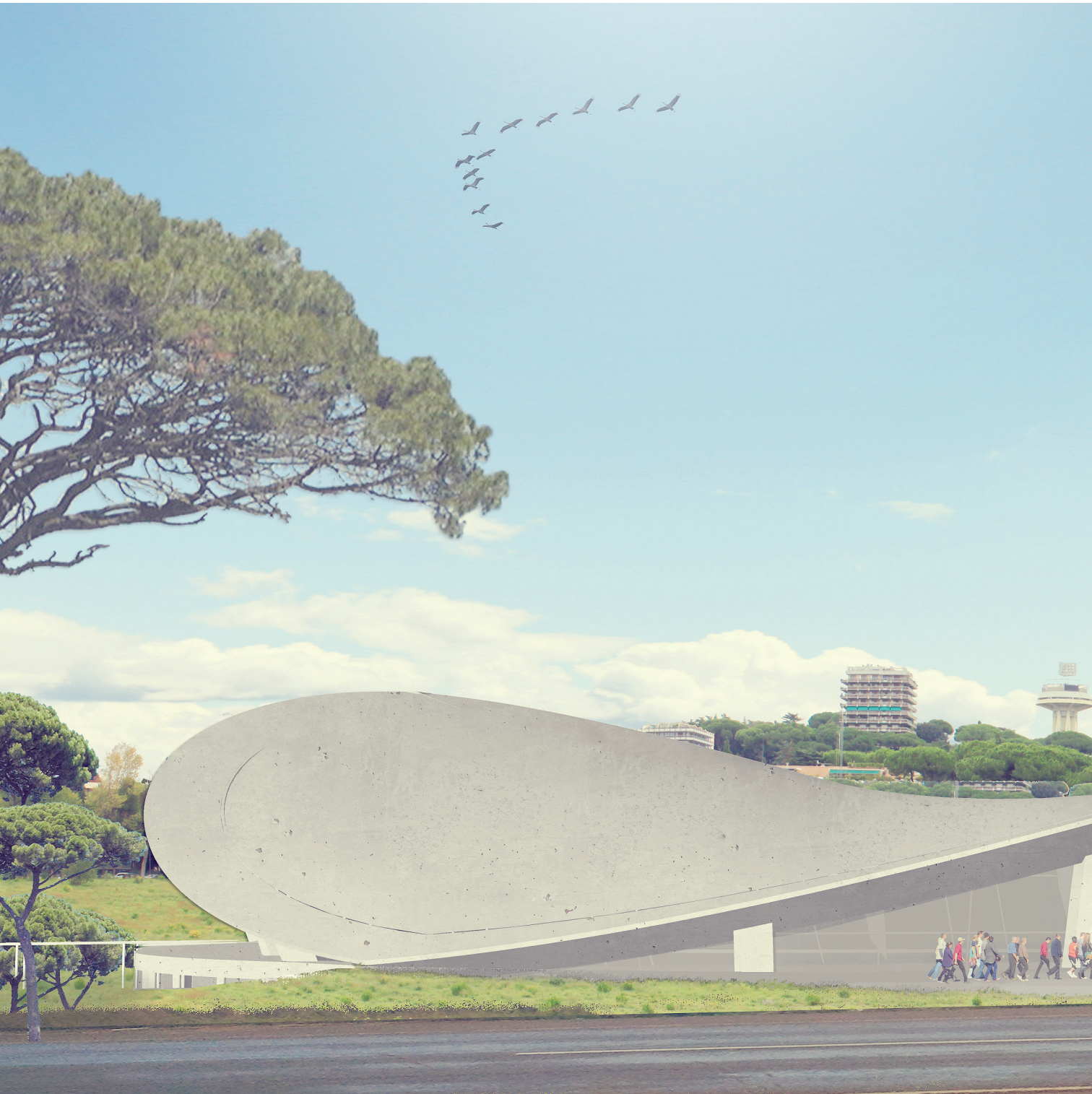






**ENTWURF**





01\_Perspektive von Süden







# ENTWURFSBESCHREIBUNG

Maßgebend beim Entwurf eines Velodroms ist die Rennbahn.

Je nach Kurvenradius und Neigung weist die Bahn verschiedene Höhen, Längen und Breiten auf, an welchen sich die Tribünen orientieren.

Die hier entwickelte Bahn, mit 250 m Länge den UCI Richtlinien entsprechend, kommt mit ihren 42° Maximalneigung in den Kurven und 11° in der Geraden, vor allem Sprintern entgegen, bietet aber auch den langsameren Disziplinen noch genügend Kurvenhaftung. Der steile Winkel in den Kurven bedingt die Anordnung der Tribünen an den Längsseiten. Durch den maximal zulässigen Kurvenradius von 24 m ist die Bahn gedrungen und bietet von jedem Punkt aus eine gute Übersicht. Für die VIP Logen und Presse ist die Position in der Kurve auf Grund der taktischen Manöver bestens geeignet.

Da Velodrome bei Wettkämpfen auf einer konstanten Temperatur von 26°C gehalten werden sollten um optimale Bedingungen für neue Rekorde zu bieten, ist es für den Entwurf ausschlaggebend das Raumvolumen gering zu halten. Das Dachtragwerk nimmt deshalb die Neigung der Tribünen bzw. der Bahn auf, bietet aber gleichzeitig allen Zuschauern einen optimalen Blick auf das Renngeschehen. Neben der optimalen Geometrie orientiert

sich die Tragkonstruktion in ihrer Materialität und Beschaffenheit an den Solitärbauten der Umgebung, welche wie der Palasport (Palalotomatica) von Nervi in Stahlbeton und Glas geplant ist.

Sechzehn massive Stützen halten den Randträger, welcher die Kräfte des Schalentragswerks aufnimmt und über die Stützen in den Boden leitet.

Entwurfsbestimmend war auch der Wunsch beim Betreten des Velodroms sogleich die Bahn im Blick zu haben.

Durch die verglaste Fassade kann das Velodrom im Winter durch die Sonneneinstrahlung aufgeheizt werden, im Sommer verhindert das auskragende Dach und die geneigte Fassade eine Überhitzung des selbigen.

Da das neue Velodrom durch die neuen Bestimmungen wesentlich kleiner ausfällt als das alte Stadion, welches das gesamte Grundstück eingenommen hatte, bleibt genug

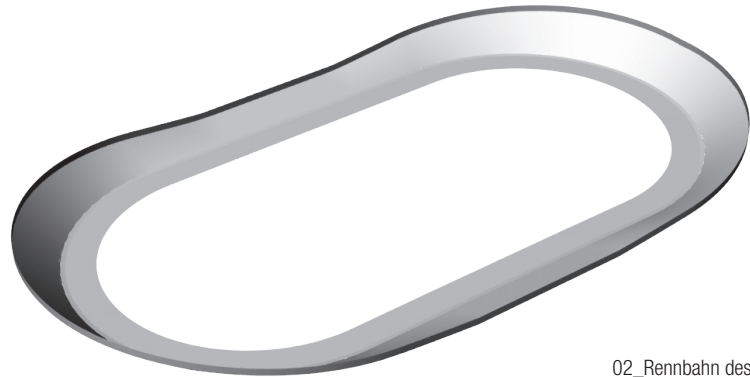
Platz um auch andere Radsportarten zu einem einzigartigen Zentrum des italienischen Radsports zusammenzuführen.

Bike Polo und Radkunstturnen finden in den Innen, sowie Außenanlagen Platz für Wettbewerbe und Training.

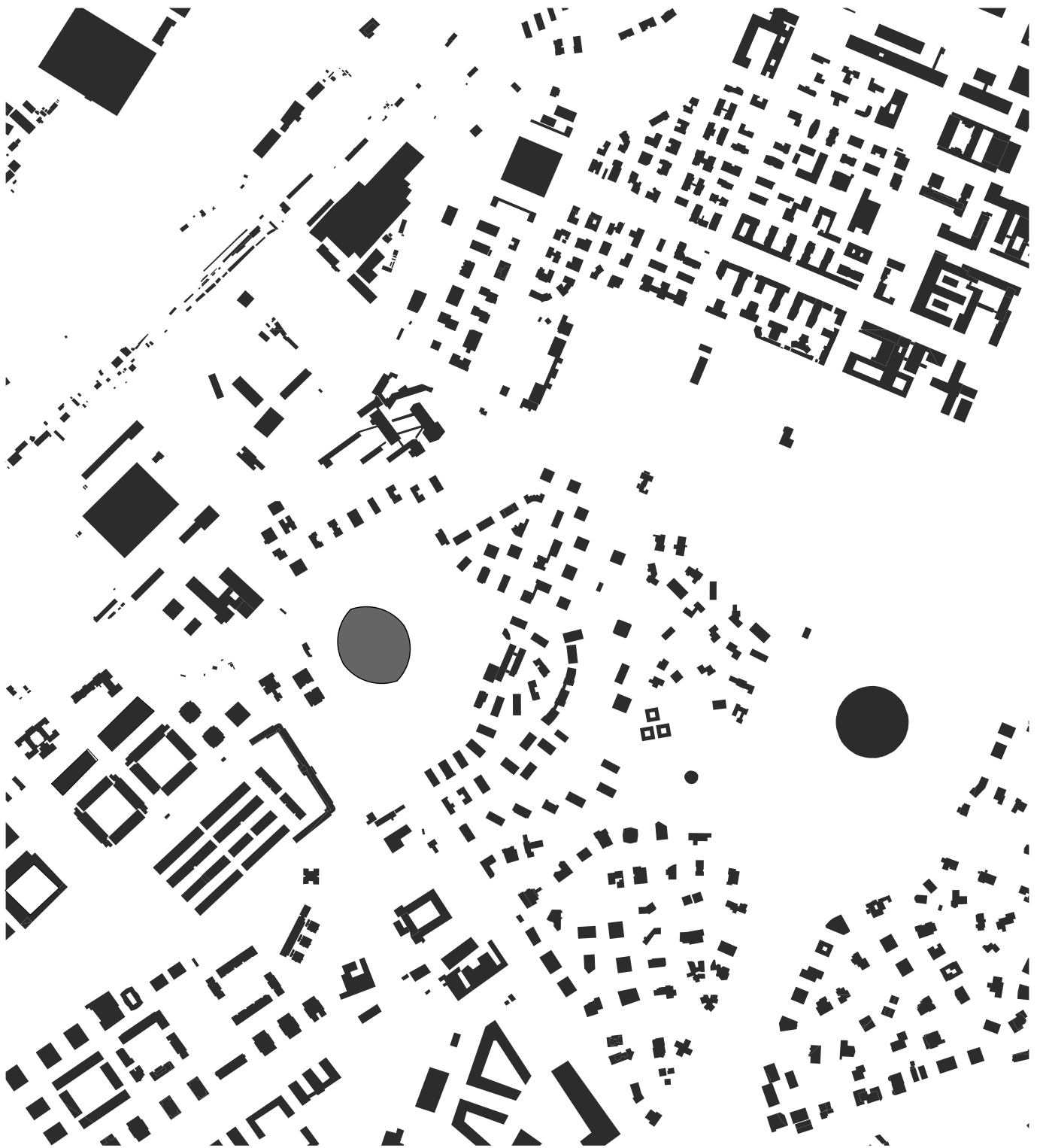
In den Außenanlagen findet sich genügend Platz für eine BMX und eine Cyclocross Strecke. Eine Cross Country Strecke ließe sich ebenfalls mit einer Verbindung in die südlich gelegenen Hügel realisieren.

Straßenrennen bedürfen keiner expliziten Strecke, da die Rennen meist auf für diesen Anlass gesperrten Straßen stattfinden.

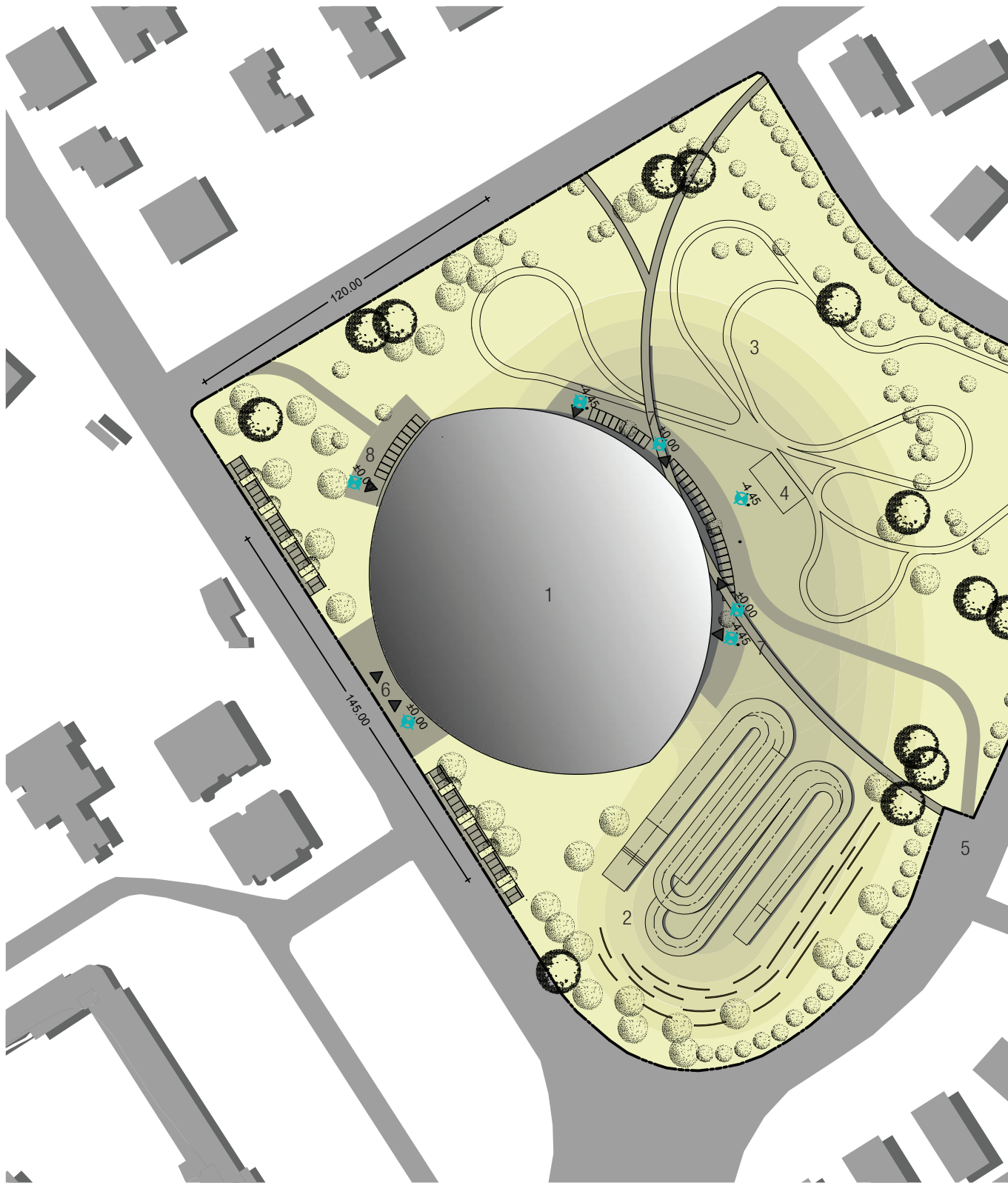
In einem nächsten Planungsschritt könnte man einen Radweg als Verbindung zum "Ciclabile del Tevere" anstreben. Des weiteren besteht die Möglichkeit auf den Brachflächen, auf der gegenüberliegenden Seite der Viale dell'Oceano Pacifico, Bürokomplexe für die Radverbände vorzusehen.



02\_Rennbahn des Projekts

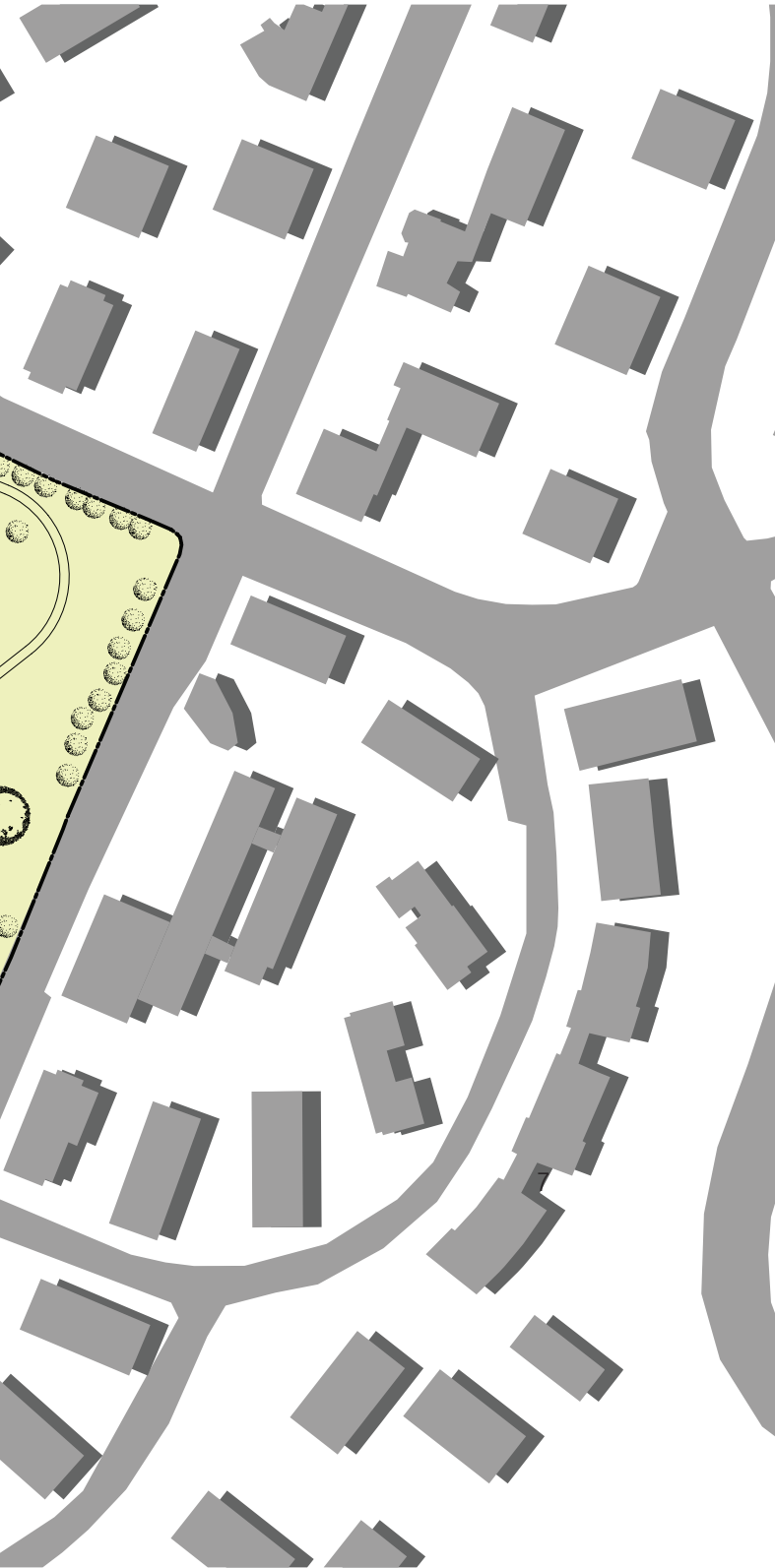






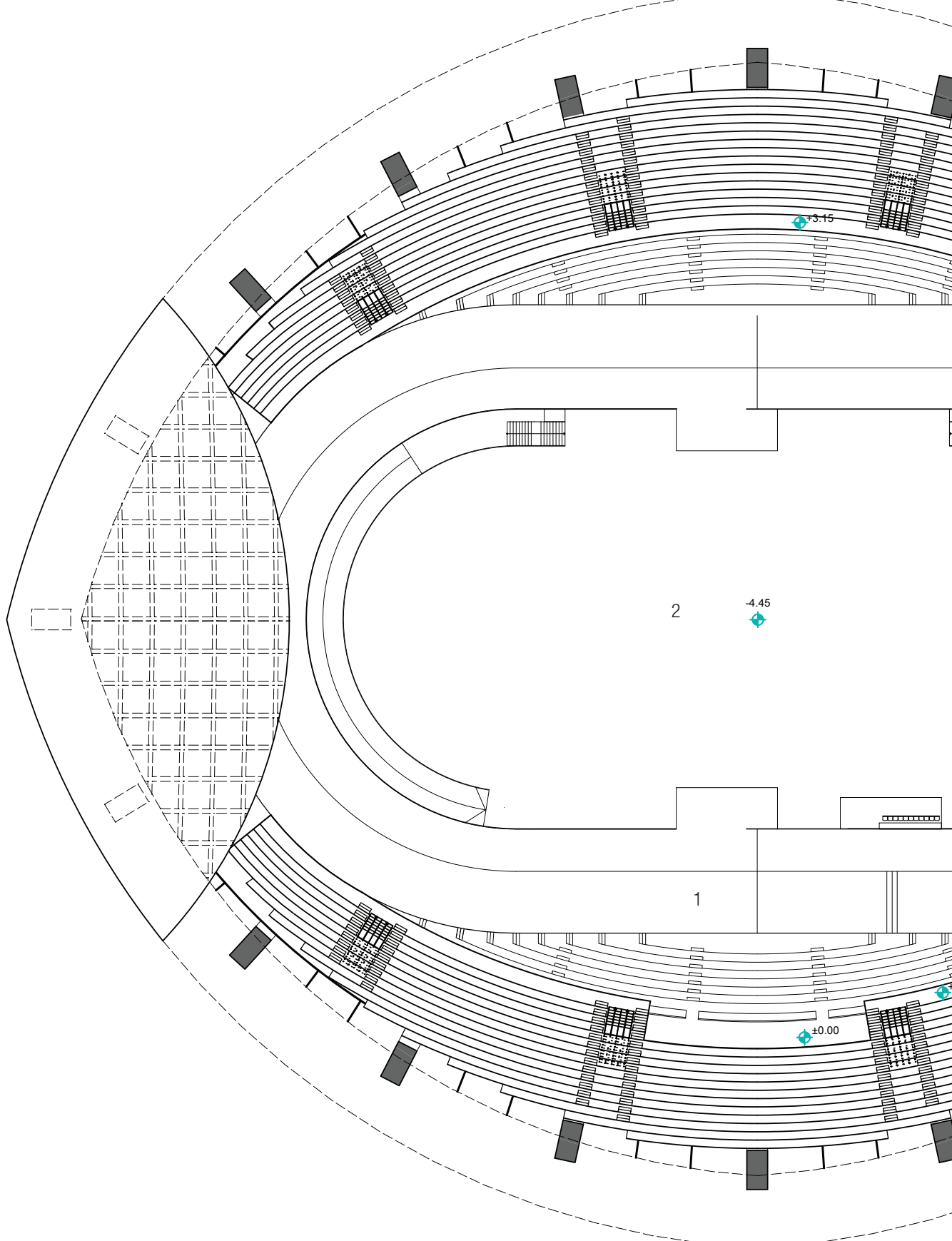
# LAGEPLAN

[M 1:2.000]



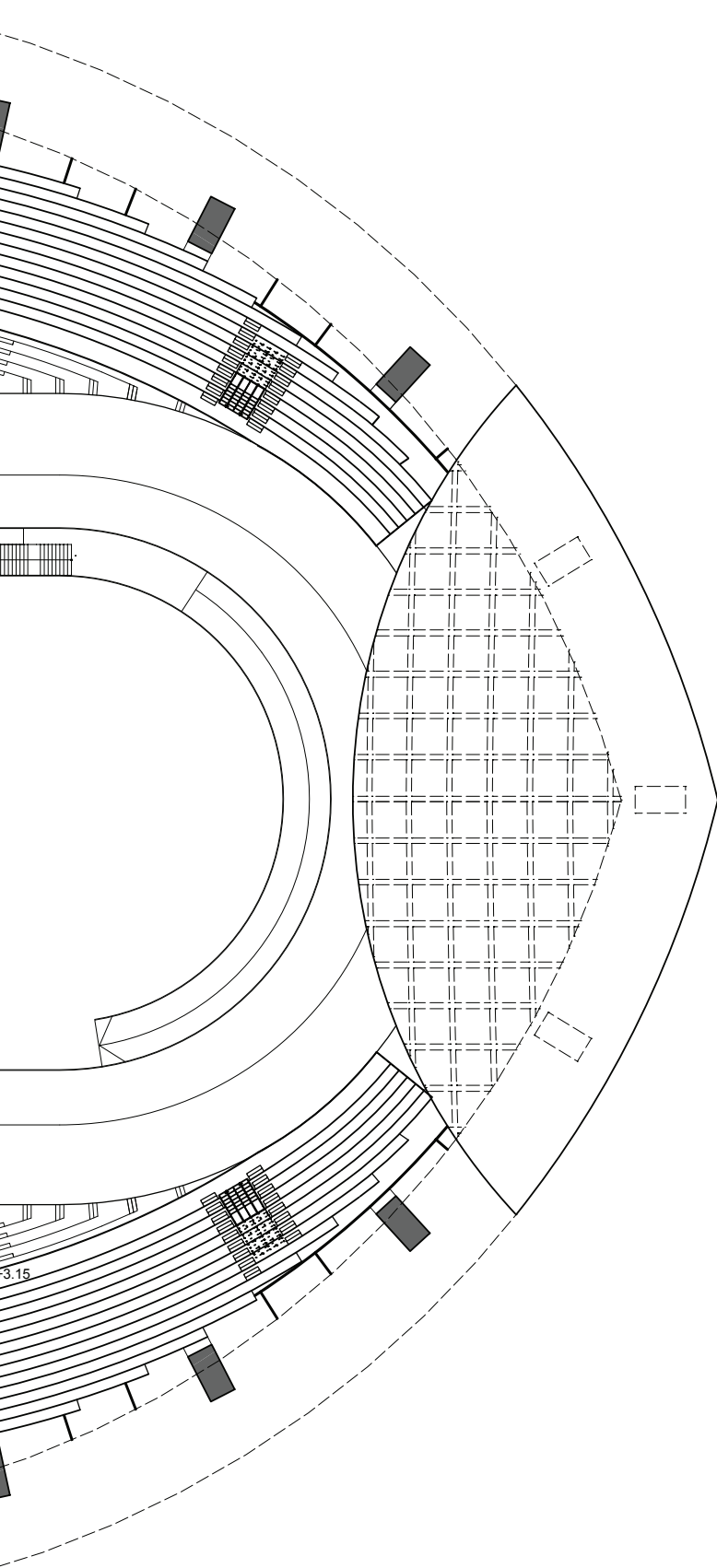
- 1 Velodromo
- 2 BMX Bahn
- 3 CicloCross Strecke
- 4 Bike Polo, Radball und Radakrobatik Areal
- 5 Zufahrt Ebene 0
- 6 Haupteingang Velodrom Ebene 1
- 7 Nebeneingänge Velodrom Ebene 1
- 8 VIP Eingang Ebene 1





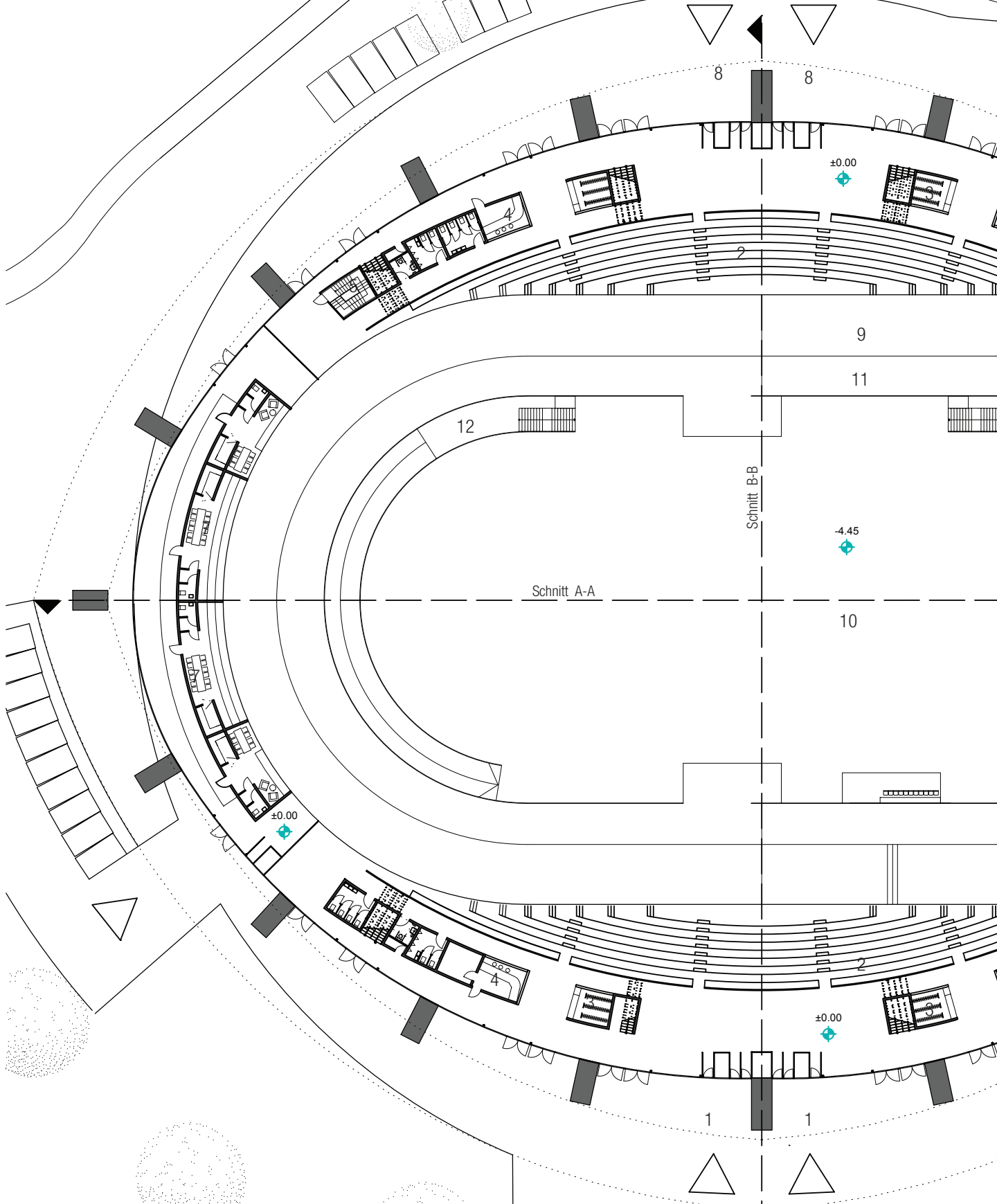
# GRUNDRISS EBENE 2

⊙ [M 1:500]



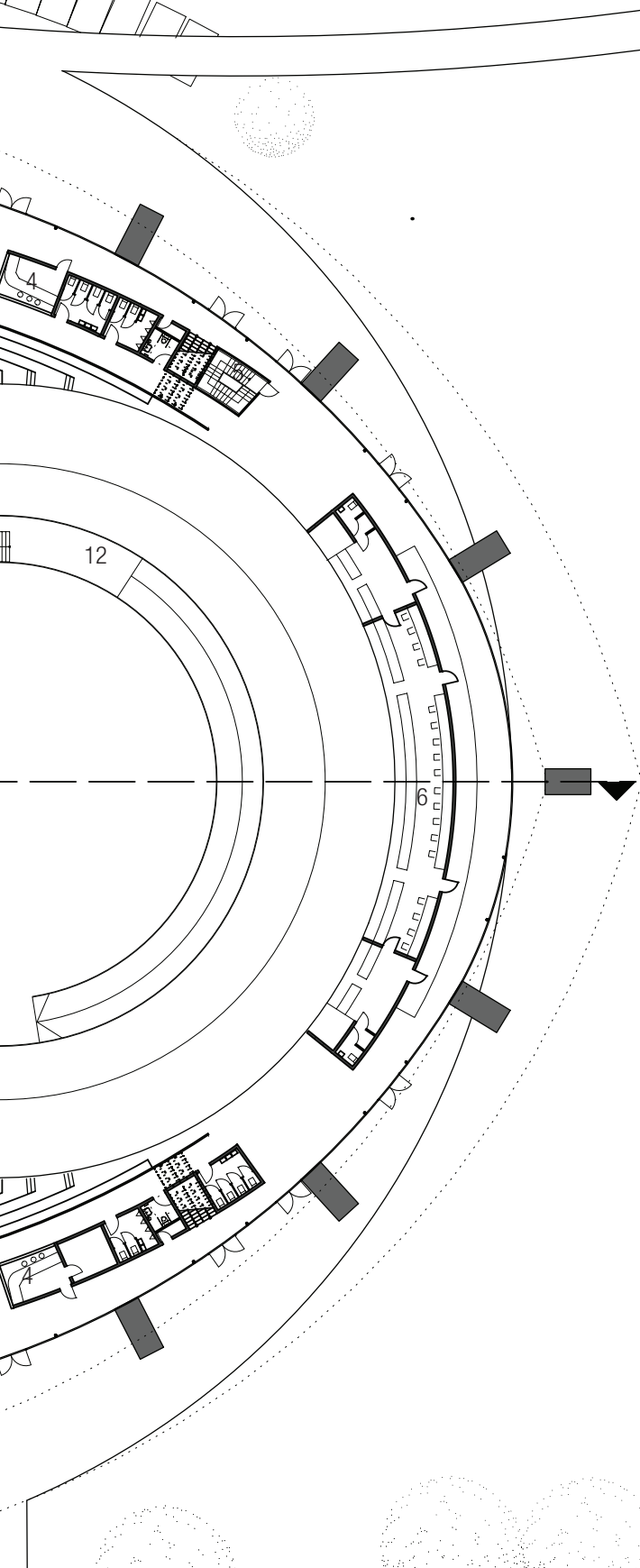
- 1 Bahn
- 2 Innenbereich Bahn





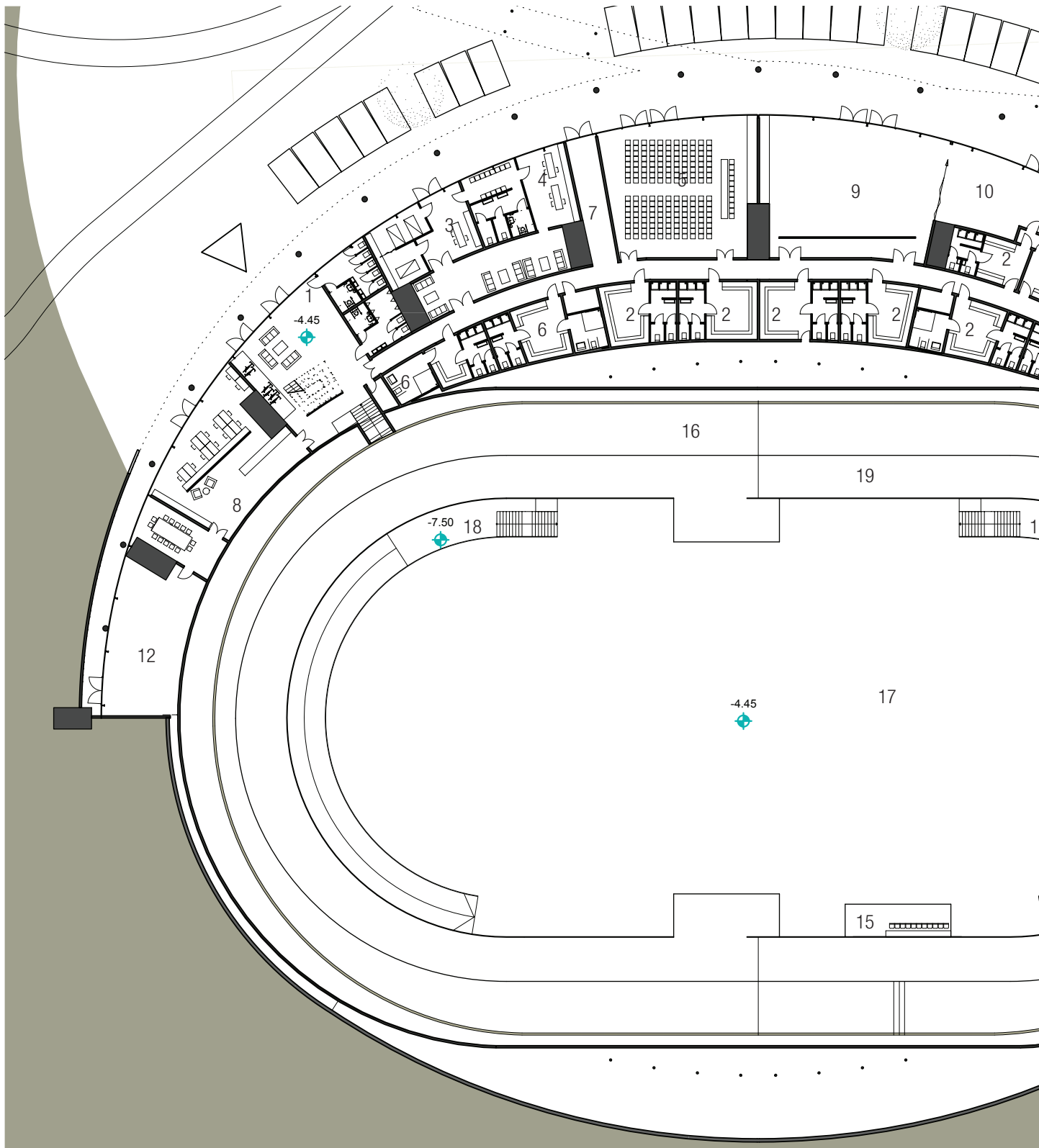
# GRUNDRISS EBENE 1

⊙ [M 1:500]



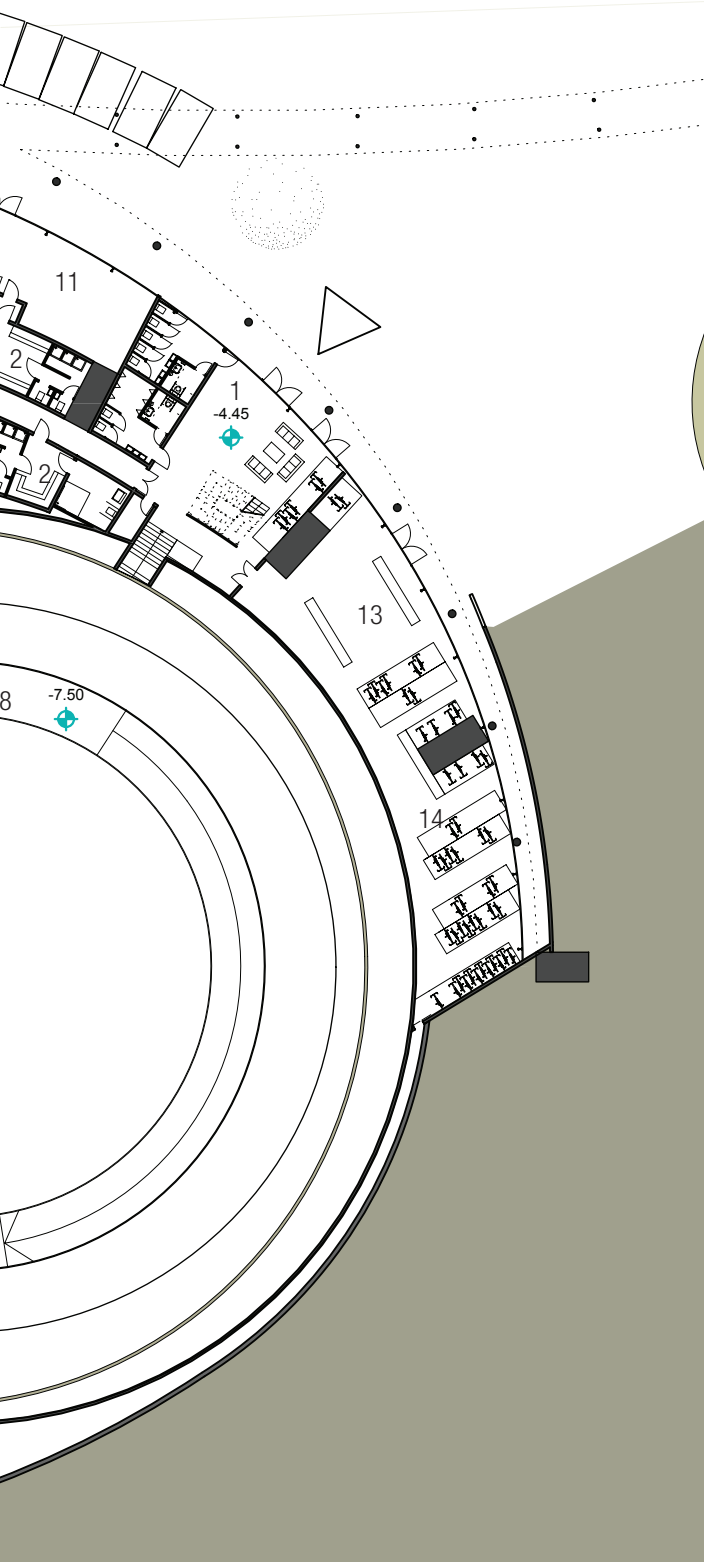
- 1 Haupteingangsbereich
- 2 Tribünen
- 3 Garderobe
- 4 Bar
- 5 Zugang Ebene 0
- 6 Presse
- 7 VIP Bereich
- 8 Nebeneingangsbereiche
- 9 Bahn
- 10 Innenbereich Bahn
- 11 Cotê d'Azur
- 12 Zugang zur Rennbahn von Ebene 0





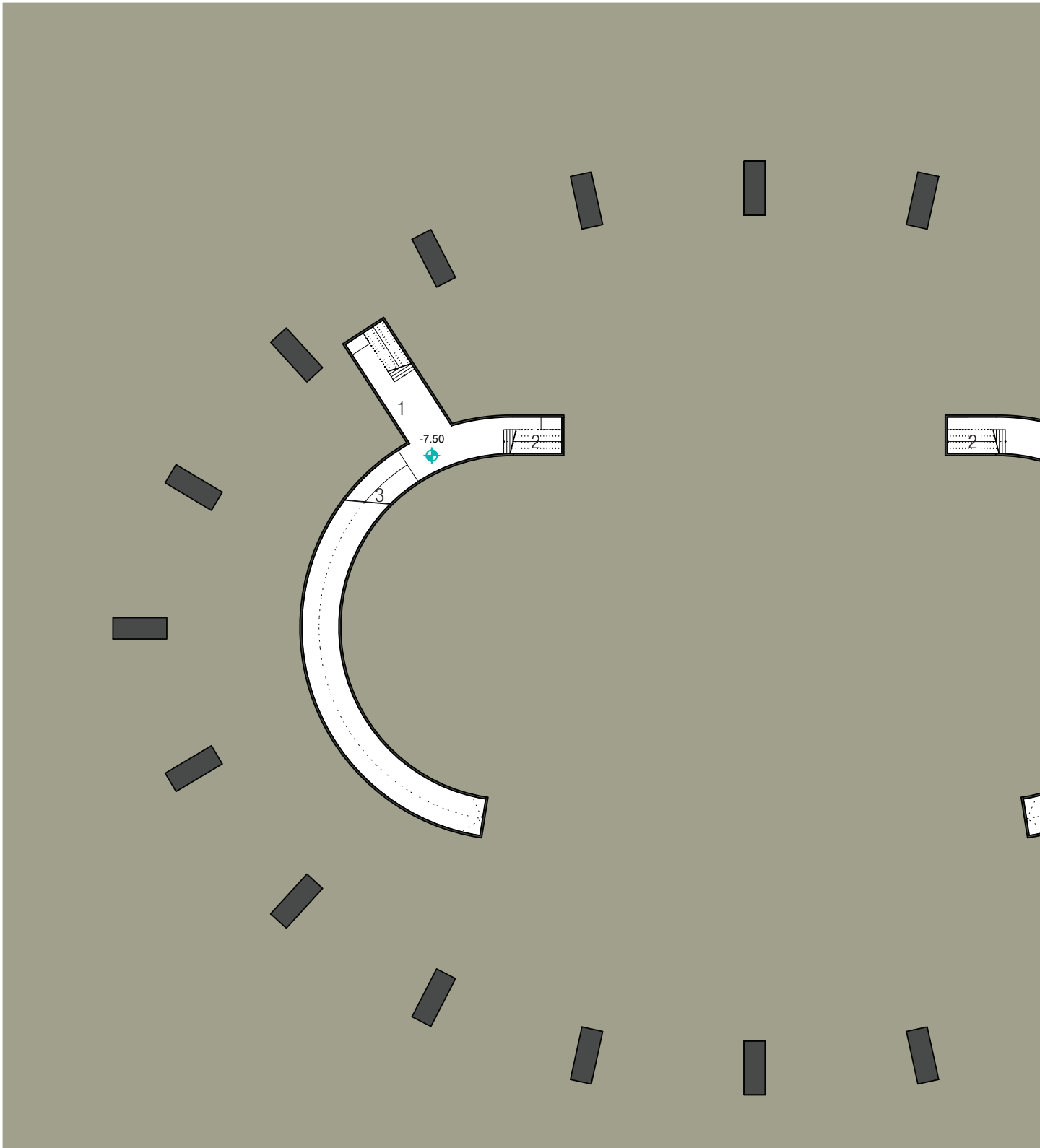
# GRUNDRISS EBENE 0

⊙ [M 1:500]



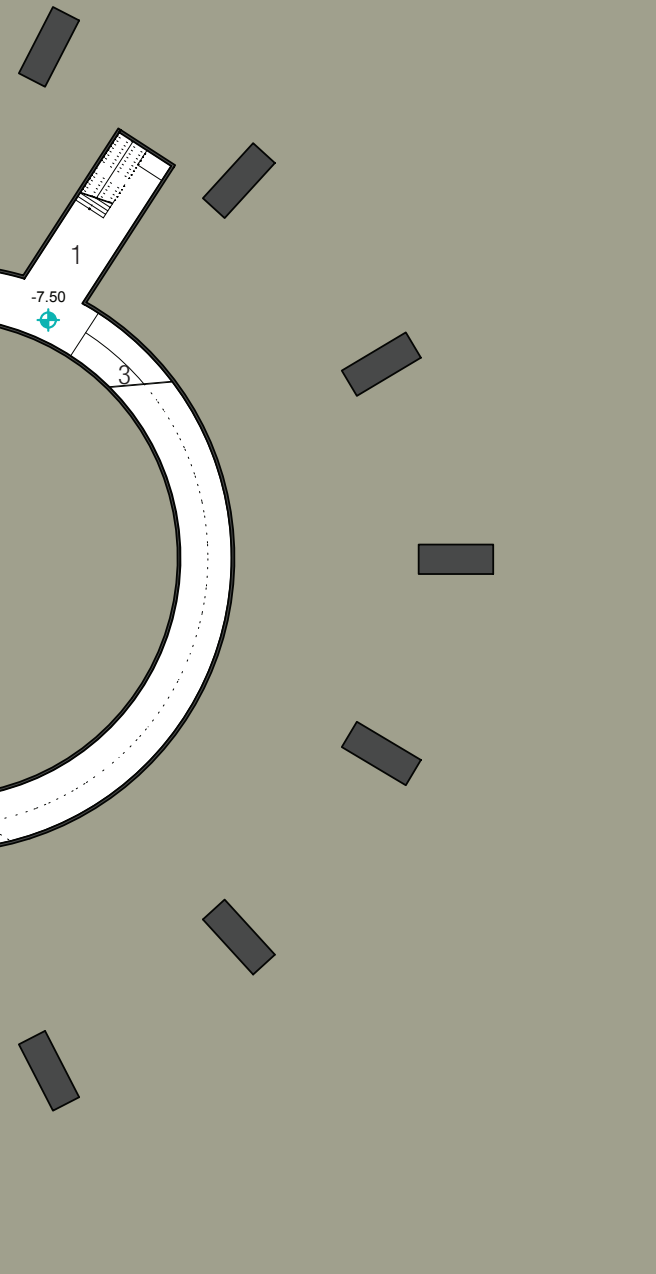
- 1 Eingänge
- 2 Umkleiden
- 3 Arzt
- 4 Antidoping
- 5 Besprechungsraum
- 6 Rennrichter
- 7 zusätzlicher Notausgang
- 8 Verwaltung / Verband
- 9 Gymnastikraum
- 10 Krafttrainingsraum
- 11 Entspannungsraum
- 12 Technik
- 13 Werkstatt
- 14 Raddepot
- 15 Rennrichterpodest
- 16 Bahn
- 17 Bahn Innenbereich
- 18 Erschließung Bahn
- 19 Coté d'Azur





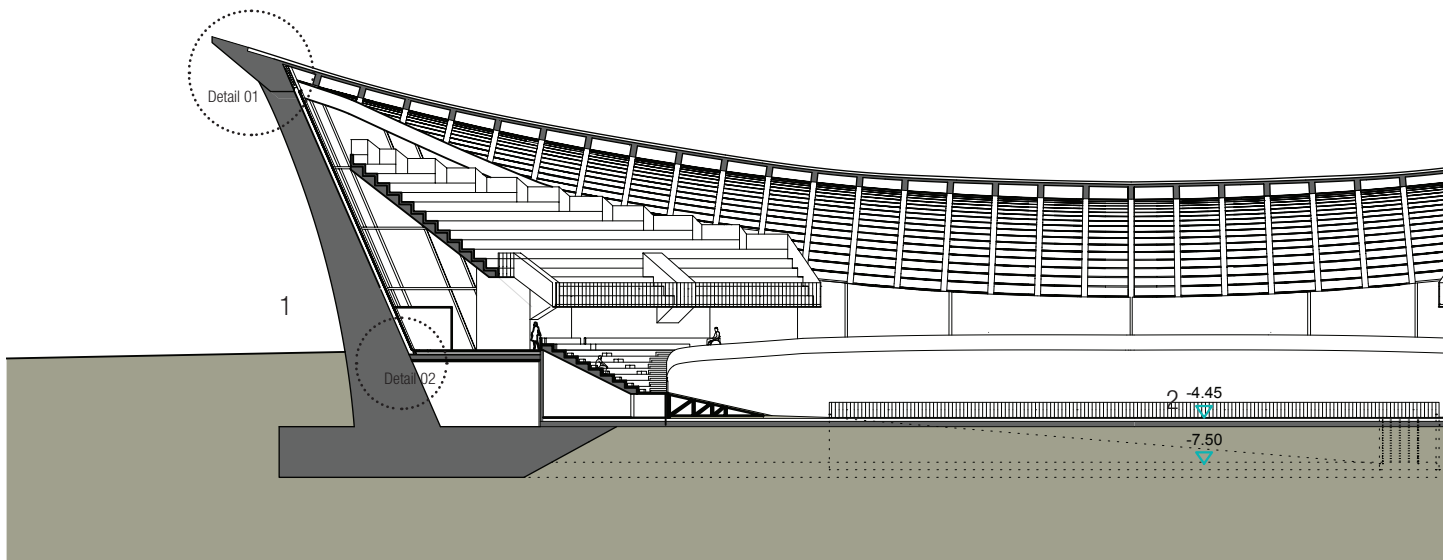
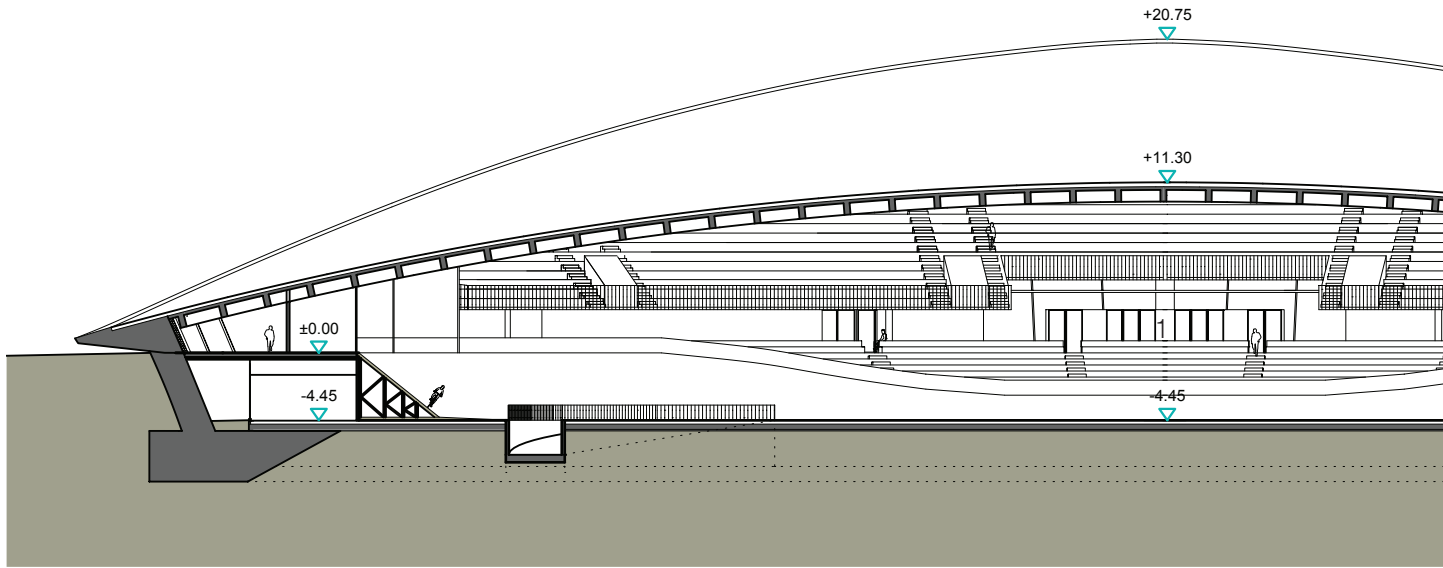
# GRUNDRISS EBENE -1

[M 1:500]



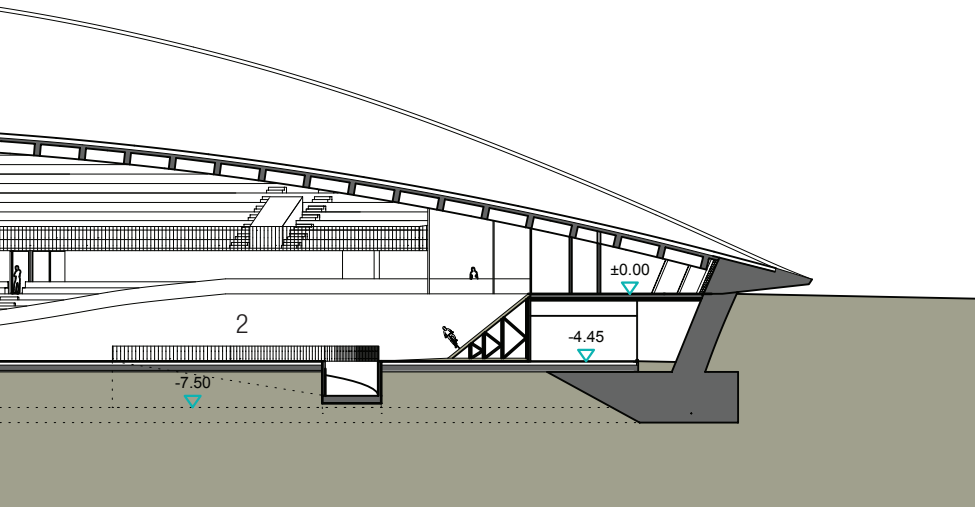
- 1 Zugang zu den Umkleidekabinen
- 2 Zugang zur Rennbahn
- 3 Rampe





# SCHNITT A-A

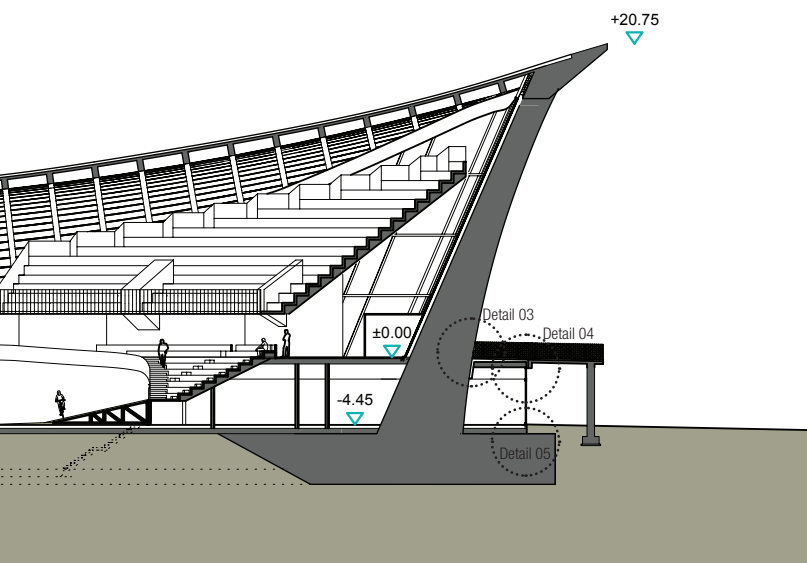
[M 1:500]



- 1 Haupteingang E1
- 2 Bahn

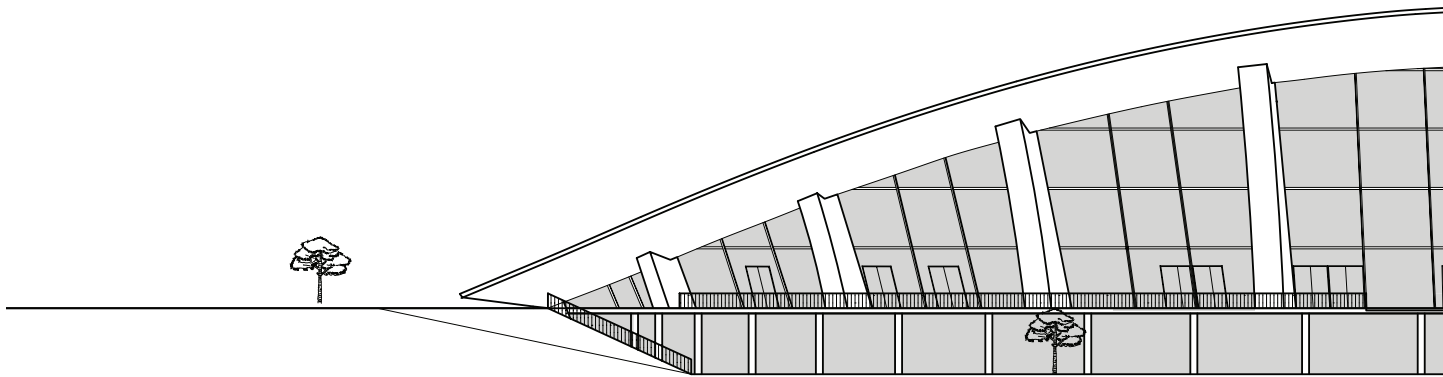
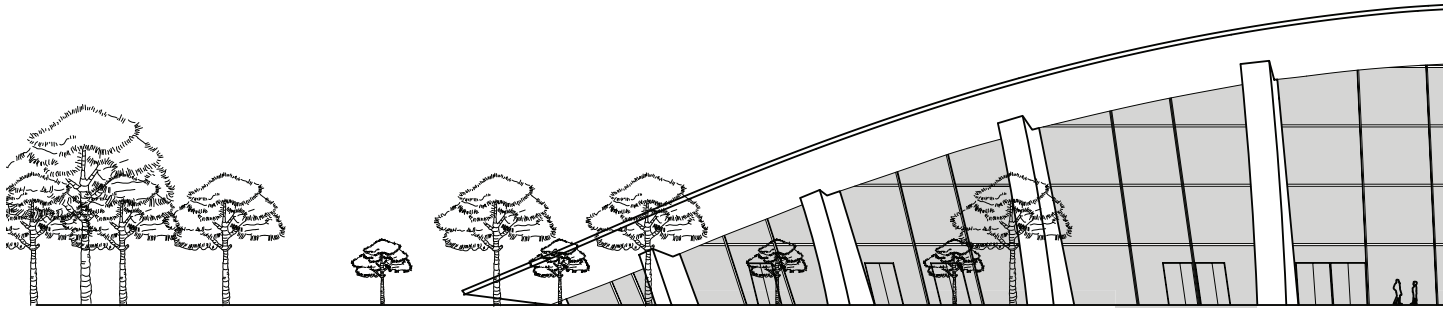
# SCHNITT B-B

[M 1:500]



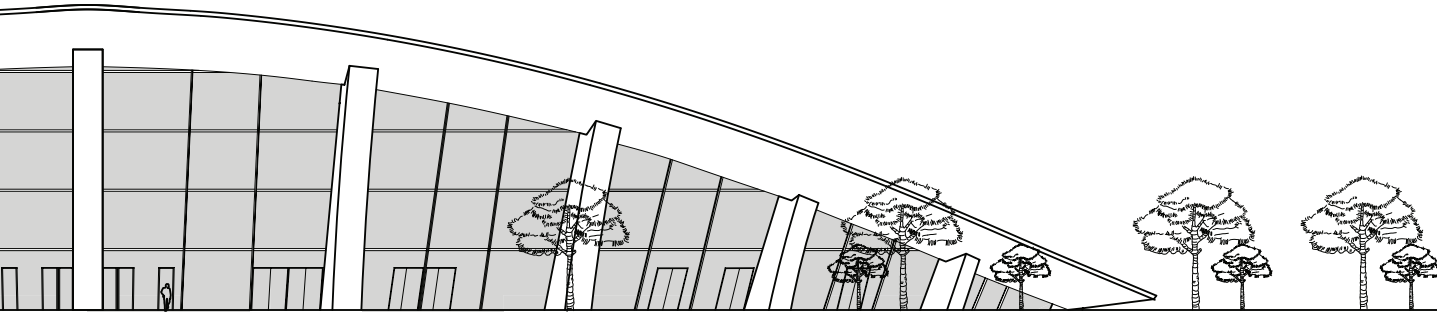
- 1 Haupteingang E1
- 2 Bahn





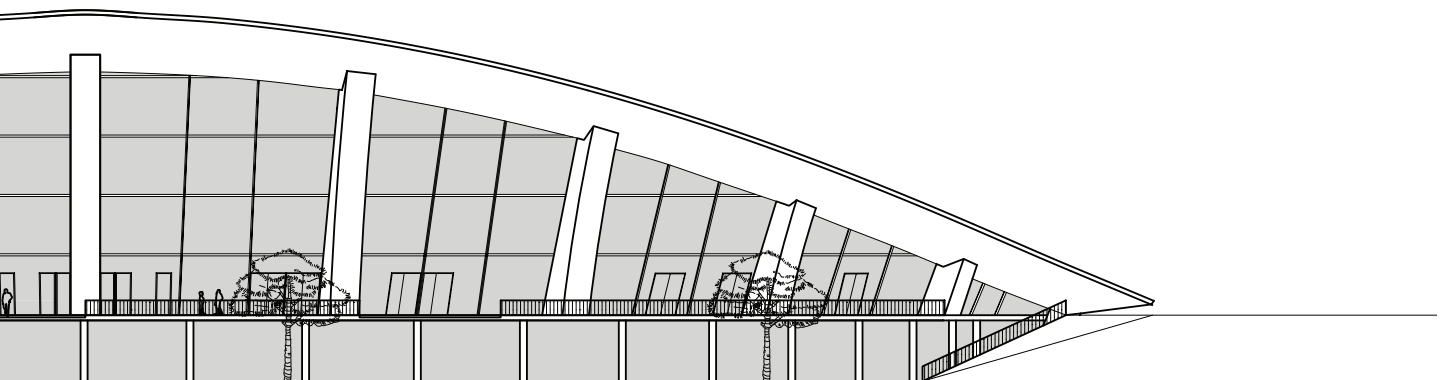
# ANSICHT SÜDOST

[M 1:500]

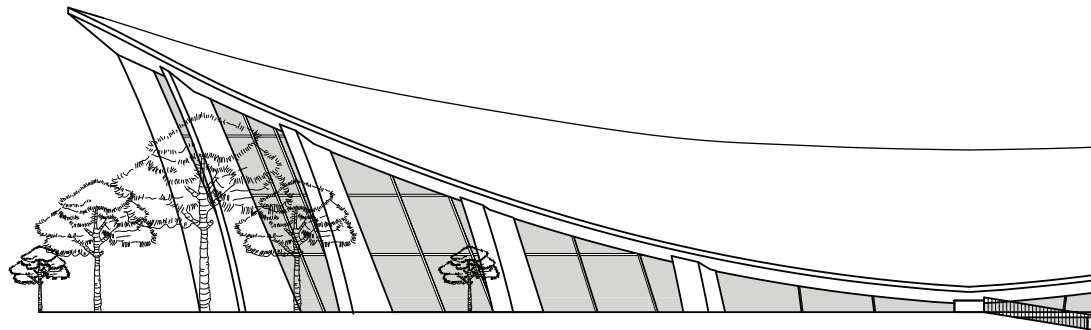
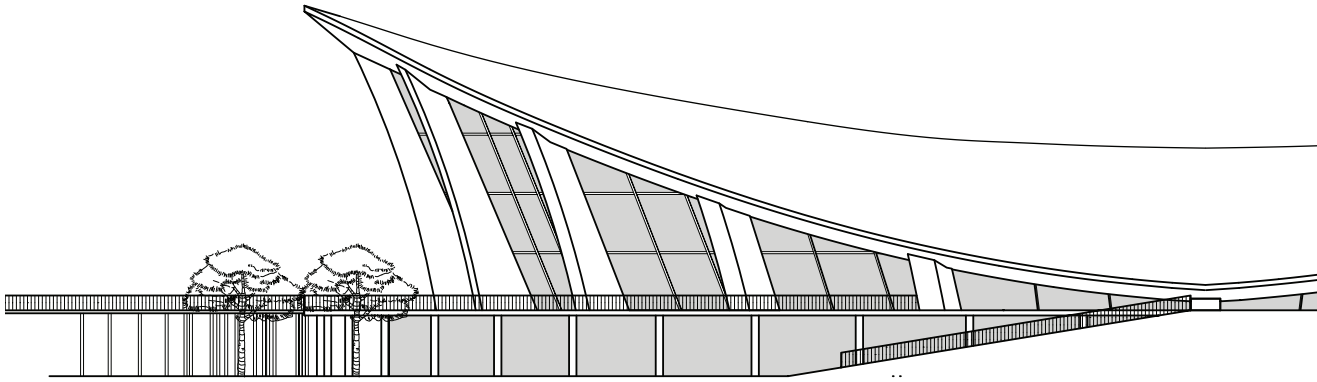


# ANSICHT NORDWEST

[M 1:500]

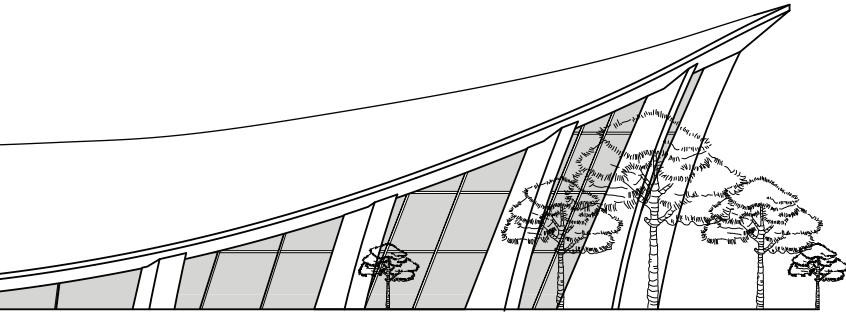






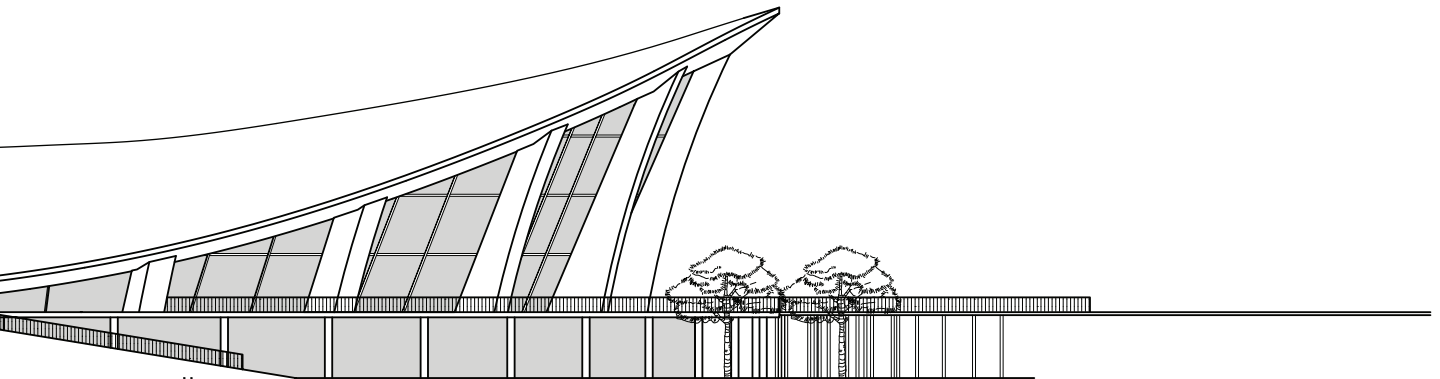
# ANSICHT NORDOST

[M 1:500]



# ANSICHT SÜDWEST

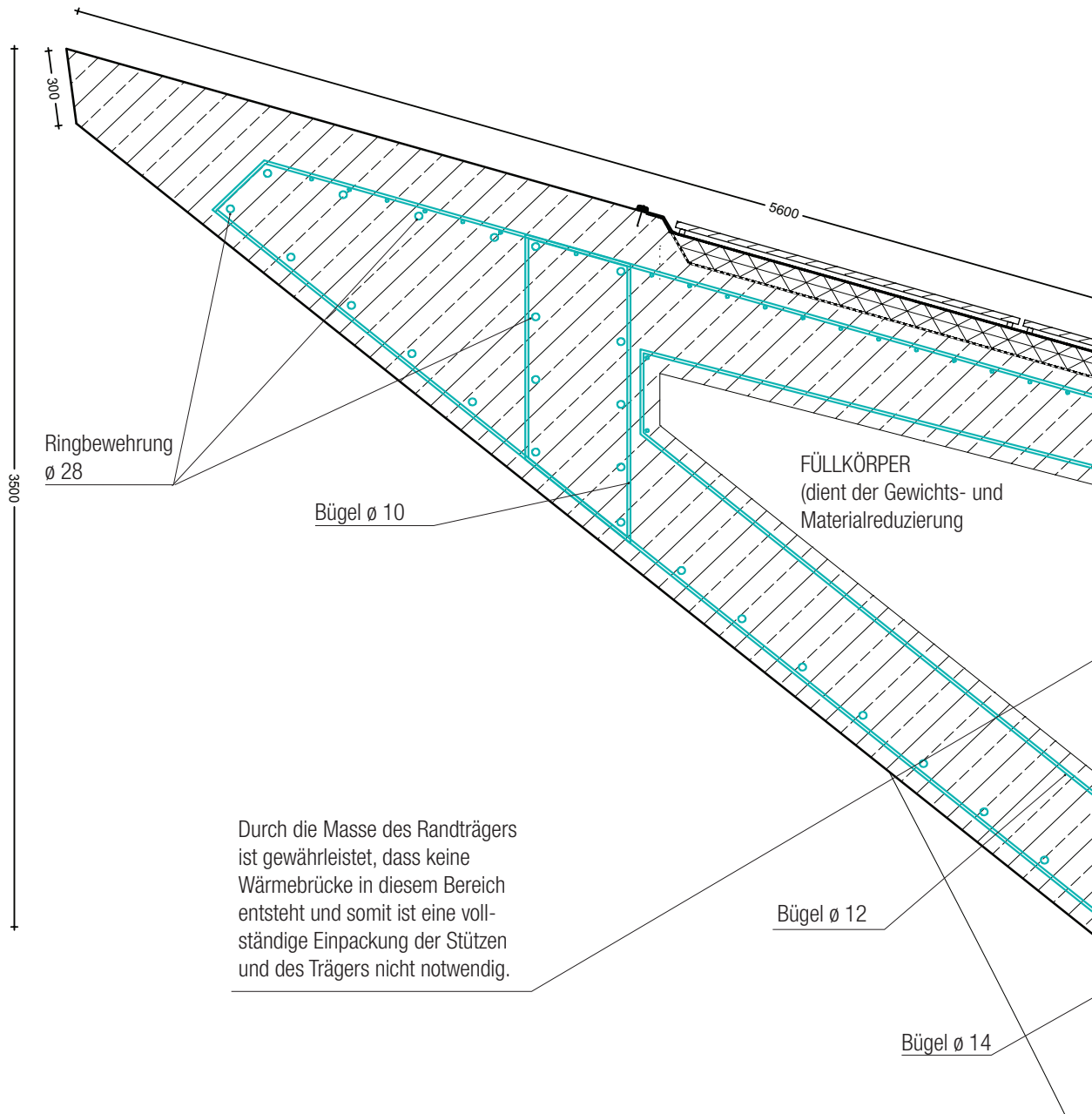
[M 1:500]



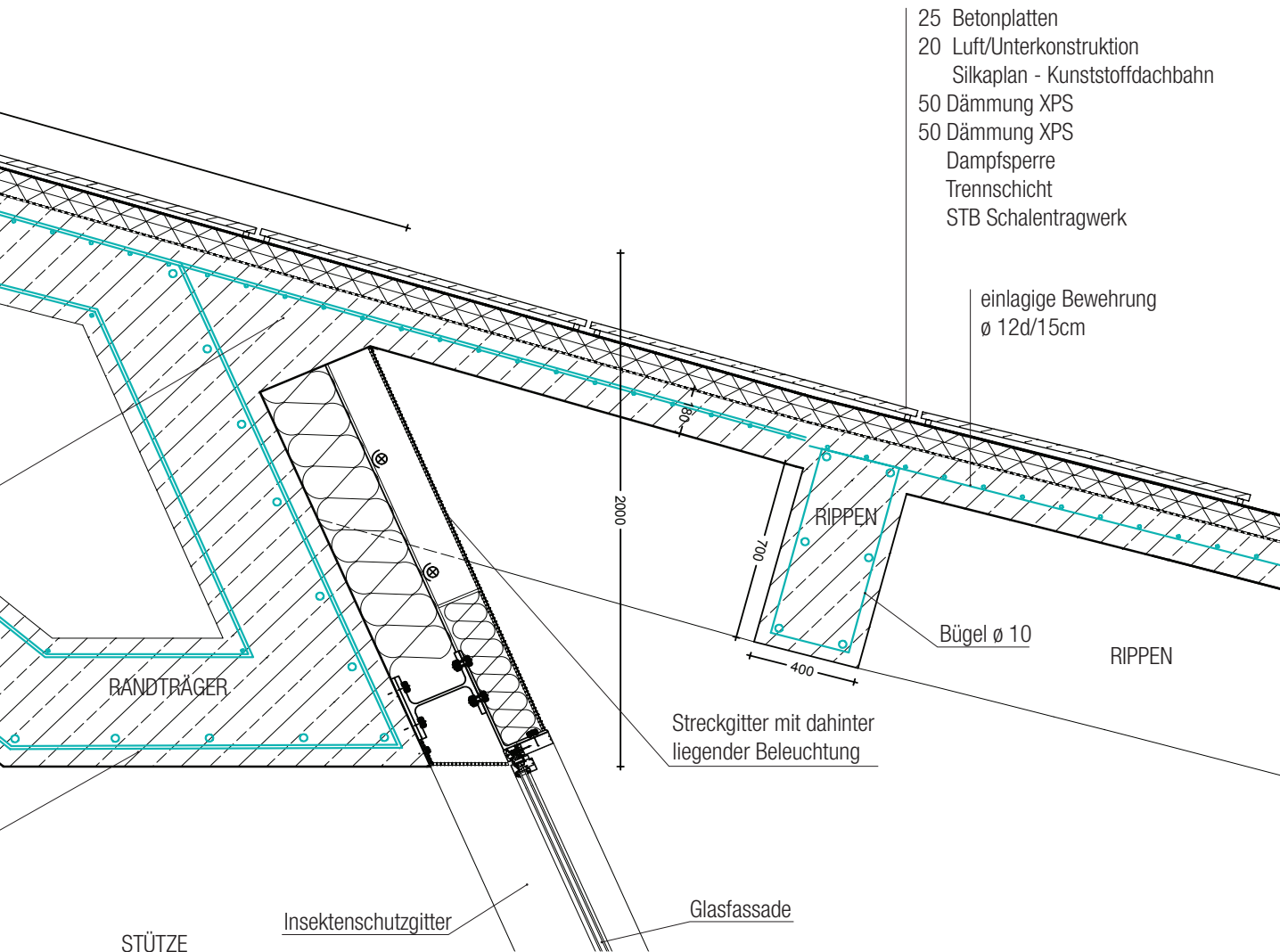


# DETAIL 01

[M 1:25]

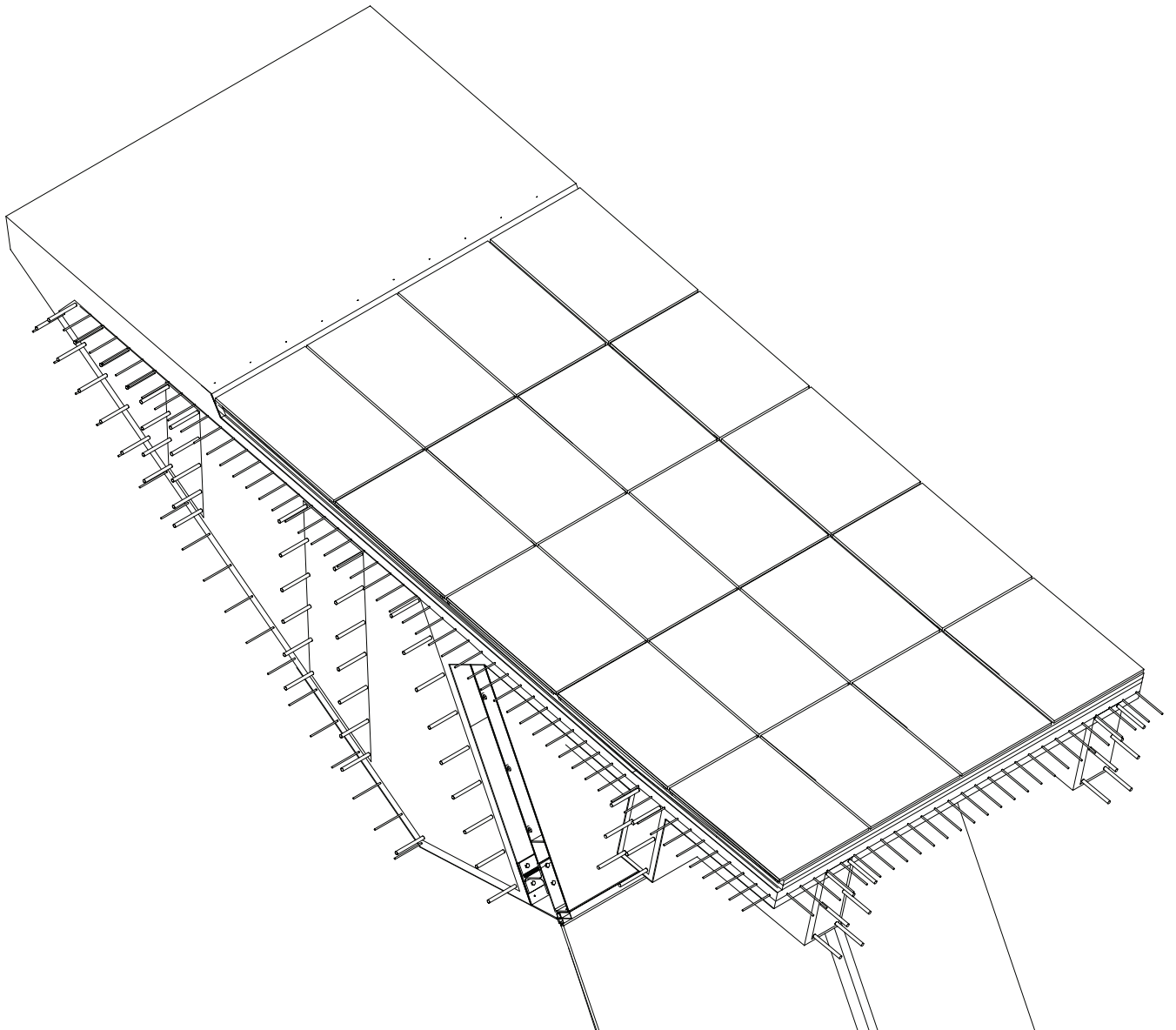


Durch die Masse des Randträgers ist gewährleistet, dass keine Wärmebrücke in diesem Bereich entsteht und somit ist eine vollständige Einpackung der Stützen und des Trägers nicht notwendig.





# DETAIL 01 AX0

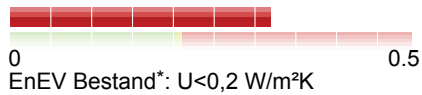


# DACHAUFBAU U-WERT

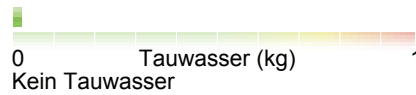
Velodrom

Flachdach,  $U=0,319 \text{ W/m}^2\text{K}$   
erstellt am 4.12.2014 17:26

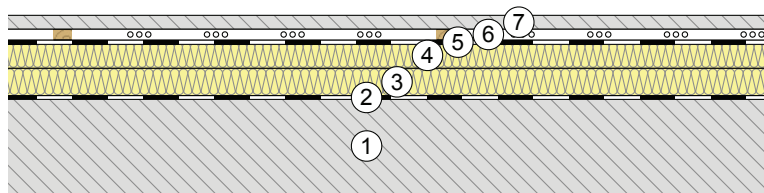
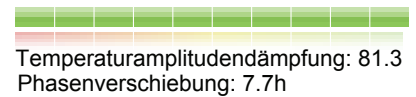
$U = 0,319 \text{ W/m}^2\text{K}$   
(Wärmedämmung)



Kein Tauwasser  
(Feuchteschutz)



TA-Dämpfung: 81,3  
(Hitzeschutz)

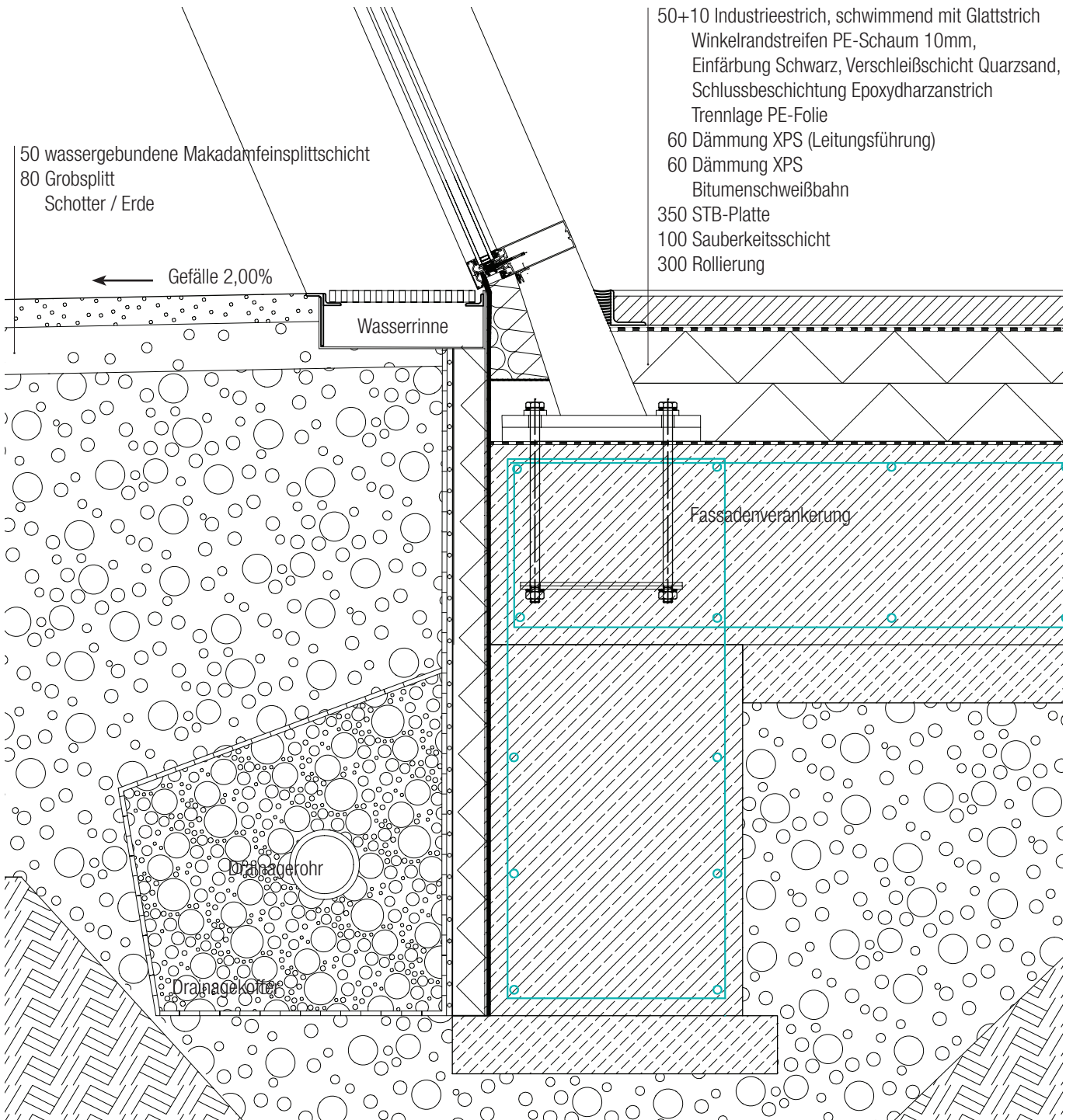


- |   |                          |
|---|--------------------------|
| ① Beton armiert (180 mm)                    | ⑤ Sikaplan 15 G (1,5 mm) |
| ② Isocell Airstop 1500 Dampfsperre (0,5 mm) | ⑥ Hinterlüftung (20 mm)  |
| ③ ROOFMATE SL-A 30-60mm (50 mm)             | ⑦ Beton (25 mm)          |
| ④ ROOFMATE SL-A 30-60mm (50 mm)             |                          |



# DETAIL 02

[M 1:10]



# FUSSBODENAUFBAU U-WERT

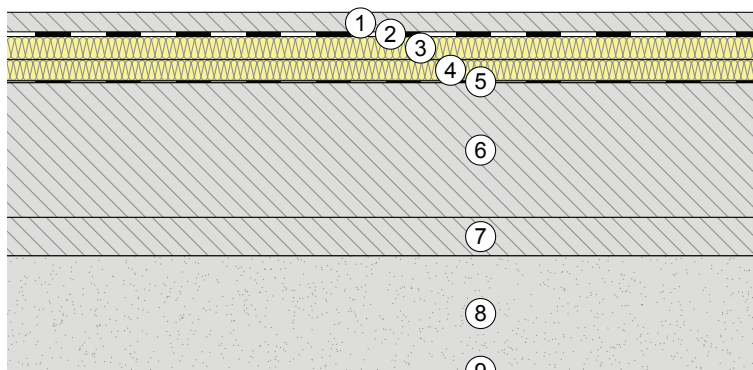
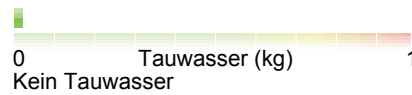
Fußboden,  $U=0,275 \text{ W/m}^2\text{K}$

Fußboden,  $U=0,275 \text{ W/m}^2\text{K}$   
erstellt am 4.12.2014 18:42

$U = 0,275 \text{ W/m}^2\text{K}$   
(Wärmedämmung)

Kein Tauwasser  
(Feuchteschutz)

TA-Dämpfung: 2000,0  
(Hitzeschutz)

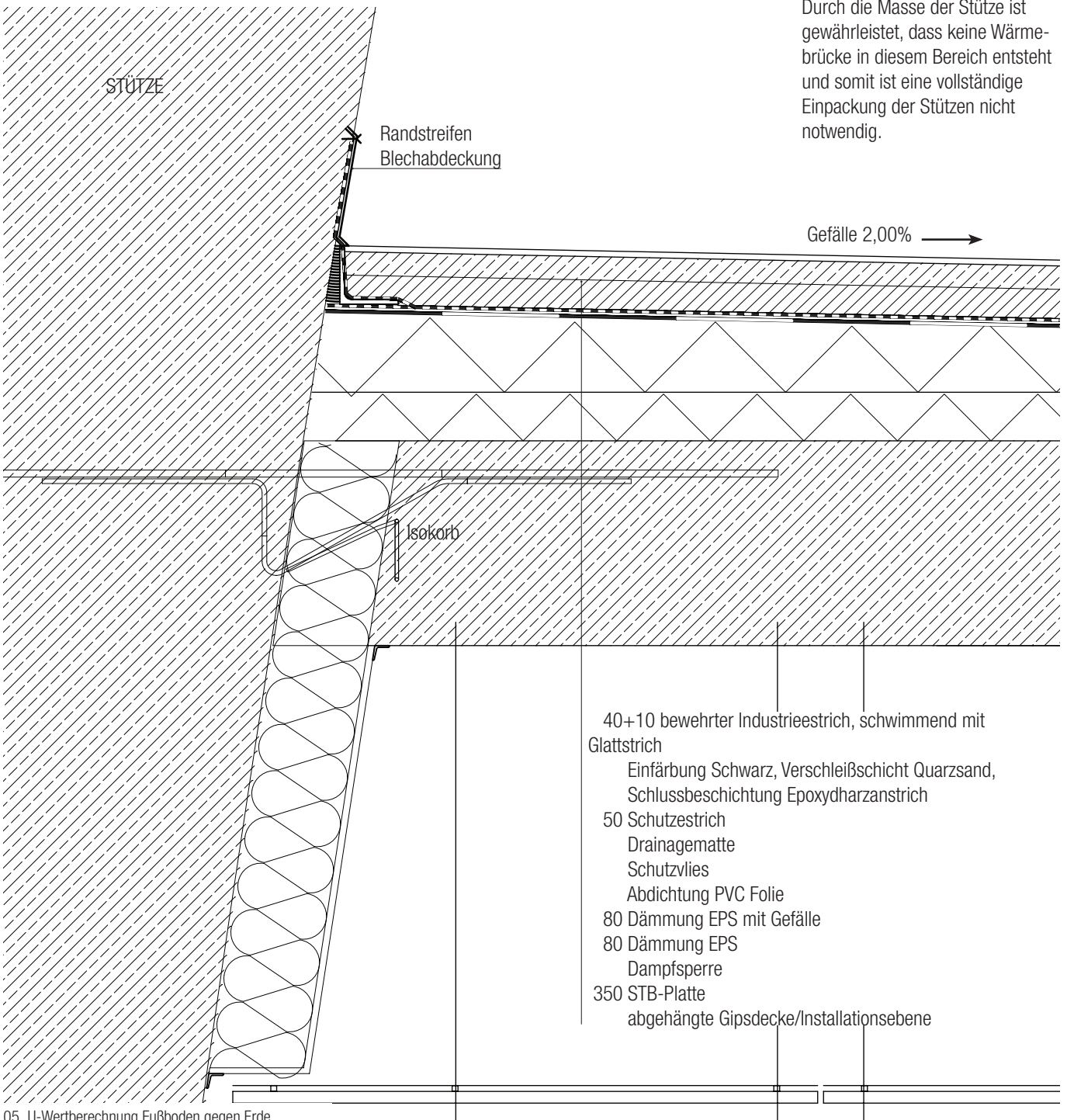


- |                                   |                               |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| ① Zementestrich (60 mm)           | ⑥ Stahlbeton (350 mm)         |
| ② Folie, PE (3 mm)                | ⑦ Sauberkeitsschicht (100 mm) |
| ③ Hartschaum, XPS (60 mm)         | ⑧ Kies (300 mm)               |
| ④ Hartschaum, XPS (60 mm)         | ⑨ Erdreich (0 mm)             |
| ⑤ PYE-Bitumenschweißbahn (0,2 mm) |                               |



# DETAIL 03

[M 1:10]



05\_U-Wertberechnung Fußboden gegen Erde

# TERRASSEN-AUFBAU U-WERT

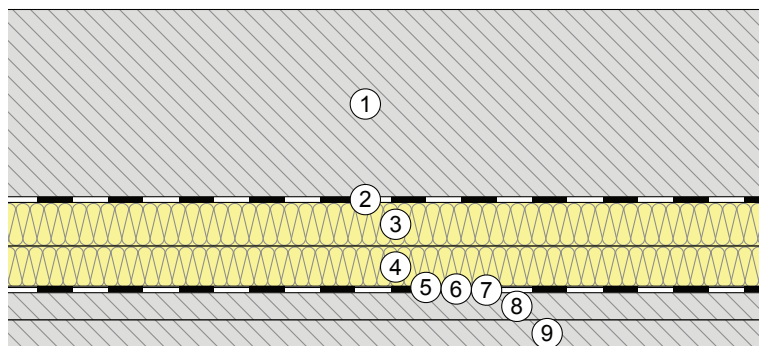
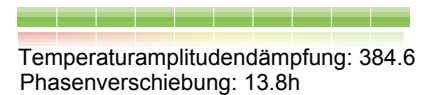
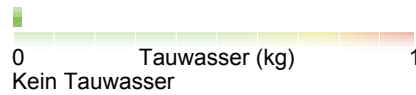
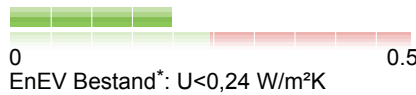
Fußboden,  $U=0,199 \text{ W/m}^2\text{K}$

Fußboden,  $U=0,199 \text{ W/m}^2\text{K}$   
erstellt am 4.12.2014 17:55

$U = 0,199 \text{ W/m}^2\text{K}$   
(Wärmedämmung)

Kein Tauwasser  
(Feuchteschutz)

TA-Dämpfung: 384,6  
(Hitzeschutz)

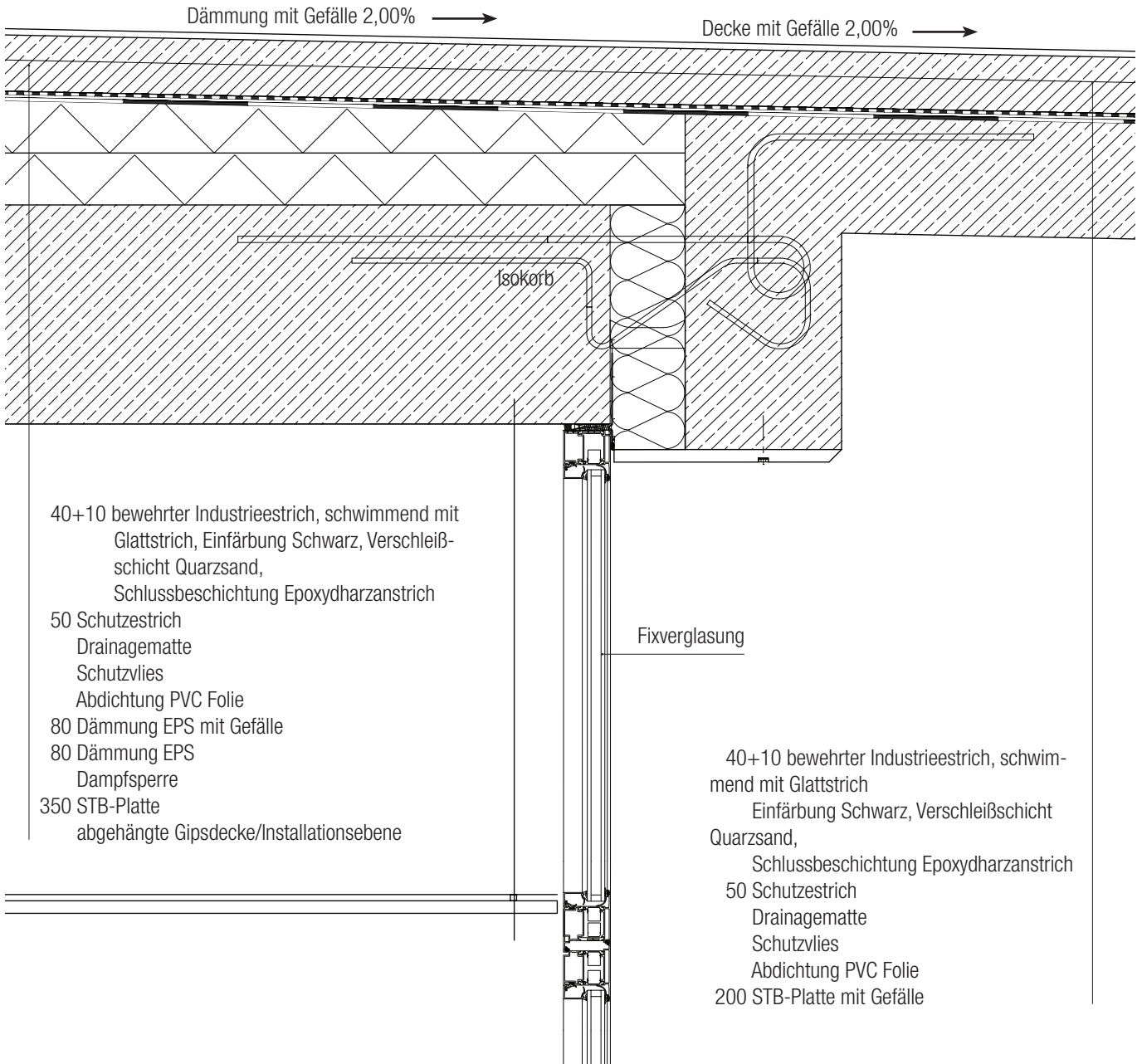


- |                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| ① Beton armiert (350 mm)         | ⑥ Filtervlies (1 mm)    |
| ② Bauder VA4 (4 mm)              | ⑦ Drainagematte (3 mm)  |
| ③ Hartschaum, EPS 035 (80 mm)    | ⑧ Zementestrich (50 mm) |
| ④ Hartschaum, EPS 035 (80 mm)    | ⑨ Zementestrich (50 mm) |
| ⑤ PVC-P Abdichtungsbahn (1,5 mm) |                         |



# DETAIL 04

[M 1:10]

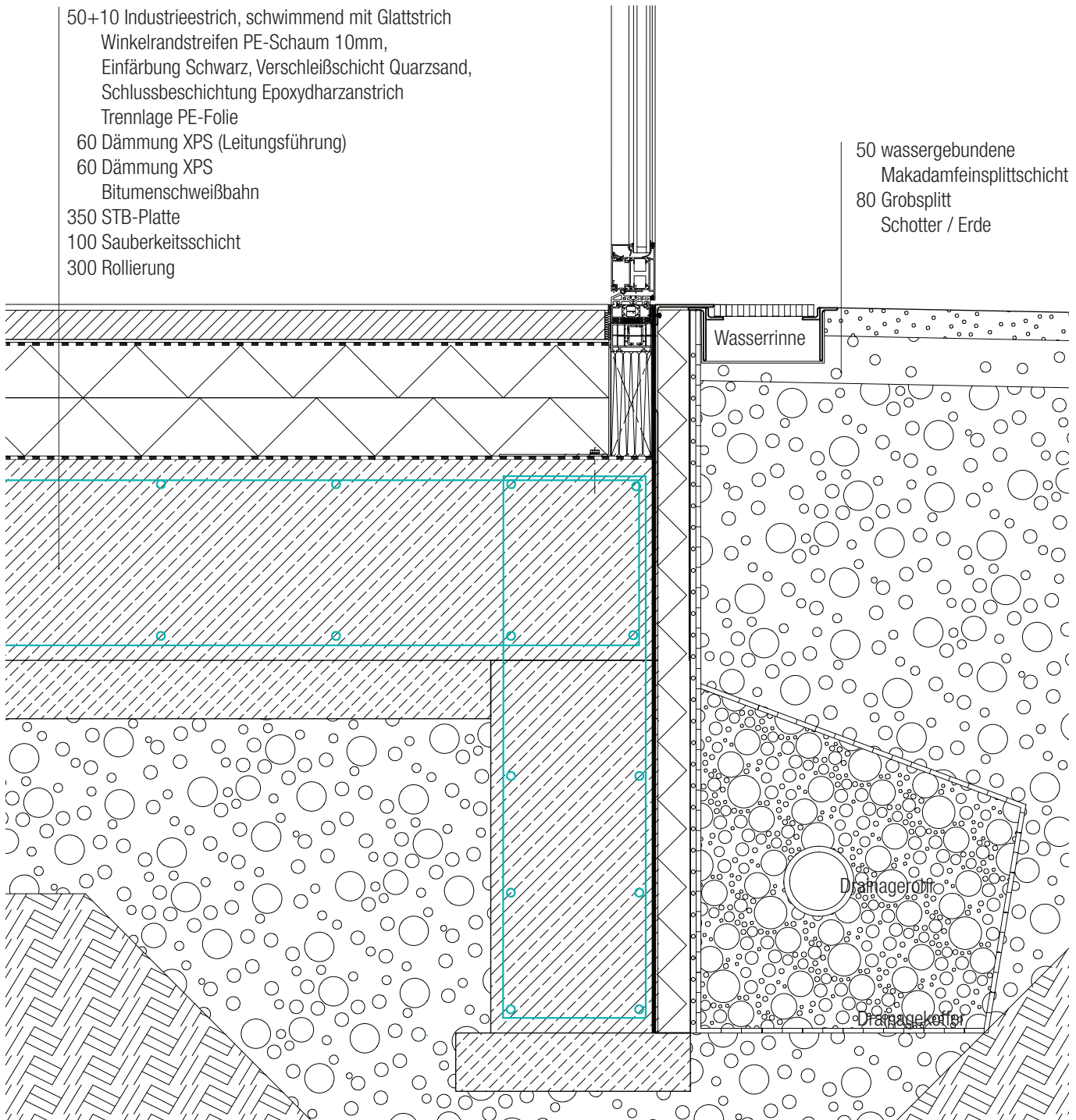


# DETAIL 05

[M 1:10]

- 50+10 Industriestrich, schwimmend mit Glattstrich
- Winkelrandstreifen PE-Schaum 10mm,
- Einfärbung Schwarz, Verschleißschicht Quarzsand,
- Schlussbeschichtung Epoxydharzanstrich
- Trennlage PE-Folie
- 60 Dämmung XPS (Leitungsführung)
- 60 Dämmung XPS
- Bitumenschweißbahn
- 350 STB-Platte
- 100 Sauberkeitsschicht
- 300 Rollierung

- 50 wassergebundene
- Makadamfeinsplittschicht
- 80 Grobsplitt
- Schotter / Erde



# ERSCHLIESSUNG

(BEFÜLLUNG) [M 1:1.000]

## ERSCHLIESSUNG ZUSCHAUER

Die Zuschauer erschließen das Gebäude entweder über den Haupteingang im Südosten oder über den Nebeneingang im Nordwesten. Über jeweils vier Treppen pro Seite gelangen die Zuschauer auf die Tribünen der Ebene 2.

## ERSCHLIESSUNG VIP

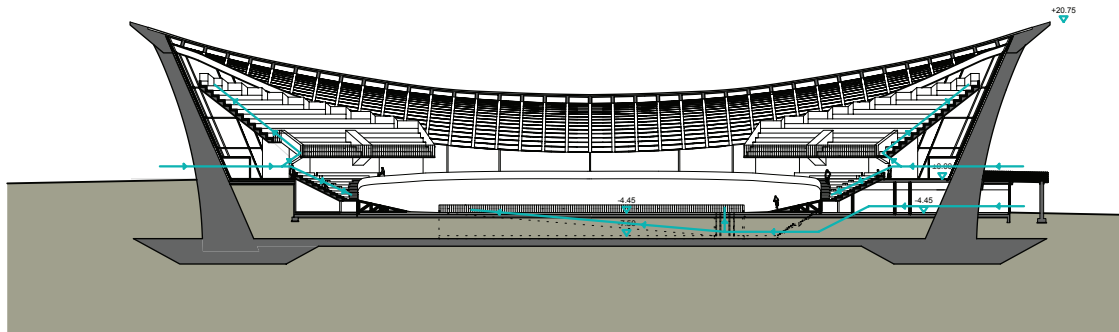
Für VIP Besucher gibt es einen eigenen

Zugang auf der Westseite des Gebäudes.

## ERSCHLIESSUNG ATHLETEN / RENNRICHTER / BETREUER

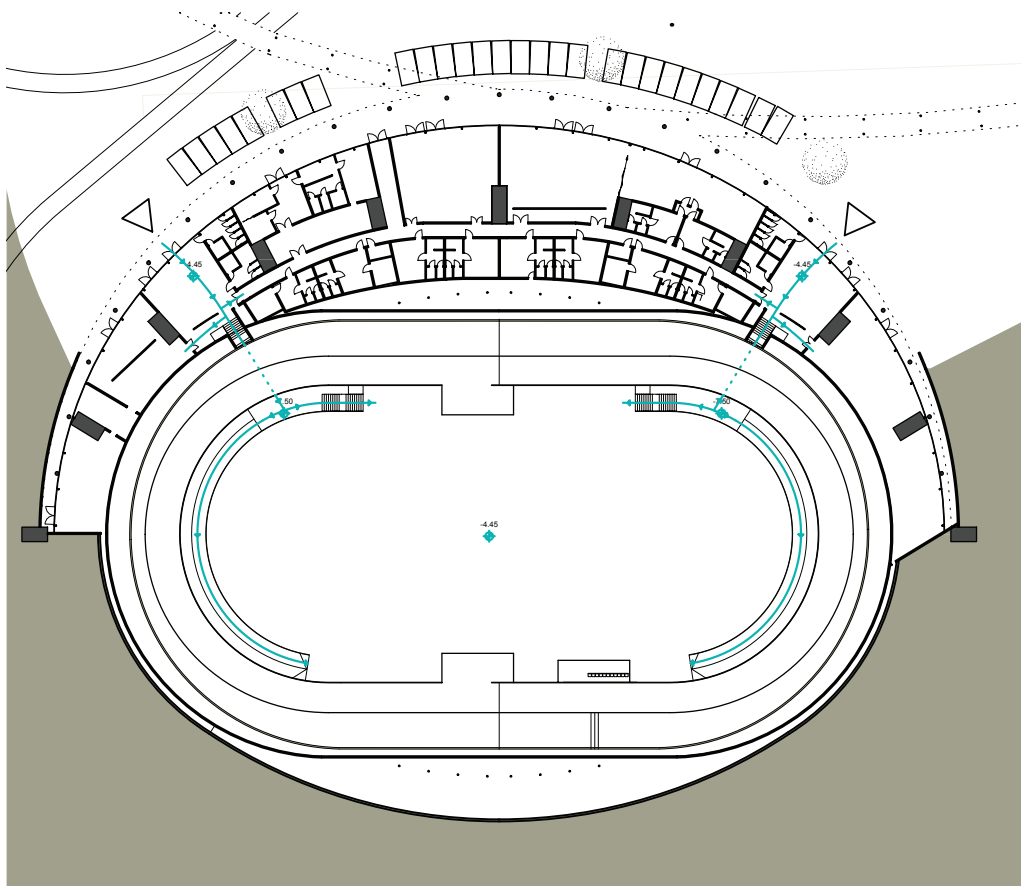
Athleten, Rennrichter, Betreuer, usw. betreten das Gebäude durch zwei Eingänge auf der Ebene 0.

Gegenüber den Eingängen liegen die Zugänge zu den Tunnels, welche die Athleten zur Bahn bringen.



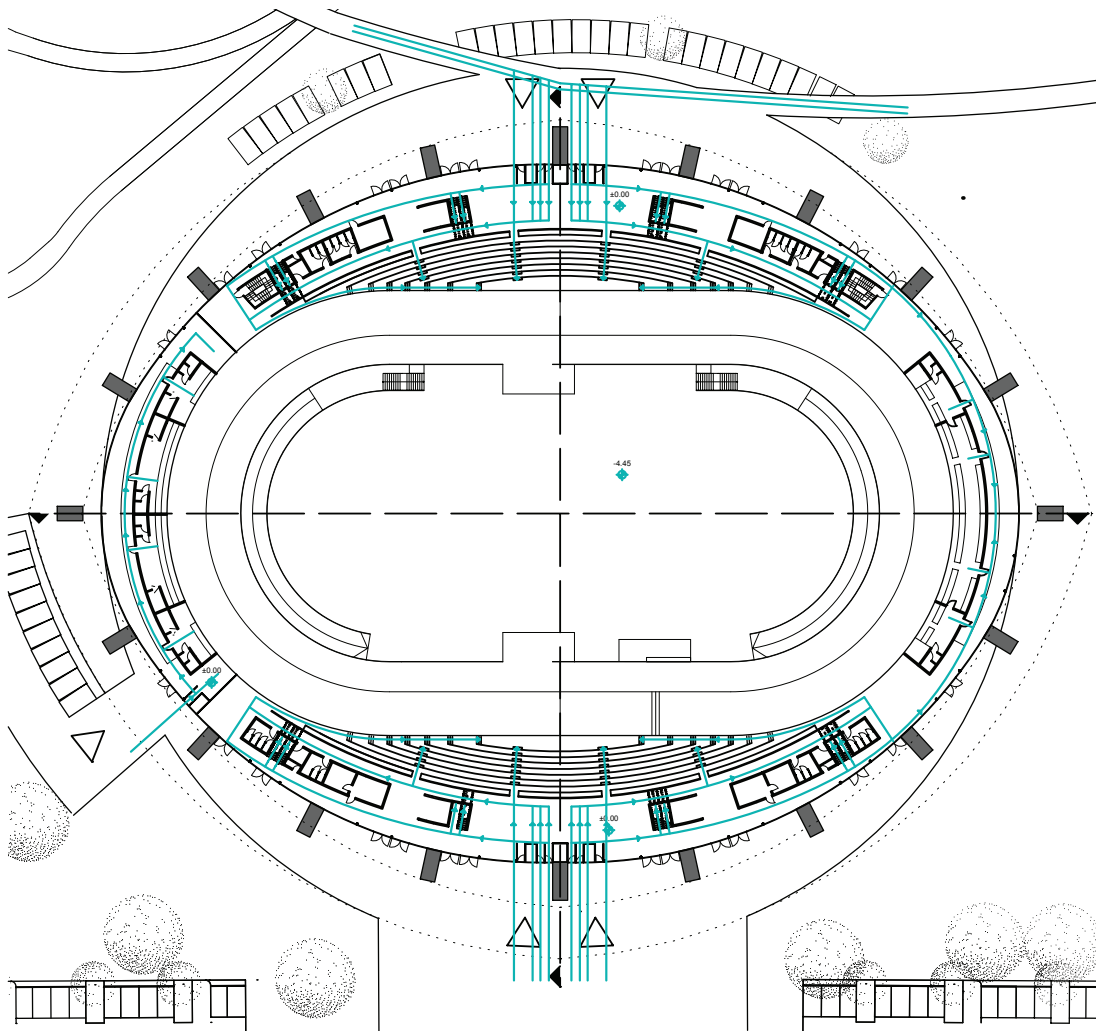
## SCHNITT



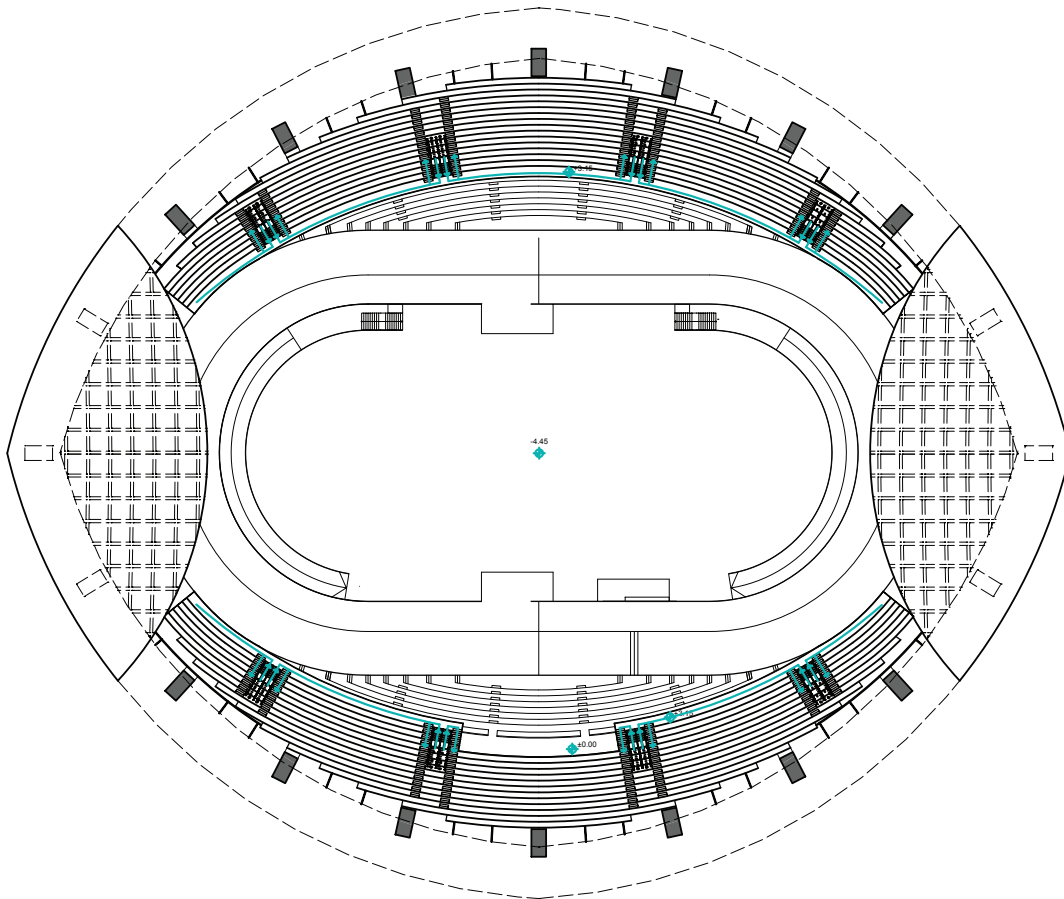


# ERSCHLISSUNG

(BEFÜLLUNG) [M 1:1.000]



**EBENE 1**





# FLUCHTWEGE

[M 1:1.000]

## ENTLEERUNG NORMALFALL

Die Entleerung des Velodroms dauert im Normalfall bei einer max. Besucherzahl von 5.500 ca. 8 Minuten.

Nixdorf max. 2,5 Minuten.<sup>73</sup>

Die Fluchtwege von jeglichem Raum im Inneren des Gebäudes bis ins Freie sind so geplant, dass sie die maximal zulässige Länge von 40 m unterschreiten.

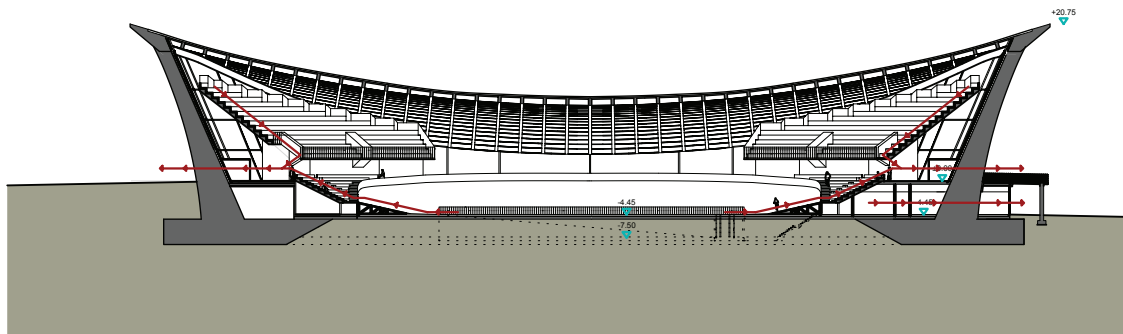
Fluchttüren. Von dort gelangen sie, wie die Zuschauer der Ebene 1, ins Freie.

## ENTLEERUNG NOTFALL

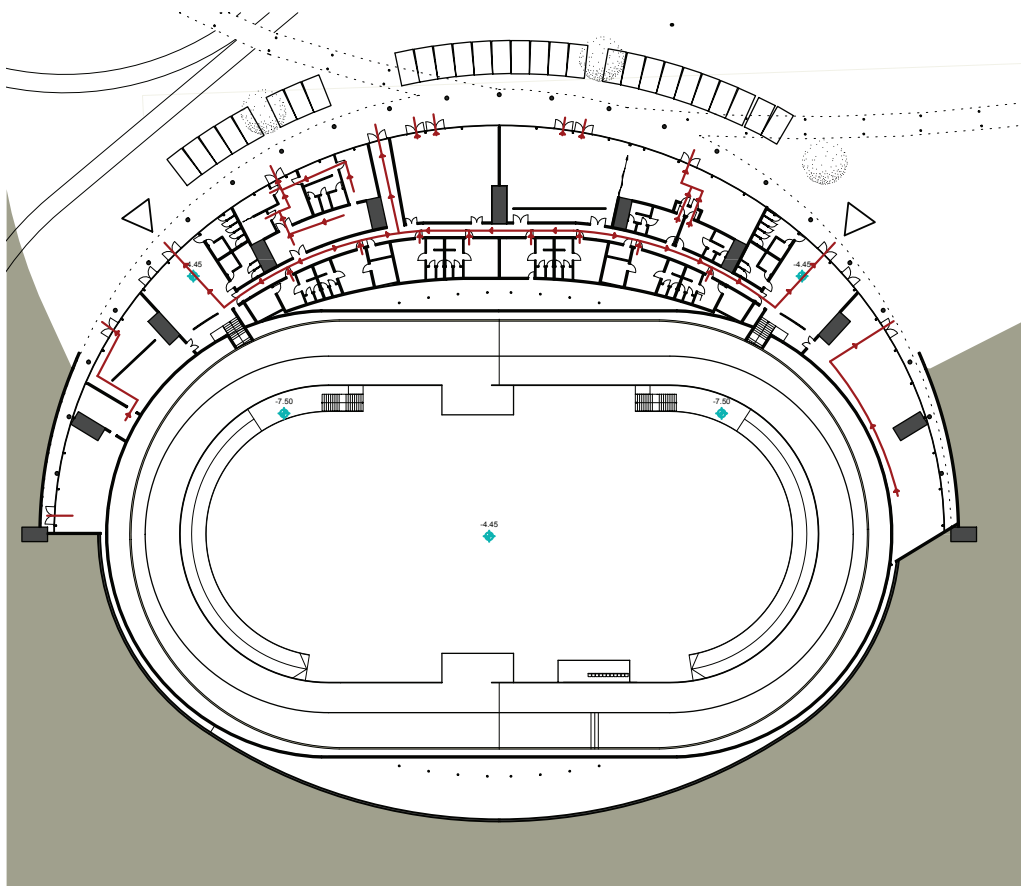
Eine Evakuierung im Notfall dauert unter Berücksichtigung der New Egress Formel von

Personen die sich auf der Bahn oder im Innenbereich der Bahn aufhalten verlassen den Bereich über den flachen Teil der Bahn und die dort im Gelände eingelassenen

<sup>73</sup> Vgl.: Stadium ATLAS S.106f.

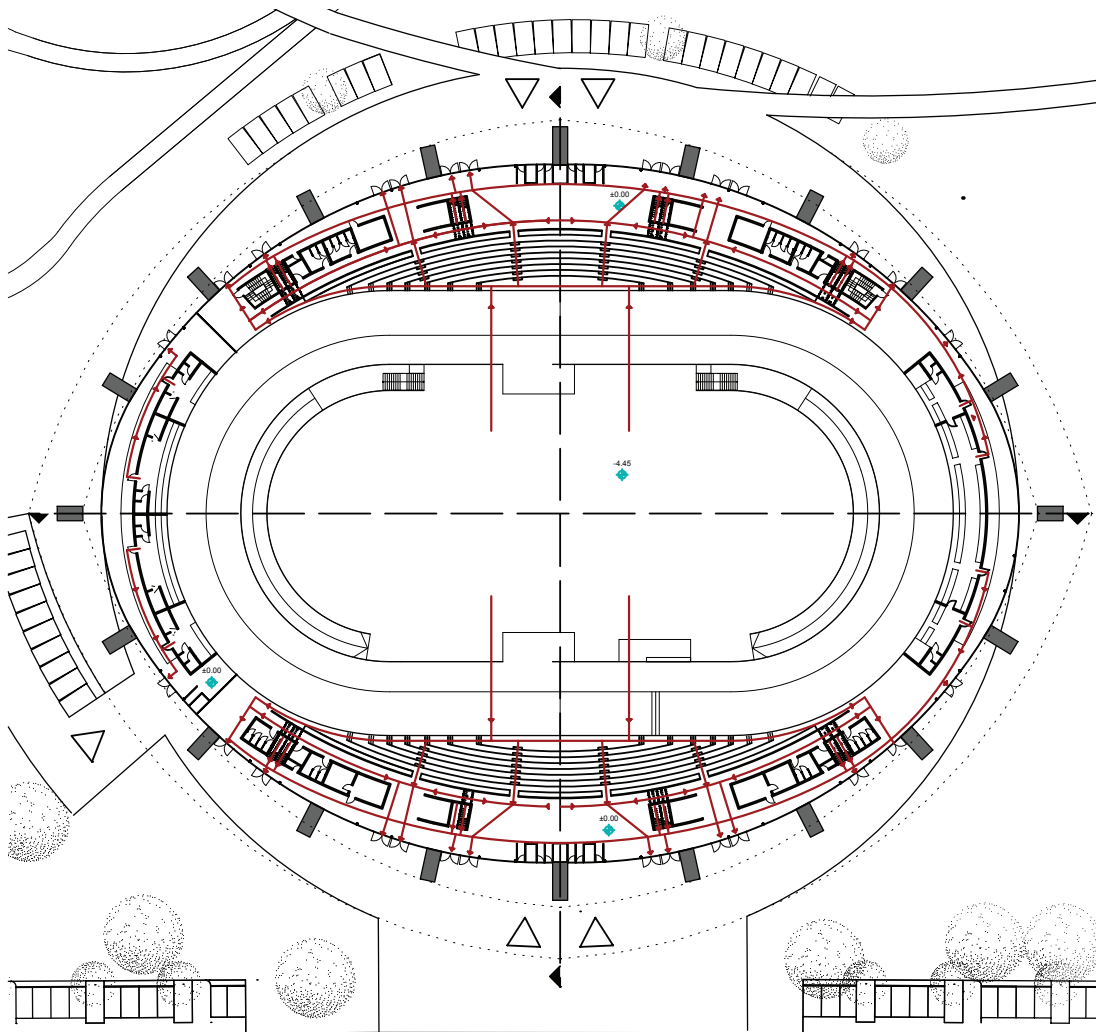


## SCHNITT



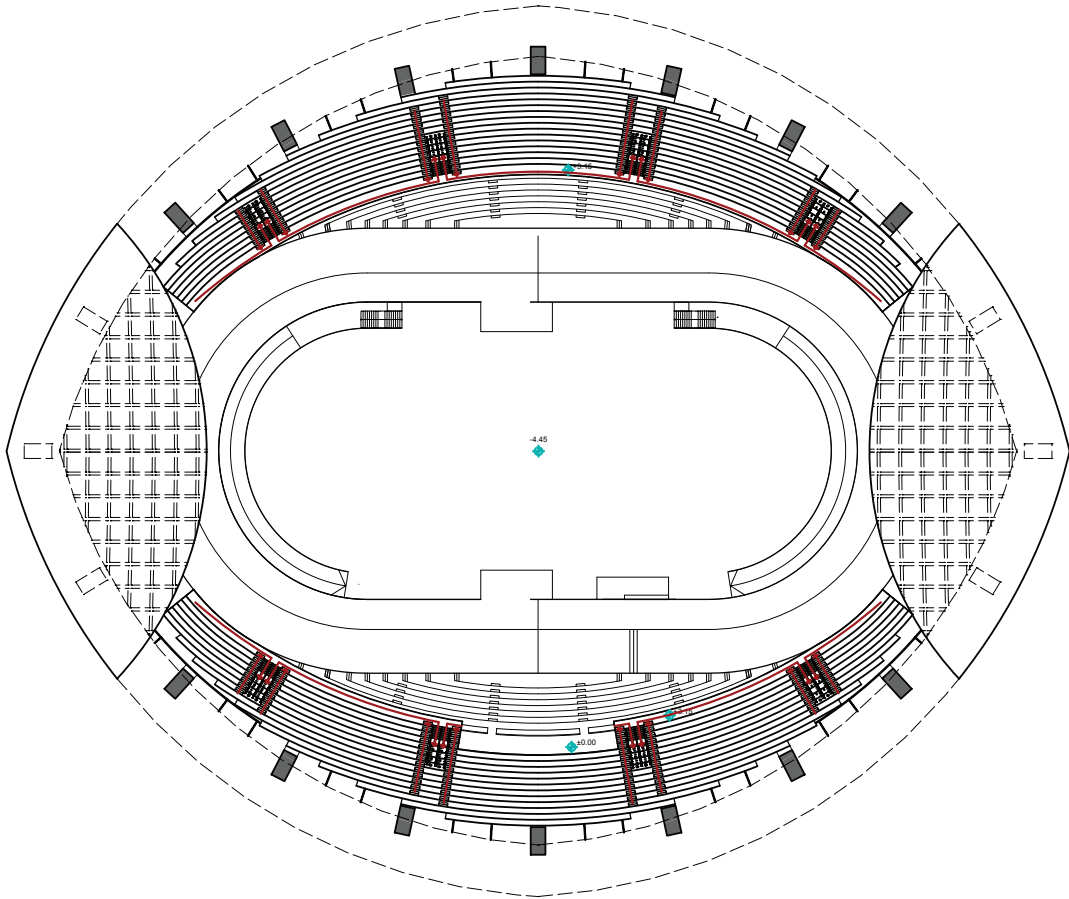
# FLUCHTWEGE

[M 1:1.000]



**EBENE 1**





# TRIBÜNEN

[M 1:200]

## KONSTRUKTION

Die Tribünen orientieren sich speziell an dieser Rennbahn. Aus diesem Grund und der vergleichsweise geringen Menge macht eine Fertigung in Ortbeton mehr Sinn als eine Fertigung in Serie.

Die Sitzflächen der Tribünen liegen auf Trägern, welche wiederum auf den Mauern der Räumlichkeiten der Ebene 1 aufliegen. Über die in der Ebene 0 liegenden Mauern und Stützen werden die Kräfte in die Fundamente und weiter ins Erdreich abgetragen.

## GEWÄHRUNG DER OPTIMALEN SICHT FÜR ALLE ZUSCHAUER

Damit die Sicht jedes Zuschauers auf jeden Punkt der Bahn gewährt ist, wird die Neigung der Tribünen anhand folgender Formel festgelegt:<sup>74</sup>

$$N = ((R + C) \times (D + T)) / D - R$$

wobei:

N = Stufenhöhe

R = Höhe zwischen Augenhöhe und zu

fokussierendem Punkt auf der Bahn

D = Distanz zwischen Aughöhe und zu fokussierender Punkt auf der Bahn

T = Stufentiefe

C = "C" Wert

wobei C =

150 mm bei Zuschauern mit Hüte

120 mm Standardwert

(für die Berechnung herangezogener Wert)

60 mm bei versetzter Anordnung

Da die Bahn an den Steilkurven eine Neigung von 42° aufweist, macht die Ausführung von Tribünen dort keinen Sinn.

Durch die Berechnung ergibt sich, dass die Tribünen der Ebene 1 wesentlich niedriger ausgeführt werden können als jene der Ebene 2.

Auf der Eingangsebene, am Ende der Tribünen, sind jeweils fünf behindertengerechte Plätze vorgesehen.

Zudem ist gewährleistet, dass beim Betreten des Velodroms und beim Aufsuchen der Ränge die Bahn stets in Sicht ist. Gegebenenfalls können rund um die Tribünen auf der Ebene 1 auch Stehplätze vergeben werden.

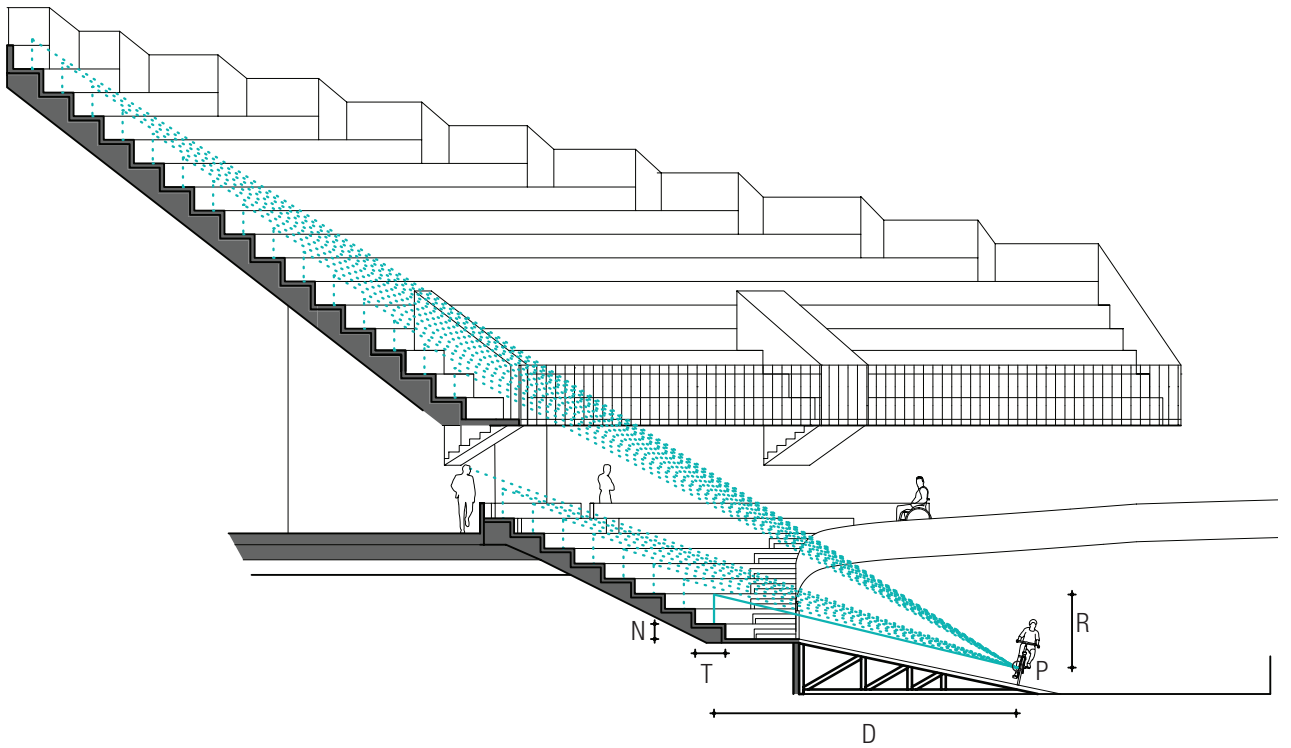
## SICHERHEIT

Um im Notfall eine sichere Flucht zu gewährleisten schreibt das D.C. Ministrale vom 18.3.96 pro 500 Zuschauer eine Treppe vor. Im vorliegenden Projekt sind pro Treppe max. 400 Zuschauer vorgesehen.

<sup>74</sup>Vgl.: Stadia S. 115

## LEGENDE

zu fokussierender Punkt	P
Stufenhöhe	N
Stufentiefe	T
Höhe zwischen Augenhöhe und zu fokussierendem Punkt	R
Distanz zwischen Aughöhe und zu fokussierender Punkt	D
Sichtachsen	.....







# TRAGWERK

# TRAGWERKSENTWURF

## ANFORDERUNGEN

- stützenfreie Überspannung der Rennbahn sowie der Zuschauertribünen (ca. 120 m x 145 m).
- überdachtes Volumen soll möglichst gering gehalten werden (geringere Heizkosten für die Aufrechterhaltung der optimalen Renntemperaturen).
- Anlehnung an die ortsüblichen Baumaterialien (Stahlbeton).
- sichtbare Tragkonstruktion außen sowie innen

## AUSFÜHRUNG

Als Referenz für die Formgebung der Dachkonstruktion haben die Projekte J.S. Dorton Arena Raleigh und Olympic Velodrome London gedient.

Aufgrund der doppeltgekrümmten Geometrie ergibt sich eine Schalentragwirkung, welche es ermöglicht die große Flächen stützenfrei zu überspannen. Die Form orientiert sich an dem was sich dahinter verbirgt: die verschieden geneigte Radrennbahn und die Tribünen; beides Elemente, welche den Entwurf bedingen.

Zusätzlich wird mit einem doppeltgekrümmten Dach das Volumen möglichst gering

gehalten ohne die Sicht der Zuschauer einzuschränken.

Da das Gebäude sich in die Umgebung einfügen soll und in der unmittelbaren Umgebung des Bauplatzes bzw. generell in Rom die meisten öffentlichen und monumentalen Gebäude in Stahlbeton ausgeführt sind, kam eine Seilnetz- oder Membrankonstruktion nicht in Frage.

Stahlbeton bietet zudem den Vorteil langlebiger zu sein als zB. eine Membrankonstruktion.

Die Ausführung des Daches als Schalentragwerk bietet neben der optisch sehr ansprechenden Untersicht, wie in Nervis Palazzo dello Sport in Rom und in der Flugzeughalle in Orivieto, auch den Vorteil, dass große Tragweiten mit einem geringeren Materialaufwand als herkömmliche STB-Decken, überspannt werden können.

Ein Randträger aus Stahlbeton fasst die Schalenkonstruktion ein.

Die 40 cm breiten und 70 cm hohen Rippen liegen in einem Raster von 3,00 m x 3,00 m zueinander.

Vom Randträger werden die Lasten über 16 geneigte Stützen auf die Fundamente abgetragen.

Die Plattform der Ebene 1 liegt im südlichen Bereich direkt auf dem Untergrund auf, im

tiefer gelegenen, nördlichen Bereich tragen mehrere kleine Stützen die Lasten ab. Des weiteren ist die Decke in den Stützen über Isokörbe termisch entkoppelt.

## BERECHNUNG

Da der Winkel der doppeltgekrümmten Dachkonstruktion minimal flacher ausfällt als bei den Referenzprojekten und für die Bauweise ein Schalentragwerk in Ortbeton ist, wird die Tragstruktur mit dem finiten Elemente Programm RFEM berechnet. (siehe Seiten 108 ff.)

## DATEN

VELODROMO ROMA

Kapazität: 5.500 Plätze

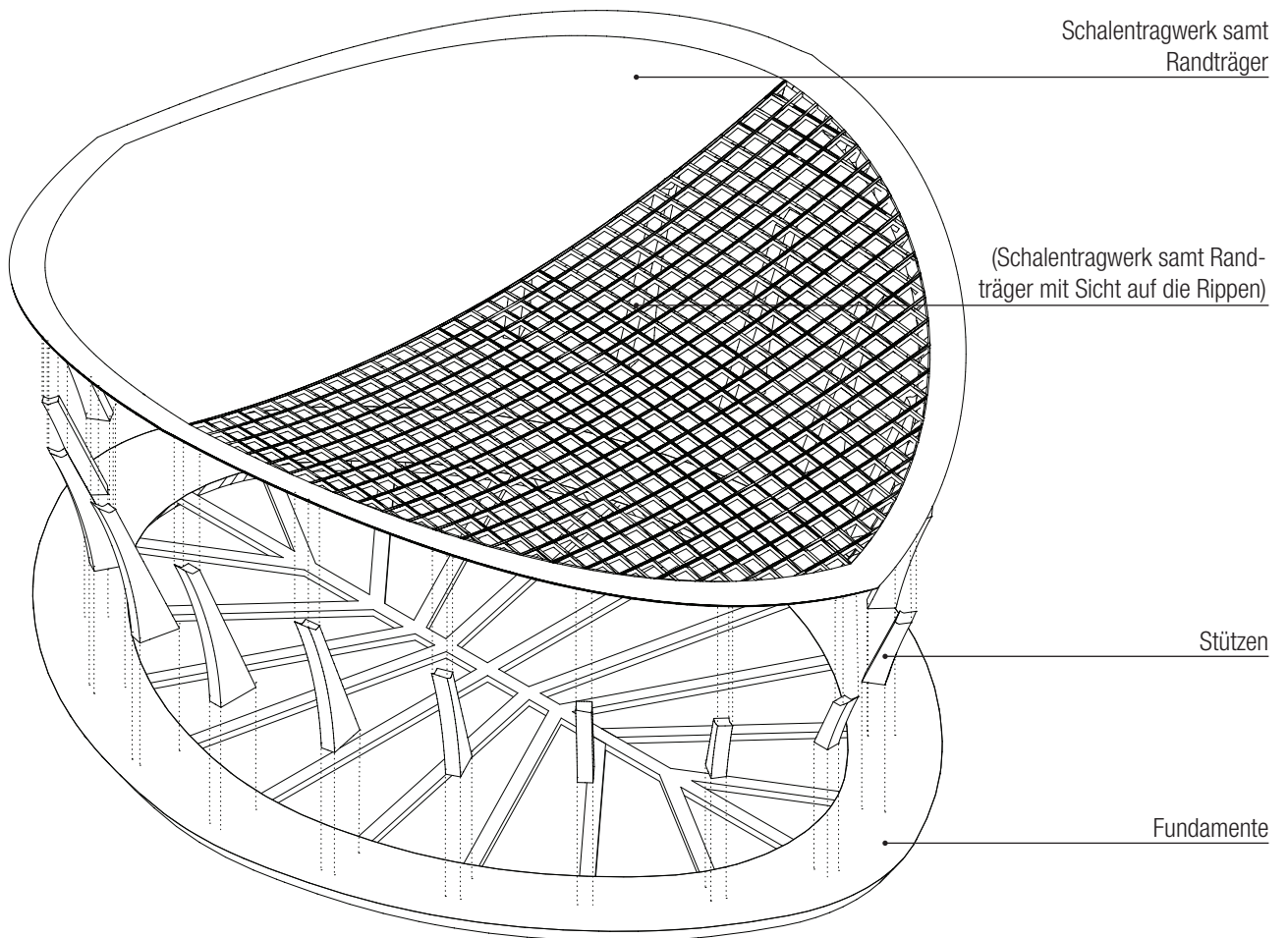
Abmessungen: 145 m x 120 m

max. Höhe: 21 m

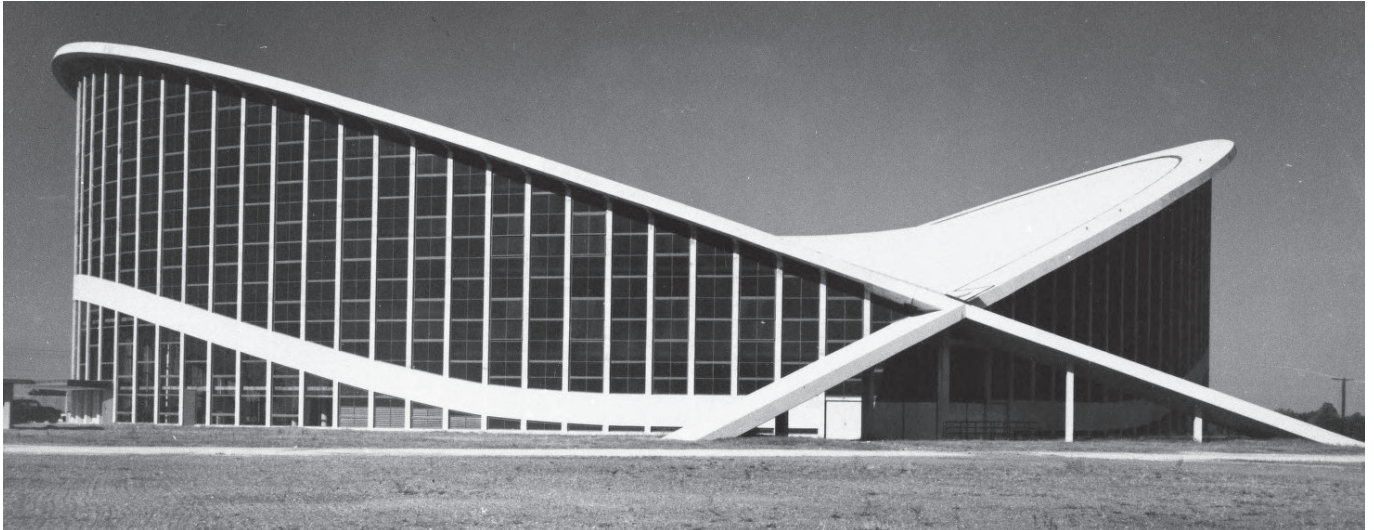
Konstruktion: doppeltgekrümmtes Dach mit Stahlbetonring, -rippen

Funktion: Velodrom





# REFERENZPROJEKTE DACHKONSTUKTION



02\_ J.S. Dorton Arena

## **J.S. DORTON ARENA RALEIGH, USA**

Baujahr: 1952

Architekt: Matthew Nowicki, William Henley  
Deitrich

Ingenieur: Fred N. Severud, Elstad Krueger

Kapazität: 4.750 Plätze + 360 "Boxenplätze"

Abmessungen: 97 m x 92 m

max. Höhe: 27 m

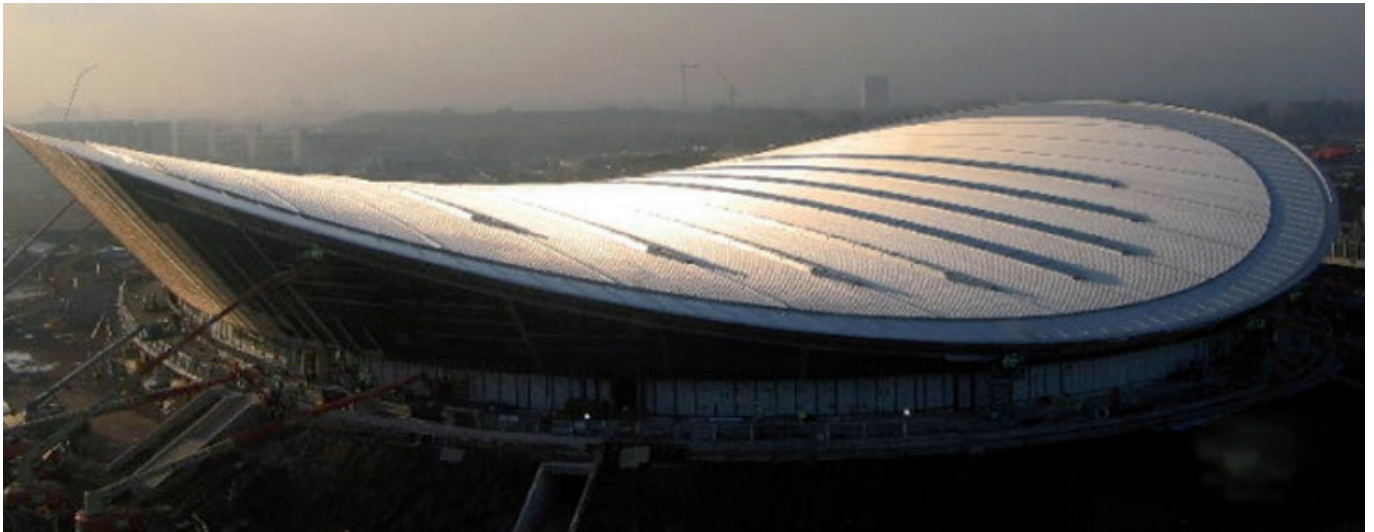
Funktion: Basketball, Fußball, Hockeyhalle,  
Versammlungen, Vorträge, usw.

Konstruktion:

zwei parabolische Stahlbetonringe, auf Stützen  
gelagert, nehmen die Kräfte der Stahlseilnetz-  
konstruktion mit Membraneindeckung auf.

Die Stahlbetonbögen sind 4,30 m breit und  
kreuzen sich auf ca. 8 m. Zugseile führen bis  
in einen Tunnel unter der Erde und können  
dort gewartet werden.<sup>75</sup>

<sup>75</sup> Vgl.: [www.arcaro.org/tension/album/dorton.htm](http://www.arcaro.org/tension/album/dorton.htm)



03\_ Olympic Velodrome London

## OLYMPIC VELODROME LONDON,GB

Fertigstellung: 2012  
Architekt: Hopkins Architects  
Ingenieur: Expedition Engineering Ltd.,  
schlaich bergemann partner,  
Kapazität: 6.000 Plätze  
Abmessungen: 136 m x 120 m  
max. Höhe: 24 m  
min. Höhe: 11 m  
Funktion: Velodrom<sup>76</sup>

Konstruktion:  
Das Gebäude wurde in einer leichten  
Stahlkonstruktion ausgeführt und mit Holz  
verkleidet.  
Das Dach besteht aus einer Seilnetzkonstruk-  
tion mit einem Raster von 3,60 m. Die  
Kreuzungspunkte der Seile bilden die Auf-  
lagerpunkte der Holzkassettenelemente  
(Fertigteile in welchen die Dämmung bzw.  
Verglasungen eingesetzt wurde).

Das Dachhaut ist aus Kalzip Aluminium  
gefertigt.<sup>77</sup>

<sup>76</sup> Vgl.:London 2012 Velodrome Appendix  
<sup>77</sup> Vgl.:London 2012 Velodrome S.42



# REFERENZPROJEKTE DACHKONSTUKTION



04\_ Dachuntersicht Palazzo dello Sport

## **PALAZZO DELLO SPORT [PALALOTTOMATICA] ROM, ITALIEN**

Baujahr: 1958/1959

Architekt: Marcello Piacentini

Ingenieur: Pier Luigi Nervi

Kapazität: 12.200 Sitzplätze

Durchmesser: ca. 100 m

max. Höhe: 35 m

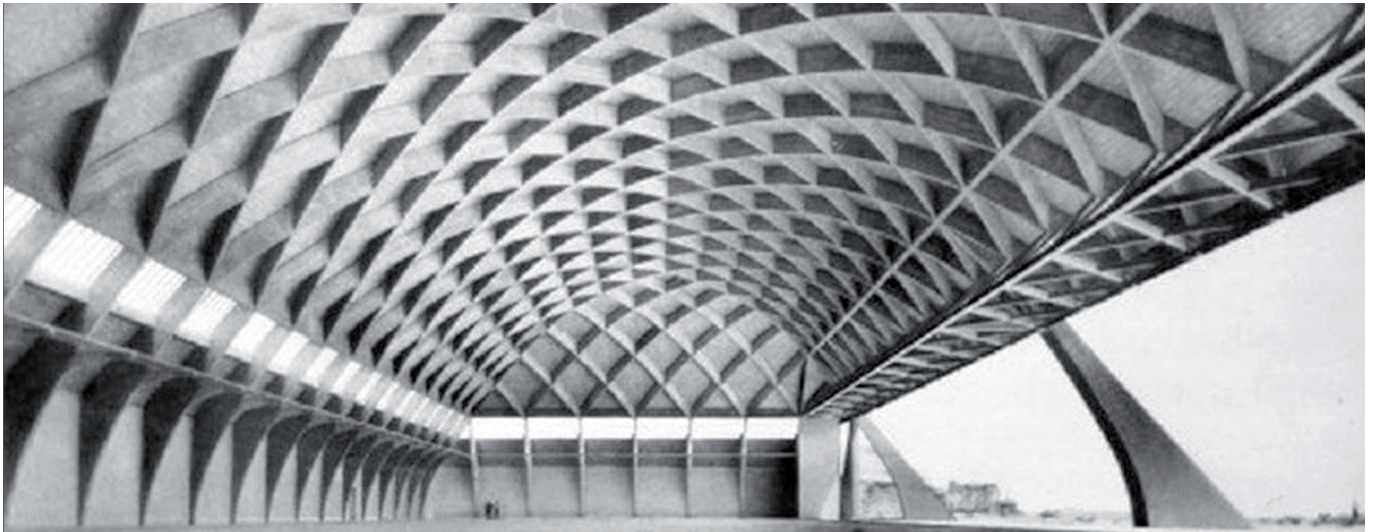
Funktion: Basketball, Tennis, Boxen, Konzerte,  
usw

Konstruktion:

Die Kräfte der Kuppel (bestehend aus 144 ineinander verkreuzten Streben) werden durch die Pfeiler der Außengalerie abgeleitet, welche genau die Neigung der Resultierenden, der darauf wirkenden Kräfte, aufweisen.

Die Rippen der Decke wurden als Fertigteile vorgefertigt und mit Stahlbeton verbunden. Die Oberfläche des Daches ist Sichtbeton.<sup>78</sup>

<sup>78</sup> Vgl.: Pier Luigi Nervi S.98 ff.



05\_ Innenraum Flugzeughalle Orivieto

## **FLUGZEUGHALLE ORIVIETO, ITALIEN**

Baujahr: 1935  
Ingenieur: Pier Luigi Nervi  
Abmessungen: 111,50 m x 44,80 m  
max. Höhe: 19 m  
min. Höhe: 8 m  
Funktion: Flugzeughalle

Konstruktion:  
Aufgrund der großen Öffnungen und Spannweiten wählte Nervi eine Tragkonstruktion aus Bögen, welche sich im rechten Winkel kreuzen. Die Stützbalken bestehen ebenso wie die Tonnenschale aus einem waagrechten Gerippe.  
Das Zementgefüge ist außen mit einem Ziegelbelag umschlossen auf welchem Entenitplatten angebracht wurden, um die

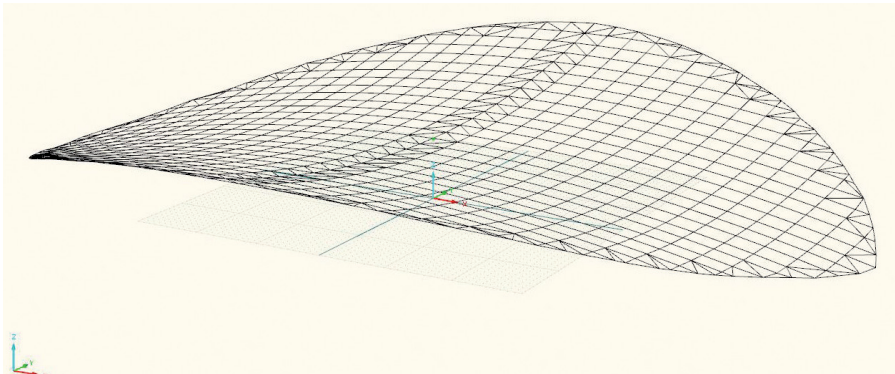
Tragstruktur vor Witterungseinflüssen und Temperaturschwankungen zu schützen.<sup>79</sup>

<sup>79</sup> Vgl.: Pier Luigi Nervi S.27 f.

# BERECHNUNG DER DACHKONSTRUKTION MIT RFEM



06\_in Rhino modelliertes, doppeltgekrümmtes Tragwerk



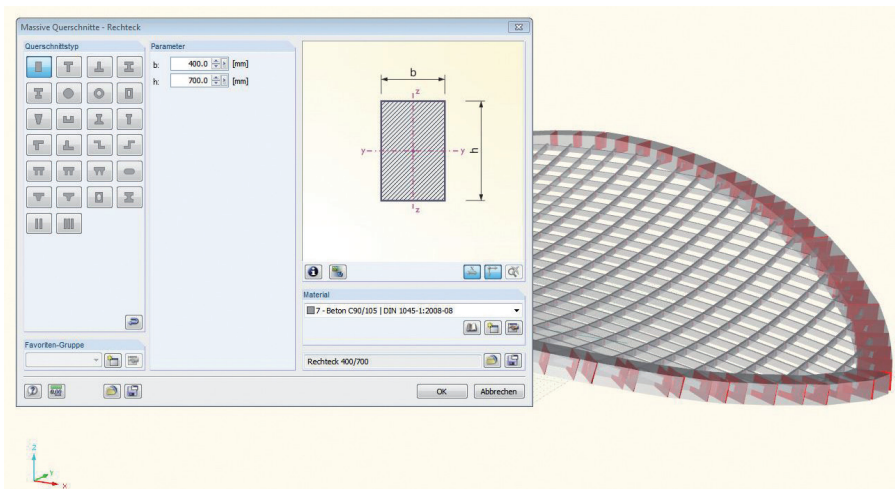
07\_aus Rhino importiertes Liniennetz

Wie in der Grafik oben ersichtlich, weist die generierte Liniengrafik überschüssige Linien auf, welche nicht als Rippen oder Ringträger relevant sind. Sie dienen rein der Geometriebildung und werden nicht dimensioniert.

Um die Annahmen der Dimensionen des Tragwerks abzuschätzen, wird das doppeltgekrümmte Schalentragwerk im 3D Zeichenprogramm Rhino als dreidimensionales Liniennetz modelliert und in ein Polygonnetz umgewandelt.

Anschließend wird das Modell in RFEM 5 importiert und mit folgenden Schritten überprüft:

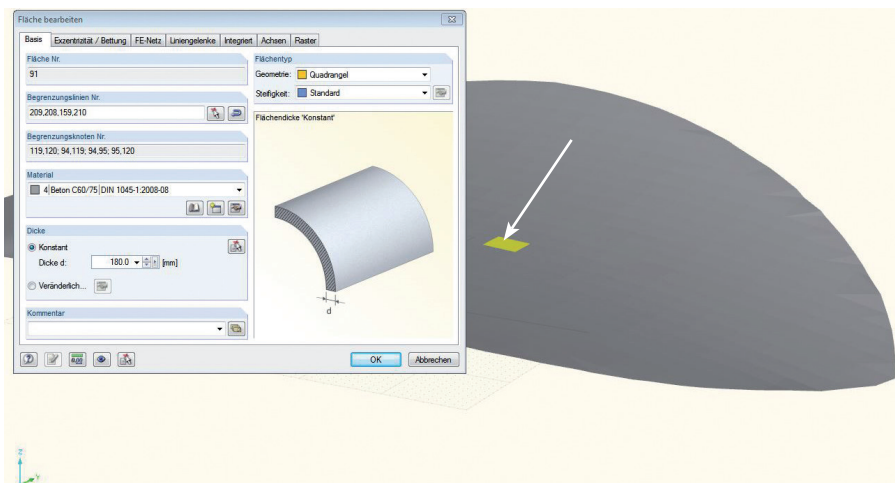




08\_Querschnittseingabe der Rippen

Anschließend werden die Linien ausgewählt, welche die Stäbe (Rippen und Ringträger) bilden und deren Querschnitte eingegeben. Für die Rippen wird ein Querschnitt von 400 x 700 mm gewählt.

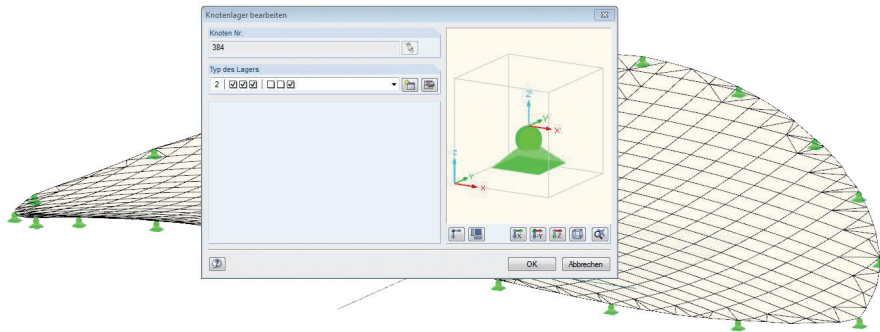
Für den Randträger wird eine vereinfachte Geometrie von 5.000 x 2.000 mm angenommen.



09\_Querschnittseingabe der Flächen

Die Betongüteklasse beträgt C90/105. Im nächsten Schritt wird den Flächen eine Dicke von 180 mm und eine Güteklasse von C60/75 zugewiesen.

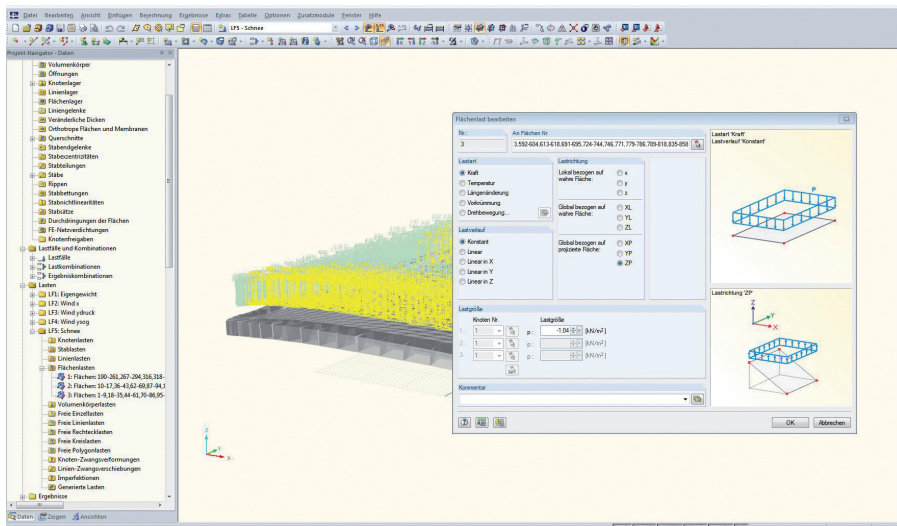
# BERECHNUNG DER DACHKONSTRUKTION MIT RFEM



10\_Eingabe der Auflager

Weiters werden dort wo die Stützen sitzen, die Auflager gesetzt.

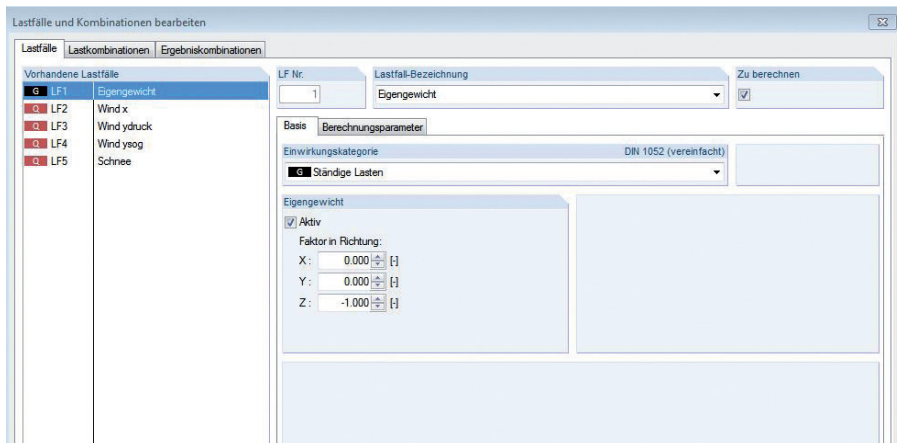
Um die Lasten vom Randträger wirksam in die Stützen abzuleiten und die Durchbiegung der Dachkonstruktion möglichst gering zu halten, werden unverschiebliche Auflager gewählt.



11\_Eingabe der Schneelast

Nach der Dimensionierung der Flächen, Rippen und des Randträgers, sowie der Eingabe der Auflager, werden die Lasten (ständige Lasten, Schneelast und Windlast) berechnet (siehe Lastaufstellung auf S.108) und in RFEM 5 eingegeben. (Das Eigengewicht wird von RFEM selbst berechnet.)

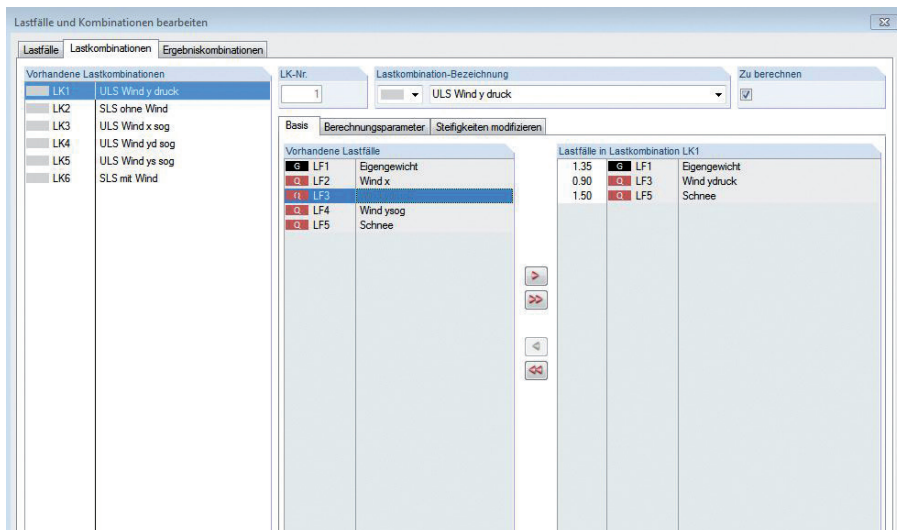
Dabei ist es wichtig zu beachten wie die Kräfte auf die Fläche wirken .



12\_Eingabe der Lastfälle

Im Anschluss daran werden die verschiedenen Lasten als Lastfälle eingegeben:  
 Eigengewicht  
 Schnee  
 Wind x  
 Wind  $y_{\text{Druck}}$   
 Wind  $y_{\text{Sog}}$

Als Letztes werden noch die Lastfallkombinationen mit den verschiedenen Sicherheitsbeiwerten<sup>1</sup> eingegeben:  
 LK1 ULS Wind  $y_{\text{Druck}}$   
 LK2 SLS ohne Wind  
 LK3 ULS Wind  $x_{\text{Sog}}$   
 LK4 ULS Wind  $y_{\text{d Sog}}$   
 LK5 ULS Wind  $y_{\text{s Sog}}$   
 LK6 SLS mit Wind



13\_Eingabe Lastfallkombination ULS Wind  $y_{\text{druck}}$

“ULS (Ultimate Limit State) Grenzzustand der Tragfähigkeit  
 SLS (Serviceability Limit. State) Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit”<sup>80</sup>

Die Teilsicherheitsbeiwerte können laut Eurocode gewählt werden, da die Sicherheiten größer oder gleichwertig sind, als von der italienischen Norm vorgegeben.<sup>81,82</sup>

<sup>80</sup> Einführung in den Grund-, Erd- und Dammbau S.22

<sup>81</sup> Vgl.: Notiziario ordine degli Ingegneri della Provincia di Bolzano, Ottobre 2003 - N. 95

<sup>82</sup> Vgl.: EC 2



# BERECHNUNG

## LASTAUFSTELLUNG

### WINDLASTBERECHNUNG<sup>83</sup>

$$p = q_{\text{ref}} \times c_e \times c_p \times c_d$$

$$q_{\text{ref}} = v_{\text{ref}}^2 / 1,6$$

$$v_{\text{ref}} = v_{\text{ref0}} \text{ wenn } a_s \leq a_0$$

für Lazio

$$v_{\text{ref}} = 27 \text{ m/s}$$

$$a_0 = 500 \text{ m}$$

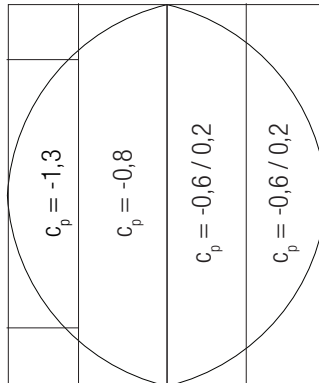
$$a_s = 14 \text{ m}$$

$$\text{folglich } q_{\text{ref}} = 0,455 \text{ kN/m}^2$$

$$c_e = 1,7 \text{ für zona 3B} \rightarrow \text{cat. III}$$

$c_d$  wird mit dem Faktor 1 für nicht schwungsanfällige Gebäude angenommen

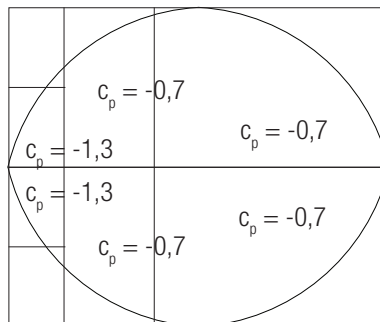
Für die Ermittlung des  $c_p$ -Wertes werden, da es keine vergleichbaren Werte für die gegebene Dachform gibt, die Werte zur Berechnung eines Kehldaches herangezogen, wobei die äußersten Eckwerte vernachlässigt werden.



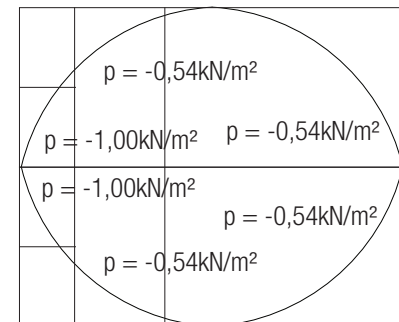
Anströmrichtung 0°



Windlast Anströmrichtung 0°



Anströmrichtung 90°

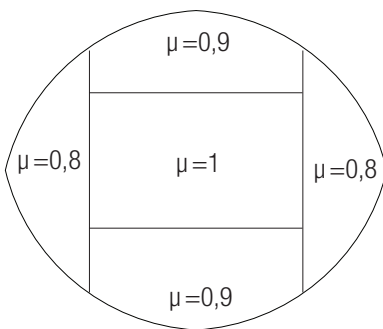


Windlast Anströmrichtung 90°

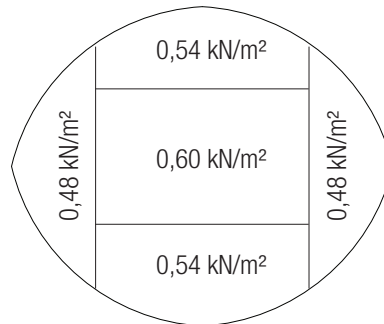
## SCHNEELASTBERECHNUNG<sup>84</sup>

$$q_s = \mu_i \times q_{sk}$$

$\mu_i$  bezieht sich auf die Dachform. Da es im DM 2008 keine vergleichbaren Dachformen gibt, werden für die Dachform je nach Bereich verschiedene Werte angenommen:



$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2$   
für Rom -> Zone II wobei  
 $a_s = 14\text{m} \leq a_0 = 200\text{m}$



Schneelast

## STÄNDIGE LASTEN

Dacheindeckung 25mm -> 0,66kN/m<sup>2</sup>  
Filtervlies 2mm -> 0,04kN/m<sup>2</sup>  
XPS 200mm -> 0,06kN/m<sup>2</sup>  
Dampfsperre 2mm -> 0,04kN/m<sup>2</sup>  
Summe: 0,80kN/m<sup>2</sup>

Durch die unterschiedlichen Einwirkungen von Wind und Schnee ergeben sich verschiedene Lastfälle und Lastfallkombinationen, welche allesamt mit dem Statikprogramm RFEM 5 überprüft wurden.

## EIGENGEWICHT

Das Eigengewicht der Rippenstahlbetonkonstruktion wird direkt vom Statikprogramm RFEM anhand der gewählten Querschnitte und Materialien ermittelt.

<sup>83</sup> Berechnung nach D.M.14.01.2008

<sup>84</sup> Berechnung nach D.M.14.01.2008

# ERGEBNISSE DURCHBIEGUNG

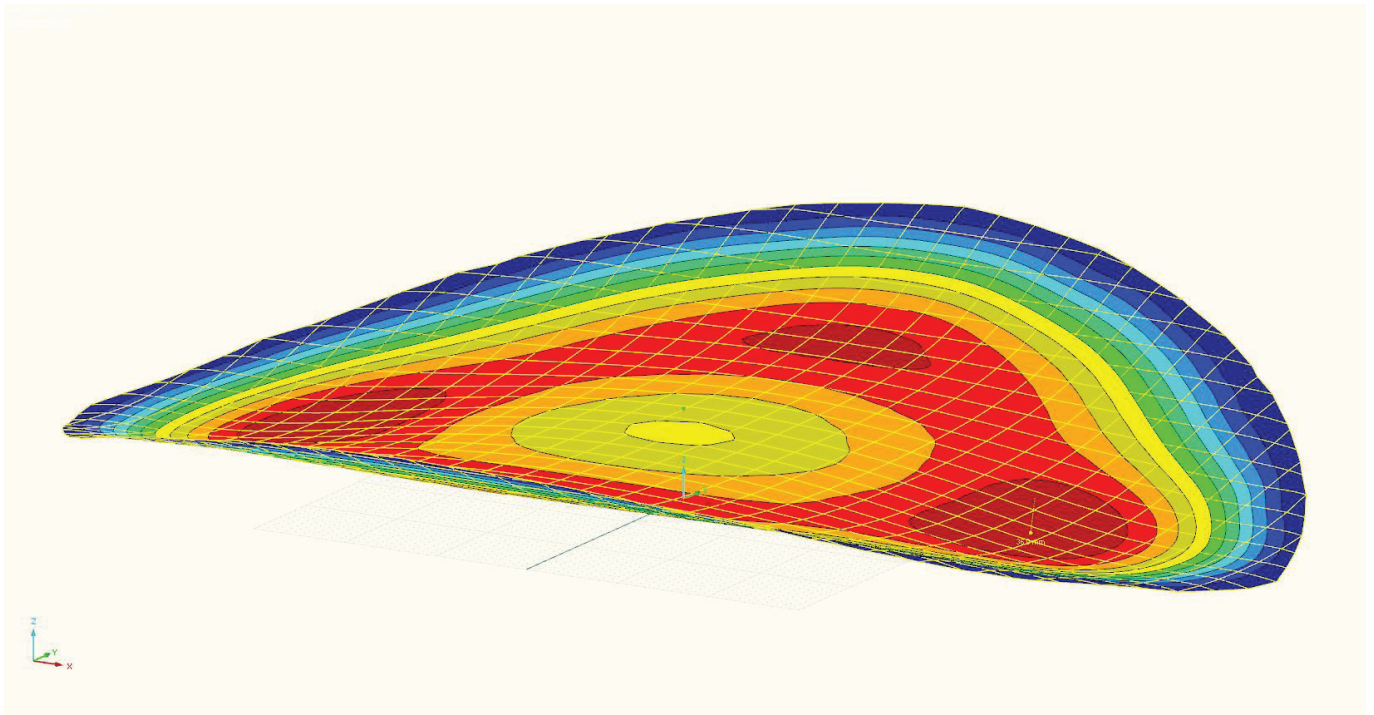
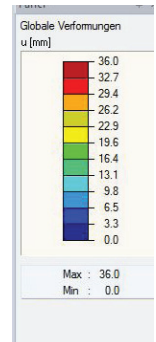
RFEM

## VERFORMUNG UNTER EINWIRKUNG DES EIGENGEWICHTS UND DER STÄNDIGEN LASTEN

Unter Einwirkung der ständigen, also immer vorhandenen, Lasten ist mit einer Durchbiegung von maximal 36,0 mm zu rechnen.

Wie im Bild unten und unten rechts ersichtlich sind die dunkelrot gefärbten Flächen jene mit der größten Durchbiegung.

Die Durchbiegung am Rand ist, wie zu erwarten, am geringsten.





## VERFORMUNG IM KRITISCHSTEN LASTFALL (EIGENGEWICHT+STÄNDIGE LASTEN+WIND<sub>DRUCK</sub>+SCHNEE)

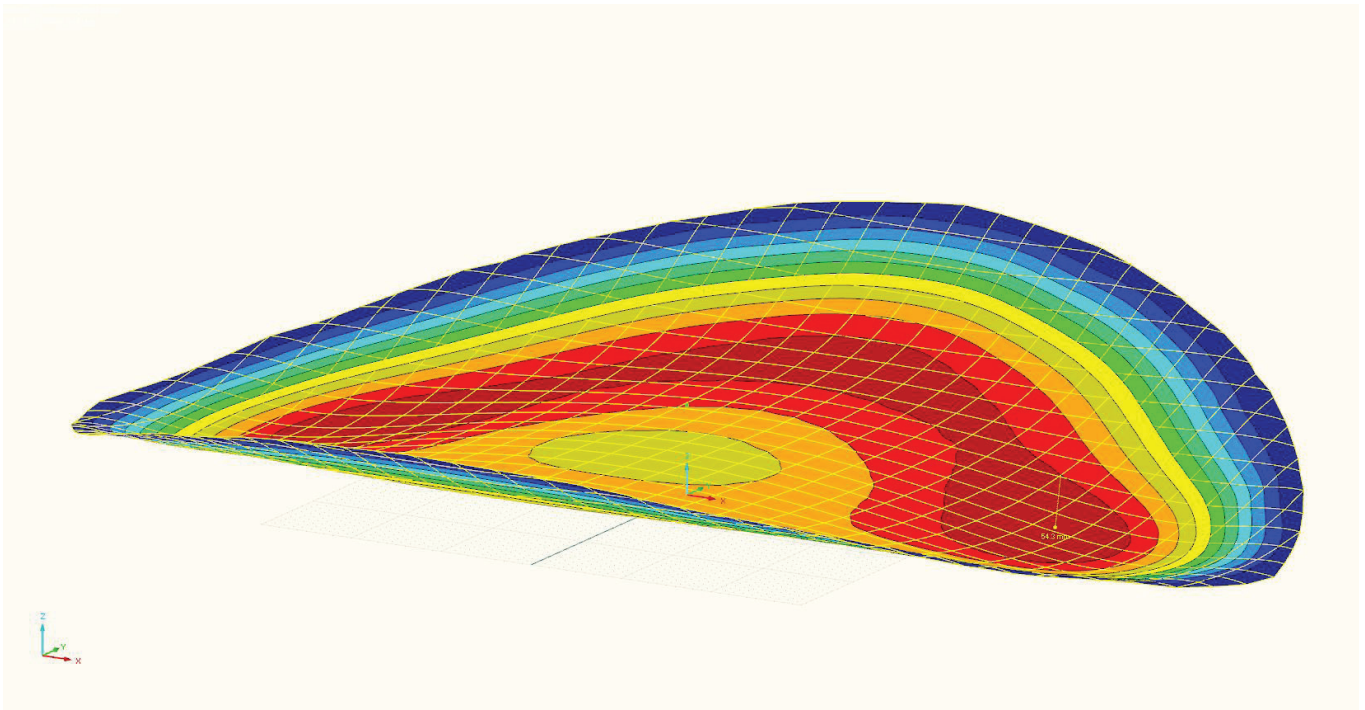
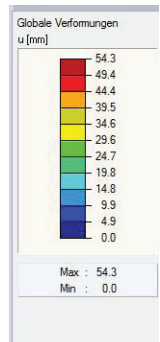
Die größte Durchbiegung (dunkelrot gefärbter Bereich im Bild unten) des Tragwerks ist bei einer Einwirkung von Eigengewicht, ständigen Lasten, Wind<sub>Druck</sub> und Schnee zu erwarten. Hier ist mit einer Durchbiegung von ca. 55 mm zu rechnen.

Da in dieser Bestimmung allerdings gerissene Querschnitte nicht berücksichtigt werden, muss der Wert noch mit dem Faktor 3 multipliziert werden; dies ergibt eine anzuneh-

mende Durchbiegung von 165 mm.

Die höchstzulässige Durchbiegung beträgt mit  $l/300$  200 mm, wobei  $l$  gleich der Hälfte der kürzeren Länge des Tragwerks entspricht.

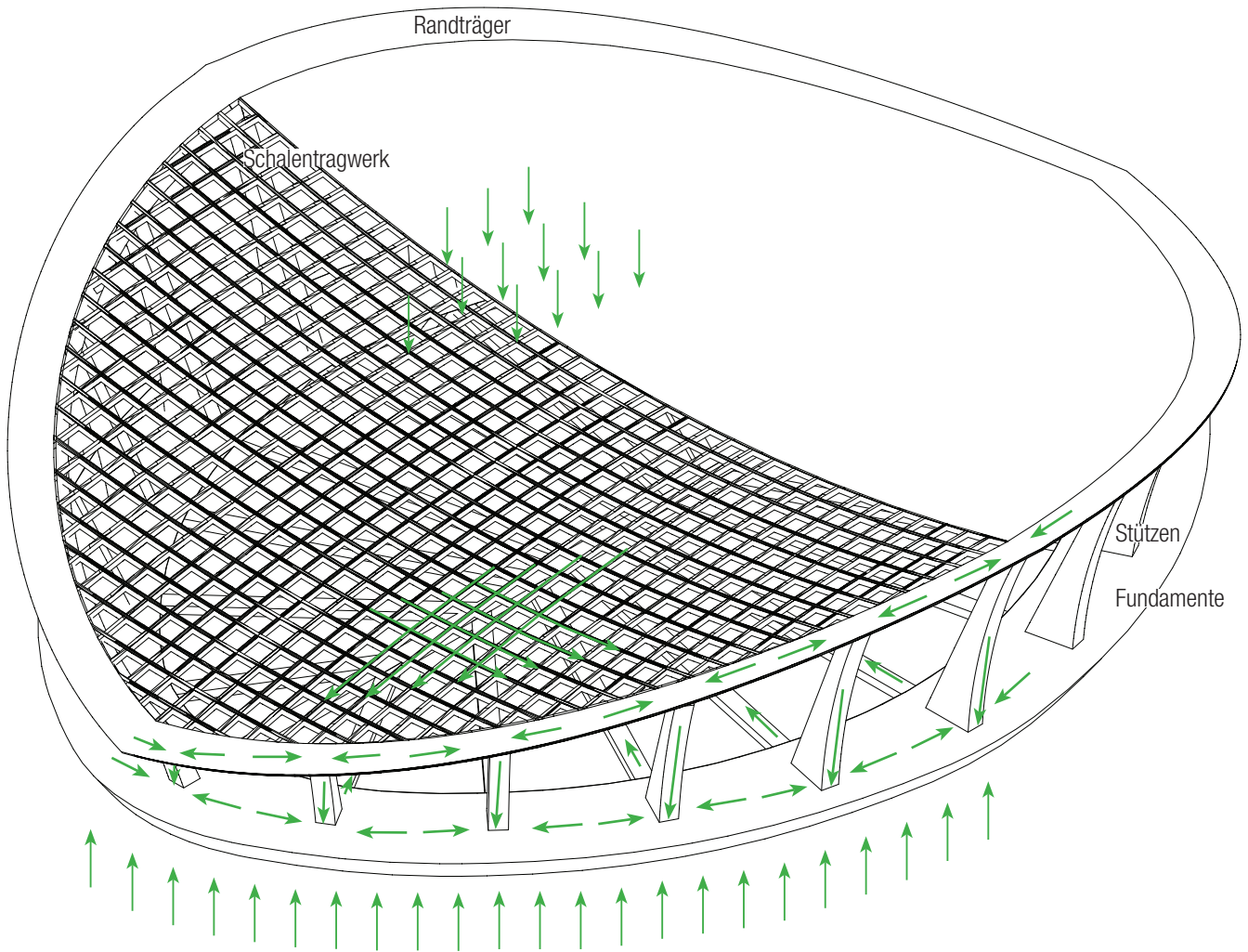
Die asymmetrische Verformung der Tragstruktur ist bedingt durch die unterschiedliche Einwirkung des Windes (siehe Windlastberechnung S.112)

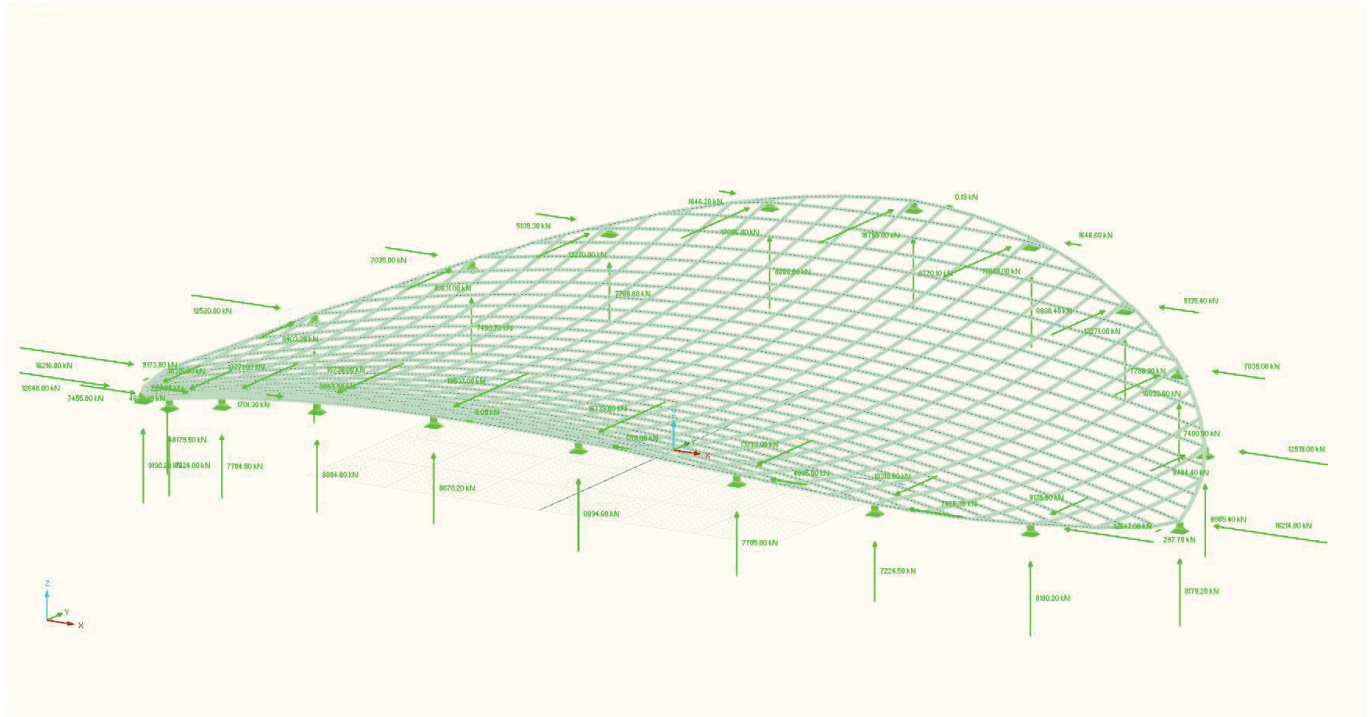


15\_Durchbiegung im kritischsten Lastfall = ca.55mm x3 (berücksichtigung gerissener Querschnitte)= 16,5cm ≤ der höchstzulässigen Durchbiegung  $l/300 = 20,0$  cm

# ERGEBNISSE AUFLAGERREAKTIONEN

RFEM





17\_Auflagerkräfte

Wie in der Abbildung links ersichtlich, leitet die Schale die einwirkenden Kräfte (Eigengewicht, Schnee, Wind  $x$ , Wind  $y_{\text{Druck}}$ , Wind  $y_{\text{Sog}}$ ) in den Randträger weiter.

In der Abbildung oben ist erkennbar, dass die größten Auflagerkräfte in  $x$ -Richtung an den Tiefpunkten der doppelgekrümmten Dachkonstruktion auftreten.

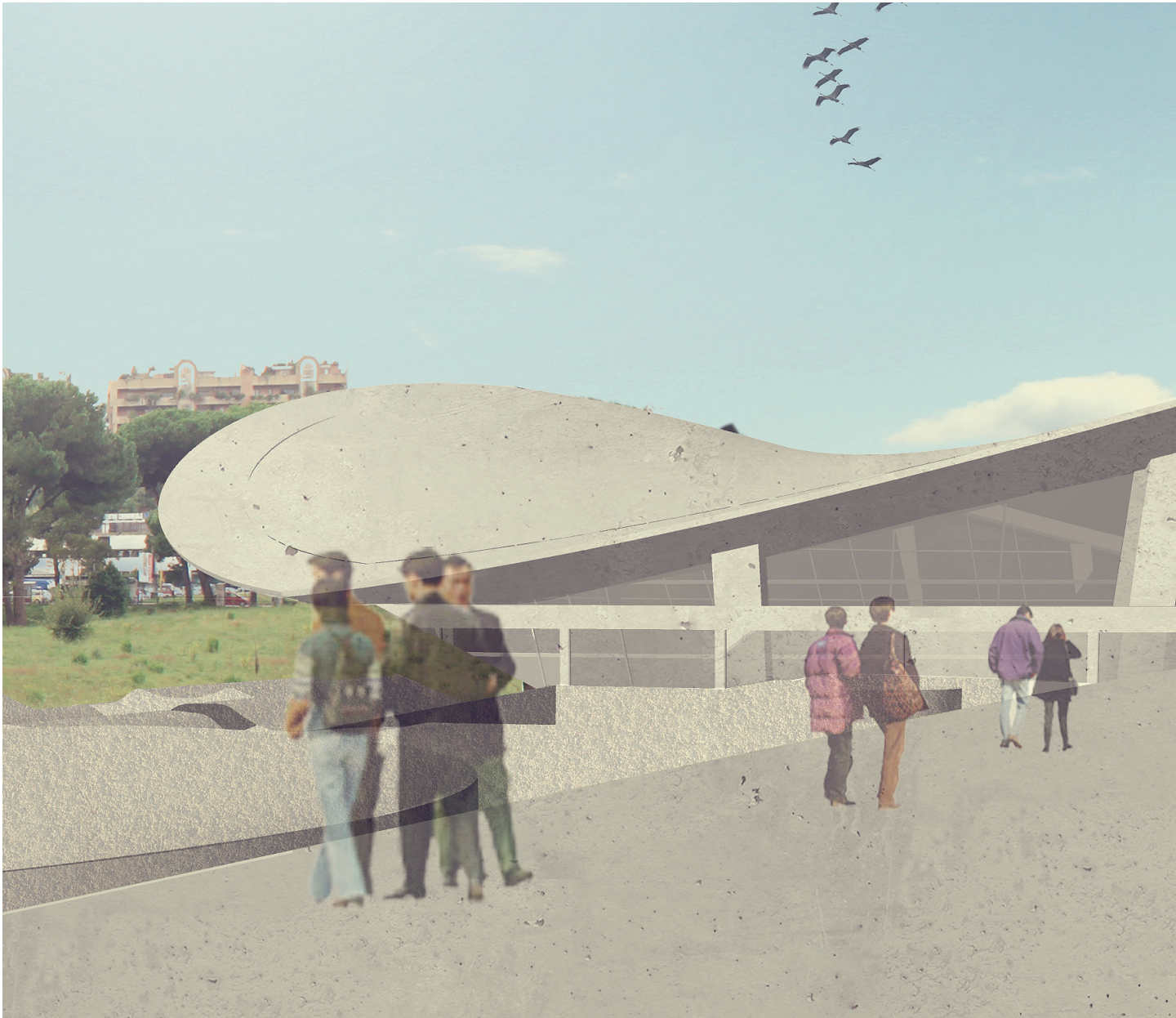
Die größten Auflagerkräfte in  $y$ -Richtung treten wie zu erwarten in den Hochpunkten der Tragkonstruktion auf.

Vom Randträger werden die Kräfte durch die 16 vorgespannten Stützen ins Fundament abgeleitet.

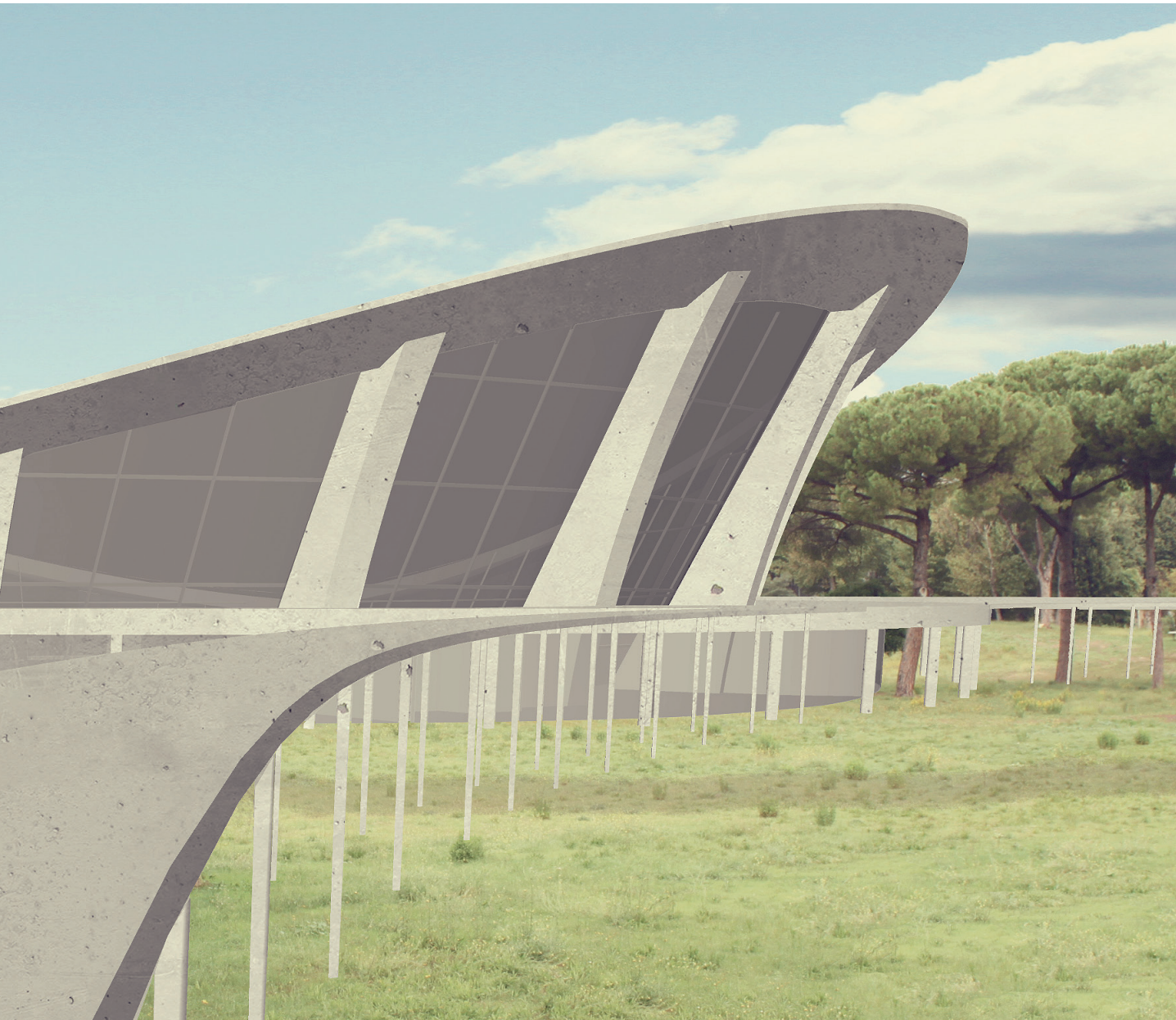
Damit ein Ausknicken der Stützen verhindert wird, sind die Fundamente der Stützen zu

einem Ring, sowie kreuzweise verbunden. Von dort werden die Kräfte ins Erdreich abgeleitet.













# ANHANG

# QUELLENVERZEICHNIS

## LITERATUR

Engel, Jens Al-Akel, Said

Einführung in den Grund-, Erd- und Dammbau. Konstruktion, Bauverfahren, Nachweise. Carl Hanser Verlag, München 2012

Greco, Antonella

Il moderno attraverso Roma. Gli anni cinquanta. l'opera e il progetto. (Guida al progetto della trasformazione). Università di Roma La Sapienza - Dipartimento di Architettura. Roma 2007

Huxtable, Ada Louse,

Pier Luigi Nervi, Otto Maier Verlag Ravensburg, New York 1960

John, Geraint & Sheard, Rod

Stadia, A design and development Guide, 3th Ed., Architectural Press, Bath 2000

Nixdorf, Stefan,

Stadium ATLAS. Tecnical Recommendations for Grandstands in Modern Stadia, Ernst & Sohn, Berlin 2008

Pallister, James

Hopkins Architects. London 2012 Velodrome. Design in pursuit of efficiency, The Architects' Journal, London 2011

Perrault Dominique

nature-architecture. Velodrom und Schwimmhalle, Berlin. Barcelona 2002

Scharch, Werner

Faszination des Bahnradrennsports, Teningen 1977

Seyfarth, Rolf

Rennfieber, Chemnitz 2009

Servizio stampa dell'Ente Esposizione Universale di Roma (E.U.R.)

E.U.R. (Esposizione Universale di Roma). La città parco della Roma moderna, Roma 1953

## PUBBLIKAZIONI / REGELWERKE

Bund deutscher Radfahrer e.V.

Wettkampfbestimmungen für den Bahnrennsport. Ausgabe 04/2012

Comune di Roma, assessore all'urbanistica

Programma d'interventi per la Trasformazione dell'Area Ex Velodromo Olimpico

Comune di Roma, Dipartimento alle Politiche della Programmazione e Pianificazione del Territorio  
Piano regolatore generale. Sistemi e Regole. Tavola 17. 2006

Decreto Ministeriale vom 18.3.1996  
normativa tecnica impianti sportivi

Decreto Ministeriale vom 14.1.2008  
Calcolo del carico di vento e di neve

Deutsches Institut für Normung e.V. -DIN-  
Handbuch Eurocode 2 - Betonbau Allgemeine Regeln. Beuth, Berlin 2012

eurspa. EUR la città nella città  
"Il quartiere del Eur: come è ... come lo vorrei". concorso letterario. concorso fotografico.

FCI  
Regolamento tecnico dell'attività agonistica. settore pista. 2013

FCI ICS  
Il programma per gli impianti sportivi. 2009

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bolzano  
Notiziario Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bolzano, Ottobre 2003 - N. 95. Bozen 2003

Remiddi, Gaia Bonavita, Antonella. moderno attraverso Roma  
Il Velodromo di Roma. 2007

UCI  
UCI Cycling regulations. part 3 track races. version on 10.04.13

## **ZEITSCHRIFTEN / ZEITUNGEN**

Auf der Suche nach einem Top-Manager. Berliner Zeitung. 1995/06/19

Leben zieht ins Velodrome. Velodrome Suisse Magazin. 2013/02 S. 3

Velodrom in London. DETAIL. 2011/10. S.1208



# QUELLENVERZEICHNIS

## INTERNET

Eur: la storia di un grande quartiere | EUR 2000. [www.eur2000.it/quartieri/eur-la-storia-di-un-grande-quartiere/](http://www.eur2000.it/quartieri/eur-la-storia-di-un-grande-quartiere/). 19.08.13

J. S. Dorton Arena, Raleigh, <http://www.arcaro.org/tension/album/dorton.htm>. 18.10.2014

La storia dell'E.U.R.. <http://www.eur.roma.it/il-quartiere/la-storia-delleur.html>. 09.06.13

Stundenweltrekord. <http://de.wikipedia.org/wiki/Stundenweltrekord>. 19.09.14

Velodrome. [en.wikipedia.org/wiki/velodrome](http://en.wikipedia.org/wiki/velodrome). 06.06.13

Velodromo Olimpico - Wikipedia. [www.it.wikipedia.org/wiki/Velodromo\\_Olimpico](http://www.it.wikipedia.org/wiki/Velodromo_Olimpico). 08.06.13

Velodromo Olimpico di Roma una storia sfortunata / Politica - Nuovo Paese Sera. [www.paesesera.it/Politica/Velodromo-olimpico-di-Roma-una-storia-sfortunata](http://www.paesesera.it/Politica/Velodromo-olimpico-di-Roma-una-storia-sfortunata). 08.06.13

Velodromo Olimpico Roma | Ciclista urbano. [www.ciclistaurbano.com/velodromo-olimpico-roma/1920](http://www.ciclistaurbano.com/velodromo-olimpico-roma/1920). 06.06.13

## INTERVIEWS

Interview mit Stefano Bertolotti, Journalist und Speaker von Bahnradrennen, geführt von Michela Thaler, Milano, 03.07.2013

Interview mit Michael Brulz, Fahrradspezialist, geführt von Michela Thaler, Graz, 06.07.2013

Interview mit Enrico della Casa, Federazione Ciclistica Italiana, Settore Pista [italienischer Radverband, Sektion Bahnrad], geführt von Michela Thaler, Milano, 03.07.2013

Interview mit Gulia Donato, italienische Bahnradfahrerin, geführt von Michela Thaler, Milano, 03.07.2013

Interview mit Federica Guarniero, Giudice di gara (Ciclismo - nazionale ed internazinale) [Rennrichterin (Radsport- national und international)], geführt von Michela Thaler, Milano, 03.07.2013

Interview mit Emanuel Raasch, Hallenwart im Velodrom Berlin, geführt von Michela Thaler, Berlin, 17.09.2013

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

01\_Innenperspektive, eigene Abbildung

## DER BAHNRADSPORT

- 01\_verschiedene Räder des 19.Jh, Brockhaus Conversationslexikon von 1887, 13.Aufl.
- 02\_historische Aufnahme eines Bahnradtrainings um 1900, [http://en.wikipedia.org/wiki/File:V%C3%A9lodrome\\_Parc\\_des\\_Princes.jpg#filelinks](http://en.wikipedia.org/wiki/File:V%C3%A9lodrome_Parc_des_Princes.jpg#filelinks)
- 03\_Bronzini in Führungsposition in Minsk, 2013, La Gazzetta dello sport, ANSA
- 04\_Bahnradgeometrie, eigene Zeichnung
- 05\_keine Bremsen, keine Schaltung © Michael Brulz
- 06\_RIH, österreichisches Bahnrad aus den 70ern, © Michael Brulz
- 07\_Markierungen einer Rennbahn
- 08\_Start- und Ziellinie, eigene Fotografie
- 09\_Radrennbahn in Berlin, eigene Fotografie
- 10\_Keirinrennen, © Paulkeller

## DAS VELODROM

- 01\_offenes überdachtes Velodrom in Hamburg (die Innenfläche wird auch für Eishockey und Bikepolo verwendet), eigene Fotografie
- 02\_Temporäres Velodrom in Forest City, "Forest city velodrome" by <http://www.flickr.com/photos/mistagregory/> - <http://www.flickr.com/photos/mistagregory/3287065221/>.  
Licensed under Creative Commons 24.Juli 2014
- 03\_Übersicht über den Velopark, <http://development.grant-associates.uk.com/projects/2012-olympics-velopark-london/> 24.Juli 2014
- 04\_London Velodrome, [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Velodrome\\_\(7724391300\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Velodrome_(7724391300).jpg) Autor: The Department for Culture, Media and Sport 24.Juli 2014
- 05\_Aufgang zum Park, in dem das Velodrom versenkt ist, eigene Fotografie
- 06\_Außenansicht und Blick über den Park, eigene Fotografie
- 07\_Velodrom Berlin mit Blick auf die Tribünen und die Stahlkonstruktion des Daches, eigene Fotografie

## STANDORT

- 01\_Städtebaumodel des E.U.R. ca. 1950, E.U.R. La città parco della Roma moderna, Roma, 1953, S.9
- 02\_E.U.R. um 1966, <http://memorysubmarine.blogspot.co.at/2013/06/esposizione-universale-romana-e42.html>, 20.06.1914
- 03\_Instituto di scienze della nutrizione ca. 1953, E.U.R. La città parco della Roma moderna, Roma, 1953, S.35
- 04\_Museo della civiltà romana 1953, E.U.R. La città parco della Roma moderna, Roma, 1953, S.34
- 05\_Palazzo dei congressi ca. 1953, E.U.R. La città parco della Roma moderna, Roma, 1953, S.19
- 06\_Palazzo dei congressi, - Teatro pensile, ca. 1953, E.U.R. La città parco della Roma moderna, Roma, 1953, S.19
- 07\_chiesa SS Pietro e Paolo [Petrus und Pauls Kirche], 1953, E.U.R. La città parco della Roma moderna, Roma, 1953, S.23
- 08\_Palazzo della civiltà romana, ca. 1953, E.U.R. La città parco della Roma moderna, Roma, 1953, S.21

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- 09\_Metroverbindung von Roma Termini nach E.U.R. ca. 1953, E.U.R. La citta parco della Roma moderna, Roma, 1953, S.5
- 10\_Metro nach E.U.R. Innenansicht, ca.1953, E.U.R. La citta parco della Roma moderna, Roma, 1953, S.5
- 11-16\_Häusertypen "Palazzi e vilette" für die urbanistische Entwicklung des E.U.R., E.U.R. La citta parco della Roma moderna, Roma, 1953, S.40-46
- 17\_Palazzo dello sport [Sportpalast] von P.L.Nervi, 1959, Huxtable, Ada Loise, Pier Luigi Nervi, New York 1960 Abb.108
- 18\_Innenansicht des Palazzo dello sport, Huxtable, Ada Loise, Pier Luigi Nervi, New York 1960 Abb.110
- 19\_Palazzo dello sport, heute PalaLottomatica oder auch Palasport genannt, eigene Fotografie
- 20\_E.U.R. heute, [www.bing.com/maps](http://www.bing.com/maps)
- 21\_Velodromo Olimpico um 1960, pubblico dominio Italia
- 22\_altes Velodrom um 2008, Google Maps 2008
- 23\_Blick vom Fungo nach Süden, die Grenze des Planungsgebietes E42 lässt sich eindeutig am "grünen Dach" ablesen, eigene Fotografie
- 24\_Pinien, die dominierende Bepflanzung im E.U.R., eigene Fotografie
- 25\_Vogelperspektive, Bing Maps 21. Juni 2014
- 26\_Blick über den "nicht sequestrierten" Teil des Velodromo Olimpico im Osten des Grundstücks, eigene Fotografie
- 27\_Blick über das Grundstück mit der Vertiefung an dem das ehemalige Velodrom lag, eigene Fotografie
- 28\_ehemalige Einfahrt für Fahrzeuge, eigene Fotografie
- 29\_Überreste des Velodromo Olimpico, eigene Fotografie
- 30\_Viale dell'Oceano Pacifico, eigene Fotografie
- 31\_Ehemaliger Eingang, eigene Fotografie
- 32\_Blick nach Süden auf Neubauten, eigene Fotografie
- 33\_Blick von der Via del Oceano zum "Fungo", eigene Fotografie
- 34\_Weissplan der Umgebung, eigene Zeichnung
- 35\_Verkehrssituation des Bauplatzes, eigene Zeichnung
- 36\_Piano Regolatorio zona Ex Velodromo Olimpico, eigene Zeichnung

## ENTWURF

- 01\_Perspektive von Süden, eigene Zeichnung
- 02\_Rennbahn des Projekts, eigene Zeichnung
- 03\_Schwarzplan Umgebung, eigene Zeichnung
- 04\_U-Wertberechnung Dach, <http://www.u-wert.net>
- 05\_U-Wertberechnung Fußboden gegen Erde, <http://www.u-wert.net>
- 06\_U-Wertberechnung Terrasse, <http://www.u-wert.net>
- 07\_Sichtnachweis für alle Ränge der Tribüne, eigene Zeichnung

## TRAGWERK

- 01\_Isometrische Darstellung der Haupttragkonstruktion inklusive Fundamente, eigene Abbildung
- 02\_J.S. Dorton Arena, <http://www.ncstatefair.org/facilities/dortonhistory.htm>



- 03\_ Olympic Velodrome London, <http://www.designboom.com/cms/images/rido/vel01.jpg>
- 04\_ Dachuntersicht Palazzo dello Sport, <https://www.pinterest.com/pin/19562579601499203/>
- 05\_ Innenraum Flugzeughalle Orivieto, [http://www.architettoristano.it/img/usersfile/file/Invito\\_Nervi\\_retro.jpg](http://www.architettoristano.it/img/usersfile/file/Invito_Nervi_retro.jpg)
- 06\_ in Rhino modeliertes, doppeltgekrümmtes Tragwerk, eigene Zeichnung
- 07\_ aus Rhino importiertes Liniennetz, eigene Abbildung
- 08\_ Querschnittseingabe der Rippen, eigene Abbildung
- 09\_ Querschnittseingabe der Flächen, eigene Abbildung
- 10\_ Eingabe der Auflager, eigene Abbildung
- 11\_ Eingabe der Schneelast, eigene Abbildung
- 12\_ Eingabe der Lastfälle, eigene Abbildung
- 13\_ Eingabe Lastfallkombination ULS Wind<sub>y druck</sub>, eigene Abbildung
- 14\_ Durchbiegung unter Einwirkung der ständigen Lasten, eigene Abbildung
- 15\_ Durchbiegung im kritischsten Lastfall, eigene Abbildung
- 16\_ Schematische Ableitung der Kräfte, eigene Zeichnung
- 17\_ Auflagerkräfte, eigene Abbildung
- 18\_ Perspektive von Osten, eigene Abbildung



# DANKSAGUNG

Besonderer Dank gilt in erster Linie Prof. Peters für die großartige Betreuung.

Sanela Pansinger, Maria Soledad Vidal Martinez und den Assistenten des ITE, besonders Eva Maria Pirker, danke ich für die Unterstützung und die anregenden Gespräche.

Ein weiterer Dank gilt Sarah, Claudia und Michael die mich während der Zeit der Masterarbeit begleitet haben.

Un grazie speciale per tutte le informazioni e contatti preziosi a Federica e Vittorio, che mi hanno permesso di verificare il bisogno di un progetto del genere in Italia.

Als Letztes möchte ich mich ganz herzlich bei meinen Eltern für die jahrelange Unterstützung beim Sport, als auch beim Studium bedanken.



