

DREIBEIN, KORSETT UND REGENSCHIRME



01

Titelbild
Detail der perforierten Fassadenplatten
(Bild: Iwan Baan)

01 Das Museum Caixa Forum scheint als Block über der Plaza zu schweben – tatsächlich wird es von drei Stahlbetonkernen (Dreibein) getragen (Bild: Herzog & de Meuron Architekten)
02 Der Raum unter dem Museumsbau ist Teil der Fussgängerachse, die die weltweit bedeutenden Museen miteinander verbindet (Bild: KEYSTONE/ AP/Paul White)
03 Haupttragelemente des Tragwerks: Die Dach- und Deckenlasten werden über Umfassungsmauern (grün) über die Kerne (grau) in den Grund abgeleitet, die Deckenlasten über die Verbundträger in die inneren Scheiben (rot) und von den Kernen (grau) schliesslich in den Baugrund (Bild: WGG Schnetzer Puskas Ingenieure AG)

Die denkmalgeschützten Umfassungsmauern des Elektrizitätswerks «Central Eléctrica del Mediodía» in Madrid sollen gemäss den Architekten Herzog & de Meuron nahezu komplett in den Museumsneubau integriert werden. Die Ingenieure von WGG Schnetzer Puskas setzten die architektonische Idee in einem kaum wahrnehmbaren und gerade darum anspruchsvollen Tragwerkskonzept um.

Das denkmalgeschützte Elektrizitätswerk «Central Eléctrica del Mediodía» liegt unmittelbar an der Paseo del Prado. Der Backsteinblock des ersten Kohlekraftwerks von Madrid ist zwischen dem Prado, dem Museo Reina Sofía und dem Thyssen-Museum an dieser Lebensader angebunden. Trotz der wechselvollen Geschichte des Baus, die eng mit der industriellen und politischen Entwicklung des Landes verbunden ist, hat der Backsteinmonolith bis ins 21. Jahrhundert überlebt und sollte für die neue Nutzung nahezu komplett in den Museumsneubau integriert werden.

Als städtebaulich-architektonische Grundidee ist parallel zur stark befahrenen Strassenachse der Paseo del Prado eine Fussgängerachse als Verbindung zwischen den weltweit bedeutenden Museen angedacht. Der Raum unter dem Museumsbau ist Teil dieser Verbindungsachse. Dieses Konzept führt in seiner Konsequenz zu einem Loslösen des Backsteingebäudes von seinem Granitsockel, seinem Fundament. Der massive Backsteinkörper schwebt als riesiger Block über dem Platz und ist nur auf wenigen Beinen abgestützt (Bilder 1 und 2).

SCHWEBENDER BLOCK

Das neu erstellte Museum Caixa Forum gliedert sich in vier Obergeschosse, eine ebenerdig gedeckte Plaza und zwei Untergeschosse. Die gesamte oberirdische Gebäudestruktur steht auf dem von den Erschliessungskernen gebildeten Dreibein (Bild 3). Die Restfläche – der weitaus grösste Teil des Gebäudegrundrisses – wird durch den über der Plaza schwebenden monolithischen Körper gedeckt, aus dessen Mitte sich eine spiralförmige Treppe aus der Decke entwickelt – der Hauptzugang zum Gebäude.

Ursprünglich bildete ein umlaufender, bis zu zwei Meter hoher Granitsockel die Gebäudebasis. Dieser aus einzelnen grossen Steinen gefertigte steife Sockel wurde während des Baus der Untergeschosse mit einem Stahlkorsett gefasst und über Joche auf Mikropfählen abgestützt. Nach einem Voraushub wurden die Baugruben der drei Erschliessungskerne abgeteufelt und die Kerne hochgezogen. Die Erschliessungskerne dienten während des Baus der Untergeschosse als feste Auflagerpunkte zur Spriessung der Baugrube. Damit konnten die Aussenwände direkt unter den Backsteinwänden bis auf die Grundstücksgrenze ausgeführt werden. Die anspruchsvolle Ausführungsplanung und Bauleitung wurde vom Partnerbüro NB35 in Madrid übernommen.

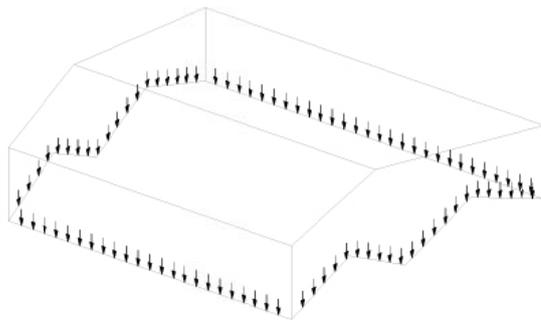
ABFANGENDES KORSETT UND TRAGENDES DREIBEIN

Das primäre Gebäudetragerwerk besteht aus zwei Haupttragelementen: drei Erschliessungskerne (Bild 3) und eine sich um diese Kerne windende und alles zusammenbindende Umfassungswand. Die drei Erschliessungskerne bilden ein Dreibein aus Stahlbeton, das alle vertikalen und horizontalen Lasten in den Baugrund abträgt. Die mit diesen Kernen verbun-

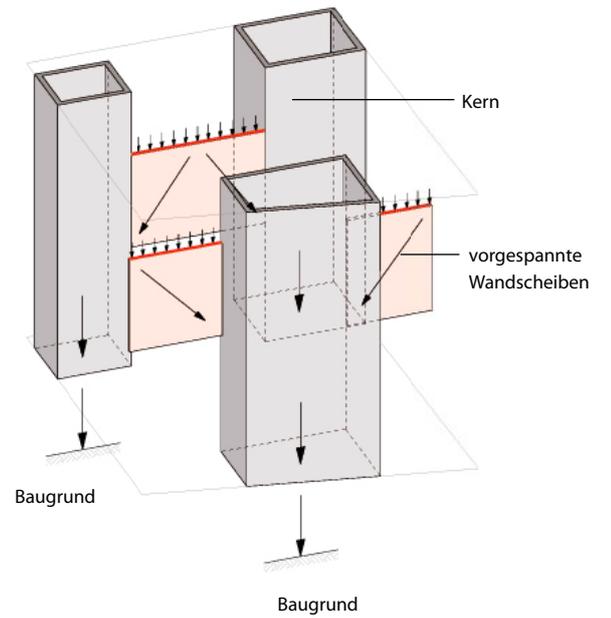
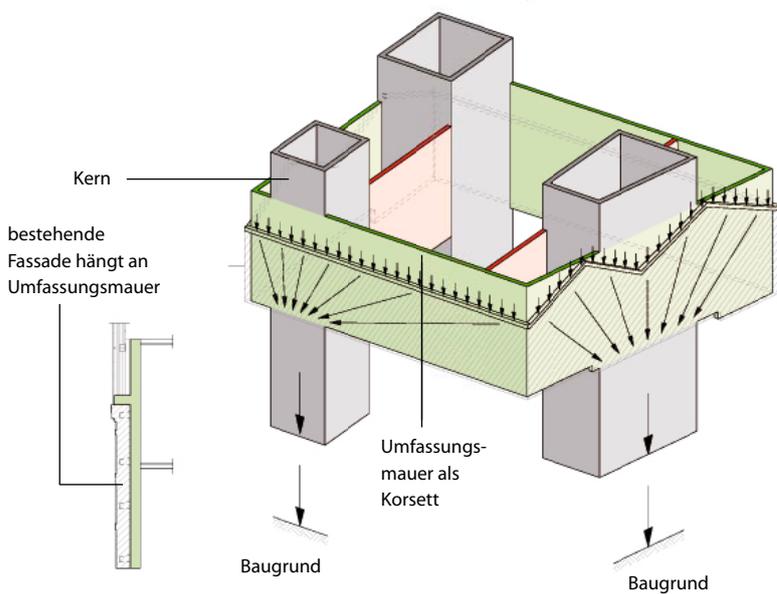
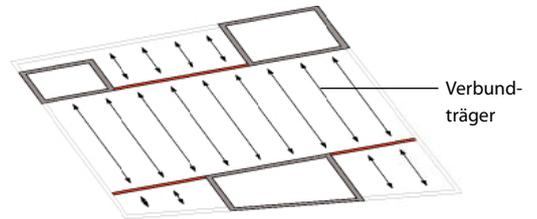


02

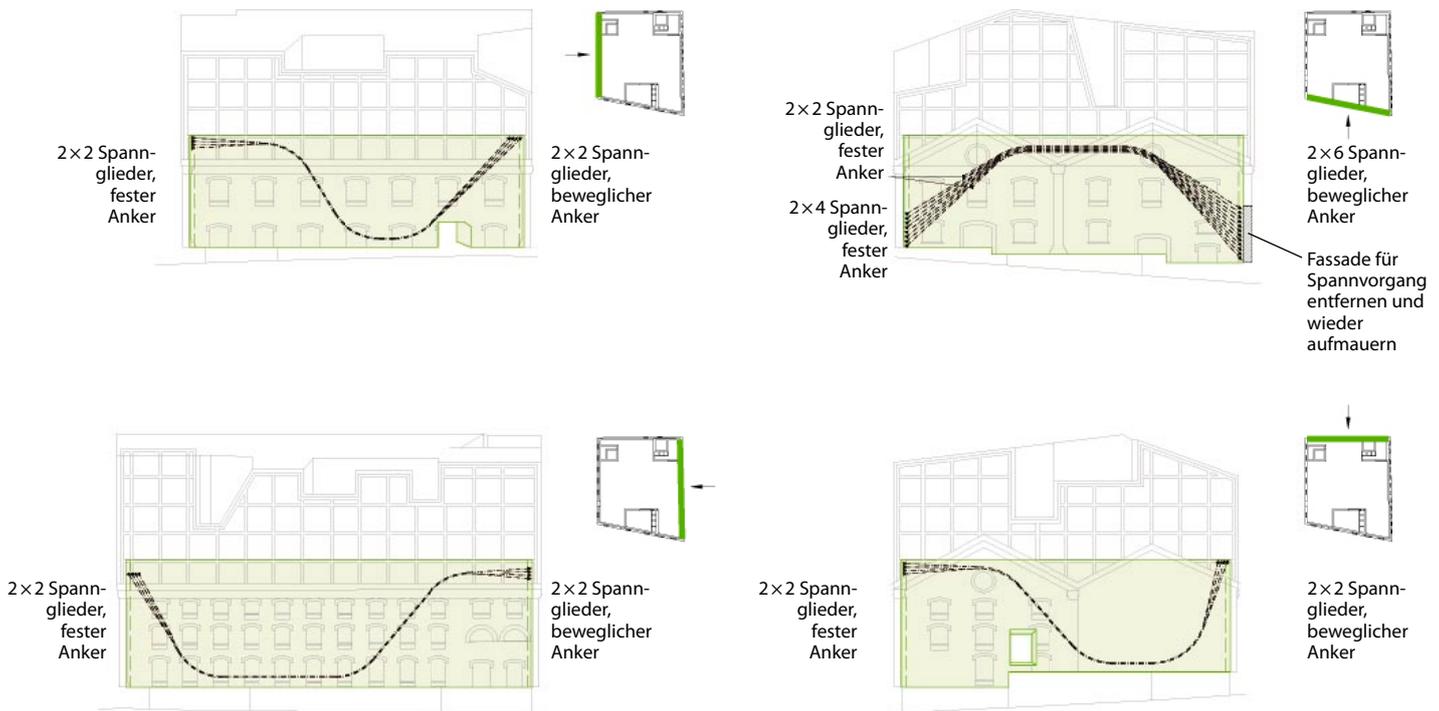
Dach- und Fassadenlasten



Deckenlasten



03



04

dene Umfassungswand fasst die Tragstruktur des Gebäudes wie ein Korsett ein. Sie trägt die Fassaden- und die Gebäudelasten sowie die aufgesetzte, zweigeschossige Stahlkonstruktion, die das bestehende Backsteingebäude erweitert. Zusammen mit zwei weiteren, zueinander parallel verlaufenden Innenwänden bildet sie einen in Spannbeton gefertigten Zellenkasten, der als makroskopische Abfangkonstruktion sämtliche Gebäudelasten auf das erwähnte Dreibein überträgt. Mit diesem Zellenkasten aus der Umfassungswand und den weitgespannten inneren Abfangscheiben wird gleichzeitig eine Raumeilung erreicht, die die grossflächigen Ausstellungsräume ermöglicht. Das Stahlbetonkorsett ist vorgespannt (Bild 4). Mit den Umlenkkraften der Vorspannung werden grosse konzentrierte Lasten eingesammelt und an den Auflagerlinien über eine Gegenkrümmung gezielt abgegeben. Ausserdem ziehen die Vorspannkraften die alten, zu erhaltenden Backsteinmauern zusammen und überdrücken die Zugspannungen im Backstein, die aus der Lastumlagerung resultieren.

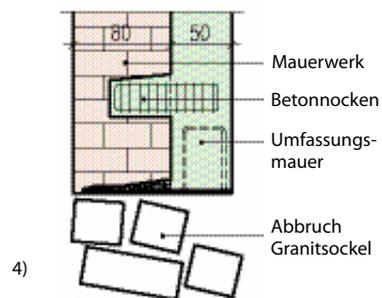
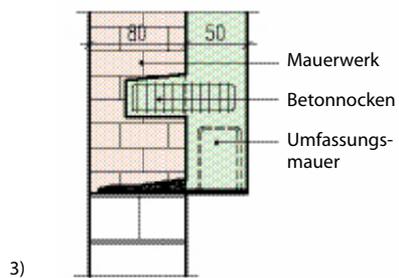
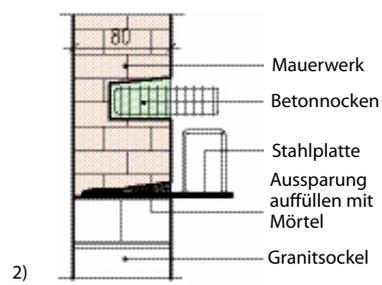
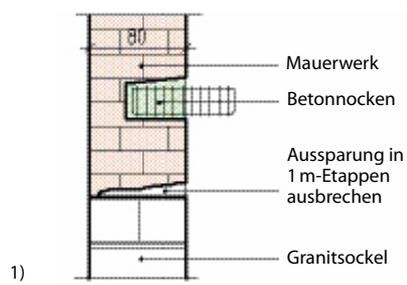
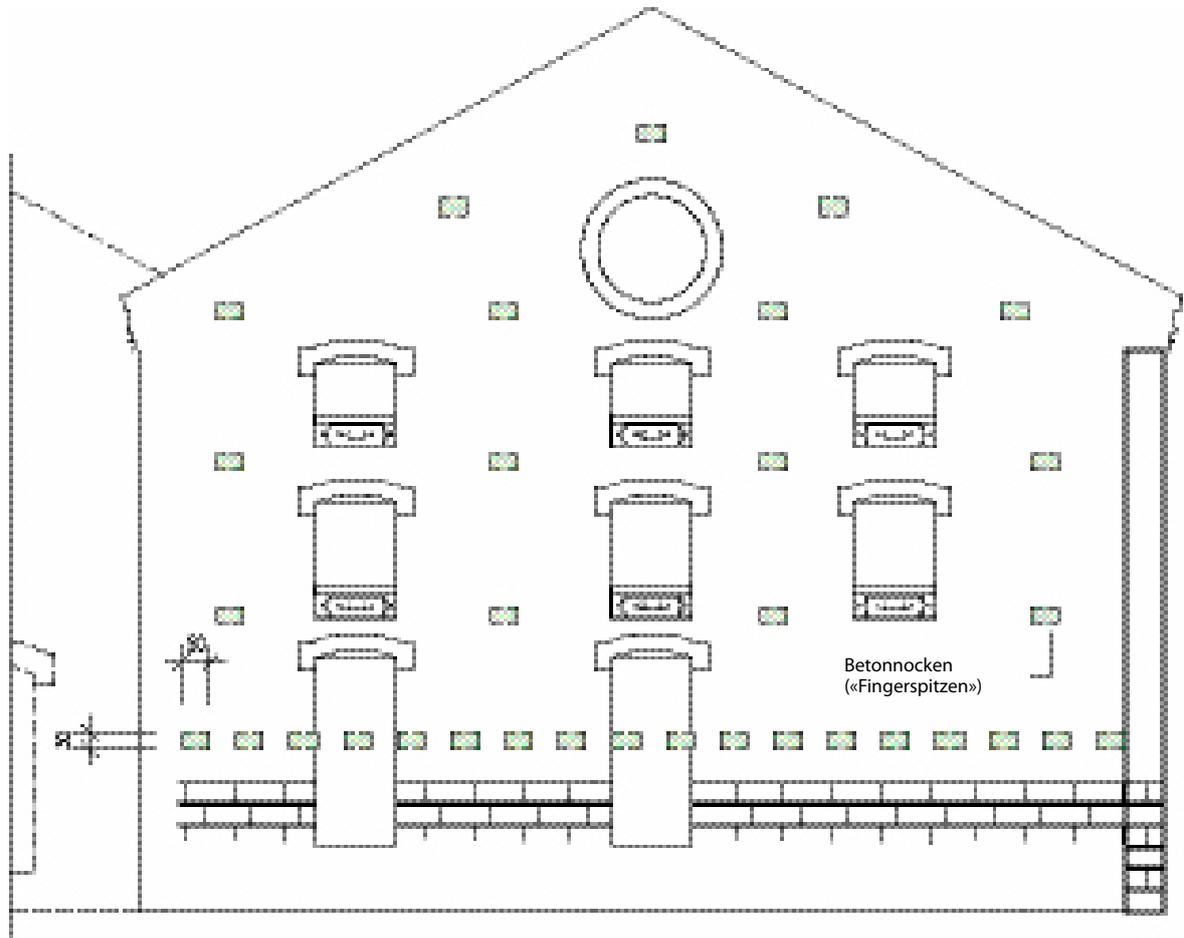
TRAGENDE FINGERSPITZEN

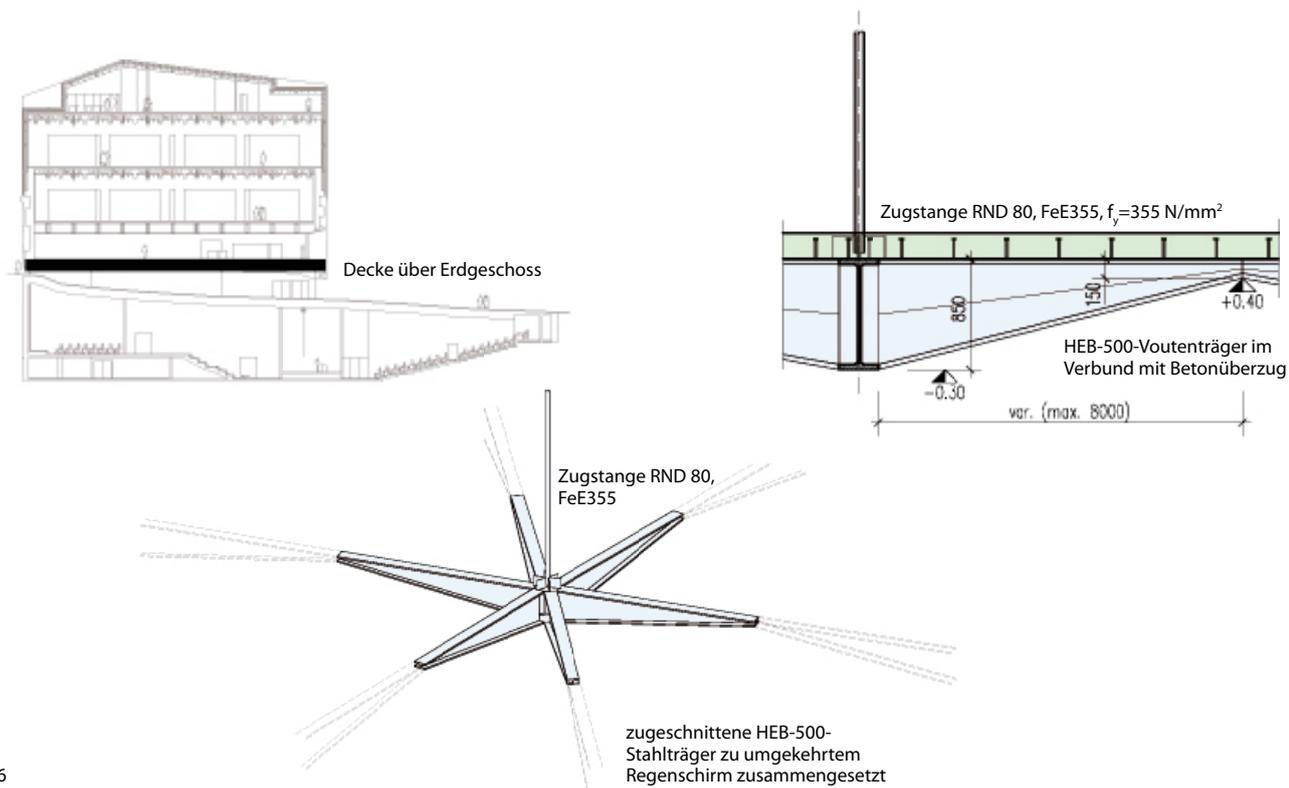
Das ehemalige historische Elektrizitätswerk wurde komplett ausgekernt. Indem die bestehende Mauerwerksfassade mit der innen neu erstellten Umfassungswand verbunden wird, werden die Backsteinaussenwände komplett in den Neubau integriert. Einzelne, über der gesamten Wandhöhe verteilte, aus den Tragwänden herausragende Stahlbetonnocken tragen Fingerspitzen gleich punktuell die bestehenden Mauerwerkswände (Bild 4). Durch diese Verzahnung werden die vertikalen Lasten kontinuierlich auf das Korsett übertragen und eine horizontale Verdübelung der beiden unterschiedlichen Wände und Materialien erreicht.

Die dicht aneinandergereihten Nocken am Fuss der bestehenden Mauerwerkswände bilden lineare Lager, die vor allem die vertikalen Lasten abtragen (Bild 5). Die untersten Steine werden durch ein umlaufendes Stahlblech, das mit dem Korsett verbunden ist, gehalten. Nach dem Einschlitzen des Bleches in die Fuge zwischen Granitsockel und Backsteinwand und der anschliessenden Fertigstellung des Korsetts konnte der Granitsockel entfernt und das Gebäude auf das Dreibein abgesetzt werden.

04 Die äusseren Spannbetontragwände fassen die Tragstruktur des Gebäudes wie ein Korsett ein. Die zu erhaltenden Backsteinmauern sind daran angehängt und werden durch die Vorspannung zusammengedrückt – Zugspannungen aus Lastüberlagerungen werden so überdrückt (Bild: WGG Schnetzer Puskas Ingenieure AG)

05 Die Stahlbetonnocken tragen Fingerspitzen gleich die bestehende Mauerwerksfassade. Sie wurden in vier Schritten erstellt: 1) Etappenweises Ausspitzen von 1 m langen Aussparungen zwischen Mauerwerk und Granitsockel; 2) Stahlplatte als unteren Mauerwerksabschluss einmörteln; 3) Umfassungswand inklusive Nocken betonieren; 4) Abbruch des Granitsockels (Bild: WGG Schnetzer Puskas Ingenieure AG)





06

UMGEKEHRTE REGENSCHIRME

Als zentrales erschliessendes Element führt die spiralförmige Treppe von der Plaza ins erste Obergeschoss. Dieses Geschoss ist der Ausgangspunkt für die Begehung des Museums. Von ihm gelangen die Besucher in die Ausstellungs- und Diensträume in den weiteren Obergeschossen, aber auch in die Auditorien in den Untergeschossen. Die erforderliche Raumgrösse, die Freiheit im Grundriss und die Stützenlosigkeit im Raum unter dem Museum (Fussgängerachse) wurden mit einer aufgehängten Bodenkonstruktion geschaffen. Der Boden des Eingangsgeschosses ist punktuell mit feinen Hängestützen an die Blechträger der Verbunddecke über dem ersten Obergeschoss aufgehängt. Die wegen des Gewichts als reine Stahlkonstruktion ausgebildete Bodenkonstruktion (Hohldecke aus entsprechend zugeschnittenen HEB-500-Walzprofilen) kann zusammen mit den Hängestützen (Stahlstangen aus RND 80) als willkürliches Aneinanderreihen mehrerer umgekehrter Regenschirme verstanden werden (Bild 6). Die nicht in einem Raster angeordneten Hänger bilden jeweils den zentralen Stab des Schirms. Die radial verlaufenden Träger nehmen in ihrer Höhe zum Hänger zu und bilden so die stark facettierte Plazadecke. Ein Betonüberzug im Verbund mit der Hohlkastendecke bildet den oberen, begehbaren Abschluss.

Für die Decken über dem ersten, zweiten und dritten Obergeschoss werden Verbunddecken eingesetzt. Sie sind aus 20 m weit gespannten, 1.10 m hohen Blechträgern mit darüber liegenden Profilblechen und darin eingegossenem, bis zu 140 mm starkem Betonüberzug gefertigt. Die verkleideten Stahlträger sind in das Beleuchtungs- und Entlüftungskonzept der Ausstellungsräume integriert. Die Tragrichtung der raumbildenden Deckenkonstruktion ist an den sich abzeichnenden Rippen ablesbar.

Das sich unterhalb der Plaza befindende Auditorium wird von einer vorgespannten Spannbetonplatte überdeckt. Wie in Spanien weitverbreitet, wird die statisch erforderliche Stärke der Deckenkonstruktion mit Schalungseinlagen aufgelöst. Die massive Decke wird leichter und kann damit ökonomischer erstellt werden. Sie folgt der triangulierten Oberfläche der Plaza. Mit dieser faltwerkförmigen Ausbildung der Deckenoberfläche kann auf einen komplexen und schweren Aufbau mit Gefällsbeton verzichtet werden. Ausserdem kann durch diese Tragwerksform die lichte Höhe des Auditoriums maximiert werden.

06 Die Decke über der Plaza ist als leichte Stahldecke mit Betonüberzug im Verbund konstruiert. Das Tragwerkskonzept erinnert an umgekehrt aufgehängte Regenschirme (Bild: WGG Schnetzer Puskas Ingenieure AG)

Heinrich Schnetzer, Dr., dipl Ing. ETH, WGG Schnetzer Puskas Ingenieure AG, info@wggsp.com