

Süderweiterung NürnbergMesse – Entwurf Halle 3A

Das Nürnberger Messegelände wird nach Süden erweitert. Insbesondere Besucher und Aussteller der weltbekannten Spielwarenmesse werden ab 2014 in den Genuss der von Zaha Hadid Architects entworfenen neuen Halle 3A kommen. Der Wunsch einer bezahlbaren und im vorgesehenen engen Zeitfenster realisierbaren Ausnahmerearchitektur erforderte angesichts der bautechnischen Komplexität bereits während der Architekturstudie im Jahr 2010 eine interdisziplinäre und am räumlichen Gesamtsystem durchgeführte Bearbeitung. Für die Tragwerksplanung galt es, zahlreiche Herausforderungen zu meistern, primär bei Entwicklung und Nachweis der prägenden Stahlbau-Dachkonstruktion mit Spannweiten von über 75 m. Dabei waren die Bauzustände bereits zu berücksichtigen. Ähnlich anspruchsvoll gestaltete sich wegen hoher Sichtbetonanforderungen bei zugleich komplexen Geometrien der Massivbau des ca. 105 m langen und fugenlosen Hallenriegels sowie der Verbindung zur bestehenden Halle 4A. Grundbautechnisch ergaben sich durch die gemischte Gründung aus Großbohrpfählen im Hallenbereich und Flachgründung des Hallenriegels, die schadensfreie Herstellung der Baugrube direkt neben einem großen Abwassersammler sowie dessen anschließende Überbauung zahlreiche Besonderheiten.

Keywords Tragwerksplanung; Baugrube; Pfahlgründung; Massivbau; Stahlbau; Formfindung; Überhöhung; BIM; Nachhaltigkeit

South extension of Nuremberg fairground – Design of Hall 3A
The Nuremberg fairground will be extended southwards. From 2014 on, visitors and exhibitors of the world-famous Toy Fair will be able to enjoy the new Hall 3A designed by Zaha Hadid Architects. Already during the initial architecture study of 2010, the need for an exceptional architecture was determined, with the prerequisite to be affordable and feasible in the provided tight time window. Due to this and the technical complexity, the requirement of an interdisciplinary and fully 3D-based approach was given.

For structural engineering numerous challenges did exist, primary within development and analysis of the architecturally exposed steel structure of the roof with spans of more than 75 m. Already during the early structural design phases, the construction sequence had to be taken into account. Additionally, the solid construction works of the approximately 105 m long, joint-less edge wing as well as for the connection to the existing Hall 4A got ambitious due to architecturally exposed concrete along with complex geometries. The mixed foundation with large bore piles in the hall area in combination with a slab foundation for the edge wing, the needs for a large building pit adjacent to a main municipal sewer and its subsequent superstructure led to geotechnical engineering challenges as well.

Keywords structural engineering; excavation pit; pile foundation; concrete construction; steel construction; form finding; presetting; BIM; sustainability

1 Einleitung

Das 1973 in Betrieb genommene Nürnberger Messegelände umfasst heute 15 Messehallen mit ca. 160 000 m² Bruttoausstellungsfläche sowie ca. 50 000 m² Bruttoausstellungsfläche im Freigelände. Dank eines soliden Wachstums und einer starken Nachfrage hochwertiger Hallenflächen wird das Messegelände nach der erfolgreichen Aufwertung des Bereichs Mitte nun mit dem 13 000 m² Bruttogeschossfläche (BGF) umfassenden ersten Bauabschnitt der Halle 3A in Richtung Süden erweitert.

Die bautechnische Komplexität, die Budgetvorgaben und das für die Planung und Realisierung der Ausnahmerearchitektur zur Verfügung stehende enge Zeitfenster bis zur in der neuen Halle stattfindenden Spielwarenmesse 2014 erforderten schon während der vorangegangenen Studie eine interdisziplinäre und konsequent am räumlichen Gesamtsystem durchgeführte Bearbeitung, die in einem früh

gebildeten Generalplanerteam erfolgte. Nachfolgend soll aus verschiedenen Blickwinkeln zunächst über den Entwurf der Halle 3A berichtet werden.

2 Architektur

2.1 Vorgeschichte

Nürnberg blickt auf eine viele Jahrhunderte alte Geschichte als Handelsplatz zurück. Die Messe befand sich zunächst in der Nürnberger Innenstadt. Das dortige Gelände wurde jedoch schon in den 1960er-Jahren zu klein. Nach längerer Suche entschied man sich schließlich für einen Neubau auf einem Gelände im südöstlichen Stadtteil Langwasser. Hier wurde ein komplett neues Messegelände geplant und 1973 zur Spielwarenmesse eröffnet. Dem damaligen Zeitgeist entsprechend, war die gesamte Anlage auf einem hexagonalen Raster aufgebaut, alle Messehallen waren als Sechsecke ausgebildet.

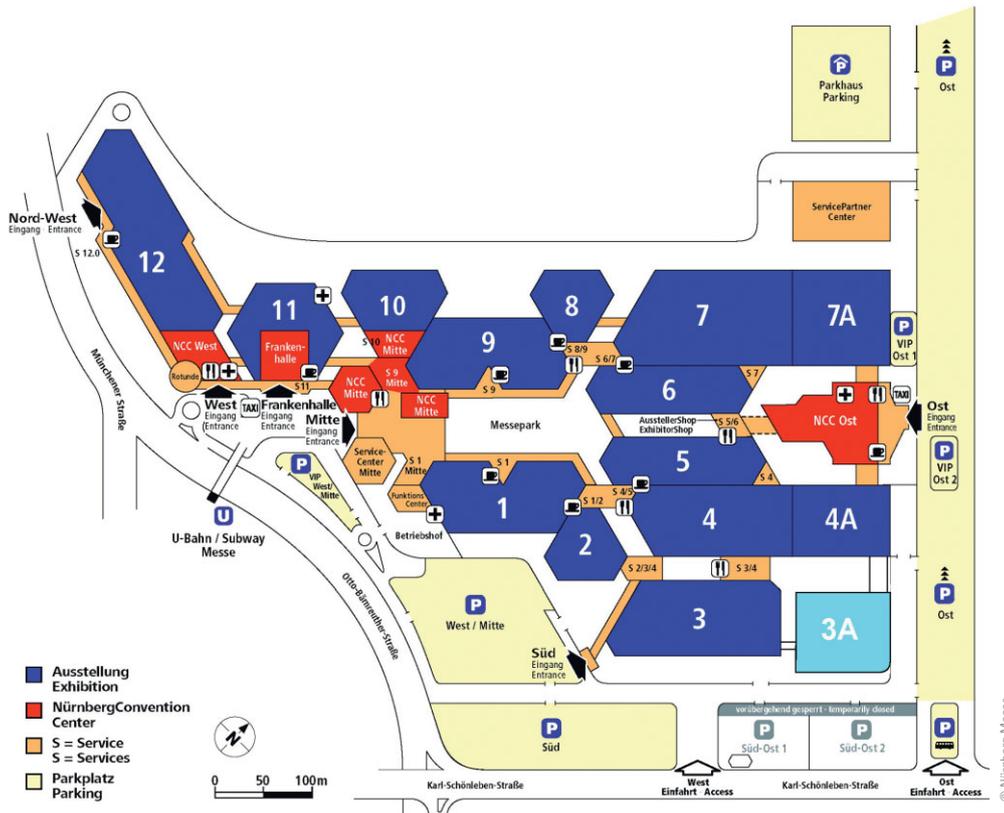


Bild 1 Lageplan Messehallen
Site plan fair halls

Erst ab Ende der 1990er-Jahre erfolgte mit Neubauten entlang der Großen Straße eine Abkehr von der alten Sechseckstruktur. Hier entstanden u. a. zwei weitere Messehallen sowie ein Kongress- und Eingangsbäude.

2.2 Süderweiterung

Aufgrund des weiter wachsenden Bedarfs beauftragte die NürnbergMesse Zaha Hadid Architects im Jahr 2010 mit einer Studie zur Süderweiterung, die zugleich Ergänzung und südlicher Abschluss des Messegeländes sein soll. Ziel war wiederum die Schaffung neuer Ausstellungsflächen in zwei Messehallen sowie eines neuen dritten Eingangs, um eine größtmögliche Parallelität unterschiedlicher Ausstellungen und Auf- und Abbauphasen zu erreichen.

Die Studie musste sich mit den beiden oben beschriebenen, sehr unterschiedlichen Strukturen des Messegeländes auseinandersetzen: Im Westen die ursprüngliche hexagonale Anlage, die zwar charakteristisch für die NürnbergMesse ist, sich jedoch in der Nutzung als nachteilig erwiesen hat, sowie entlang der Großen Straße im Osten die orthogonal organisierten neueren Erweiterungsbauten.

Es ist davon auszugehen, dass langfristig die hexagonalen Strukturen durch orthogonale ersetzt werden. Gleichwohl werden noch auf lange Zeit die aus der Sechseckstruktur resultierenden Diagonalen das Messegelände prägen.

Das Konzept für die Süderweiterung sieht daher mehrere Einzelschritte vor:

Durch Rückbau bzw. Ergänzung einiger Bestandsbauten entsteht eine gerade südliche Kante des Bestandes. Daran schließt eine 40 m breite Ladestraße an, die von Osten und Westen her erschlossen wird. Entlang dieser Ladestraße – und damit die Nordfassade der neuen Baukörper bildend – verläuft als Rückgrat ein linearer massiver Riegel mit drei Obergeschossen, der alle dienenden Funktionen aufnimmt. Von diesem etwa 400 m langen Rückgrat aus entwickeln sich die Hallen und das Konferenzzentrum unterschiedlich in Richtung des südlich gelegenen Vorplatzes: Die neuen Hallen beziehen sich in ihrer Höhe an der Nordseite auf die nördlich angrenzende bestehende Halle 4a. Zum südlich gelegenen neuen Vorplatz hin fällt das Dach leicht ab. Während die Nordfassade eher geschlossen ist, öffnet sich die Halle nach Süden und Osten mit einer transparenten Glashaut.

2.3 Halle 3A

Als erster Bauabschnitt der Süderweiterung wird ein ca. 105 m langer Teil der östlichen Halle 3A verwirklicht. Diese gliedert sich in zwei Zonen, Halle und Riegel.

Der als Stahlbetonskelett ausgeführte Riegel im Norden enthält alle dienenden Funktionen: Im Untergeschoss verläuft die Versorgungstrasse mit angelagerten Technikräumen. Im überhohen Erdgeschoss reduziert sich der



Bild 2 Innenperspektive
Interior perspective

Baukörper auf zwei Sichtbetonkerne mit Treppen, Schächten und Aufzügen, dazwischen dienen großformatige Tore der Anlieferung. Im 1. OG (+6,00 m) befinden sich Mietbüros und Besprechungsräume, WC-Anlagen sowie eine Cafeteria, die aus der Halle über eine offene Treppe erreicht werden können. Darüber liegen im 2. OG (+9,70 m) die Technikräume. Auf dem Dach befinden sich die nördlichen Auflager des Hallentragwerks. Der Riegel begrenzt mit seiner sich über die gesamte Länge der Halle erstreckenden, 14,60 m hohen Sichtbetonfassade den Halleninnenraum nach Norden.

Grundlage des Dachtragwerks sind Dreigurtbinder in Kompaktstahlbauweise. Etwa in den Drittelpunkten der Spannweite verschwenken die Untergurte um ein Feld, wodurch sich eine kontinuierliche, seriell erweiterbare „Dachträger-Landschaft“ ergibt. Die Geometrie des Tragwerks spiegelt damit die im Messegelände vorgefundenen unterschiedlichen Strukturen von pragmatischer Linearität einerseits und expressiver Diagonalität andererseits wider. Die im Raster von 5 m angeordneten Vertikalstäbe sind wie die Ober- und Untergurte aus Flachstahl konstruiert und haben eine lamellenartige Form. In den Feldern zwischen den Vertikalen wird deren Form von Aluminiumlamellen gleichen Querschnitts aufgenommen. Dies bewirkt eine halboffene modulierte Dachuntersicht, die je nach Blickwinkel geschlossen-skulptural oder filigran-transparent wirkt.

Das Dachtragwerk überspannt über ca. 75,75 m frei die Halle bis zu den schwertartigen Stützen der Südfassade. Diesen außen vorgestellt ist eine Reihe von baumartigen Stützen, welche das Prinzip des Dachtragwerks in die Vertikale transportieren, das Vordach tragen und der Verschattung der transparenten Südfassade dienen. Die Baumstützen prägen damit die Ansicht von Süden und verleihen ihr Tiefe und Durchlässigkeit. Im Kontrast dazu steht die Ostfassade, welche als glatte Glashaut die Fassadentypologie der angrenzenden Bestandsbauten aufnimmt. Beide Fassaden sind als Pfosten-Riegelfassade ausgebildet und nehmen das 5 m-Raster des Dachtrag-



Bild 3 Außenperspektive von Südosten
Outdoor perspective from south east

werks auf. Nach Westen hin wird der Hallenraum zunächst von einer temporären Blechfassade begrenzt, welche beim Weiterbau leicht demontiert und wiederverwertet werden kann.

3 Tragwerk

3.1 Allgemeines

Das Tragwerkskonzept wurde bereits im Rahmen der Architekturstudie Hand in Hand mit dem Gestaltungskonzept unter Verwendung eines 3D-Gesamtmodells entwickelt. Grundlage für die dynamisch anmutende und zugleich sehr wirtschaftliche Tragkonstruktion des weitgespannten Hallendachs ist die Einfachheit eines 4° geneigten Pultdachs mit im Abstand von 10 m parallel angeordneten Einfeld-Dreigurtbindern und beanspruchungsgerecht kombinierter Fachwerk-Vierendeel-Tragwirkung. In Verbindung mit den sich zwischen den einzelnen Bindern verschwenkenden Untergurten, einer lamellenartigen Seiten- und Untersicht und einem konsequenten Detailgestaltungskonzept auf Basis kompakter Voll- bzw. Blechquerschnitte entsteht ein einmaliger Raumeindruck. Dieser findet seine Fortsetzung in dem 105 m langen, fugenlosen Sichtbeton-Riegelbauwerk, dessen stark geneigte Wandflächen, geschwungene Brüstungen, trogförmige Treppen, schlanke Stützen und abgerundete Kerne die dynamische Formensprache des Dachs aufnehmen.

Die so bereits früh gefundene Konstruktion und Geometrie war nach Beauftragung des Generalplanerteams im Dezember 2011 gemäß den noch gemeinsam mit dem Bauherrn zu entwickelnden Anforderungen und unter dem Maßstab der Nachhaltigkeit gemäß geplanter DGNB-Zertifizierung zu verfeinern.

Dabei waren viele verschiedene Nutzungsszenarien und die für später geplante Hallenerweiterung nach Westen zu beachten. Auf der Grundlage des 3D-Gesamtmodells konnte die Geometrie- und Querschnittsfindung trotz-

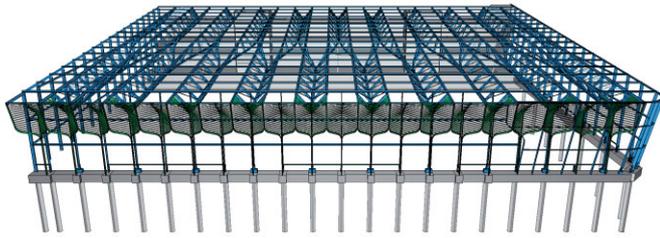


Bild 4 Tragwerksmodell
Structural model

dem schnell und effektiv unter wirtschaftlichen Belangen vorangetrieben werden. Wie bei anderen im Ingenieurbüro Dr. Binnewies bereits bearbeiteten Projekten [1, 2, 3] bedingte das komplexe räumliche Tragverhalten des Dachs eine präzise Modellierung der einzelnen Stabquerschnitte und der tatsächlichen Exzentrizitäten, um das globale und lokale Trag- und Verformungsverhalten zutreffend abbilden und untersuchen zu können. Es zeigte sich hierbei erneut, wie frühzeitig Stabwerksberechnung und Anschlussdetailausbildung geeignet aufeinander abgestimmt sein müssen. Schließlich entwickelte sich ein Großteil der Querschnitte aus den Anschlussdetails. Ein Vorteil dieser Vorgehensweise besteht in der einfachen Möglichkeit eines stetigen genauen Geometrieabgleichs zwischen dem statischen Modell in Infograph und dem architektonischen Modell in Rhino.

Da weiterhin die gesamte globale Aussteifung ohne Wandverbände und damit im Wesentlichen nur durch zwei aussteifende Betonkerne des Riegelbauwerks sowie durch eingespannte und rahmenartig verbundene Stützen der Süd- und Ostfassade sichergestellt wird, ist die tragende Stahlkonstruktion im Bereich der Fassaden integraler Bestandteil des Gesamttragwerks.

3.2 Dach

Das Haupttragwerk des Dachs stellen die ca. 75,75 m weit spannenden und 5 m breiten Dreigurtbinder dar. Diese lagern im Süden auf den sog. Haupttragstützen und im Norden auf dem Riegelbauwerk jeweils gelenkig im Bereich der Untergurte auf. Die zur Verfügung stehende Konstruktionshöhe beträgt brutto 3,60 m.

Ein wichtiges Merkmal der Dachkonstruktion sind die im Abstand von 50 cm jeweils an beiden Seiten des dreiecksförmigen Binderquerschnitts angeordneten Lamellen. Aus gestalterischer Sicht ideal wäre ein vollständiger Verzicht auf jegliche Fachwerkdiagonalen durch vierendeelartig tragende Ausbildung jeder einzelnen Lamelle in Stahl gewesen. Angesichts der zu beherrschenden Kräfte und des hohen Eigengewichts war dies jedoch nicht zu realisieren. Daher ist im Feldbereich diskret im Abstand von ca. 5 m jeweils ein Lamellenpaar tragend in Stahl ausgebildet, während die dazwischenliegenden Lamellen nichttragend und als Aluminiumhohlprofil ausgeführt sind. In Bereichen hinreichend geringer Querkräfte konn-

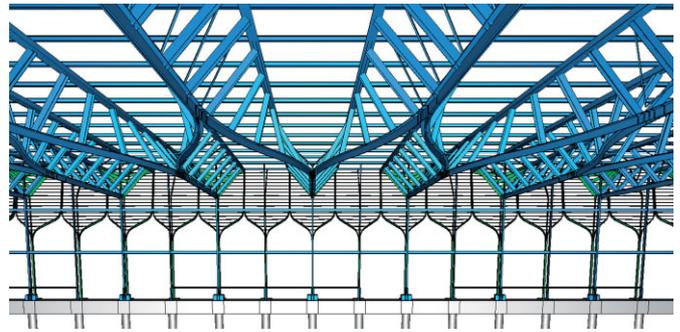


Bild 5 Dachansicht in Trägerebene
Roof view in girder level

te auf additive Zugdiagonalen zur Ausbildung eines räumlichen Fachwerks verzichtet und ein reines Vierendeel-Tragverhalten nachgewiesen werden. Im Gegenzug waren allerdings die ansonsten als mehrteiliger Rahmenstab ausgebildeten Lamellenpaare durch Stegbleche weiter zu versteifen.

Die gestalterisch aus der Analogie zu einem Flächentragwerk motivierte Kopplung der einzelnen Binder durch die einachsig verschwenkenden Untergurte bewirkt additiv einen sekundären zwei- und dreidimensionalen Lastabtrag. Jedoch werden dabei auch zu beherrschende Umlenkkräfte in den gezogenen Untergurten geweckt. Durch die um eine Binderbreite von 5 m verschwenkten Untergurte ergibt sich ein gleichartiger Versatz zwischen dem Raster der Haupttragstützen in der Südfassade und den Auflagern auf dem Riegelbauwerk.

Die gemeinsame Geometrieentwicklung der verschwenkten Untergurte ist ein Beispiel für die gelungene interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Architekten und Tragwerksplanern. Ziel war es, ein angemessenes Verhältnis zwischen der Verträglichkeit der Umlenkkräfte und der Vierendeel-Tragwirkung zu finden, welches letztendlich bei ca. einem Drittel der Spannweite gefunden wurde.

Da auch hierbei noch Biege-Torsions-Bbeanspruchungen im Tragwerk auftreten, ist eine seitliche Stabilisierung der sich auslenkenden Untergurte durch die Pfosten des Fachwerks bzw. des Viereendels unumgänglich. Diese Aufgabe wäre beispielsweise mit in sich rahmenartig geschlossenen Dreigurtbinderquerschnitten ohne zusätzliche Pfetten zu bewältigen gewesen. Das bevorzugte flächentragwerksartige Erscheinungsbild harmoniert jedoch besser mit oberhalb der Obergurte im Bereich der Trapezbleche liegenden, biegesteif angeschlossenen Pfetten. Diese verlaufen orthogonal zu den im Abstand von 5 m parallel und gerade verlaufenden Obergurten der Binder ebenfalls parallel zueinander im Abstand von 5 m. Die Stützen im Bereich der Ost- und Westfassade nehmen dieses Raster der Pfetten auf. Weitere Vorteile durch die gewählte Anordnung der Pfetten ergaben sich bei der Stabilisierung der Binderobergurte gegen Knicken und Kippen sowie in der Weiterleitung und gleichmäßigen Vertei-

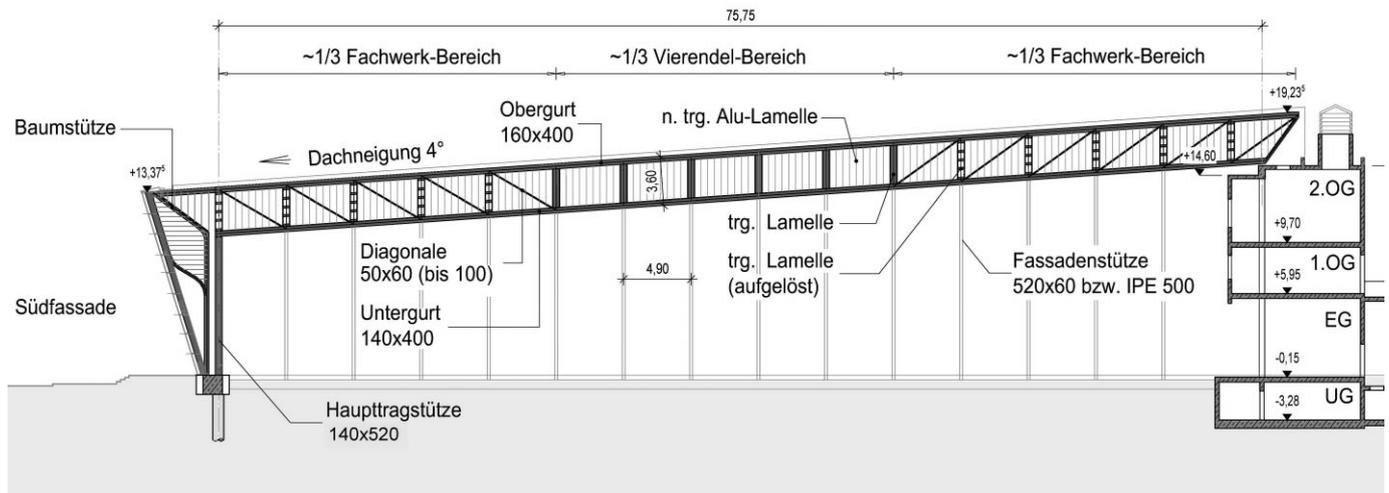


Bild 6 Längsschnitt der Halle 3A
Longitudinal section of Hall 3A

lung der auf die östliche und westliche Traufseite einwirkenden Windlasten. Weiterhin eine Herausforderung war die Ableitung der Umlenkkräfte der gezogenen Untergurte an den östlichen und westlichen Randbereichen.

Die Wahl der einzelnen Querschnitte des Dachtragwerks war gleichrangig hohen gestalterischen Aspekten unterworfen und nicht wie sonst im wesentlichen den statischen Anforderungen.

Primäres Konstruktionsprinzip für die überwiegend rechteckförmigen Querschnitte ist die Kompaktstahlbauweise als geschickte Komposition mehrerer Bleche größerer Dicken. Da die äußeren Querschnittsabmessungen aus gestalterischen Gründen nicht beanspruchungsaffin abzustufen waren, wurde planmäßig über angepasste Stahlfestigkeiten zwischen S460 und S235 sowie durch örtlichen Übergang auf die Ausbildung von Hohlquerschnitten bei gleichen äußeren Abmessungen optimiert.

Angesichts der geringen Bauhöhe und der besonderen Verformungskinematik z. B. der Untergurte war es unvermeidlich, das Dachtragwerk analog der Vorgehensweise bei dem Projekt Zayed University Abu Dhabi [1, 2] planmäßig räumlich zu überhöhen und mithilfe von temporären Unterstützungen zu errichten. Um Zwangsbeanspruchungen aus den Dachverformungen auf die Fassade zu minimieren, konnte der planmäßige Anschluss der Dachkonstruktion an die Ost- und Westfassade erst nach Ablassen des Dachs von den Hilfsstützen erfolgen.

3.3 Hallenstützen und Fassaden

Der Verzicht auf Diagonalverbände im Bereich der hochwertigen und transparenten Süd- und Ostfassade sowie der besondere Gabelstaplerverkehr in der Messehalle erforderte die Entwicklung ungewöhnlicher Tragwerkslösungen samt eines bedeutungsgerecht abgestuften Anprallkonzepts für die tragenden Stützen im Bereich der Fassaden.

Die ebenfalls in Kompaktstahlbauweise ausgeführte vertikale Tragkonstruktion an der Südseite der Halle gliedert sich in die im Abstand von 10 m angeordneten schwertartigen Haupttragstützen 140×520 mm, dazwischenliegende Nebentragstützen 60×520 mm sowie die außen thermisch getrennt vorgelagerten sog. Baumstützen. Die Nebentragstützen sind im Regelschnitt am Kopf durch einen Traufriegel sowie durch die drei weiteren, als ohnehin als Basis der Verdunklungseinrichtung erforderliche Riegel biegesteif miteinander verbunden und am Fußpunkt in den durchlaufenden Pfahlbalken eingespannt.

Insgesamt bildet die Summe der genannten Tragwerkselemente einen gebäudelangen und fassadenhohen Rahmen, über den die hinreichende globale Ost-West-Queraussteifung des südlichen Hallenbereichs allein gewährleistet wird. Die Aussteifung der Halle in Nord-Süd-Richtung erfolgt anteilig ebenfalls über die eingespannten Stützen im Bereich der Südseite, jedoch primär über das im Norden befindliche Riegelbauwerk.

Gemäß dem Anprallkonzept wurden die hochbelasteten Haupttragstützen für eine äquivalente statische Ersatzlast von 2000 kN aus einem 40 t-Gabelstapler bemessen. Bei der entsprechend verstärkten Detailausbildung der eingespannten Stützenfüße waren die beengten Platzverhältnisse mit den vielen Haustechnikleitungen, der Lage der Glasfassade und den Baumstützen sowie mit der Pfahlbalken- und Bohrpfahlbewehrung zu berücksichtigen. Die Nebentragstützen wurden hingegen für eine statische Ersatzlast von 500 kN entsprechend einem Gabelstapler G4 ausgelegt. Die Standsicherheit des Hallentragwerks konnte trotz rechnerischen Ausfalls einer Stütze bei einer höheren Anpralllast am Gesamtsystem nachgewiesen werden.

Die vertikale Tragkonstruktion im Bereich der parallel zur Hauptspannrichtung des Dachs verlaufenden Ostfassade ist aufgrund der erheblich geringeren Belastungen ebenfalls aus einteiligen Flachstahlquerschnitten 60×520 mm konzipiert, die analog zu den Nebentstützen



Bild 7 Tragwerkselemente im Bereich der Süd- und Ostfassade
Structural elements of the southern and eastern façade

der Südfassade durch biegesteif angeschlossene horizontale Riegel ausgesteift werden. Hinsichtlich des Anprallschutzes wurde analog der Vorgehensweise bei den Nebentragstützen der Südfassade vorgegangen.

Die Baumstützen (Bild 8) weisen als primär gestalterisches Element besonders komplexe Stahlbaugeometrien auf. Bei der interdisziplinären Konzeption wurde jedoch sehr auf die Ausführbarkeit geachtet und hierzu beispielsweise nur mit einachsigen Krümmungen der mitteldicken Bleche gearbeitet. Gemäß statischer Konzeption sind die Fußpunkte und die thermisch getrennten Anbindepunkte am Kopf gelenkig, während die Kopplung der einzelnen Baumstützen untereinander biegesteif ausgeführt ist. Die Baumstützen bilden daher analog zum Tragwerk im Be-

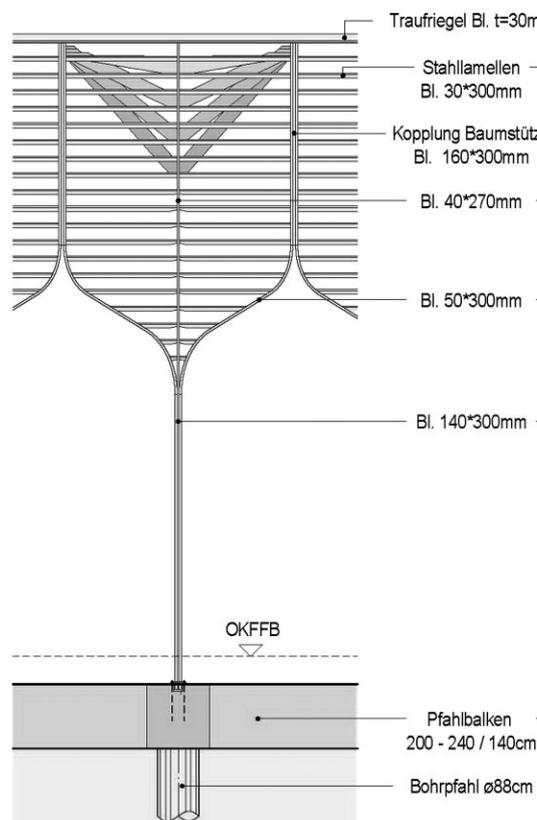
reich der Südfassaden einen gebäuelangen Rahmen, was zur verformungsminimierten Aufnahme der selbstinduzierten Windlasten auch erforderlich ist.

3.4 Hallenriegel und Verbindung zur Halle 4A

Die vertikale Tragstruktur des fugenlosen Hallenriegels besteht aus Gründen der Flächeneffizienz trotz hoher vertikaler und horizontaler Lasten des Hallendachs aus nur zwei Treppenhaukernen sowie durchlaufenden, schlanken Stahlbeton- und Verbundstützen und vereinzelt Wandscheiben. Die Deckenspannweiten betragen in der Regel ca. 10,0 m in Längsrichtung und ca. 7,50 m in Querrichtung. Zur Hallenseite hin kragen die Obergeschossdecken dabei 2,50 m weit aus. Daher wurden diese kreuzweise gespannten Ortbetonflachdecken mit planmäßiger Überhöhung ausgeführt.

Rechnerisch und konstruktiv aufwändig war die Ableitung der über Einbauteile abgegebenen Horizontallasten aus dem Dachtragwerk über die oberste Geschossdecke, die beispielsweise bis zur späteren Erweiterung des 2. BA im westlichen Bereich als horizontaler Kragarm trägt, in die beiden Kerne. Erschwerend und deshalb ebenfalls zu beachten waren zahlreiche große Haustechnikdurchbrüche in der Decke und den beiden Kernen. Für die Ausstellung schwerer Messeexponate musste in den Lastannahmen für die Untergeschossdecke sowie in den Abdeckun-

Südansicht Baumstütze



Schnitt Baumstütze

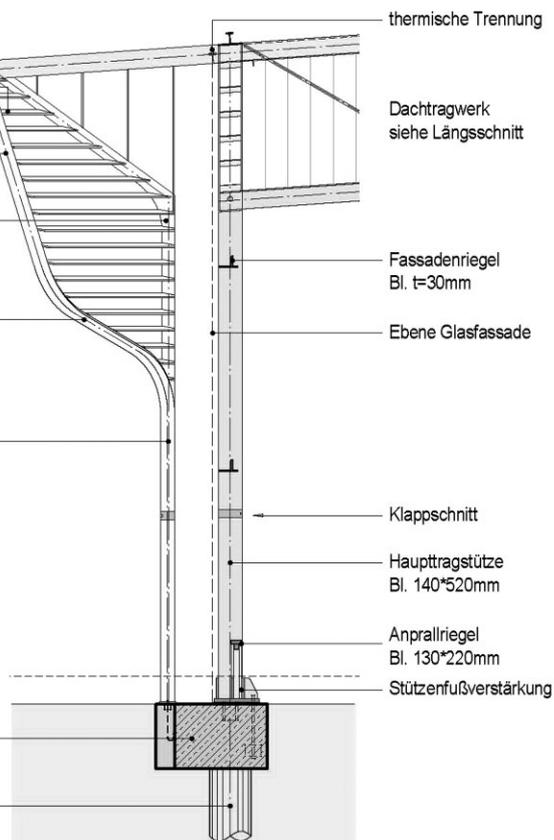


Bild 8 Der Südfassade vorgelagerte Baumstützen
South façade tree columns

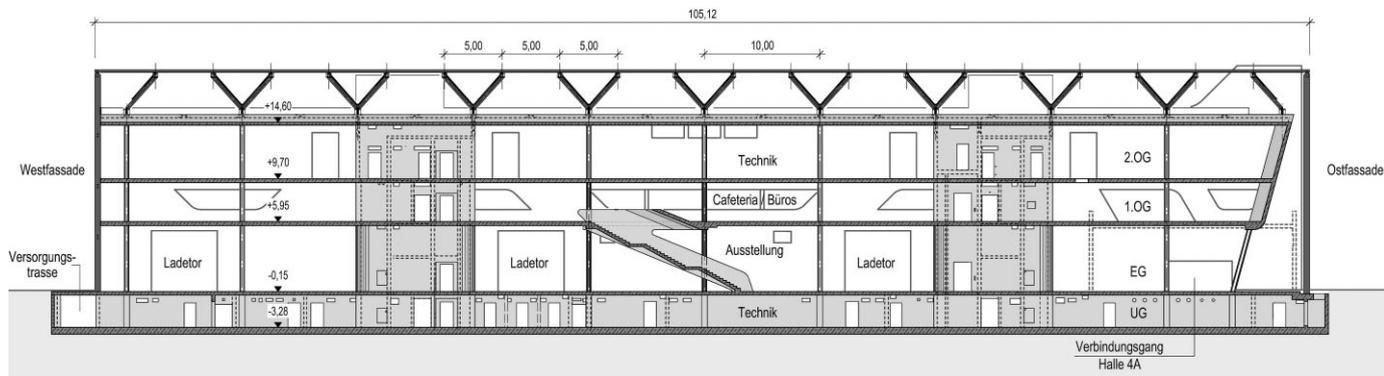


Bild 9 Längsschnitt Hallenriegel
Longitudinal section edge wing

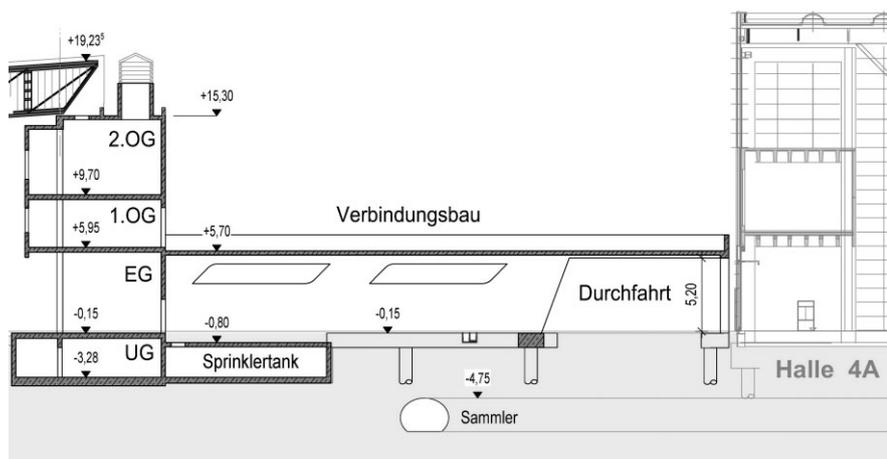


Bild 10 Längsschnitt Verbindungsbau inklusive Gründung und Sammler
Longitudinal section of link building including foundation and sewer

gen der Kasematten ebenfalls der 40 t-Gabelstapler berücksichtigt werden.

Angesichts hoher Lasten und weitgespannter Decken war die Lasteinleitung in die schlanken Stützen besonders zu beachten, es wurden überwiegend Dübelleisten, aber auch Stahleinbauteile vorgesehen.

Die hohen Sichtbetonanforderungen an die 105 m lange hallenseitige Längswand, samt integrierten geschwungenen Brüstungen und einer weitgespannten Trogtreppe zwischen Erdgeschoss und erstem Obergeschoss, sowie an die meisten Kernwände erforderten eine sehr enge Abstimmung zwischen Objekt- und Tragwerksplanung sowie später zwischen allen am Bau Beteiligten.

Der spätere monolithische Anschluss des zweiten Bauabschnitts an der westlichen Stirnseite war auf der Grundlage von eigens erstellten, vorausgreifenden Berechnungen z. B. mittels Bewehrungszulagen in den Geschossdecken und Kernen sowie mittels Schraubanschlüssen zu berücksichtigen.

Die tragwerksplanerischen Herausforderungen beim Verbindungsbau (Bild 10) zwischen der alten Halle 4A und

der neuen Halle 3A bestanden in der schadensfreien Integration des städtischen Hauptsammlers (s. Abschn. 3.5) sowie in der 12,8 m × 5,2 m großen Öffnung für die Ladehofzufahrt angesichts einer optionalen späteren Aufstockung. Hierzu wurden weitgespannte Überzüge sowie schwierig neben den bestehenden Gründungselementen der Halle 4A zu platzierende Großbohrpfähle erforderlich.

3.5 Gründung und Baugrube

Im gesamten Bereich der Halle 3A steht ca. 4 bis 5 m unter Geländeoberkante der sog. Untere Burgsandstein an, der sich trotz seiner lokal sehr unterschiedlichen Verwitterungszustände und bindiger Einschlüsse prinzipiell für eine Flachgründung eignet.

Aufgrund des im Riegelbauwerk vorhandenen, bereichsweise überhohen Kellergeschosses wurde hier eine Flachgründung als ca. 60 cm dicke, elastisch gebettete Platte konzipiert.

Im nordöstlichen Bereich der Halle 3A, genau unterhalb des neu zu errichtenden Verbindungsbauwerks zur beste-

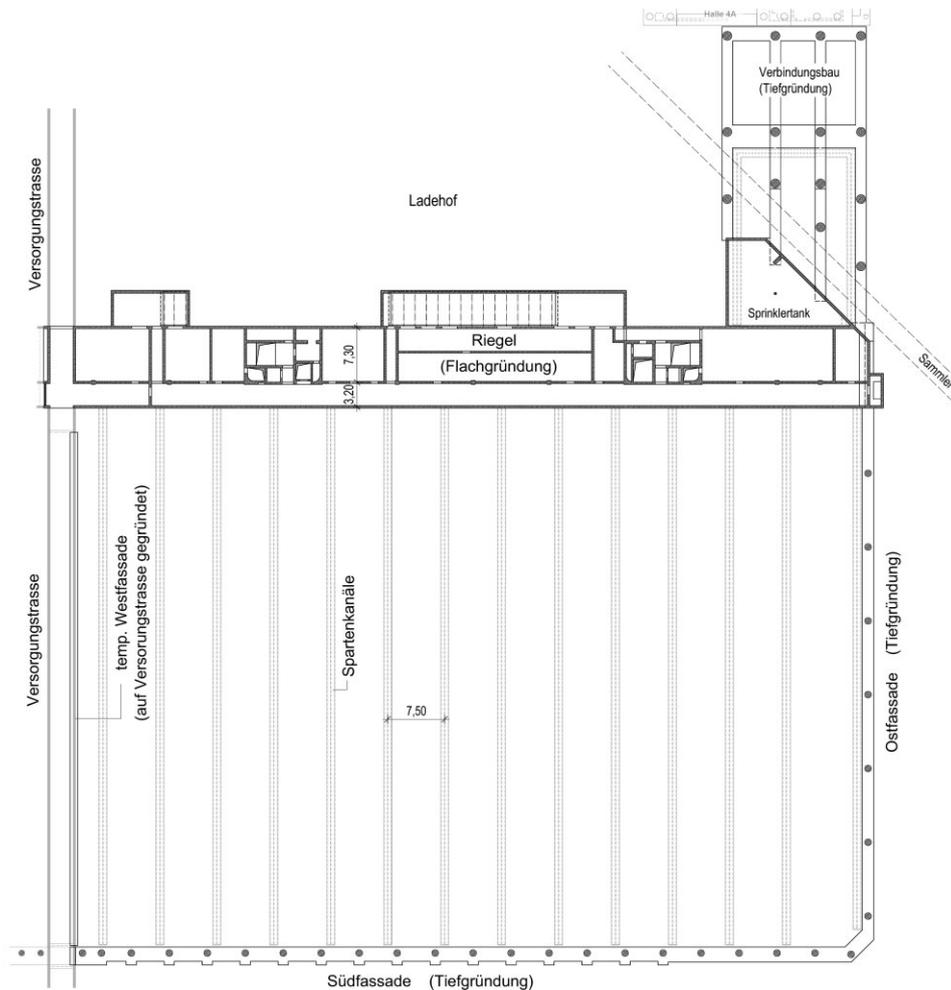


Bild 11 Gründung
Foundation

henden Halle 4A und schräg das Riegelbauwerk tangierend, befindet sich ein städtischer Hauptsammler Baujahr 1936.

Zum Schutz der Halle 3A, insbesondere des Verbindungsbauwerks, bei einem Einsturz des Sammlers sowie um umgekehrt die Lastfreiheit des Sammlers aus den neuen Bauteilen sicherzustellen, musste in diesem Bereich eine Gründung mit Großbohrpfählen ausgeführt werden. Die Gründung sowie das Stützenraster im Verbindungsbau wurden somit maßgeblich vom Hauptsammler bestimmt. Insbesondere im Bauzustand musste die Auftriebssicherheit des Sammlers sichergestellt sein. Die angrenzende Baugrube des Riegelbauwerks konnte daher in diesem Bereich nicht geböschet, sondern musste unabhängig von der hydrogeologischen Situation als Bohrpfahlwand ausgeführt werden.

Für den Abtrag der vertikalen und der wg. Gabelstapleranprall sehr hohen horizontalen Lasten der Stützen im südlichen und östlichen Hallenbereich wurde, aufgrund der geringen Tiefenlage der Fundamente, von Beginn an

eine Tiefgründung aus im Unteren Burgsandstein eingespannten Großbohrpfählen vorgesehen. Dabei wurde die stützende horizontale Bettung von Pfahlbalken und Pfählen aus Gründen der Wirtschaftlichkeit berücksichtigt.

Die temporäre Westfassade wurde so positioniert, dass diese durchgängig auf einem vorausseilend neu zu errichtenden, in nord-südlicher Richtung verlaufenden Versorgungsstrasse flach gegründet werden konnte.

4 Zusammenfassung

Die neue Halle 3A ist ein gelungenes Beispiel für die frühe Bildung eines schlagkräftigen Generalplanerteams, moderne Planungsmethoden, innovative Konstruktionen und zugleich für das städtebaulich-architektonisch moderne wie nachhaltige Bauen. Dieser Bericht wird fortgesetzt durch einen zweiten Teil mit Schwerpunkten bei Ausführungsplanung und Ausführung.

Literatur

- [1] BÖTTCHER, C.; FRENZ, M.; KAUFMANN, H.: *Neubau der Zayed University Abu Dhabi*. VDI-Bautechnik, Jahressausgabe 2011/2012, S. 37–50.
- [2] BÖTTCHER, C.; FRENZ, M.: *Iconic Campus of the Zayed University Abu Dhabi*. Steel Construction 5 (2012), Issue 2, pp. 108–116.
- [3] Bauverlag: *Konstruktive Leichtigkeit*. Fachmagazin metallbau 2008, Heft 4, S. 22.

Ausgewählte Projektbeteiligte

Bauherr: NürnbergMesse GmbH
 Architektur (Generalplaner): LP 1-5, KüO: Zaha Hadid Architects, London/Hamburg
 LP 6-8: ganzWerk GmbH, Nürnberg

Tragwerk, Baugrube, Gründung, Bauzustände, Baubehelfe: LP 1-8: Ingenieurbüro Dr. Binnewies, Hamburg

Technische Gebäudeausrüstung: LP 1-4: Ebert Ingenieure, Hamburg
 LP 5-8: Ingenieurbüro Frank Rohloff, Neubiberg (HLS) und Varoplan, Abensberg (HLSE)

Fassaden: Werner Sobek, Stuttgart
 Bauphysik: IFB Sorge, Nürnberg
 Brandschutzgutachter: HHP West, Bielefeld
 Baugrundgutachter: CDM Consult GmbH, Nürnberg
 Baugrube, Gründung, Massivbau, Stahlbau: Max Bögl, Neumarkt
 Verbundstützen: Spannverbund, Waldems-Esch
 Werkstattplanung Stahlbau, Anschlussstatik, Baubehelfe: IB Peters Schüßler Sperr, Nürnberg
 Prüflingenieur: BOB Nürnberg
 Glasfassaden: Roschmann, Gersthofen
 Metallfassaden: Fill Metallbau GmbH, Hohenzell

Wesentliche Technische Daten

Bauteil Hallenriegel: Bruttogeschossfläche ca. 5 000 m²
 Bruttorauminhalt ca. 19 000 m³
 3 Obergeschosse + 1 Untergeschoss
 Höhe ca. 20,00 m
 Länge ca. 105 m
 Breite ca. 10 m

Bauteil Halle: Bruttogeschossfläche ca. 7 600 m²
 Bruttorauminhalt ca. 143 000 m³
 10–15 m lichte Höhe
 Höhe max. ca. 20,00 m
 Länge ca. 105 m
 Breite ca. 75 m
 Bauhöhe Dachtragwerk ca. 3,60 m
 Freie Spannweite ca. 75,75 m

Bauteil Verbindung 4A: Bruttogeschossfläche ca. 420 m²
 Bruttorauminhalt ca. 4 100 m³
 1 Geschoss + optionale Aufstockung
 Höhe ca. 6 m
 Länge ca. 40 m
 Breite ca. 18 m

Gesamt: Bruttogeschossfläche ca. 13 000 m²
 Bruttorauminhalt ca. 168 000 m³
 Zertifizierung nach DGNB
 7 000 m³ Bodenaushub
 43 Großbohrpfähle Durchmesser 88, 120 und 150 cm
 5 500 m³ Konstruktionsbeton
 300 m³ Unterbeton
 1 100 t Betonstahl S500 (A)
 1 900 t Baustahl S235 bis S460

Nachhaltigkeit:
 Massen:

Autoren

Dr.-Ing. SFI Christian Böttcher
 Geschäftsführender Gesellschafter, Beratender Ingenieur, Prüflingenieur für Bautechnik
 M.Sc. Alexander Mai
 Projektleiter Entwurf

Ingenieurbüro Dr. Binnewies, Ingenieurgesellschaft mbH,
 Alsterterrasse 10a
 20354 Hamburg
 www.dr-ing-binnewies.de
 mail@dr-ing-binnewies.de

Dipl.-Ing. Jan Hübener
 Associate, Architekt
 Zaha Hadid Architects Ltd., London/Hamburg
 Bei den Mühlen 70
 20457 Hamburg
 www.zaha-hadid.com
 jan.huebener@zaha-hadid.com