

Der erste Bau des neuen Campus in Arlesheim – ein Kompetenzzentrum für die Industrie 4.0

Auf dem ehemaligen Fabrikareal der Stamm Bau AG, dem Schorenareal in Arlesheim, entwickelt und realisiert die uptown Basel AG in unmittelbarer Nähe zum Wirtschaftszentrum Basel einen modernen Campus. Das Ziel ist, auf dem neuen Campus einen führenden Standort der Schweiz für die Industrie 4.0 zu etablieren. Der erste Bau von mehreren Gebäuden steht aktuell kurz vor Fertigstellung der Rohbauarbeiten. Das zukunftsfähige Gebäude soll für Mieter mit automatisierten Arbeits- und Produktionsprozessen zur Verfügung stehen und dafür möglichst flexibel und modular ausbaubar sein. Das Erdgeschoss ist weitgehend stützenfrei – die darüberliegenden drei Geschosse werden mithilfe von Fachwerkträgern abgefangen. Die über alle Seiten überstehenden Teile der zwei oberen Geschosse werden über außen liegende Fachwerke getragen. Ohne den Einsatz von Stahl als maßgeblichen Gestaltungsfaktor des Tragwerks wäre dies alles nicht in der vorliegenden Form möglich.

Stichworte Stahlbau; Stahlfachwerk; Verbundkonstruktion; Industrie 4.0

The first building of the new campus in Arlesheim – a competence centre for industry 4.0

On the former site of Stamm Bau AG, the Schorenareal in Arlesheim, uptown Basel AG is developing and realising a modern campus in the immediate vicinity of the economic centre Basel. The aim is to establish a leading swiss location for industry 4.0 on the new campus. The first construction of several buildings is currently nearing completion. The sustainable building is to be available for tenants with automated work and production processes and should be as flexible and modular as possible. The ground floor is almost column-free – the three floors above are supported by truss girders. The parts of the two upper floors that overhang on all sides are supported by external trusses. Without the use of steel as the decisive structural design factor, none of this would be possible in its present form.

Keywords steel construction; steel truss; composite structure; industry 4.0

1 Idee des Campus und des ersten Gebäudes

Durch die uptown Basel AG wird gegenwärtig auf dem ehemaligen Fabrikareal der Stamm Bau AG, dem Schorenareal in Arlesheim, ein neuer, zukunftsweisender Campus speziell für die Industrie 4.0 entwickelt und realisiert (Bild 1). Das erste Gebäude steht kurz vor der Fertigstellung und soll ein Kompetenzzentrum für die Industrie 4.0 werden (Bild 2). Der Fokus bei der Planung des neuen Gebäudes liegt vor diesem Hintergrund darauf, dass das Gebäude äußerst flexibel nutzbar sein soll. Die Produktionsflächen sollen weitgehend stützenfrei sein, um dort für die jeweiligen Mieter mit automatisierten Arbeits- und

Produktionsprozessen passgenaue Ausbauten vornehmen zu können.

Der Einsatz von nachhaltigen Baustoffen ist dabei ebenfalls ein wichtiger Aspekt mit hohem Stellenwert – durch den punktuellen Einsatz von Recyclingbeton in Stahlbetonbauteilen und den gezielten Einsatz des Baustoffs Stahl wird der Nachhaltigkeit Rechnung getragen. Passend zur Industrie 4.0 soll auch der Planungsprozess digitalisiert sein – dies wird speziell in der statischen Berechnung und der Erstellung sämtlicher erforderlichen Pläne und Planungsdokumente umgesetzt.

2 Statisches Konzept und Bauweise des Gebäudes

Das Gebäude hat eine Länge von ca. 100 m, eine Breite von ca. 60 m und eine Höhe von ca. 24 m. Es besteht aus einem Untergeschoss mit Tiefgarage, einem überhohen stützenfreien Erdgeschoss sowie drei Obergeschossen (Bild 3). Die beiden obersten Geschosse sind auf allen vier Gebäudeseiten überhängend. Das Erdgeschoss ist für industrielle Produktionsflächen vorgesehen, darüber befindet sich ein Technikgeschoss. In den beiden oberen Geschossen werden Büroflächen angeordnet.

Um die Stützenfreiheit im überhohen Erdgeschoss gewährleisten zu können, wird das gesamte darüberliegende Geschoss als Abfangebene mit geschosshohen Fach-

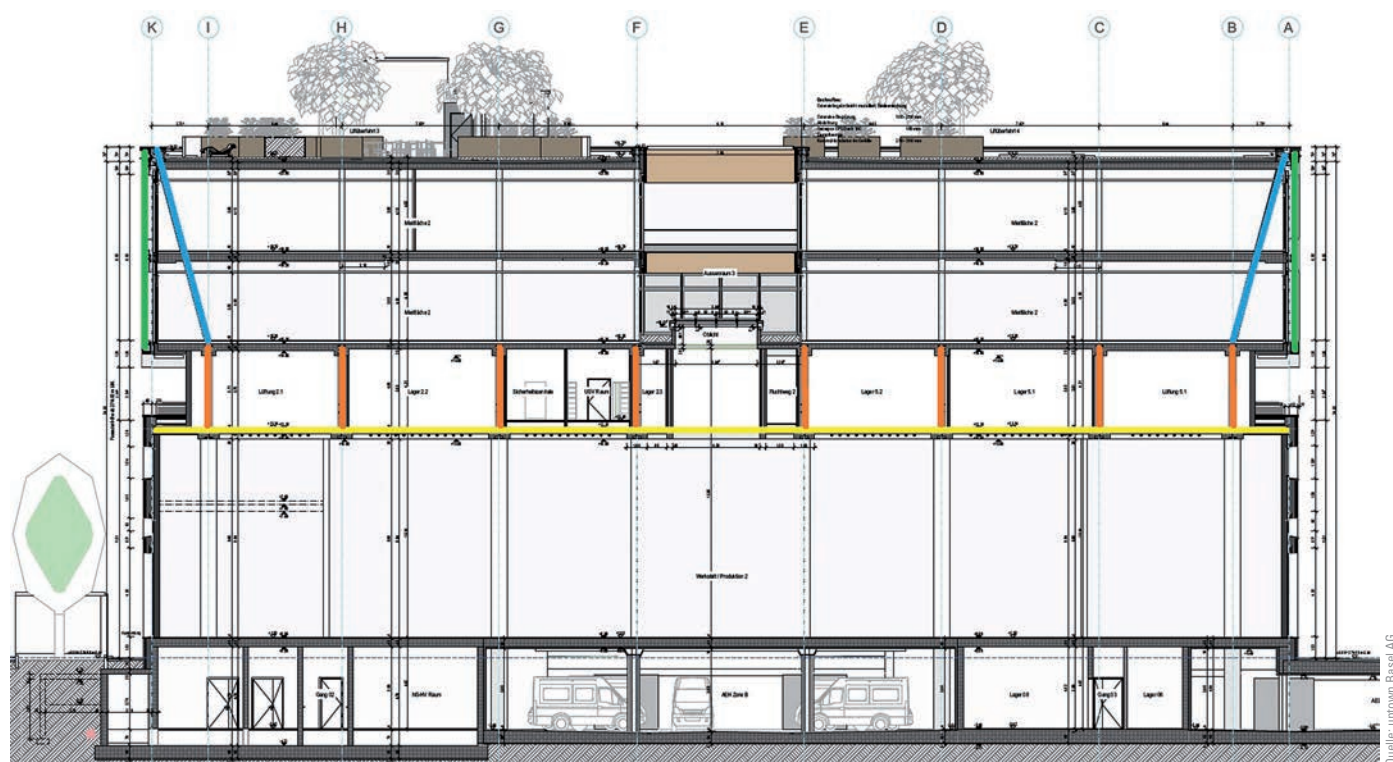


Bild 1 Rendering des Schorenareals in Arlesheim
Rendering of the Schorenareal in Arlesheim



Quelle: uptown Basel AG

Bild 2 Rendering des Kompetenzzentrums Industrie 4.0 in Arlesheim
Rendering of the building Kompetenzzentrum Industrie 4.0 in Arlesheim



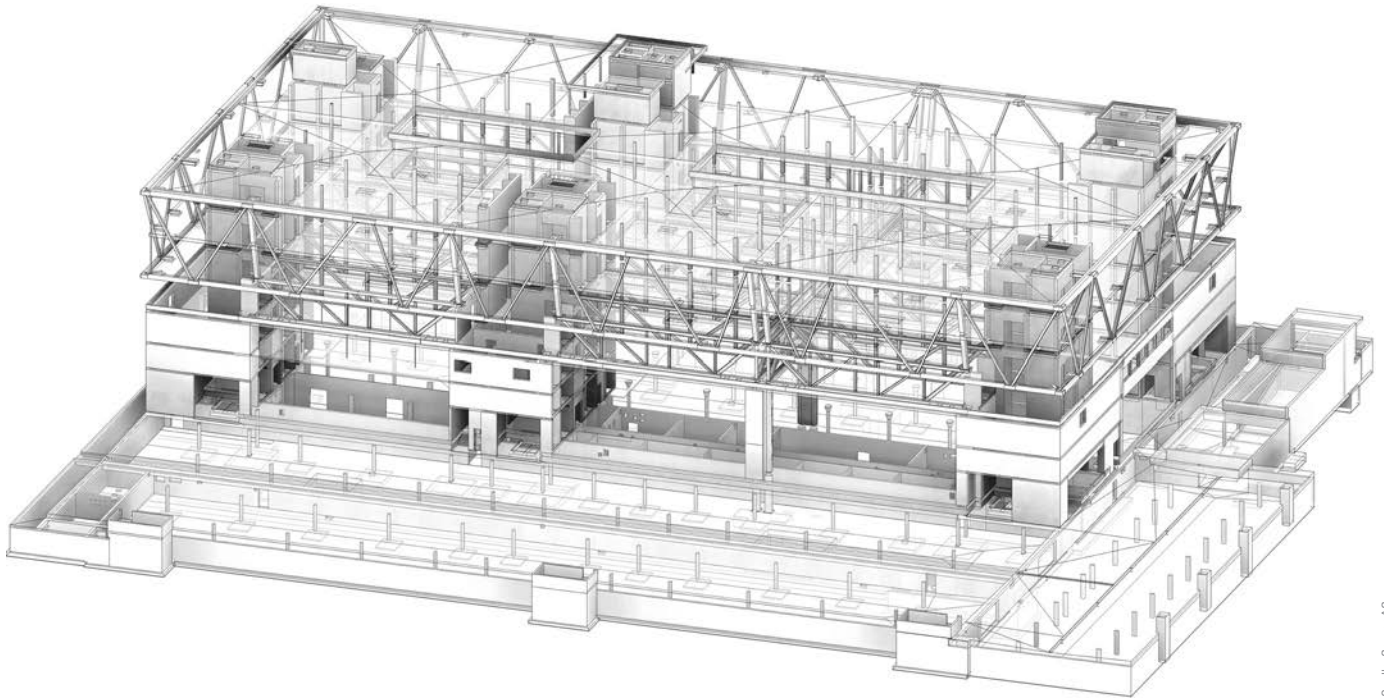
Quelle: uptown Basel AG

Bild 3 Querschnitt durch das Gebäude
Sectional view of the building

werkträgern ausgebildet. Die Fachwerkträger verlaufen in Gebäudelängsrichtung (in Bild 3 orange markiert) und bringen die Lasten aus der mittels vorgespannten Pi-Platten mit Ortbetonergänzung ausgebildeten Geschossdecke (in Bild 3 gelb markiert) sowie der darüberliegenden Geschosse direkt oder über zusätzliche in Gebäudequerrichtung verlaufende Fachwerkstrukturen auf die Stahlbetonkerne sowie eine Reihe von Fertigteilstützen im Erdgeschoss. Dadurch wird der stützenfreie Raum im Erdgeschoss ermöglicht. Um den Anforderungen an den konstruktiven Brandschutz gerecht zu werden, wird die Stahlkonstruktion der Abfangebene entweder in Trockenbauweise geschützt oder mit einem Brandschutzspritzputz versehen. Im als Abfangebene agierenden Geschoss

wird die Gebäudetechnik angeordnet. Zwischen den Stützen und Diagonalen der Fachwerke können Haustechnikleitungen verlaufen. Die Abfangkonstruktion ist dafür ausgelegt, die Lasten aus einem weiteren, darunterliegenden und von der Stahlkonstruktion abgehängten Zwischengeschoss aufzunehmen – dieses kann im Rahmen eines späteren Gebäudeausbaus realisiert werden und wird zum jetzigen Zeitpunkt in Teilen bereits gebaut.

In den beiden oberen Bürogeschossen kommt ein Stützenraster von bis zu 7,50 m mit Stahlbetondecken zum Einsatz, die teilweise als Hohlkörperdecken zur Gewichtsreduktion ausgeführt werden. In den Bürogeschossen gibt es keine weiteren Abfangkonstruktionen. Die überhän-



Quelle: Gruner AG

Bild 4 Gesamtmodell des Gebäudes in Revit
Model of the building in Revit

genden Bereiche der Geschossdecken werden auf in der Fassadenebene verlaufenden Fachwerkkonstruktionen aufgelegt (in Bild 3 grün markiert). Die Fassadenfachwerke verlaufen über die gesamte Höhe der beiden oberen Geschosse und werden an einzelnen, schräg angeordneten Stützen aufgehängt (in Bild 3 blau markiert). Die Fußpunkte der Schrägstützen und deren jeweilige Lastweiterleitung befinden sich entweder direkt an den Stahlbetonkernen der kurzen Gebäudeseiten oder an den Gebäudelängsseiten auf den Fachwerken des Abfangeschosses in unmittelbarer Nähe deren Auflager. Sämtliche Stahlkonstruktionen dienen generell lediglich der Abtragung der vertikalen Gebäudelasten. Die Stahlfachwerke werden in den Abschn. 4, 5 nochmals detailliert beschrieben und deren Besonderheiten aufgezeigt. Insgesamt wird für alle Stahlkonstruktionen eine Menge von ca. 1200 t Baustahl verwendet.

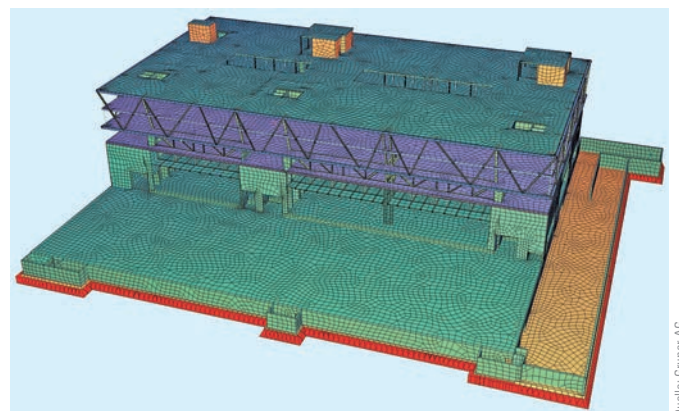
Die Gebäudeaussteifung für seismische Lasten wird über die Decken als horizontale Scheiben sowie die über alle Geschosse verlaufenden insgesamt sechs Stahlbetonkerne sichergestellt. Die Gründung erfolgt als Flachgründung mit elastisch gebetteter Stahlbetonbodenplatte mit einzelnen Pfählen im Bereich konzentrierter Stützenlasten.

3 Digitale Planung im Sinne der Industrie 4.0

Bei der Planung soll eine hohe Durchgängigkeit bei den eingesetzten digitalen Hilfsmitteln gewährleistet werden. In diesem Sinne kommt ein Gesamtmodell in der Software Revit zum Einsatz (Bild 4).

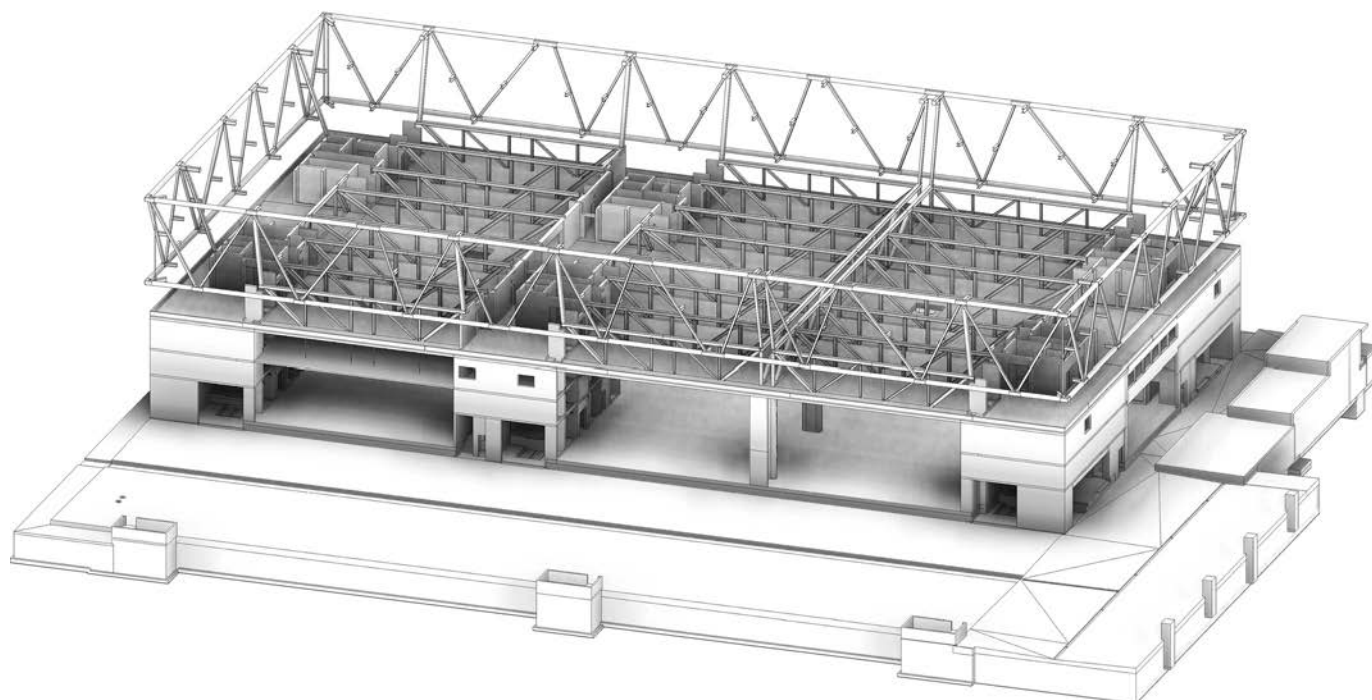
Das Modell ist die Grundlage für die Projektierung und Ausschreibung sowie für die gesamte Schal- und Beweh-

rungsplanung und die Stahlbauübersichtspläne des Projekts. Alle Pläne werden aus dem Gebäudemodell generiert. Dank spezifischer Bauteilinformationen im Sinne einer BIM-Planung werden auch Mengen- und Kosteninformationen sowie Bauteillisten aus dem Modell heraus abgeleitet. Darüber hinaus ist das Revit-Modell die Grundlage für die EDV-gestützte statische Berechnung des Stahl- und Stahlbetontragwerks. Aus dem Modell lassen sich u. a. statische Modelle in den Softwarepaketen SOFiStiK und RStab generieren. Die Bemessung der statischen Elemente wie u. a. Stahlbetondecken, Wände sowie innere und äußere Stahlfachwerke erfolgt primär anhand von Teilmodellen, sogenannten Subsystemen. Zur Berechnung des Gebäudeverhaltens unter seismischer Beanspruchung sowie zur Plausibilisierung des Lastflusses in den zahlreichen Abfangbereichen und der Interaktion zwischen dem Stahlbetontragwerk und den Fassadenfachwerken wird aus dem Revit-Modell ein Gesamtmodell in SOFiStiK erzeugt und dort berechnet (Bild 5).



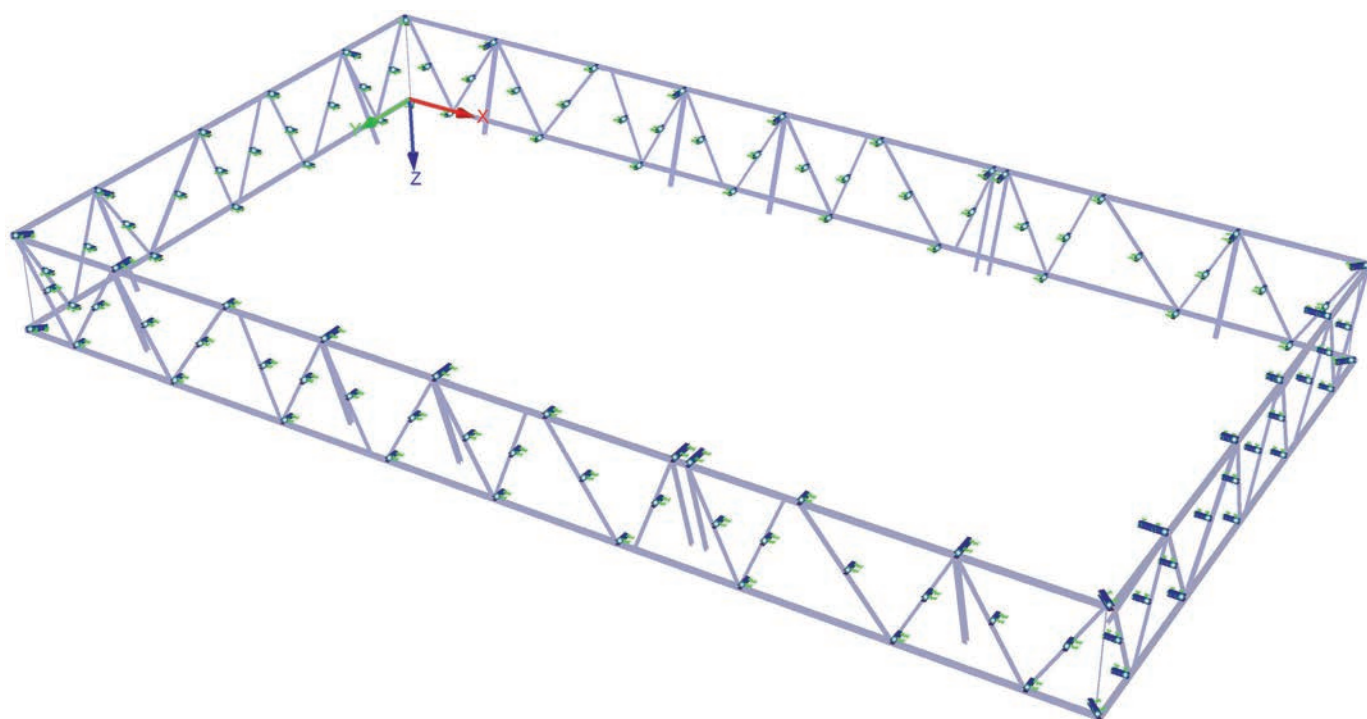
Quelle: Gruner AG

Bild 5 Korrespondierendes Gesamtmodell in SOFiStiK
Corresponding model in SOFiStiK



Quelle: Gruner AG

Bild 6 Stahltragwerk der äußeren Fassadenfachwerke in den beiden oberen Geschossen
Steel structure of the outer trusses in the two upper floors



Quelle: Gruner AG

Bild 7 RStab-Modell des Fassadenfachwerks
Model in RStab of the outer trusses

4 Überstehende Geschosse durch außen liegende Fassadenfachwerke

Zur Abtragung der vertikalen Lasten aus den an den vier Gebäudeseiten überhängenden Deckenbereichen werden die über die Höhe der beiden oberen Geschosse verlaufenden Fachwerkkonstruktionen in Fassadenebene herangezogen (in Bild 6 im Revit-Modell herausgestellt, in Bild 7 als statisches Teilmodell in RStab dargestellt).

Die Deckenlasten werden dabei über die Fassadenfachwerke zu den an den Längs- und Querseiten angeordneten Schrägstützen geleitet. Diese lagern an den Querseiten direkt auf Wänden der Stahlbetonkerne und an den Längsseiten auf den inneren Fachwerken des Technikgeschosses. Dort erfolgt dann der weitere Abtrag der Lasten aus den Fassadenfachwerken. Die Deckenlasten werden in den drei betroffenen Geschossebenen über in die Stahlbetondecken eingelegten Stahlkonsolen in das

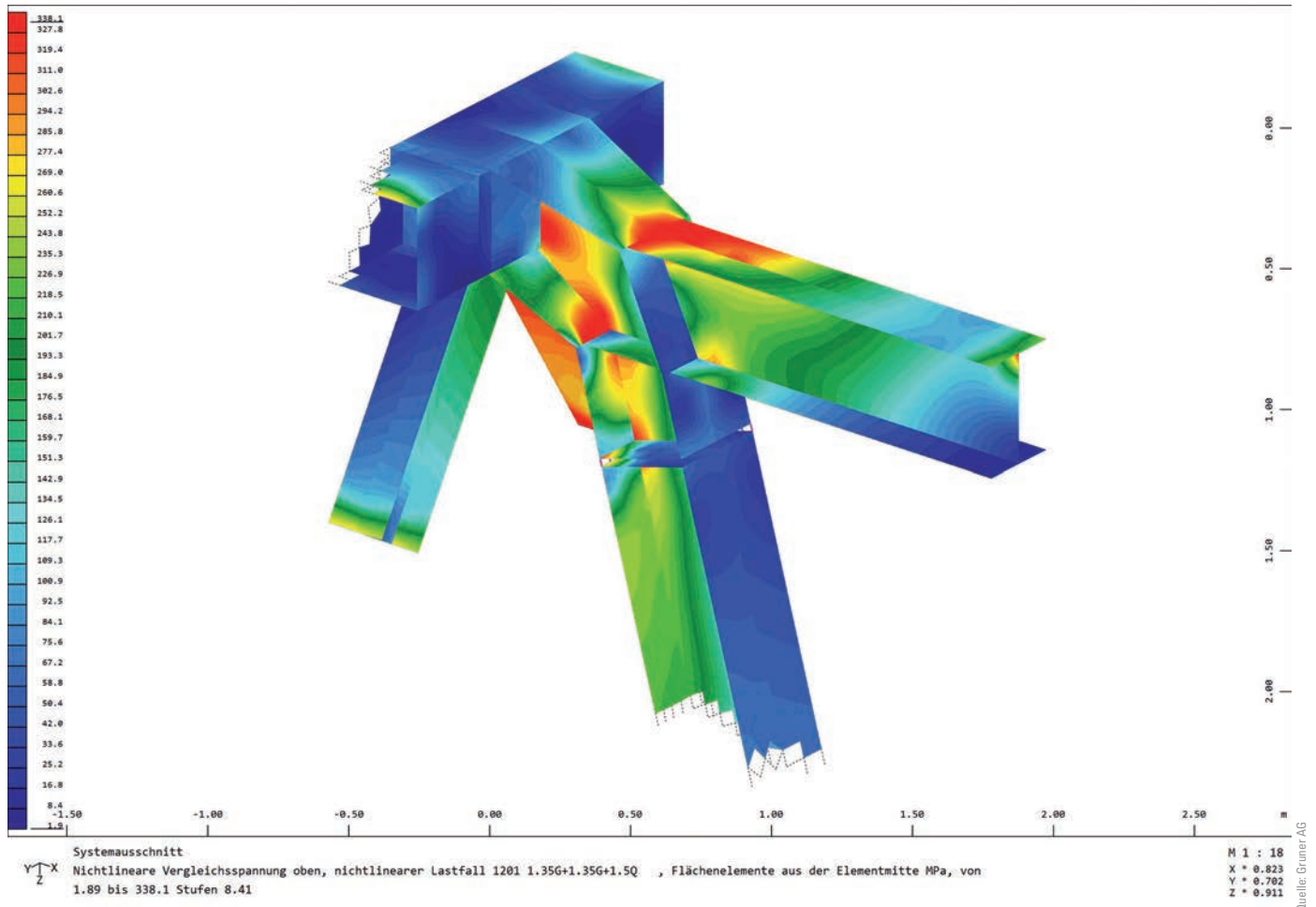


Bild 8 Detailmodell in SOFiSTiK des Knotens zwischen Fachwerk und Stütze
Detailed model in SOFiSTiK of the node between truss and column

außen liegende Fachwerk eingeleitet. Im mittleren der drei Geschosse werden die Deckenlasten über die Konsolen in die Fachwerkdagonalen gebracht, dadurch werden die Diagonalen nicht nur durch die aus der Fachwerkwirkung entstehenden Normalkräfte beansprucht, sondern auch durch Biegung. Damit handelt es sich bei den Fassadenfachwerken streng genommen um kein reines Fachwerkssystem mehr, die Fachwerkwirkung dominiert aber im Vergleich zum Biegetragverhalten deutlich.

Die Besonderheit der Fassadenfachwerkkonstruktion liegt u. a. darin, dass diese sich außerhalb der gedämmten Gebäudehülle befindet und dadurch klimatisch bedingten Temperaturschwankungen ausgesetzt ist. Die Stahlkonstruktion ist dazu ausgelegt, Temperaturschwankungen von theoretisch bis zu $\pm 30^\circ\text{C}$ aufnehmen zu können. Dadurch ergeben sich in den Ober- und Untergurten Normalkräfte von bis zu ca. 4 MN mit wechselndem Vorzeichen. Die Auflagerkonsolen an den Deckenrändern sind daher nicht nur für die Einleitung der Vertikallasten aus den Stahlbetondecken ausgelegt, sondern auch für die Einleitung der horizontalen Zwangskräfte aus den Temperaturdifferenzen in die Stahlbetondecken – in den Konsolen als horizontale Querkkräfte. In den unter 45° angeordneten Konsolen der Gebäudeecken ergeben sich zusätzlich zu den Querkkräften hohe Normalkräfte aus Temperaturdifferenzen. Das Zurückhängen der Normal-

kräfte in die Geschossdecken erfolgt durch an die Konsolen angeschlossene Bewehrung.

Ober- und Untergurte der Fassadenfachwerke bestehen allgemein aus warmgewalzten Quadratrohrprofilen $400 \times 400 \times 20$. In den Knotenbereichen werden größere Wandstärken benötigt (bis zu 30 mm), um die Knotenbeanspruchungen aufnehmen zu können. Standardhohl-



Bild 9 Fassadenfachwerk im Bauzustand
Outer trusses during construction

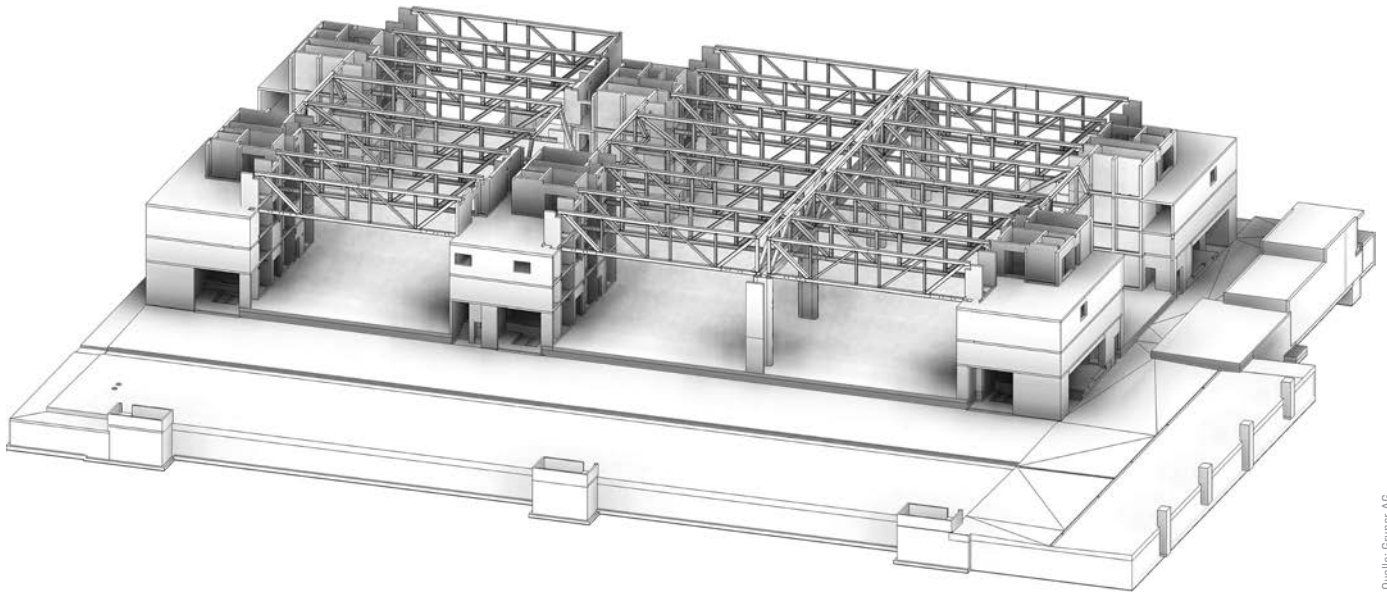


Bild 10 Stahltragwerk der inneren Fachwerkträger
Steel structure of the inner trusses

profile sind mit diesen Blechdicken nicht mehr standardmäßig erhältlich. Aus diesem Grund und auch um die komplexe Knotengeometrie herstellen zu können, wird hier auf aus Einzelblechen geschweißte Hohlprofile zurückgegriffen. Die Stöße zu den anschließenden gewalzten Hohlprofilen werden teilweise geschweißt oder generell verschraubt ausgeführt. Die Schrauben sind teils außen liegend und teils im Hohlkasten versteckt. Der Zusammenbau erfolgt am Einbauort, nach dem Verschrauben im Hohlkasten wird dieser mit geschweißten Deckeln dicht verschlossen. Die Diagonalen werden als H-Profile ausgebildet. Deren Anschlüsse an die Ober- und Untergurte erfolgen durch im Knotenbereich angeschweißte Stummel, die eigentliche Diagonale wird dann mit einem geschraubten Stirnplattenstoß angeschlossen.

Zur Beurteilung des Tragverhaltens des oberen Knotens zwischen Schrägstützen, Obergurt und anschließenden Diagonalen des Fachwerks wird aufgrund der speziellen Geometrie ein Finite-Element-Modell mit Schalenelementen in der Software SOFiStiK herangezogen (Bild 8). An diesen Knoten wird die Berechnung an einem durch Handberechnungen ergänzten reinen Stabmodell als nicht ausreichend aussagekräftig beurteilt, daher kommt das Finite-Element-Modell zum Einsatz.

Die Berechnung des Finite-Element-Modells erfolgt geometrisch und materiell nichtlinear unter Ansatz der plastischen Umlagerungsmöglichkeiten im Material. Die Auswertung wird daher dehnungsbasiert vorgenommen und die Konstruktion derart ausgelegt, dass die durch die Umlagerungen entstehenden Dehnungen weit unter den Grenzwerten liegen. Durch die Einleitung der Vertikallasten aus dem Fachwerkobergurt über das Knotenstück in die Schrägstütze entstehen am Stützenkopf horizontale Umlenkkkräfte. Diese werden über die Deckenkonsole und die an deren Ende angeschlossene Bewehrung in die Stahlbetondecke zurückgehängt.



Bild 11 Innere Fachwerkträger im Bauzustand
Inner trusses during construction

Einen Eindruck von der Ausführung und Montage des Stahltragwerks der Fassadenfachwerke vermittelt Bild 9. Die Einzelteile des Stahlbaus werden direkt am Einbauort montiert und zusammengeschraubt.

5 Stützenfreiheit durch weit spannende Fachwerkträger

Das Geschoss über dem überhohen Erdgeschoss dient als Abfangebene zur Sicherstellung der Stützenfreiheit im Erdgeschoss. In diesem sind geschosshohe Fachwerke in Gebäudelängsrichtung und Sprengwerke in Querrichtung angeordnet (im Revit-Modell in Bild 10 herausgestellt, in Bild 11 im Bauzustand gezeigt).

Die Ober- und Untergurte der Fachwerkstrukturen sind jeweils in der Stahlbetondecke über und unter dem Abfangeschoss in Unterzügen einbetoniert. Die Zugkräfte

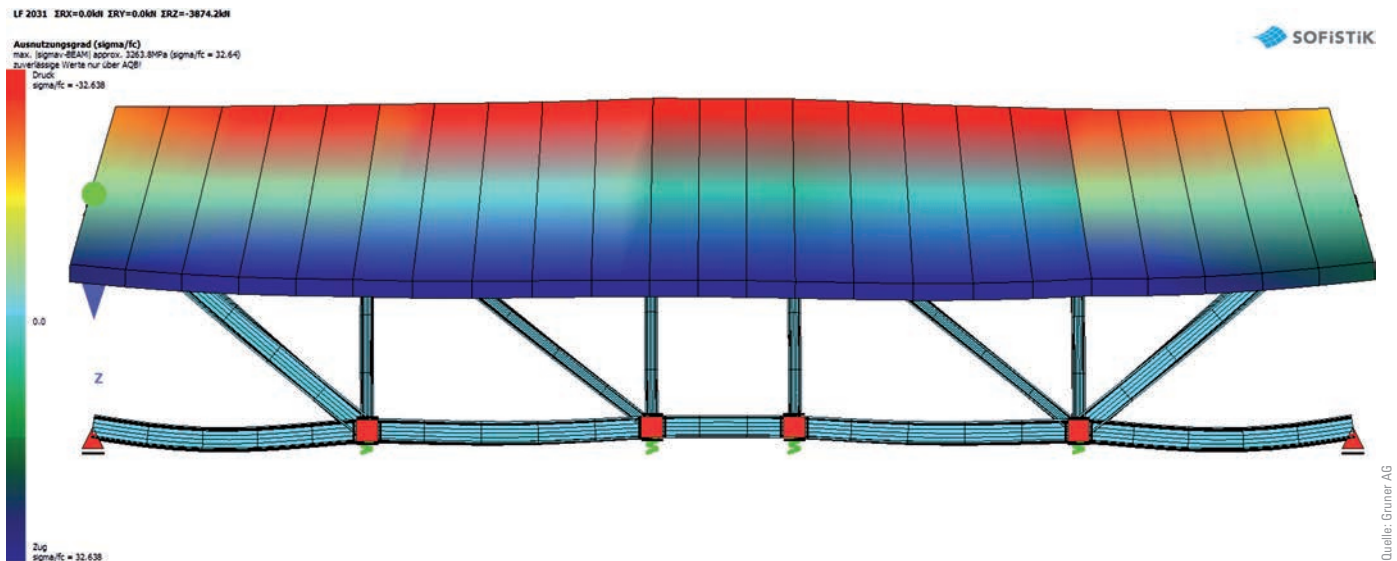


Bild 12 SOFISTIK-Modell der inneren Fachwerke mit Verbundwirkung und Bauzuständen
SOFISTIK model of the inner trusses including composite effect and different construction stages

in den Untergurten werden hierbei lediglich durch die Stahlprofile aufgenommen. Die Obergurte werden als liegende Verbundstützen ausgeführt, der sie umgebende Ortbetonunterzug wird für den Abtrag der Druckkräfte mit angesetzt. Zur Einleitung von Druckkräften aus den Druckbereichen der Stahlgurte in die Stahlbetonunterzüge werden dort Kopfbolzendübel an den Krafteinleitungspunkten (Knoten der Fachwerkobergurte mit Normalkraftsprüngen) angeordnet. Dadurch wird eine lokale Aktivierung des Verbunds zwischen Stahlträger und Stahlbetonquerschnitt erreicht, um die Stahlquerschnitte

optimieren zu können und Teile der Druckkräfte über das Stahlbetontragwerk abzutragen. Die statische Berechnung der inneren Fachwerke erfolgt in der Software SOFISTIK unter Ansatz des Verbunds zwischen Stahlbauteilen und Stahlbetondecke (Bild 12). Im statischen Modell werden zudem sämtliche gesprießten und ungesprießten Zustände mit und ohne Verbund mit dem Stahlbetontragwerk während der Bauzeit abgebildet und berücksichtigt.

Die inneren Fachwerke tragen die Lasten aus den Stützen der darüberliegenden Büroggeschosse. Diese stehen



Bild 13 Baustelle im April 2020
Construction site in April 2020

auf den Fachwerkknoten der Obergurte. Die Schrägstützen des Fassadenfachwerks befinden sich jeweils in Auf-lagernähe der inneren Fachwerke, dadurch werden die Lasten aus diesen nicht über die Fachwerke abgefangen, sondern direkt in das Stahlbetontragwerk oder in die quer verlaufenden Sprengwerke eingeleitet. Um im als Abfangebene agierenden Technikgeschoss Erschließungswege als Durchgänge durch die inneren Fachwerke realisieren zu können, wird jeweils das mittlere Feld der Fachwerkträger als Vierendeel-Rahmen ohne Diagonale ausgebildet. Somit erhält das Stabwerk an dieser Stelle neben den für ein Fachwerk typischen Normalkräften auch Biegebeanspruchungen, die über die Rahmen aufgenommen werden müssen. Die inneren Fachwerke sind aus H-Profilen hergestellt und werden in einer in unmittelbarer Nähe zur Baustelle liegenden Werkshalle jeweils komplett zusammengeschweißt und anschließend an einem Stück an ihren Einbauort gehoben und dort eingebaut.

Die Auflagerung der inneren Fachwerke erfolgt entweder direkt an Stahlbetonkernen auf Stahleinlege-teilen oder indirekt über quer dazu verlaufende Sprengwerke. Auch die Sprengwerke lagern auf Stahleinlege-teilen auf. Die Stahleinlege-teile sind jeweils stockwerkshoch und werden als komplett bewehrtes Bauteil eingebaut. Um die hohen Auflagerkräfte von bis zu ca. 9 MN zentrisch in das Stahlbetontragwerk einzuleiten, sind auf den Stahleinlege-teilen Zentrierleisten angeschweißt.

Die Sprengwerke bilden die Verbindung zwischen Stahlbetonkernen oder liegen auf Fertigteilstützen im Erdge-

schoß auf und leiten die Lasten aus den Fachwerken dorthin. Teilweise sind die Sprengwerke in Stahlbetonwände integriert, wobei die dort in den Wänden liegenden Schrägstützen ebenfalls als Verbundstützen ausgebildet sind.

6 Aktueller Stand der Ausführung und Ausblick

Aktuell ist der Rohbau des Gebäudes nahezu fertiggestellt. Alle Stahlbetondecken bis zur Dachdecke sind ausgeführt, die Stahlbaumontage der inneren und äußeren Fachwerke ist abgeschlossen (Bild 13). Die temporären Sprießungen sind alle entfernt, somit ist das Tragwerk vollständig aktiviert. Zurzeit laufen die Montagearbeiten für die Fassade, parallel dazu wird bereits eine von den inneren Fachwerken abgehängte Zwischenebene in Stahlbauweise mit Verbundblechdecke montiert.

Die bezugsfertige Übergabe des Gebäudes ist zum Ende des Jahres 2021 geplant. Das zweite Gebäude soll Ende 2022 fertiggestellt sein, die ersten Arbeiten zu diesem Gebäude starten aktuell.

Projektbeteiligte

Bauherr	uptown Basel AG, Arlesheim
Architektur	Fankhauser Architektur AG, Reinach
Tragwerksplanung	Gruner AG, Basel
Stahlbauunternehmung	Preiswerk+Esser AG, Pratteln

Autoren

Dipl.-Ing. Pascal Lequime (Korrespondenzautor)
pascal.lequime@gruner.ch
Gruner AG
Gellertstrasse 55
4020 Basel, Schweiz

Dipl.-Ing. (FH) Christoph Trösch
christoph.troesch@gruner.ch
Gruner AG
Gellertstrasse 55
4020 Basel, Schweiz

Zitieren Sie diesen Beitrag

Lequime, P.; Trösch, C. (2020) *Der erste Bau des neuen Campus in Arlesheim – ein Kompetenzzentrum für die Industrie 4.0*. Stahlbau 89, H. 7, S. 628–635. <https://doi.org/10.1002/stab.202000039>