

## Torre Diamante – ein flexibler Büroturm im Herzen Mailands

B. Hauke, E. Manganelli, G. Piccolin, M. May

### Zusammenfassung

Das Projekt Varesine ist Teil des Redevelopment-Vorhabens Porta Nuova im Herzen Mailands. Dort wird momentan der Torre Diamante errichtet. Mit 150 Metern wird er der höchste Stahlurm Italiens sein. Die Verwendung hochfester Stahlprofile ermöglicht ein geringes Gesamtgewicht, günstige Kosten, weniger Transporte, schlanke Stützen und eine bevorzugte Flachgründung. Mit weit gespannten Verbundträgern werden Stützenfreiheit, flexible Nutzung und integrierte Haustechnik ermöglicht. Für die LEED Zertifizierung spielte der Recyclingbaustoff Stahl eine wichtige Rolle. Es wird gezeigt, dass Ingenieurleistungen ein integraler Beitrag zu einem flexiblen, nachhaltigen Büroturm in einem urbanen Umfeld sind.

### 1 Städtebaulicher und historischer Überblick

Das Porta Nuova Vorhaben [1] vereinigt die drei Projekte Garibaldi, Varesine und Isola zum größten urbanen Redevelopment im Herzen von Mailand, auf 290.000 m<sup>2</sup> Land, welches 50 Jahre lang nicht genutzt wurde. Es werden neue Wohnquartiere, Bürogebäude, Einkaufsmöglichkeiten, kulturelle Einrichtungen sowie Verwaltungsbauten entstehen.

Der Masterplan für das Varesine-Gelände sieht den Bau dreier Hochhäuser unterschiedlicher Größe im



Bild 1. Das architektonische Konzept

Rendering ©KPF

#### Bernhard Hauke, PhD, VDI

Geschäftsführer  
bauforumstahl e.V.  
Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf  
zentrale@bauforumstahl.de

#### Ing. Enrico Manganelli

Structural Engineer  
Arup  
Corso Italia 13, I-20122 Mailand  
enrico.manganelli@arup.com

#### Ing. Gianfranco Piccolin

Projektleiter  
Stahlbau Pichler  
Via T. A. Edison 15  
I-39100 Bozen  
gianfranco.piccolin@stahlbaupichler.com

#### Dipl.-Ing. Marc May

Senior Engineer  
ArcelorMittal Long Carbon Europe | Technical Advisory  
66, rue de Luxembourg, L-4221 Esch/Alzette  
marc.may@arcelormittal.com

Zentrum des ehemaligen Güterbahnhofareals vor. Der als „Diamante“ bezeichnete Büroturm, das sogenannte Gebäude 5 der städtebaulichen Planung, wird mit 150 m bei Fertigstellung das dritthöchste Hochhaus Italiens sein. Diese Neubebauung bietet das Potenzial, einem historisch bedeutenen Stadtteil Mailands zu neuer Attraktivität zu verhelfen und das Renommee moderner, funktionaler Architektur in Italien zu fördern.

Die Geschichte dieses Areals beginnt in den ersten Jahren des Königreichs Italien, als im Jahre 1865 eine Verbindung zwischen zwei Eisenbahnlinien geschaffen wurde: die Bahnlinie Richtung Varese (Varesine leitet sich davon ab) und Como, ausgehend vom alten Bahnhof Porta Nuova, an der Hauptstraße Melchiorre Gioia und die Strecke nach Venedig, ausgehend vom Bahnhof Porta Vittoria (vormals Porta Tosa). Im Jahre 1964, mit Inbetriebnahme des Bahnhofs an der Porta Garibaldi, wurde schließlich der letzte Schienenstrang dieses Gleisabschnitts abgerissen und auf dem frei gewordenen Gelände die großzügige Viale della Liberazione angelegt. Bereits Ende der 60er-Jahre begannen Schausteller die Freifläche zu nutzen, ab 1972 diente das gesamte Gelände als Vergnügungspark. Mitte der 1980er-Jahre verkaufte die staatliche Eisenbahngesellschaft das Areal, 1998 wurde der Vergnügungspark endgültig geschlossen.

Heute gewinnt dieser Teil der Stadt funktionale Bedeutung zurück und stellt den Bezug zum umgebenden Stadtgrün wieder her, indem ca. 90.000 Quadratmeter Parkanlagen für das Quartier Isola eine Verbindung zur Porta Nuova bilden werden. Der Entwurf sieht durch die Anlage von Fußwegen die Wiederherstellung der Verbindung zwischen dem weitläufigen Bereich, welcher sich vom Corso Como bis zum Quartier Isola erstreckt, und der Piazza della Repubblica vor. Durch das wiederhergestellte städtische Gefüge wird auch die urbane Qualität für die angrenzenden Quartiere verbessert. Es ist ein optimaler Anschluss an die Infrastruktur gegeben, die neuen U-Bahnlinien werden die Nahverkehrsverbindung verbessern und den Individualverkehr reduzieren. Das Gebiet wird an ein modernes Infrastruktursystem angebunden sein. Es gibt allein fünf Haltestellen für U-Bahnen, ergänzt durch oberirdische öffentliche Transportmittel und den Bahnhof Garibaldi, der auch den Anschluss an die Hochgeschwindigkeitsstrecke bietet. Zudem sieht die Planung über 3.000 Pkw-Parkplätze vor, unterschieden in private und öffentliche Parkflächen.

Der städtebauliche Entwurf zur baulichen Ausformulierung und Höhenentwicklung des gesamten Verasine-Areals stammt von dem italo-amerikanischen Architekten Lee Polisano, aus dem Architekturbüro Kohn Pedersen Fox [2], das als Sieger aus einem Wettbewerb hervorging, an dem Planer aus Italien, Amerika und England teilnahmen. In der weitergehenden Planung wurde Polisano durch den Architekten Paolo Caputo und die Ingenieurgesellschaften Jacobs und Arup unterstützt. Arup war für das Tragwerkskonzept zuständig. Das Varesine-Projekt sieht Neubauflächen mit 82.000 Quadratmetern Brutto-Grundfläche vor, vornehmlich für die Dienstleistungs- und Handelsnutzung. Baulicher Schwerpunkt der Bebauung sind die drei Hochhäuser, das mit Abstand höchste davon der Torre Diamante.

## 2 Tragwerksentwurf

Das Gebäude 3 des Neubaukomplexes Porta Nuova – Varesine besteht aus einem Büroturm mit 30 Stockwerken sowie 4 Untergeschossen; der Gebäudesockel misst in etwa 30 x 50 Meter, die Gebäudehöhe beträgt beachtliche 150 Meter. Die besondere Charakteristik des Bauwerks liegt in der unregelmäßigen Geometrie, aus der sich die Bezeichnung des Hochhauses als „Diamante“ ableitet; im Unterschied zu sonst üblichen Hochhausbauten ist ein Teil der Fassadenstützen dieses Gebäudes schräg gestellt, wodurch der Linienführung des Entwurfs ihre Besonderheit verliehen wird. Der Torre Diamante befindet sich nahe der Kreuzung Via Galilei und Viale Liberazione.

### 2.1 Gründungskonstruktion

Durch die Stahl/Beton Mischbauweise mit Stahlstützen, Verbunddecken und einem Stahlbetonkern, welche leichter ist als eine reine Stahlbetonstruktur und durch die lastverteilenden Flossenwände im Bereich des Gründungskastens war es möglich, eine Pfahlgründung zu vermeiden und somit die Kosten zu reduzieren und die Bauzeit zu verkürzen. Der 150 m hohe Hauptturm Torre Diamante hat eine 2 Meter dicke Fundamentplatte. Der Bewehrungsgehalt beträgt 250 kg/m<sup>3</sup> bei einer Betonfestigkeit von C32/40, Konsistenzklasse S4 und Expositionsklasse XC4. Die beiden zugehörigen Gebäude 1 und 2 in der Viale Liberazione sind auf einer 1,6 Meter dicken Fundamentplatte mit einem Bewehrungs-

gehalt von 150 kg/m<sup>3</sup> gegründet. Der gesamte Gründungskasten besteht aus 4 Untergeschossen plus der Fundamentplatte. Darüber erheben sich die erwähnten drei Gebäude. Die Seitenwände des Gründungskastens sind 80 cm stark und haben einen Bewehrungsgehalt von 90 kg/m<sup>3</sup>.

Auf der Gründungsebene des Turmes (Gebäude 3) kreuzt eine Anzahl von transversalen, sich nach oben hin verjüngenden Stahlbetonwänden den Stahlbetonkern: Die sogenannten Flossenwände sind Verlängerungen der Kernwände im Bereich des Gründungskastens. Die Flossenwände sind Teil des Lastabtragsystems und dienen dazu, die Lasten aus dem Stahlbetonkern auf eine größere Fläche zu verteilen und so die Flachgründung auszusteifen und zu verstärken.

Die Eigengewichtslast auf Erdgeschossniveau wird über schräge Druckstreben auf die gesamte Basisbreite der Flossenwände verteilt. Jede der schrägen Druckstreben kann aufgeteilt werden in eine vertikale Komponente, welche direkt von der Fundamentplatte aufgenommen wird, und eine horizontale Komponente, welche von der Längsbewehrung der Fundamentplatte aufgenommen wird und wie ein Zugband funktioniert. Um das Tragverhalten der Flossenwände zu ermitteln wurden Modelle mit Schalenelementen und elastischen Bodeneigenschaften verwendet. Die Flossenwände sind in Beton C45/55 mit Expositionsklasse XC3, Konsistenzklasse S4 und einem Bewehrungsgehalt von 120 kg/m<sup>3</sup> hergestellt.

### 2.2 Haupttragwerk

Der Turm besteht aus 30 Obergeschossen mit einer Abmessung von 30 x 50 Meter im Bereich des Erdgeschosses sowie den bereits erwähnten 4 Untergeschossen. Die gesamte Höhe beträgt ab der Bodenplatte 140 m. Die Grundrissgestaltung ist mit einem zentralen Kern charakterisiert, um den sich ein stützenfreier Raum entwickelt. Im Kern sind alle Erschließungs- und Versorgungsfunktionen wie z.B. Aufzüge, Treppenhäuser oder die Stromversorgung angeordnet.

#### 2.2.1 Aussteifungskern

Der Stahlbetonkern des Torre Diamante besteht aus drei vertikalen Schächten, welche mit Koppelbalken in der Höhe der Decken verbunden sind. Jeder einzelne Schacht wirkt wie ein im Gründungskasten eingespannter vertikaler Kragarm, welcher über die horizontalen Koppelbalken mit den anderen integriert wird. Die Koppelbalken verbinden die einzelnen Kernwände, so dass die drei Betonschächte jeweils in Richtung ihrer Anordnung zusammen wirken und so ein horizontales Aussteifungssystem bilden. Die Koppelbalken verhindern die relative vertikale Verschiebung der einzelnen Schächte und übertragen Schubkräfte. Die Betongüte ist die gleiche wie für den Aussteifungskern: C45/55 bis zur 10. Etage und C32/40 darüber. Die drei Schächte des Betonkerns wurden zeitversetzt hergestellt. Die Koppelbalken wurden hälftig mit dem jeweiligen Schacht betoniert. Über Bewehrungsstöße wurde die Kontinuität der Biegebewehrung hergestellt.

#### 2.2.2 Stahltragwerk

Durch die Verwendung von Stählen mit höheren Festigkeiten können auf die Bauteilkosten bezogene Einsparungen bis zu 50% gegenüber dem Standardstahl S235 erzielt werden [3]. Aufgrund der hohen Streckgrenze kann die Stahltonnage um 50% – in Einzelfällen auch mehr – reduziert werden. Da der Materialpreis für Walzprofile in S460 mit ca.



Bild 2. Stahltragwerk mit schrägen Stützen

© bauforumstahl

10–15% nur geringfügig höher liegt als bei S235, sind allein bei den Materialkosten Einsparungen von 30–40% möglich. Dazu kommen weitere Einsparungen bei allen Verarbeitungsvorgängen in der Werkstatt. Das Schweißgutvolumen kann in der Regel erheblich reduziert werden [4]. Beim Einsatz kleinerer Profile reduziert sich die Fläche für den Korrosionsschutz. Dank der leichteren Konstruktion können die Transportkosten gesenkt werden. Die Montage kann abhängig von der Lage und Ausstattung der Baustelle mit kleineren Kränen bzw. Hebezeugen erfolgen.

#### Hochhausstützen

Für gewalzte Breitflanschprofile für Stützen aus Stählen der Festigkeitsklasse S460 kann die günstigere Knickspannungslinien  $a$  verwendet werden (EN 1993–1–1, Tab. 6.2), für schlanke Querschnitte ( $H/B > 1,2$ ) und Blechdicken bis 40 mm sogar Knickspannungslinie  $a_0$ . Damit wird dem Sachverhalt Rechnung getragen, dass die Höhe der über den Querschnitt verteilten Eigenspannungen aus dem Abkühlprozess nahezu unabhängig von der Festigkeitsklasse ist [4]. Hieraus ergeben sich geringere strukturelle Imperfektionen, berücksichtigt in dem geringeren anzusetzenden Imperfektionsbeiwert  $\alpha$  (EN 1993–1–1, Tab. 6.1), und schließlich höhere Traglasten für Walzprofile in S460. Besonders im gedrungenen und mittleren Schlankheitsbereich wirken sich hohe Stahlfestigkeiten positiv auf den Stahlverbrauch aus. Bild 3 zeigt die Abhängigkeit der Tragfähigkeit einer Stütze mit einem Walzprofil HD 400 bei unterschiedlichen Knicklängen und Stahlfestigkeiten. Bei üblichen Knicklängen im Geschossbau wirken sich die hohen Festigkeiten sehr vorteilhaft auf die Tragfähigkeit aus. Mit hochfestem Stahl S460 sind schlanke, sehr tragfähige und somit auch wirtschaftliche Hochhausstützen möglich.

Die Stützens Ausbildung des Torre Diamante greift diese offensichtlichen Vorteile auf. Die Stützen bestehen aus hochfestem Stahl S460M nach EN10025 Teil 4 der Profilvereihen HD 360 und 400. Die HD-Profile sind an den Enden plan gefräst, um den direkten Kontakt zwischen den Elementen an den Knotenpunkten zu gewährleisten. Der Schraubanschluss erfolgt mittels Scher-Lochleibungsverbindung, Bild 4. Insgesamt 700 Tonnen Konstruktionsstahl wurden für die Stützen mit einer Gesamtlänge von 2540 m, 250 Stützenstößen und 7.200 Schrauben verwendet.

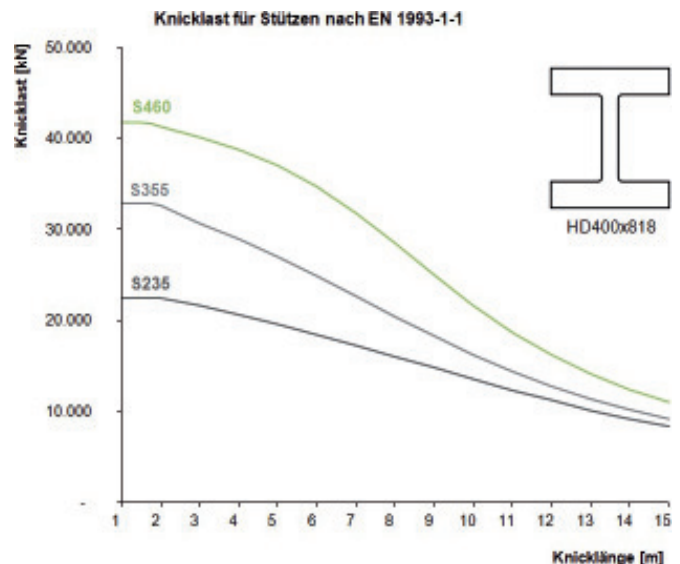


Bild 3. Tragfähigkeit einer Stütze aus HD 400 Profil mit unterschiedlichen Stahlgüten und Knicklängen

© ArcelorMittal

#### Richtungsänderung der Stützen

In der 9. und 22. Etage verändert die Fassade die Neigung. Hierdurch werden große horizontale Kräfte in der Größenordnung von einigen hundert Tonnen geweckt und müssen zur Horizontalaussteifung, dem Stahlbetonkern, weitergeleitet werden, Bild 5. Das Lastübertragungssystem besteht aus einem in der Deckenebene liegenden Fachwerk aus schweren H-Schweißprofilen (für Zug und Biegung) und Stahlrohren (Druckstäbe). Die Schweißprofile bestehen aus 500x50 mm Flanschen und 400x30 mm Stegen. Der Anschluss an den aussteifenden Betonkern erfolgt mittels einbetonierter Stahlträger mit Kopfbolzendübeln.

#### Erdgeschossstützen

Die langen, immer noch schräg verlaufenden Stützen im Erdgeschoss bestehen aus Verbundquerschnitten mit einem äußeren Stahlrohr und Schweiß-Einstellprofilen. Die Lastenleitung (Vertikallasten aus Eigengewicht, horizontale Umlenkkräfte) in den Stahlbeton-Gründungskasten erfolgt



Bild 4. Typischer Stützenstoß

© Fondazione Promozione Acciaio



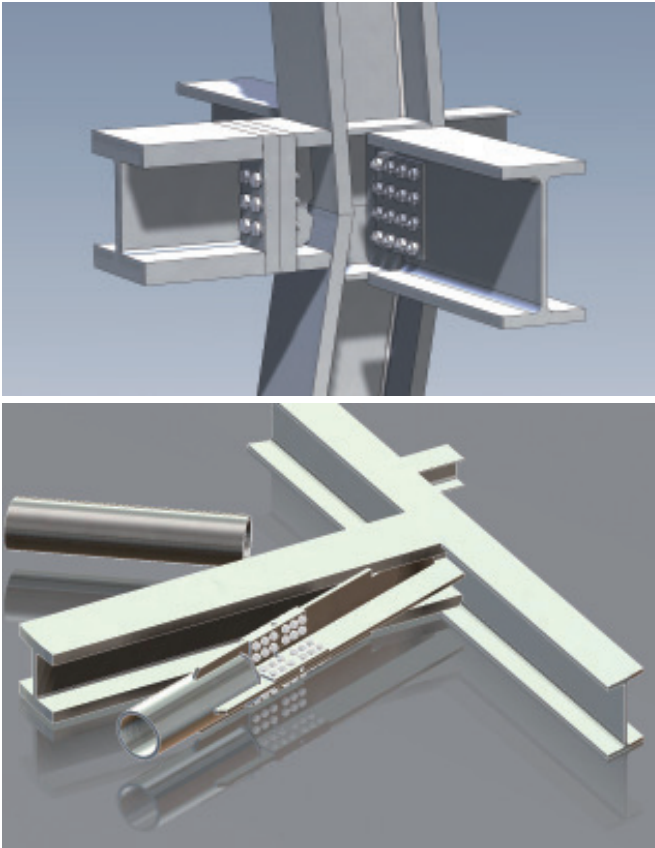


Bild 5. Richtungsänderung der Stützen in der 22. Etage und Horizontalverband zur Aufnahme der Umlenkkräfte © Arup

dann im 1. Untergeschoss über mit Kopfbolzen versehene Breitflanschprofile, welche in die Betonstützen des Untergeschosses und die Erdgeschossdecke einbinden.

#### Verbundträger und Verbunddecken

Auch bei Biegeträgern können der erforderliche Querschnitt und die Verarbeitungskosten durch den Einsatz von hochfestem Stahl gesenkt werden. Hier wirkt sich ebenfalls im gedungenen und mittleren Schlankheitsbereich die höhere Festigkeit günstig auf die Momententragfähigkeit aus [4]. Es kann gezeigt werden, dass für die meisten Spannweiten und Belastungsniveaus von Verbundträgern mit einer Anzahl von Ausnehmungen für die Haustechnik zum Einsatz. In dieser Konstellation wurden für die Deckenträger Walzprofile IPE und HE in der Stahlgüte S355 verwendet. Die Verbunddecken mit mittragenden Hinterschnittblechen haben eine Deckenstärke von lediglich 15 bis 20 cm. Für 1.800 Deckenträger aus HE und IPE Walzprofilen sowie für die Schweißprofile wurden 1.322 Tonnen Konstruktionsstahl mit einer Gesamtlänge von 13.520 m, 3.600 Anschlüssen und 28.000 Schrauben verwendet. Dazu kommen 26.000 m<sup>2</sup> Profilbleche für die Verbunddecken.

Für den Anschluss der weiteren horizontalen und vertikalen Elemente wurde eine Lösung gewählt, die es gestattete, eine erhöhte Montagegeschwindigkeit zu erzielen. Die einzigen vor Ort geschweißten Elemente waren die „Stützen“, die über einbetonierte Stahlträger mit dem Betonkern verbunden sind sowie die Fahnenbleche auf den Ankerplatten, während alle Haupt- und Nebenträgerprofile, mit ganz wenigen Ausnahmen, mittels Schraubblasen an Steg und Flansch verbunden wurden, **Bild 7**. So war es möglich eine ganze Etage in nur einer Arbeitswoche zu erstellen.

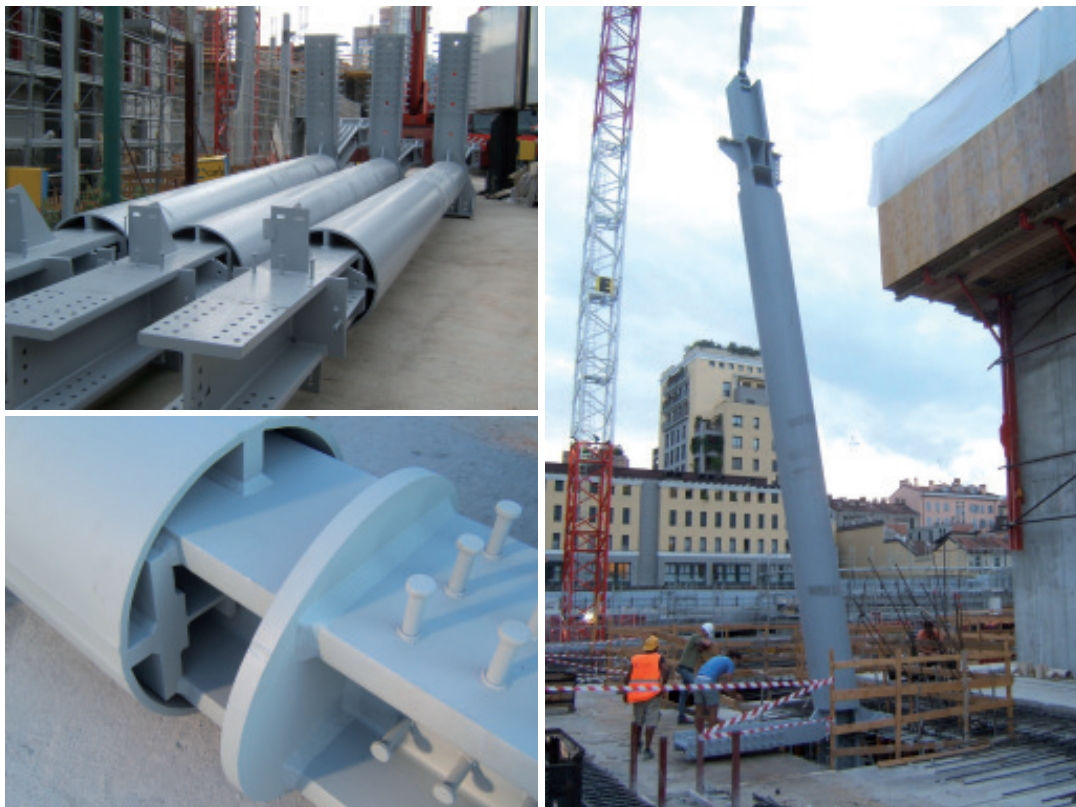


Bild 6. Schräge Verbundstützen im Erdgeschossbereich

© Arup



Bild 7. Anschluß der Träger an den Kern in der 21. und 22. Etage  
© Stahlbau Pichler

### 2.2.3 Berechnung und Konstruktion

Der Turm wurde mit Oasys GSA in einem Gesamtmodell abgebildet, um das horizontale Aussteifungssystem zu analysieren und den vertikalen Lastabtrag der Stahlstützen zu überprüfen. Das 3D Struktur-Modell wurde auch genutzt, um den Stahlbetonkern des horizontalen Aussteifungssystems zu bemessen. Hierbei wurden besonders das Strukturverhalten zu Fragen der globalen Verformung und Beschleunigung des obersten Geschosses bei Windbelastung auf Gebrauchslastniveau sowie die relative Geschossverschiebung bei Erdbebenbelastung betrachtet.

Mit einem gekoppelten 3D CAD-Modell war das Management der komplexen Geometrie erst möglich. Die korrekte Lage der Achsen des Strukturmodells, welche bereits in der Entwurfsphase festgelegt worden war, wurde hiermit überprüft und angepasst. Auch die lokalen Geometrie-Informationen für die Anschlussbemessung und die Werkstattplanung wurden dem 3D CAD-Modell entnommen, Bild 8.

## 3 Nachhaltigkeitskonzept und LEED-Zertifizierung

„Porta Nuova stellt die Menschen in den Mittelpunkt des Entwurfsprozesses und startet dabei mit einem neuen Humanismus, welcher ein Beispiel für eine nachhaltige Entwicklung und ein Leitfaden für Großprojekte sein kann“ so formuliert es Hines Italia, der Entwickler des Gesamtprojektes [1]. Mit dem Konzept einer Urbanen-Nachhaltigkeit wird das Redevelopment-Gebiet in den bestehenden urbanen Kontext im Herzen Mailands integriert und berücksichtigt auch die sozialen Bedürfnisse und die Umwelterfordernisse der Stadt. Die benachbarten Stadtviertel werden in die Entwicklung integriert, gleichzeitig wird ihr jeweils eigener Charakter bewahrt. Infrastruktur-Nachhaltigkeit wird als Verantwortung für öffentlichen Verkehr und alternative Mobilität umgesetzt. Last but not least berücksichtigt die Umwelt-Nachhaltigkeit des Projektes modernste Energiesysteme und stellt die Zufriedenheit der Menschen in den Mittelpunkt. In diesem Kontext versteht sich eine Green-Building Zertifizierung des Torre Diamante von selbst. In Italien ist dies meist LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) [6]. Es wird mindestens eine LEED-Zertifizierung in Gold angestrebt – die höchste Bewertung bei LEED ist Platin. Das Verasine-Projekte mit dem markanten Torre Diamante wurde bisher Gold vorzertifiziert.

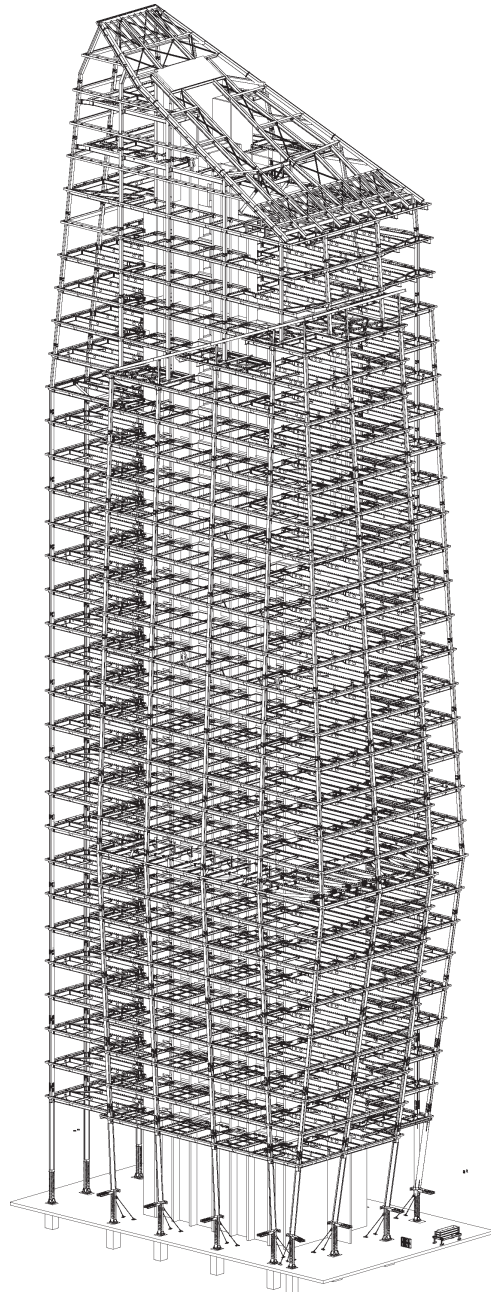


Bild 8. Gesamtmodell der aufgehenden Struktur  
© Stahlbau Pichler

Nach den LEED-Regeln „New Construction 2009“ [6] können Punkte in sechs Kategorien zuerkannt werden:

#### Standort

Die Kategorie „Nachhaltige Standorte“ bezieht sich auf die Wechselwirkungen des Gebäudes mit seiner Umgebung. Hier wirkt sich auch die nahezu staubfreie Stahlbauweise positiv aus.

#### Wassereffizienz

Bei der Kategorie „Wassereffizienz“ wird besonders der sparsame Wasserverbrauch beim Betrieb des Gebäudes bewertet. Regenwasser wird zur Bewässerung der Außenanlagen gesammelt.

#### Energie und Atmosphäre

In der Kategorie „Energie und Atmosphäre“ werden die meisten Punkte vergeben. Eines der Hauptziele des Projektes ist eine deutliche Reduzierung des Energiebedarfes. Erneuerbare Energie wird durch ein Wärmepumpensystem





Bild 9. Das Stahltragwerk steht  
© Stahlbau Pichler | Oscar DaRiz

aus dem Grundwasser sowie über Photovoltaik-Anlagen gewonnen. Hocheffiziente Fassaden und optimierte Wärmeisolation tragen ebenfalls dazu bei. Ziel ist eine Reduktion des Energiebedarfes um 14% im Vergleich zu einem normengerechten Standardgebäude [2].

#### Materialien und Ressourcen

Die Kategorie „Materialien und Ressourcen“ fragt Konzepte für die Nutzung von lokalen, erneuerbaren und wiedergewonnenen Materialien ab, um so den Ressourcenverbrauch zu reduzieren und Recycling zu fördern. Die Verwendung von recyclebaren Materialien wie Baustahl gehört zum Nachhaltigkeitskonzept. Bereits beim Bauabfallmanagement schlägt die abfallarme Stahlbauweise positiv zu Buche; anfallende geringe Baustahlabfälle werden vollständig recycelt. Auch beim Recyclinggehalt der Baustoffe kann mit Baustahl gepunktet werden: Der Recyclinggehalt (Recycled Content) ermittelt sich aus der Summe von Postconsumer Recycled Content und  $\frac{1}{2}$  Preconsumer Recycled Content – für europäischen Qualitäts-Baustahl ergibt die Rechnung  $51\% + \frac{1}{2} 14\% = 58\%$  [7]. Damit liegt Baustahl weit über den maximal geforderten 20% der Materialkosten, welche für Recycling-Material gefordert werden [6]. Besonders bei Herstellern von Walzträgern in Westeuropa beträgt der Recyclinggehalt oft auch 100% [8]. Vergleichbar ist die Situation bei der Bewertung der regionalen Herkunft der Materialien. Die angesprochenen Werke der westeuropäischen Hersteller liegen im geforderten 800 km-Radius um Mailand [8]. Da ein Großteil des oben erwähnten Recyclinggehalts von 58% – also des Stahlschrottes zur Herstellung der Baustahlerzeugnisse – auch aus diesem 800 km-Radius stammt, können mit Baustahl die maximal geforderten 20% deutlich übererfüllt werden.



Bild 10. Geschosshohe Fassade mit außenliegendem Sonnenschutz  
© bauforumstahl

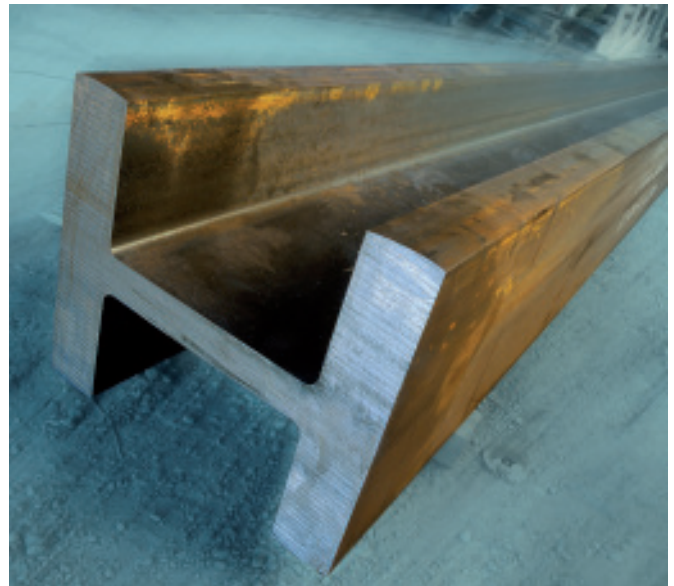


Bild 11. HD Profil in S460  
© ArcelorMittal

#### Umweltqualität im Gebäude

Die Kategorie „Umweltqualität im Gebäude“ fokussiert auf die Luftqualität, auf Schadstoffe sowie auf thermischen und visuellen Komfort. Wichtig in diesem Zusammenhang ist u.a. der Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC), der für Baustahl z.B. Null ist [7]. Die Grundrissgestaltung mit dem zentralen Kern und schlanken Stützen im Fassadenbereich sowie die geschosshohe Verglasung maximieren die Aussichtsmöglichkeiten und die Nutzung von Naturlicht. Es wurden überwiegend biologisch abbaubare, natürliche Farben und Anstriche verwendet [2].

#### Innovation bei der Planung

Mit der Kategorie „Innovation bei der Planung“ werden die Designteams angespornt neue Wege zu gehen und eine Performance über die LEED-Kriterien hinausgehend zu erreichen. Beim Torre Diamante ist hier unter anderem der Einsatz von hochfestem Stahl der Güte S460 zu nennen, welcher Ressourceneffizienz und Umweltwirkung deutliche verbessert [9].

### Weitere Gesichtspunkte

Auch wenn bei LEED nicht abgefragt, der Torre Diamante hat einen barrierefreien Zugang. Im Erdgeschoss befinden sich neben der Haupteingangshalle auch verschiedene öffentlich zugängliche Ladenlokale. Die Büroggeschosse sind stützenfrei und über die, in die Deckenebene integrierte Haustechnik, vollkommen flexibel und damit variabel nutzbar gestaltet. Hierzu trägt auch die Ausstattung mit zwei separaten Sanitärtrakten und zwei separaten Elektrokreisläufen je Geschoss bei [2].

Auch wenn die Massen immer noch beeindruckend sind: im Vergleich mit einem massiven Stahlbetonturm wurde mit dem Stahltragwerk eine erhebliche Quantität an Baumaterial eingespart. Dies hat nicht nur Auswirkungen auf die so mögliche Flachgründung, sondern auch der Lieferverkehr im Herzen von Mailand wird damit erheblich reduziert – zum Vorteil der Anwohner. Die Anlieferung von ca. 3.800 Tonnen Stahlbauteile auf die Baustelle benötigte nur ca. 150 Fahrten von der Werkshalle in Bozen zur Baustelle im Zentrum Mailands. Die Entfernung vom Werk zur Baustelle betrug ca. 250 km. Während der Hauptmontagezeit wurden pro Tag 2 Ladungen von Bozen nach Mailand gefahren. Herausfordernd war die besondere innerstädtische Baustellensituation. Auf sehr engem Raum, in nächster Nähe zum Hauptbahnhof, war die Montage des höchsten Stahlgebäudes Italiens zu realisieren. Neben der Herausforderung die Sondertransporte durch den dichten Verkehr von Mailand zu bugisieren, standen auch nur wenige Entladeflächen auf der Baustelle zur Verfügung – Lagerflächen gab es praktisch keine. Die kurzen Montagezeiten verlangten einen ausgeklügelten Fertigungs- und Logistikplan, der täglich mit dem Montageleiter koordiniert wurde. Die Logistik erfolgte also, wie es für die Stahlbauweise typisch ist, just in time, mit minimalem Bedarf an Entlade- oder gar Lagerflächen und ohne große Störungen des Verkehrs [9].

## 4 Die Leistung der Ingenieure

Beim gesamten Revitalisierungsvorhaben Porta Nuova mit seinen drei Projekten Garibaldi, Varesine und Isola beschäftigen sich nicht nur die Planer, sondern auch die öffentliche Kommunikation mit den drei Kernthesen »erneuerte Urbanität«, »moderne Verkehrs-Infrastruktur« und »unbedingter Umweltschutz«. Damit werden gesellschaftlich relevante Themen aufgegriffen und Antworten gegeben. Natürlich ist es einsichtig, wenn ein innerstädtisches Areal, das fünf Dekaden lang brach gelegen hat, endlich bebaut wird. Doch auch das „wie“ spielt dabei durchaus eine Rolle. Es geht nicht nur darum, Einzelbauten zu schaffen, letztlich also umbauten Raum; sondern auch darum die Bedürfnisse im Zusammenhang zu sehen. Dies scheint beim Porta Nuova Vorhaben mit einigem Vorbildcharakter gelungen zu sein. Der hier konkret betrachtete Stahlturm Torre Diamante als Teil des Varesine-Projektes leistet einen deutlichen Beitrag dazu.

Die Vorgaben des Bauherrn und des Architekten waren klar: einen ungewöhnlich kantig geformten Turm planen und bauen mit minimalen Ressourcen, minimalen Verbräuchen und dafür maximaler Umweltfreundlichkeit. Wie in Deutschland so auch in Italien eher ungewöhnlich wurde diese Aufgabe mit einem leichten Stahltragwerk angegangen.



Bild 12. Weitgespannte Verbundträger für maximale Flexibilität

© bauforumstahl



Bild 13. Der Torre Diamante

© bauforumstahl

Die Verwendung modernster, hochfester Jumbo-Stahlprofile sorgt nicht nur für günstige Kosten, weniger Transporte oder wünschenswert schlanke Stützen, sondern auch für eine bevorzugte Flachgründung. Ein hoher Anteil an Recyclingbaustoffen war gefordert. Mit Baustahl wurden die Vorgaben übererfüllt. Mit weit gespannten Verbundträgern werden Stützenfreiheit, flexible Nutzung und integrierte Haustechnik ermöglicht. Oder mit anderen Worten: Ingenieurleistungen sind ein integraler und interaktiver Beitrag zur Gesamtleistung des Entwerfens, Planens und Bauens eines flexiblen Büroturms im Herzen Mailands – des Torre Diamante – im Kontext eines urbanen, nachhaltigen Grundtenors. Vielleicht sollten wir einfach mehr darüber reden, welche relevante Beiträge wir Ingenieure leisten.

## Literatur

- [1] Porta Nuova and Sustainability – A model for large urban redevelopment projects. [www.porta-nuova.com](http://www.porta-nuova.com) (2012)
- [2] *Pickering, R.*: Milan Porta Nuova Varesine – Schematic design. Kohn Pederson Fox, London (2012)
- [3] Moderne hochfeste Stähle für wirtschaftliche Stahlkonstruktionen. ArcelorMittal Long Carbon Europe
- [4] *Stroetmann, R., Deepe, P. und Träger, A.*: Tragwerke aus höherfesten Stählen – Planung, Berechnung und Ausführung. bauforumstahl e.V., Düsseldorf (2012)
- [5] *Hauke, B.*: Economic application of composite beams with moderate high strength materials. Proceedings 5<sup>th</sup> European Conference on Steel and Composite Structures. Graz (2008)
- [6] LEED 2009 for new construction and major renovations with alternative compliance path for projects outside the U.S.. US Green Building Council, [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org) (2011)
- [7] *Fischer, D. und Hauke, B.*: Umwelt-Produktdeklaration Baustähle – Erläuterungen. bauforumstahl e.V., Düsseldorf (2010)
- [8] EPD-BFS-2010111-D, Umwelt-Produktdeklaration – Baustahl: offene Profile und Grobblech. Institut Bauen und Umwelt (IBU), Königswinter (2010)
- [9] *Donath, C., Fischer, D. und Hauke, B.*: Nachhaltige Gebäude – Planen, Bauen, Betreiben. bauforumstahl e.V., Düsseldorf (2011)



### bauforumstahl e.V.

bauforumstahl (BFS) ist das Forum des Deutschen Stahlbaues mit umfassender Kompetenz rund um das ressourceneffiziente und wirtschaftliche Planen und Bauen sowie das Normenwesen. Es repräsentiert rund 500 Mitglieder entlang der gesamten Prozesskette: Stahlhersteller, Stahlhändler, Stahlbauer, Zulieferer, Feuerverzinkungsbetriebe, Rohstoffanbieter und Hersteller von Brandschutzbeschichtungen, Planer sowie Vertreter der Wissenschaft.



### Die Gemeinschaftsorganisation

- bietet Leistungen für ihre Mitglieder, vertritt ihre Interessen und koordiniert die Meinungsbildung in Ausschüssen;
- beteiligt sich aktiv am Dialog mit allen am Bauprozess Beteiligten, mit Verbänden und Organisationen, mit Wissenschaft und Politik sowie nationalen und internationalen Normungsinstitutionen;
- bietet unabhängige Beratung und Wissenstransfer für Architekten, Planer, Ingenieure und Bauausführende, private und öffentliche Bauherren, Investoren, Wissenschaft, Hochschulen und Studierende sowie die breite Fachöffentlichkeit;
- ist eine offene Plattform für vielfältigste Aktivitäten.

#### Zentrale und Büro West

Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf  
Postfach 10 48 42, 40039 Düsseldorf  
T: 0211.6707.828/812 | F: 0211.6707.829  
[zentrale@bauforumstahl.de](mailto:zentrale@bauforumstahl.de)  
[www.bauforumstahl.de](http://www.bauforumstahl.de) | [www.facebook.com/bauforumstahl](https://www.facebook.com/bauforumstahl)

#### Büro Nordost

Gutsmuthsstraße 23 | 12163 Berlin (Steglitz)  
[berlin@bauforumstahl.de](mailto:berlin@bauforumstahl.de)  
T: 030.7901394.0 | F: 030.7901394.3  
Arno-Nitzsche-Straße 45 a | 04277 Leipzig  
T: 0341.8632180 | F: 0341.8632182

#### Büro Süd

Carl-Zeiss-Straße 6 | 85748 Garching  
[muenchen@bauforumstahl.de](mailto:muenchen@bauforumstahl.de)  
T: 089.360363.0 | F: 089.360363.10  
Rusellstraße 39 | 76571 Gaggenau  
T: 07224.7769 | F: 07224.69123