

Application Story

Eine Herausforderung für Vermesser – der Neubau der Europäischen Zentralbank

Die 185 Meter hohen Doppel-Bürotürme der Europäischen Zentralbank (EZB), die durch ein Atrium verbunden werden, stehen nahe der Vollendung. Dank komplexer Architektur erhält die Frankfurter Skyline eine einzigartige Silhouette dazu – und war eine große Herausforderung für die Vermessungsingenieure.

Die Europäische Zentralbank errichtet ihren Neubau auf dem Areal der denkmalgeschützten ehemaligen Großmarkthalle in Frankfurt am Main. Der Entwurf des Wiener Architekturbüros COOP HIMMELB(L)AU – das 2004 den Wettbewerb für sich entscheiden konnte - für den neuen Sitz der EZB besteht aus drei Hauptelementen: der ehemaligen Großmarkthalle mit neuen baulichen Strukturen im Innenraum, einem 185 Meter hohen in sich verdrehten Doppel-Büroturm mit turmhohem Atrium und einem sogenannten Eingangsbauwerk. Das Eingangsbauwerk verbindet den Turm visuell und funktionell mit der Großmarkthalle, markiert gleichzeitig den Haupteingang nach Norden und nimmt den Pressekonferenzbereich auf. Ungefähr 2 300 Arbeitsplätze werden, hauptsächlich in den Bürotürmen, bereitgestellt. Die ehemalige Großmarkthalle bleibt in ihrem grundlegenden Erscheinungsbild erhalten und nimmt die öffentlichsten Funktionen der EZB auf, u. a. Lobby, Besucherzentrum, Konferenzbereich, Bibliothek, Ausstellungsflächen und Mitarbeiterrestaurant. Die Bruttogeschossfläche wird insgesamt ca. 185 000 m² betragen. Der Neubau wird Ende 2013 fertiggestellt sein, der Umzug der Mitarbeiter erfolgt 2014.

Kreatives Design

Bei den Grundrissen des Doppel-Büroturms haben die Architekten alle gestalterischen Freiheiten genutzt: Der Nordturm, dessen Ostseite um 9° geneigt ist, weist einen ungewöhnlichen Grundriss auf. Er beginnt an der Basis als Rechteck mit einer Seitenlänge von 16x79 Meter und wandelt sich bis zum 45. Stockwerk zu einem Trapez mit den Seitenlängen 8x59x25x56 Meter. Der Südturm dagegen durchläuft eine entgegengesetzte Entwicklung: Er beginnt an der Basis als Trapez mit den Seitenlängen 5x55x27x59 Meter und entwickelt sich bis zum 43. Stockwerk zu einem Rechteck mit den Seitenlängen 15x55 Meter.

Die besondere Architektur der Türme mit Schrägen, Auskragungen und der kontinuierlichen Grundrissänderung führt nicht nur dazu, dass das gesamte Bauwerk von unterschiedlichen Seiten völlig verschieden aussieht. Sie stellt auch höchste Ansprüche an die Arbeit der Vermessungsingenieure.

Die Ingenieurgesellschaft Gemmer und Leber aus Werneck war verantwortlich für die baubegleitende Vermessung und die vermessungstechnische Überwachung der Bauausführung. „Ein Bauwerk mit einer solch außergewöhnlichen Architektur ist an sich schon eine Herausforderung für jeden Vermesser, aber beim EZB-Neubau kam noch eine besondere Schwierigkeit hinzu: Die Formgebung der beiden Türme führt dazu, dass die mit dem Baufortschritt zunehmenden Auflasten nicht nur zu der üblichen Setzung, sondern auch zu einer Kippung und zu einer Verdrehung

der Türme führten“, erläutert Dipl.Ing. Willi Almesberger, der bei der Ingenieurgesellschaft Gemmer und Leber das Vermessungskonzept für den EZB-Neubau entwickelt hat.

„Diese unvermeidbaren Verformungen machten sich vor allem in den unteren Stockwerken bemerkbar und erreichten auf Ebene 25 einen maximalen Wert von 16 cm. Um sie auszugleichen und letztendlich ein maßhaltiges Bauwerk zu erhalten, musste das gesamte Gebäude gezielt entgegen den zu erwartenden Verformungen gebaut werden. Das Bauwerk wurde also beim Bau vorverformt, so dass es am Ende, wenn alle Belastungen wirken, zu einer Rückverformung kommt und die vorgegebenen Sollmaße erreicht werden.“

Leistungsfähiges Equipment für anspruchsvolle Aufgaben

Die komplexe Geometrie und die geforderte Messgenauigkeit von +/- 8mm im Bereich der Kerne, +/- 6mm bei den sonstigen Absteckungen und +/- 5mm bei der Ebenheit stellte für die Vermessung eine Herausforderung ersten Ranges dar, die nur mit einem kompetenten Team und mit erstklassiger Ausrüstung zu bewältigen ist.

Die Ingenieurgesellschaft Gemmer und Leber nutzt für ihre anspruchsvollen Aufgaben seit Jahren Trimble-Equipment und setzte beim EZB-Neubau fünf kalibrierte Tachymeter des Typs Trimble S6 ein. Sie erreichen bei der Richtungsmessung eine Genauigkeit von 0,3 mgon, ermöglichen Distanzmessungen mit einer Genauigkeit von 2 mm+2 ppm und sind mit einem Kompensator ausgestattet, der Horizontierungsfehler bis auf eine Genauigkeit von 0,15 mgon ausgleicht.

„Die Totalstationen von Trimble sind sehr bedienfreundlich und weisen eine fast schon selbsterklärende Menüführung auf“, schildert Dipl.Ing. Bernhard Engelbreit, der als Projektleiter die Vermessungsarbeiten betreut hat, seine Erfahrungen mit den Totalstationen. „Da es sich bei unseren Ausführungen um Robotic-Totalstationen mit kabellosen TSC2-Bedieneinheiten handelt, konnten unsere Vermesser die Instrumente fast komplett aus der Ferne steuern. Das hat es uns erlaubt, direkt am jeweiligen Messpunkt statt beim Instrument zu sein. Damit wird ein sehr zügiges Arbeiten beim Abstecken möglich, und das war eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass die Vermessungsarbeiten immer mit dem hohen Tempo beim Baufortschritt mithalten konnten. Mit anderem Equipment wäre die Vorgabe, alle sechs Tage ein neues Stockwerk komplett fertigzustellen, nicht einzuhalten gewesen.“

Ausgerüstet mit diesen hervorragenden Instrumenten konnte das Team um Dipl.Ing. Bernhard Engelbreit daran gehen, für die Vermessungsarbeiten zunächst ein Baustellen-Koordinatensystem einzurichten. Dazu wurden zu Beginn der Bauarbeiten Bezugspunkte in Form fester Pfeiler festgelegt. Diese Referenzpunkte wurden später, als die Pfeiler im Zuge des Baufortschritts nicht mehr frei einsehbar waren, in das Bauwerk hinein verlegt. Dazu richteten die Vermessungsingenieure vier Lotfußpunkte im Kellergeschoss des Südturms, sechs Lotfußpunkte im Nordturm und vier Lotfußpunkte im Atrium ein, die das neue Referenznetz bildeten. Dieses Koordinatensystem wurde am Achsraster der untersten Ebene ausgerichtet, wobei die höhenmäßige Kontrolle durch eine Feinnivellierung erfolgte.

Zur Übertragung dieses Referenznetzes auf die jeweilige Arbeitsebene wurden in jeder Decke oberhalb der Lotfußpunkte Öffnungen ausgespart, durch die per Auflotlaser die Referenzpunkte auf die jeweilige Arbeitsebene übertragen werden konnten. Durch die Lotungen wurden bei jedem fertig gestellten Stockwerk die Referenzpunkte auf die Oberkante der Betondecke übertragen.

Diese Lotungen wurden in einem möglichst verformungsneutralen Zustand vorgenommen, bei dem die Türme nicht der Verformung durch Sonneneinstrahlung, Winddruck oder durch die Lasteinwirkungen von Kränen und Betonpumpen ausgesetzt waren – und das bedeutete für die Messtrupps von Gemmer und Leber, schon morgens um 4.00 Uhr ihre Totalstationen zu schultern, damit die Lotungen beim Beginn der Bauarbeiten um 7.00 Uhr abgeschlossen waren.

Maßhaltige Stabilität

Um die notwendige Vorverformung einhalten zu können, mussten beim Abstecken jedes einzelnen Punktes die Verformungsparameter des jeweiligen Stockwerks berücksichtigt werden. Diese Parameter wurden den Vermessungsingenieuren vom technischen Büro bei der Züblin AG zur Verfügung gestellt, die für die Konstruktion der EZB verantwortlich waren.

Den Ausgangspunkt bildete dabei ein CAD-Plan, der die Sollmaße des fertigen Gebäudes enthielt.

„Zu jeder Ebene gaben uns die Statiker Verformungsparameter wie Drehpunkte, Drehwinkel und Translationsvektoren vor“, erläutert Dipl.Ing. Willi Almesberger die Vorgehensweise. „Diese Parameter haben wir dann auf die Messpunkte des CAD-Plans übertragen und damit den ursprünglichen Grundriss so verändert, dass die erwarteten Belastungsverformungen ausgeglichen wurden.“

Die aus dieser Anpassung resultierenden Bezugspunkte wurden aus dem CAD-Plan abgegriffen und in die S6-Totalstationen eingegeben. Damit konnten nun an Deckenrändern, Stützen, Aussparungen oder den Betonkernen eine große Zahl an Messpunkten abgesteckt werden, die jeweils um das Maß der Vorverformung korrigiert worden waren.

Wegen der Vorverformung wurde praktisch keine der rund 25 Stützen pro Stockwerk exakt senkrecht gegossen: Jede der Stützen wurde mit einer individuellen Neigung errichtet, und selbst Stützen, die im Endzustand gerade stehen sollten, mussten teilweise um Beträge bis 1,5 cm schräg gegossen werden, um am Ende dann aufrecht zu stehen.

Jede einzelne Stütze musste daher individuell eingemessen werden. Allerdings bezogen sich die Messpunkte, bei denen bereits die Verformungsparameter berücksichtigt waren, auf die Oberkante der nachfolgenden Betondecke. Das bedeutete eine zusätzliche Herausforderung, denn zur Ausrichtung der Stützenschalungen waren in den Plänen die Kopfpunkte der Stützen angegeben, die aber erst nach der Fertigstellung der 30 cm starken Decke real vorhanden waren.

Zeit und Aufwand wird gespart

„Um diese zunächst nur virtuellen Punkte dennoch abstecken und die Schalungen in die richtige Position bringen zu können, haben wir den Messmodus „3D-Achse“ der Trimble-Totalstationen genutzt“, erläutert Projektleiter Bernhard Engelbreit. „Dieser Modus macht es möglich, nicht zugängliche, virtuelle Punkte abzustecken, indem sie direkt in der Totalstation aus realen Punkten berechnet werden, die an der Schalung erreichbar sind.“

Diese Umrechnung hätte grundsätzlich auch am Schreibtisch erfolgen können. Das hätte aber zu einem zusätzlichen Arbeitsaufwand von rund 24 Stunden pro Stockwerk geführt. Damit hätten sich die Bauarbeiten deutlich verzögert, denn die einzelnen Arbeitsschritte waren sehr eng miteinander verzahnt. Beispielsweise konnten sämtliche Betonierarbeiten immer erst nach dem Einmessen der Stützenschalungen durchgeführt werden. Verzögerungen bei den Vermessungsarbeiten hätten daher zwangsläufig zu Verzögerungen im gesamten Bau geführt.

Fazit

„Der EZB-Neubau war in jeder Hinsicht ein außergewöhnlich anspruchsvolles Projekt, mit ungewöhnlich hohen vermessungstechnischen Anforderungen und einem knappen Zeitplan“, fasst Willi Almesberger im Rückblick zusammen. „Dass wir dieses Projekt mit seinem ganzen enormen Umfang ohne nennenswerte Probleme stemmen konnten, ist sowohl dem Einsatz unserer Teams als auch unserer Ausrüstung zu verdanken. Die Trimble-Totalstationen haben uns die Arbeit erheblich erleichtert und uns mit durchdachten, praxistauglichen Funktionen viel Zeit und Messaufwand erspart. Damit haben sie auch geholfen, den Zeitplan einzuhalten und den Rohbau des EZB-Neubau in der bestmöglichen Zeit fertigzustellen.“

Über Trimble

Trimble setzt Technologien ein, die den Außendienstmitarbeitern im öffentlichen und privatwirtschaftlichen Sektor einen spürbaren Produktivitätsschub ermöglichen. Der Schwerpunkt liegt bei Lösungen für die Positions- und Standortbestimmung, unter anderem in den Bereichen Vermessungswesen, Bauwesen, Kartografie, Landwirtschaft, Flotten- und Anlagenmanagement, Ver- und Entsorgung und öffentliche Sicherheit. Neben den Technologien zur Positionsbestimmung, wie GPS, Laser und optische Methoden, umfassen die Lösungen von *Trimble* auch Software, die auf den spezifischen Bedarf der Kunden zugeschnitten ist. Der Einsatz drahtloser Technologien ermöglicht neben der Übermittlung von Messergebnissen auch eine enge Verbindung zwischen den Arbeitsabläufen im Außendienst und im

Büro. *Trimble* wurde 1978 gegründet und hat seinen Hauptsitz im kalifornischen Sunnyvale.

Nähere Informationen über *Trimble* erhalten Sie unter: www.trimble.com

Über IGL

IGL ist eine bundesweit agierende Ingenieurgesellschaft mit Schwerpunkt Ingenieurvermessung.

Wir sind Spezialisten im Hochbau (HRB), Rohrleitungsbau (Pipelines, KSR-Anlagen), Hydrographie, FTTx, Leitungskataster, Ingenieurvermessung und Dokumentation in individuellen GIS- und CAD-Systemen für private und öffentliche Auftraggeber.

Unserer Ingenieure entwickeln individuelle Lösungen und Konzepte und betreuen deren Umsetzung.

Ausgestattet mit modernsten Messequipment und CAD-/GIS-System können wir Projekte entsprechend den Erwartungen unserer Kunden effizient und zuverlässig realisieren.

Nähere Informationen finden Sie unter: www.igl-online.de