Innovative Tools

# Strenge Anforderungen im Bauprozess

**Ein neuer 66 Meter Turm ziert bald Stuttgarts Innenstadt – und das Titelbild dieser Ausgabe. Gebaut wird er nur 20 Zemtimeter oberhalb von zwei in Betrieb befindlichen U-Bahn-Tunneln.**

**Autorin: Cindy Ross**

Auf einem dreieckigen, 1.800 Quadratmeter großen Grundstück wird in Stuttgart der 66 Meter hohe Milan Tower auf dem Mailänder Platz eine Bruttogeschossfläche von 21.000 Quadratmetern haben. Auf der Grundfläche werden zwei Hotels führender Marken und Einzelhandels- und Gastronomieeinrichtungen sowie eine Tiefgarage untergebracht. Der Turm wird in der Nähe großer Gebäude und des Stuttgarter Hauptbahnhofs gebaut.

Das Projekt der STRABAG Real Estate GmbH im Wert von 150 Millionen £ (Pfund Sterling, die Red.) wird das Zentrum Stuttgarts mit seiner umweltfreundlichen Architektur prägen. Der Turm am Mailänder Platz wird unter Berücksichtigung neuester Nachhaltigkeitstrends geplant und gebaut, einschließlich Dachgartenflächen, in die Steinfassade gepflanztes Grün und mit viel öffentlichem Raum. In die Steinnischen werden Weinreben gepflanzt und mit gesammeltem Regenwasser bewässert.

## Ausgrabung legt zwei unterirdische Tunnel frei

Die Ed. Züblin AG wurde beauftragt, den Turm 20 Zentimeter oberhalb von zwei in Betrieb befindlichen U-Bahn-Tunneln in offener Bauweise zu errichten. Bei den Aushubarbeiten wurden die unterirdischen Tunnel freigelegt und an einer Seite teilweise ausgebaggert, sodass einer der Tunnel eine Stufe in der Aushubsohle ausbildet.

An der äußeren Tunnelwand verändert sich die Anzahl der unterirdischen Etagen von drei auf zwei und die Bodenplatte des neuen Gebäudes wird an die vorhandenen Tunnel angepasst. Eine Herausforderung für das Projektteam bestand darin, dass der Tunneleigner einen beidseitigen Aushub durch das Geotechnik-Team vorschrieb, da sonst ein asymmetrischer horizontaler Erddruck auf den Tunnel entstehen würde. Die Forderung war fast unmöglich zu erfüllen, da sie erhebliche Auswirkungen auf die Komplexität der Baugrube und die Kosteneffizienz des Bauprozesses hatte.

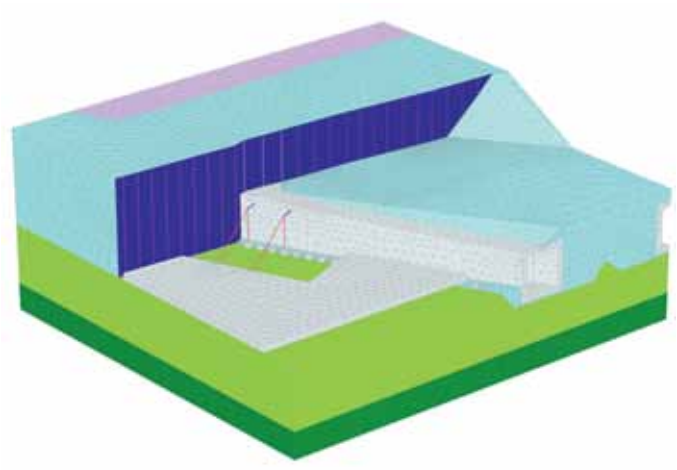
## Digitale Lösungen für eine robustere Analyse

Zur Bewältigung der Herausforderungen, die diese Bautätigkeit mit sich bringt, musste die Ed. Züblin AG eine zuverlässige digitale Lösung einsetzen, um verlässlichere geotechnische Analysen und Berechnungen durchzuführen, die zu der effizientesten Strategie bezüglich der Aushubarbeiten führen würden. Außerdem musste die digitale Lösung die Übertragung von Analysen und Berechnungen während des Bauprozesses ermöglichen, deren Ergebnisse nicht von den empfohlenen Einschränkungen der geotechnischen Analyse abweichen durften. Die Geotechnik-Software muss deshalb ein solides Bauprojektmanagement ermöglichen. Vor allem musste die digitale Lösung auch eine klare und einfache Kommunikation mit wichtigen Interessenvertretern ermöglichen, um die Zustimmung für die vorgeschla-

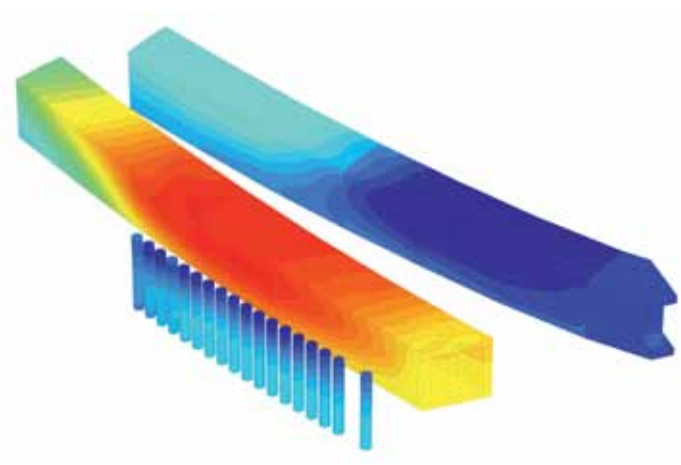


**Cindy Ross** leitet das Marketing und die Markenpositionierung im Team von Bentley Systems für Geotechnical Analysis, darunter: gINT, Plaxis, SoilVision und das neu erworbene Keynetix.

Bilder: RKW Architektur/STRABAG ■ Autorenbild: Bentley Systems



Dreidimensional abgestufte Baumodellierung mit vielseitigen Visualisierungsmöglichkeiten



Visualisierung geotechnische Analyse Tunnelverläufe

gene Herangehensweise an die Bautätigkeit zu erhalten.

## Geotechnik-Software für die Analyse komplexer Verformungen

Zum Einsatz kam die Geotechnik-Software PLAXIS 3D. Sie ermöglichte eine leistungsstarke dreidimensional abgestufte Baumodellierung sowie vielseitige Visualisierungsmöglichkeiten. Und sie war entscheidend für die Durchführung komplexer Verformungsanalysen der Baugrube und der beiden unterirdischen Tunnel. Daher wurde ein dreidimensionales Finite-Elemente-Modell erstellt, um sämtliche Aushubphasen zu simulieren – einschließlich der erforderlichen Baustrukturen und des Einbaus von auf vier Ebenen vorgesehenen Erdankern. Darüber hinaus wurden die Gründungspfähle des neuen Gebäudes in das Modell einbezogen und dienen nun als seitliche Stütze, um potenzielle horizontale Verschiebungen zu verringern.

## Sicherstellen der Genehmigungserteilung seitens des Tunneleigentümers

Der Einsatz von PLAXIS 3D ermöglichte den Geotechnikern einen sicheren Bau nach den gewünschten Parametern und einen innovativen Bau- und Geotechnik-Ansatz. Die Ergebnisse der Analyse zeigten, dass nur geringe horizontale Verformungen sowie Setzungen des Tunnels zu erwarten waren, bei denen keine kritischen Differenzverschiebungen an den Segmentfugen auftreten. Nach Vorlage der Berechnungsergebnisse stimmte der Tunnelplaner zu, dass die vorhergesagten Verschiebungen innerhalb der für die Tunnel festgelegten Grenzen liegen. Aufgrund dieser Beurteilung akzeptierte der Tunneleigner das angepasste Aushubkonzept mit dem daraus resultierenden asymmetrischen Erddruck. Diese Entscheidung ermöglichte wiederum wichtige Vereinfachungen, welche die Planung der Baugrube und der Bauabschnitte erleichterten.

Die kritischste Situation während der Bautätigkeit sollte an dem Punkt entstehen, an dem sich eines der Tunnelsegmente diagonal mit der Stützwand schneidet. Um unzulässige Verformungen zu vermeiden, entwarf das Team daher eine seitliche Stütze für dieses Segment. Die Stahlkonstruktion verbindet die Tunneldeckenplatte mit der Bodenplatte des neuen Gebäudes, während die Untergeschosse im Bau sind. In der Phase des Einbaus der Stahlstreben stützt eine Berme das Tunnelsegment seitlich ab (horizontales Stück, das die Baugrube in zwei oder mehrere Abschnitte unterteilt und so den Erddruck vermindert, Anmerkung der Red.). Sobald die Streben installiert sind, wird die stützende Berme wieder entfernt.

Das Projektteam war mit äußerst strengen Anforderungen verschiedener Interessengruppen an den Bauprozess und dessen Ergebnis konfrontiert. Doch die Herausforderungen konnten gelöst werden. ■