

6 gute Gründe für ALLPLAN:

So gelingt die Tragwerksplanung bei Sanierungs- und Umnutzungsprojekten



Die Bedeutung von Bauen im Bestand für die Baubranche

Die Baubranche steht vor einem Balanceakt: Während sie ihren CO₂-Fußabdruck senken muss, um die ambitionierten Klimaziele zu erreichen, wächst der Bedarf an nachhaltigem und bezahlbarem Wohnraum immer weiter an. In diesem Spannungsfeld nimmt das Bauen im Bestand eine Schlüsselrolle ein, weil der Erhalt von Bestand ökonomische Effizienz mit ökologischer Verantwortung kombiniert.

Statt durch den Abriss und den Neubau zusätzliche graue Energie zu erzeugen, lassen sich bestehende Strukturen mit Hilfe von Sanierung und Umnutzung erhalten. Durch die Nutzung vorhandener Bausubstanz reduziert sich die Notwendigkeit für die Herstellung neuer Baustoffe und der damit einhergehende Energie- und Ressourcenverbrauch. Eine Veröffentlichung von Arup zeigt, dass durch Sanierung bis zu 70 Prozent der CO₂-Emissionen gegenüber einem Abriss und Neubau eingespart werden können¹.

Außerdem lässt sich durch die Weiter- und Umnutzung bestehender Gebäude die Flächenversiegelung vermeiden, wodurch die Biodiversität geschützt und die natürliche Umwelt erhalten wird. Umbau und Sanierung ermöglichen es auch, neue Wohnungen zu schaffen, um zur Lösung des Problems von knappem und teurem Wohnraum beizutragen.



Die Rolle der Tragwerksplanung im Bestand

Einen gewichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten Tragwerksplaner, weil sie mit ihrem technischen Knowhow und den richtigen Softwaretools überhaupt erst ermöglichen, dass bestehende Bauwerke durch Umbau umgenutzt oder durch Revitalisierung und Ertüchtigung erhalten werden können. Mit ihrem speziellen Fachwissen sind sie dafür verantwortlich, die statischen Eigenschaften historischer Konstruktionen zu bewerten, Instandsetzungsmaßnahmen zu planen und Nachweise für Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit sowie Brandschutz zu erbringen.

Die Szenarien, die Tragwerksplaner auf den Plan rufen, sind ebenso vielfältig wie fordernd:

- Nachweis und Berechnung eines veränderten Lastabtrags nach aktuellen Normen in Folge von Umbaumaßnahmen in Geschossen, die z.B. größere Stützenabstände oder andere Spannweiten zur Folge haben.
- Berücksichtigung neuer Zusatzlasten für die Weiterleitung über Stützen und Fundament in den Baugrund in Folge von Aufstockung, Dachgeschossausbau, veränderten Schneelasten oder einer Photovoltaikanlage.
- Statische Analyse bestehender Bauteile für deren Revitalisierung oder Ertüchtigung durch Verstärkung

Statiker und Tragwerksplaner übernehmen bei der Bewertung eines Bestandsbauwerks in der Regel drei zentrale Aufgaben: Anamnese, Diagnose und Therapie. Erst auf Basis einer präzisen Anamnese lässt sich eine Diagnose zum Zustand des Tragwerks und der tragenden Bauteile stellen. In Folge der Diagnose verschreibt der Statiker dann eine Therapie, die die notwendigen Maßnahmen für die Sanierung oder die Umnutzung des Bauwerks enthält. In diesem eBook wird aufgezeigt, in welcher Form Softwaretools von ALLPLAN Bauingenieure bei der Bestandserfassung und -bewertung unterstützen.

BESTANDSAUFNAHME DURCH DIGITALE ERFASSUNG DES BAUWERKS

1

Im ersten Schritt werden Tragwerksplaner mit der Grundlagenermittlung und der Bestandsaufnahme beauftragt. Um sowohl die ursprüngliche Konstruktion als auch den aktuellen Zustand des Bauwerks zu verstehen, gehört neben der Analyse der verfügbaren Planungsunterlagen auch eine sorgfältige Untersuchung des Gebäudes vor Ort zur Grundlagenermittlung. Anschließend sind die bestehenden Gebäude- und Bauteildaten präzise und im besten Fall digital zu erfassen, um den Grundstein für die weitere Beurteilung des Bestands im Rahmen des Sanierungs- und Umnutzungsvorhabens zu legen.

Verarbeitung von Laserscandaten zu 3D-Modellen

Für eine umfassende und realitätsgetreue Anamnese durch Erfassung bestehender Bauwerksdaten hat sich modernstes 3D-Laserscanning als hilfreiche Technologie hervorgetan. Zum einen machen sich Planer damit von der Verfügbarkeit und der Qualität historischer Baupläne, Materialdaten und Zustandsberichte unabhängiger. Denn dank terrestrischer Laserscanner, Drohnen oder auch mobiler Scanner lassen sich Strukturen jeder Art und auch schwer zugängliche Bereiche hochpräzise erfassen.



Zum anderen kann Laserscanning-Software wie Scalypso die erfassten 3D-Laserscandaten in Form von Punktwolken digital verarbeiten und auswerten. Scalypso unterstützt eine Vielzahl von Scannerformaten und konvertiert die Daten der verschiedenen Hersteller in ein einheitliches Format. Auf Basis der Punktwolken werden 3D-Elemente in Scalypso in foto-realistischen planaren oder sphärischen Ansichten abgebildet und rekonstruiert. Anschließend erlaubt eine Schnittstelle, die zu Punktwolken verarbeiteten Laserscandaten in Echtzeit direkt von Scalypso an die BIM-Software ALLPLAN zu übertragen. So lässt sich ein maßstabgetreues 3D-Modell in ALLPLAN erstellen, das mit Informationen und Attribute wie Bauwerkstruktur und Materialeigenschaften angereichert werden kann.



ABLEITUNG EINES IDEALISIERTEN BERECHNUNGSMODELLS

2

Nachdem der Bestand mit Hilfe von Scalypso und ALLPLAN digital erfasst wurde, nimmt der Tragwerksplaner seine fachkundige Anamnese am 3D-Modell vor. Und die sollte damit beginnen, aus dem physischen Modell in ALLPLAN ein für die Tragwerksplanung idealisiertes Berechnungsmodell abzuleiten. Mit Hilfe des AutoConverters von ALLPLAN kann diese Modellkonvertierung automatisiert erfolgen.

Mit dem AutoConverter Zeit sparen und Fehler vermeiden

Um mit wenigen Klicks ein für die Statik idealisiertes Berechnungsmodell zu erzeugen, können Tragwerksplaner ein zuvor in einer CAD-Software wie ALLPLAN erstelltes Modell aus BIMPLUS übernehmen oder als IFC-Datei in den AutoConverter einlesen. Der AutoConverter wird über BIMPLUS, die Kollaborationsplattform von ALLPLAN, angesteuert. Er erkennt die Bauteile, klassifiziert sie und wandelt sämtliche Volumenelemente automatisch in Stab- und Flächenelemente um. Das konvertierte Modell besteht also nur noch aus den für die statische Berechnung relevanten lasttragenden Bauteilen, die auf ihre Bauteilachsen und -ebenen reduziert wurden.

Trotz der automatischen Konvertierung behält der Ingenieur die volle Kontrolle über das Modell. Der AutoConverter bietet dem Anwender Funktionen, die die Überprüfung, Validierung und Anpassung des Modells erlauben, um seine Vollständigkeit und Genauigkeit sicherzustellen. Das fertiggestellte Berechnungsmodell kann anschließend im Structural Analysis Format (SAF) an Statiksoftware wie SCIA Engineer oder FRILO übergeben werden, wo die statischen Analysen am Modell vorgenommen werden.

Vorteile der automatisierten Modellumwandlung

FLEXIBILITÄT BEI MODELLÄNDERUNGEN

Bei Änderungen im physischen Modell kann die Konvertierung einfach wiederholt werden. Das ermöglicht eine schnelle Anpassung des Berechnungsmodells an Projektänderungen.

REDUZIERUNG VON FEHLERQUELLEN

Weil die manuelle Modellerstellung wegfällt, werden Eingabefehler minimiert. Trotzdem gewährleistet der AutoConverter eine konsistente Übertragung von Geometrie und Eigenschaften aus dem physischen Modell in das Berechnungsmodell.

ZEITERSPARNIS UND EFFIZIENZSTEIGERUNG

Die automatisierte Umwandlung mit dem AutoConverter reduziert den Zeitaufwand für die Modellerstellung erheblich.



STATISCHE ANALYSE DES GESAMT- TRAGWERKS AM BERECHNUNGSMODELL

3

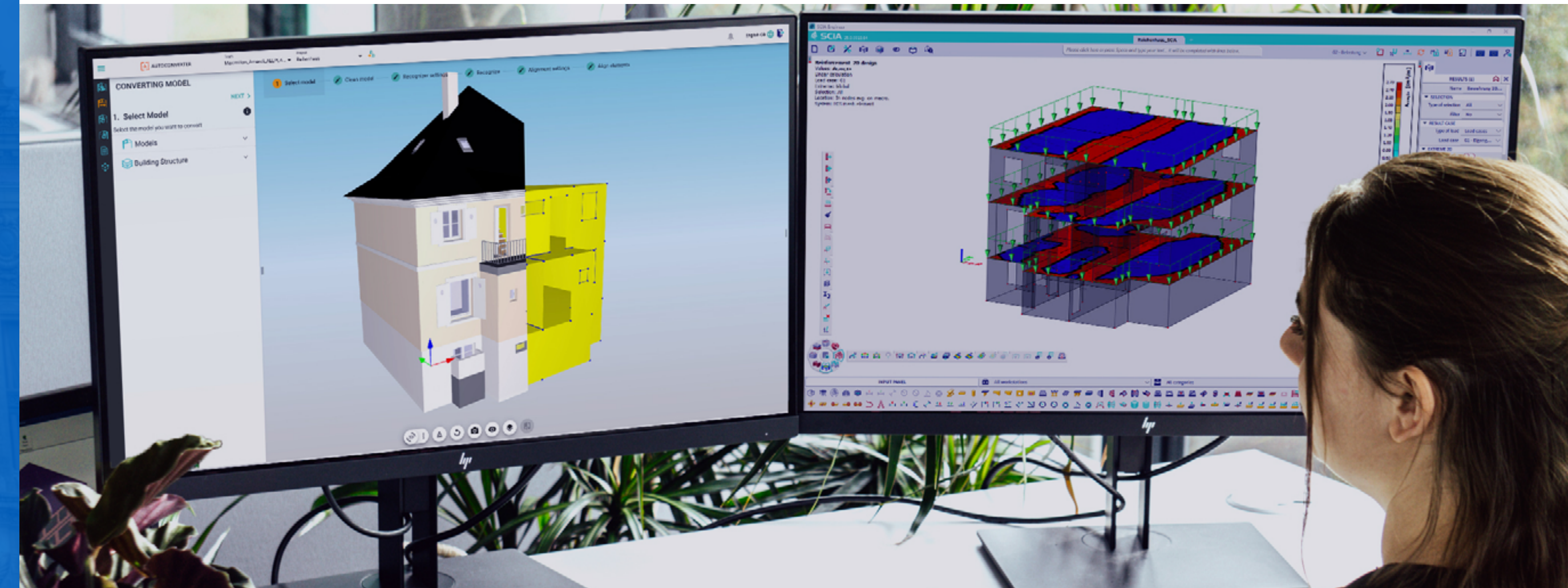
Sobald das physische Modell mit Hilfe des AutoConverters in ein sauberes Berechnungsmodell umgewandelt wurde, kann der Tragwerksplaner mit der Diagnose starten. Um möglichst effizient zu arbeiten, kann die zuvor im AutoConverter erzeugte SAF-Datei in eine Statiksoftware eingelesen werden. ALLPLAN bietet für die 3D-Strukturanalyse zur statischen Neubewertung des bestehenden Gesamttragwerks die leistungsstarke Lösung SCIA Engineer an.

Berechnung am 3D-Modell mit SCIA Engineer

SCIA Engineer bietet zahlreiche Optionen für die Definition von Randbedingungen, Lasten und Lastkombinationen, sodass Tragwerksplaner verschiedene Szenarien am 3D-Berechnungsmodell analysieren können. Zu den Funktionen, die sich bei der Sanierung und Umnutzung von Bauwerken als besonders wertvoll erweisen, gehören:

- Die Definition von nicht standardisierten Querschnitten, die z.B. vor Jahrzehnten verwendet wurden oder von Korrosion betroffen sind.
- Die freie Eingabe von tatsächlich verwendeten Materialien, deren Eigenschaften mit Proben aus dem bestehenden Tragwerk bestimmt werden.

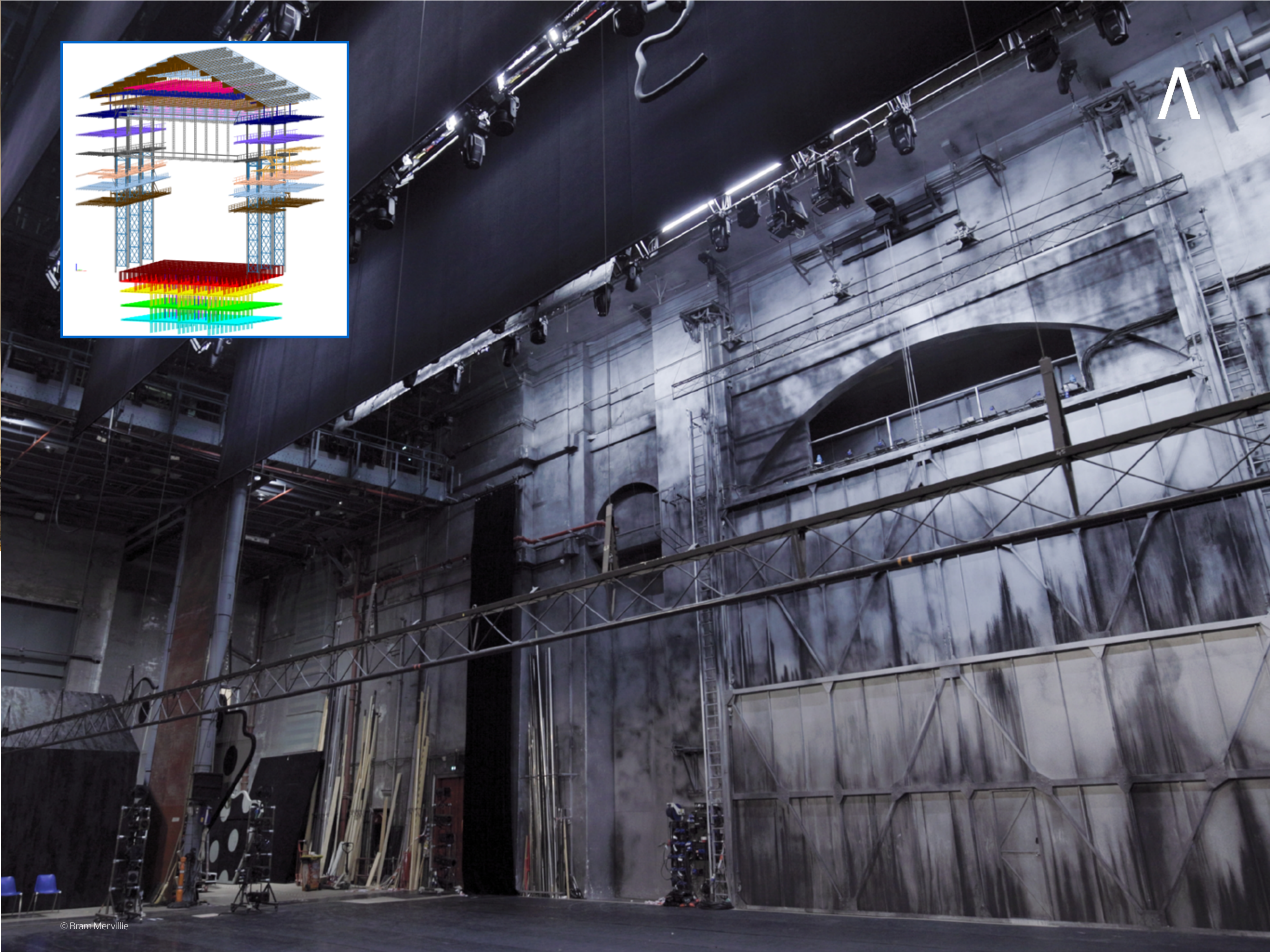
- Eine umfassende Strukturanalyse des bestehenden Tragwerks (lineare, nichtlineare, dynamische, seismische Analyse und Stabilitätsanalyse) zur Identifizierung von Bauteilen, die zu ersetzen oder zu verstärken sind.
- Die Kombination aller gängigen Baustoffe in einem Modell: Beton, Stahl, Stahlbeton, Aluminium und Holz. So gelingen die Rekonstruktion und Berechnung bestehender Bauwerke, die mehrere Materialien enthalten.
- Normgerechte Nachweise nach Eurocodes (einschließlich Nationale Anhänge), SIA und IBC, um sicherzustellen, dass die Diagnose des bestehenden Bauwerks auf aktuellen Baunormen basiert.
- Eine automatisierte und zugleich benutzerdefinierte Dokumentation der Berechnungsergebnisse, die gut nachvollziehbar ist sich bei kurzfristigen Änderungen am Modell mit einem Klick aktualisiert lässt





“Wir wurden an der Opéra Garnier beauftragt, eine Tragwerksdiagnostik für den in die Jahre gekommenen Bühnenkäfig des Opernhauses durchzuführen. Indem wir etwa 2000 Einzelteile mit 97 verschiedenen Querschnitten in SCIA Engineer modellierten und die Nachweise gemäß der aktuellen Eurocodes führten, konnten wir eine zuverlässige Bewertung des stählernen Bühnengerüsts unter Berücksichtigung der neuen ständigen Lasten abgeben.”

Aurélien Duberseuil, Duberseuil & Cie



STATISCHE ANALYSE VON EINZELBAUTEILEN AUS STAHLBETON

4

Nicht immer ist bei einem Umnutzungs- oder Sanierungsvorhaben eine statische Analyse des Gesamttragwerks, wie sie SCIA Engineer ermöglicht, notwendig. Je nach Projektanforderung kann eine lokale Betrachtung von Einzelbauteilen oder Teilsystemen zielführender sein. Für solche Fälle bietet ALLPLAN mit FRILO eine bauteilorientierte Statiksoftware an.

Historische Baustoffe und Brandschutznachweise in FRILO

Wenn Tragwerksplaner ein Bauwerk oder ein Bauteil aus dem Bestand auf seine Tragfähigkeit hin untersuchen, können die verwendeten Baustoffe eine Herausforderung darstellen. Denn in der Regel sind in alten oder denkmalgeschützten Bauwerken nicht die heutzutage üblichen Baustoffe, sondern zumeist historische Materialien verbaut. Es stellt sich also die Frage, wie sich die korrekten Baustoffkennwerte für die statische Berechnung ansetzen lassen.

Damit Nachweise für Stahlbetonquerschnitte aus historischen Materialien erbracht werden können, erhalten Tragwerksplaner mit den FRILO-Programmen B2+ und DLT+ die Möglichkeit, Betone und Betonstähle mit selbst definierten Materialparametern über eine bilineare oder lineare Arbeitslinie einzugeben. Bei der Eingabe können die dazugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte berücksichtigt werden. So lassen sich Durchlaufträger, Rechtecke, Kreise, Plattenbalken und Schichtenquerschnitte aus historischem Beton und Betonstahl statisch berechnen.

Eine weitere Herausforderung – insbesondere bei Bestandsgebäuden aus öffentlicher Hand – stellt der Brandschutznachweis dar. Es ist davon auszugehen, dass historische Bauwerke nicht nach den heute geltenden Brandschutzvorschriften erstellt wurden. Das B2+ von FRILO versetzt Tragwerkplaner in die Lage, thermische FEM-Analysen an Stahlbetonquerschnitten durchzuführen, um die Temperaturentwicklung und -verteilung für Rechteck- und Kreisquerschnitte zu bestimmen. Auf Grundlage der Temperaturverteilung erfolgt eine mechanische Analyse, bei der die Tragfähigkeit im Brandfall überprüft wird. Der Brandschutznachweis lässt sich in Kombination mit benutzerdefiniertem Material durchführen.



VERSTÄRKUNGEN ZUR ERTÜCHTIGUNG VON BAUTEILEN

5

Wenn Tragwerksplaner nach der statischen Analyse von bestehenden Bauteilen die Diagnose stellen, dass sie die erforderlichen Lasten nicht mehr tragen können, bleiben für die Therapie zwei Optionen. Entweder das Bauteil muss ersetzt oder es kann mit Hilfe von Verstärkungen revitalisiert oder gar ertüchtigt werden. FRILO unterstützt Statiker mit Lösungen bei dem Vorhaben, Betonträger, Betonplatten oder Holzträger zu erhalten.

Verstärkung von Betonbauteilen mit Carbonbeton

Eine gängige Methode zum Erhalt von Betonbauteilen ist die Verstärkung mit Spritzbeton. Um eine wirksame Verstärkung des Bauteils zu gewährleisten, wird allerdings ein erheblicher Zusatz an Eigengewicht erforderlich. Außerdem beträgt die notwendige Schichtdicke von Spritzbeton und Zulagebewehrung aufgrund der notwendigen Betondeckung, des Bewehrungsquerschnittes und des Mindestabstandes zum Altbeton meist 10 Zenitmeter, was die lichte Bauteilhöhe erheblich reduziert.

Eine wirtschaftliche Alternative stellt die Verstärkung mit dem innovativen Verbundbaustoff Carbonbeton dar. Carbonbetonverstärkungen können millimeterdünn und gleichzeitig besonders tragfähig umgesetzt werden. Das CARBOrefit®-Verfahren ermöglicht die Biegeverstärkung von Betonträgern und Betonplatten im Bestand mit Carbonbeton.



Im B2 von FRILO ist die Bemessung einer Carbonbetonverstärkung derzeit für einachsig beanspruchte Rechteckquerschnitte möglich. Das Programm führt den Nachweis der Biege- und Schubfugentragfähigkeit, wobei sämtliche Anwendungsgrenzen, die in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bzw. der allgemeinen Bauartgenehmigung geregelt sind, überprüft werden. Bei Bedarf kann außerdem auch eine Vordehnung des Querschnitts berücksichtigt werden. Zudem können Anwender auch eine Bemessung durchführen, wenn sie sich außerhalb der Anwendungsgrenzen befinden. In diesem Fall wird allerdings eine Zustimmung im Einzelfall benötigt. Eine Verstärkung in Kombination mit historischem oder freiem Material ist für den Bestandsquerschnitt anwendbar.



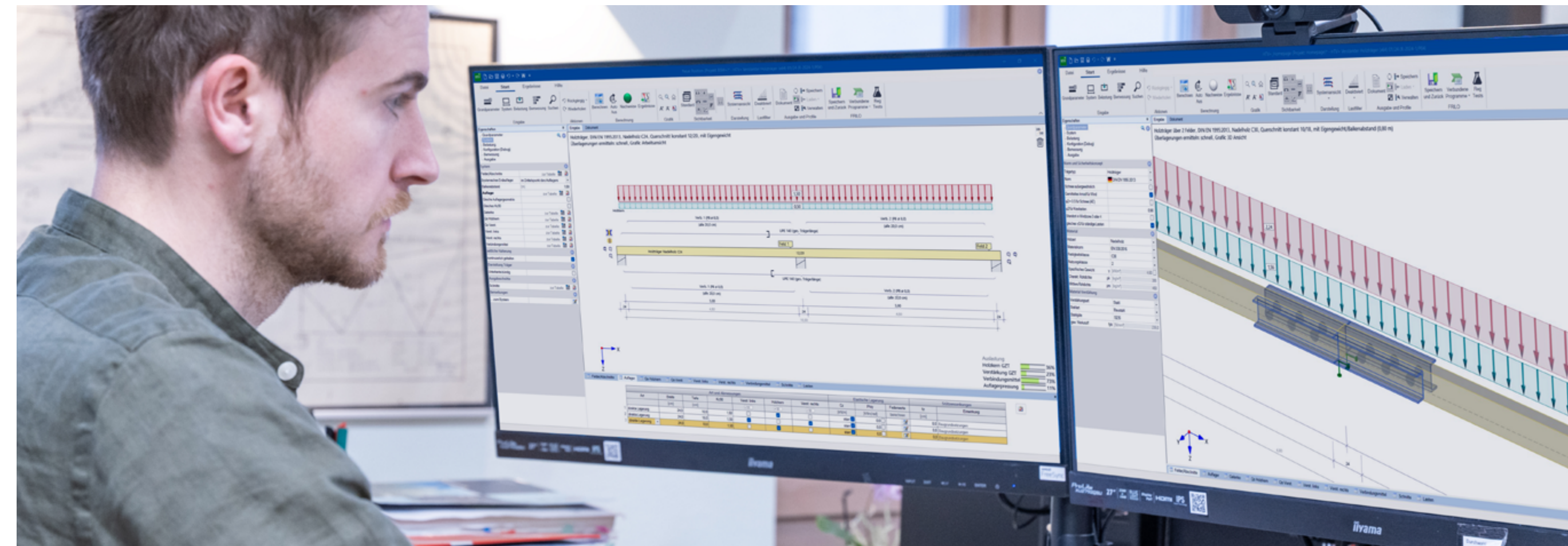
Seitliche Verstärkung von Holzträgern

Wenn für die Sanierung von bestehenden Bauwerken festgestellt wird, dass der Querschnitt eines verbauten Holzträgers z.B. im Bereich des Mittellagers beschädigt oder geschwächt ist, muss das nicht zwangsläufig den Austausch des Balkens zur Folge haben. Gleiches gilt für geänderte Nutzungsbedingungen eines Bauwerks, mit der erhöhte Anforderungen an die Tragfähigkeit des Trägers einhergehen können. Ein Tragwerksplaner kann stattdessen zunächst prüfen, ob der Holzträger durch die seitliche Anbringung von Verstärkungen ertüchtigt und damit erhalten werden kann.

Das FRILO-Programm HTV+ Verstärkter Holzträger unterstützt Tragwerksplaner bei der Berechnung und Bemessung von zu verstärkenden ein- und mehrfeldrigen Holzträgern nach Eurocode 5. Die seitlichen Holzverstärkungen lassen sich als Rechteckquerschnitte aus gängigen, genormten Holzmaterialien ausführen. Für die Ertüchtigung des Holzkerns mit Hilfe von Stahl stehen U-Profile, L-Profile und Flachstahlprofile zur Auswahl. Gelenke oder Querschnittsprünge zur Abbildung von Querschnittsausfällen oder Querschnittsschwächungen können am Holzkern definiert werden.

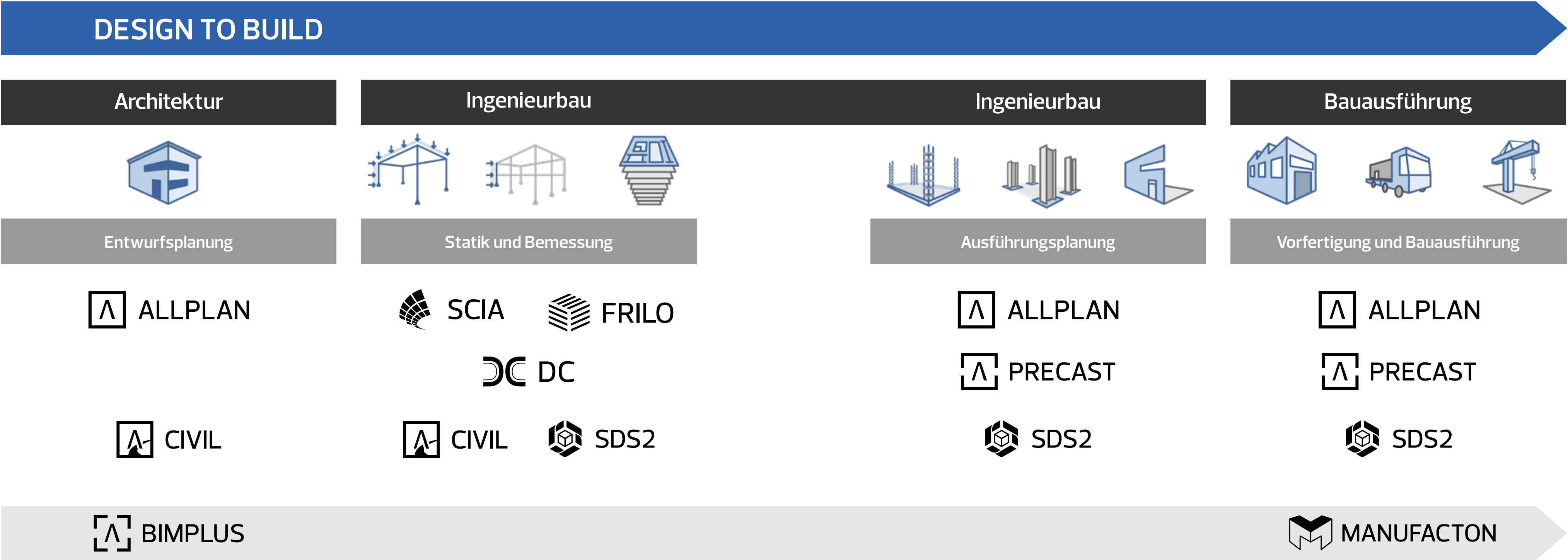
Der Holzkern und die seitlichen Verstärkungen (links und rechts) können als drei unterschiedliche statische Systeme definiert werden. Neben freier Auflagerwahl lassen sich auch die Belastungen frei auf jedes der drei Teilsysteme ansetzen. Außerdem können Bereiche definiert werden, in denen ein partieller Kernaussfall des Trägers simuliert werden soll. Anschließend werden die seitlichen Verstärkungen mit dem Holzkern unter Verwendung von frei wählbaren Verbindungsmitteln als gekoppeltes System nachgiebig verbunden. Das gekoppelte System wird mittels einer Stabwerksanalyse berechnet und die Belastungen über die Verbindungsmittel verteilt.

So lassen sich die Beanspruchung und Verformung des Holzträgers und der Verstärkung in jedem Teilabschnitt sowie in jedem Verbindungsmittel präzise berechnen. Die definierten Auflagerbedingungen und die reale Lasteinleitung werden exakt berücksichtigt. Folglich können die Verbindungsmittel zielgenau dort eingesetzt werden, wo die Beanspruchung sie erfordert. Eine wirtschaftliche und bedarfsgerechte Verstärkung ist möglich.



ALLPLAN PRODUKTE & WORKFLOW

Unser Design-to-Build-Portfolio



Über ALLPLAN

ALLPLAN ist ein Anbieter von AEC-Software mit Lösungen für Building Information Modeling (BIM), Tragwerksplanung, Ausführungsplanung und Vorfertigung. Getreu unserem Anspruch „Design to Build“ bieten wir Werkzeuge für frühzeitige, datenbasierte Entscheidungen inklusive digitaler Fertigung – und ermöglichen die Nutzung von Informationen bis zur Baustelle. Die integrierte Cloud-Technologie unterstützt die interdisziplinäre Zusammenarbeit bei Hochbau- und Infrastrukturprojekten. Innovative Workflows ermöglichen es Architekten, Ingenieuren und Bauunternehmern, ihre Projekte produktiver, sicherer und umweltfreundlicher umzusetzen.

Über 700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter weltweit schreiben mit Leidenschaft die Erfolgsgeschichte des Unternehmens fort. ALLPLAN mit Hauptsitz in München gehört zur Nemetschek Group, dem Vorreiter für die digitale Transformation in der Baubranche.

Weitere Informationen: allplan.com

ALLPLAN GmbH

Konrad-Zuse-Platz 1

81829 München

info@allplan.com

allplan.com

**Mehr zum Thema
Umbau & Sanierung?**

