



Der kantonal geschützte Leuenhof an der Zürcher Bahnhofstrasse wurde modernisiert und für den Erdbebenfall ertüchtigt. Ein Stahltragwerk bündelt die Kräfte ausserhalb des Grundrisses. Damit befreit es das historische Baudenkmal vor radikalen Massnahmen.

Der Leuenhof – ein Geschäftshaus der Zürcher Architekten Otto und Werner Pfister und ein früher Eisenbetonbau von 1913/14. Die Rahmenkonstruktion von Ingenieur Jakob Bolliger verbirgt sich als Zeitzeuge hinter der Muschelkalkfassade. Altehrwürdig und unter kantonalem Schutz, hat sich der ehemalige Hauptsitz der Bank Leu zum modernen Gebäude gewandelt. Der Bau erhielt nicht nur eine komplett neue Gebäudetechnik, sondern auch ergänzende Tragelemente. Erst ein markantes Stahltragwerk im Innenhof ermöglicht, den Bestand in die Gegenwart zu transferieren – eine Vision der Architektin, die Architektur und Statik gewinnbringend verknüpfte. Damit gelang es, sämtliche aktuell anzunehmenden horizontalen Erdbebenkräfte abzufangen und gleichzeitig die originale Erscheinung und den Charakter der Innenräume zu bewahren.

Das alte Tragwerk mit schwach verbügelten Unterzugs- und Hourdisdecken auf Mauerwerkspfählern war für heutige Verhältnisse wenig robust, wies im Erdbebenfall eine zu geringe Verformungskapazität auf und war auf eine Nutzlast von nur 200 kg/m² ausgelegt. Die Planenden suchten im eng gesteckten Handlungsbereich nach Verstärkungsmassnahmen, die der Technik in Deckenebene mit entsprechenden Durchbrüchen in den Unterzügen genug Raum liessen, die denkmalgeschützten Bereiche nicht tangierten, eine Erhöhung der Nutzlast um 100 kg/m² ermöglichten und das Bauwerk auf den Lastfall Erdbeben ertüchtigten.

Schubverstärkung der Unterzüge

In den letzten hundert Jahren hat sich der Betonbau stetig entwickelt. Aktuelle statische Modellvorstellungen lassen sich nicht 1:1 auf den Bestand anwenden. Um trotzdem Tragreserven ermitteln zu können, lässt die Norm in solchen Fällen Versuche zu. So liess man einen Unterzug freischneiden, bis ins Untergeschoss spriessen, ohne und mit Verstärkungen prüfen und bis zum Bruch fahren. Die empirischen Daten verifizierten ein von Prof. Peter Marti an der ETH entwickeltes Rechenmodell, das das Konzept der Schubverstärkung mit vorgespannten CFK-Schlaufen bestätigt. Der Spielraum für aktuelle und später geforderte Anpassungen war geschaffen.

Kräftebündelung im Innenhof

Der für den Erdbebenfall notwendige Befreiungsschlag war die verästelte Stahlkonstruktion im Innenhof. Sie stabilisiert das schüttelnde Gebäude, beschränkt die Verformungen und erhöht den Widerstand des historischen Tragwerks. Nahe des Massenschwerpunkts liegend, steht sie auf vier neuen Beton- und Stahl-Beton-Verbundscheiben. In den Anschlussknoten an der Fassade konzentrieren sich die horizontalen Zug- und Druckkräfte. Die Bestandsdecken wirken statisch mit, da man sie mit gefächert aufgeklebten CFK-Lamellen und einem faserverstärkten SCC-Überbeton zu Scheiben ausbildete. Die Kräfte sammeln und verteilen sich, veranschaulicht in der Skulptur – einer reversiblen Visualisierung von Erdbebenkräften ausserhalb des Gebäudegrundrisses, die den Bestand schon und gleichzeitig schützt.



Visualisierung der Erdbebenkräfte

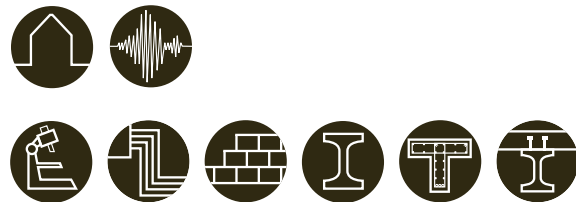
Denkmalgerechte Erdbebenertüchtigung
Leuenhof, Zürich

> p. 113 **Visualisation des efforts sismiques**

Confortement sismique dans le respect
d'un bâtiment classé monument historique,
Leuenhof, Zurich

> p. 113 **Visualizzazione delle forze sismiche**

Leuenhof a Zurigo, adeguamento strutturale
in funzione delle norme sismiche e di tutela



Bauherrschaft

Swiss Prime Anlagestiftung, Zürich

Bauherrenvertretung

Swiss Prime Site Immobilien, Zürich
Schweizer Steimen, Zürich

Gesamtleitung

Itten+Brechtbühl, Zürich

Tragwerk

WaltGalmarini, Zürich

Architektur

Tilla Theus und Partner, Zürich

Bauzeit

Herbst 2018–Winter 2020

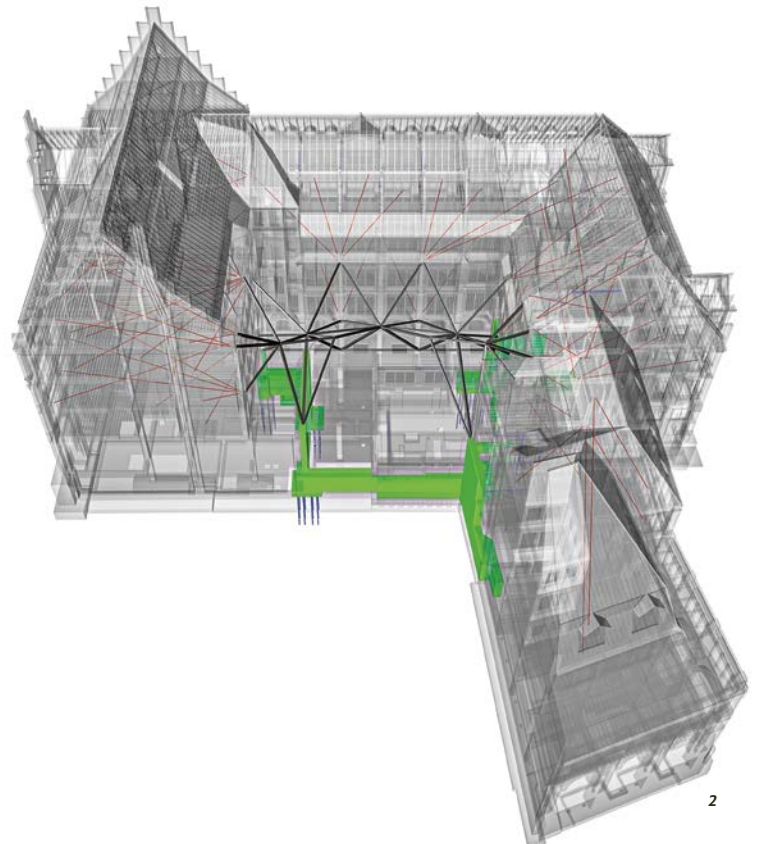
Fertigstellung

Dezember 2020



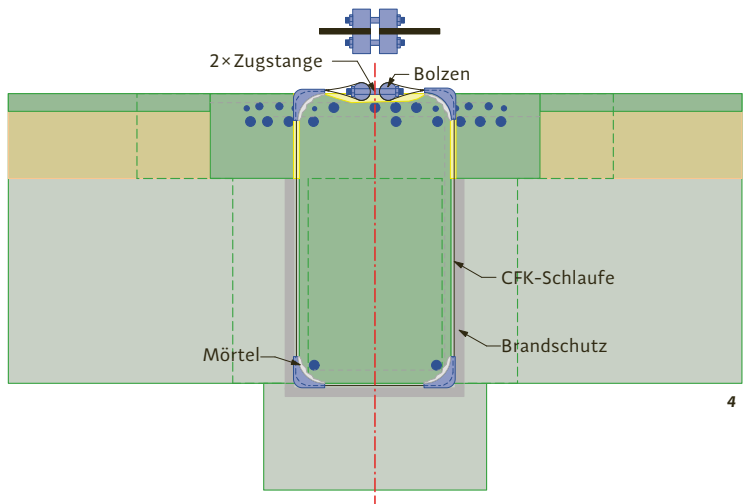
1_Die Stahlkonstruktion besteht aus schlanken, quadratischen, dickwandigen, geschweissten Kastenprofilen mit Wandstärken von bis zu 60 mm. La construction métallique est composée de caissons soudés élancés à section carrée dont l'épaisseur des parois va jusqu'à 60 mm. La costruzione in acciaio è costituita da sezioni scatolari sottili, quadrate, con pareti saldate fino a 60 mm.

2_Die CFK-Bänder sind kraftschlüssig vorgespannt und mit den beiden Betonschichten – SCC-Überbeton und 5-cm-Betonfläche der Hourdisdecken – verbunden. Les lamelles CFK sont précontraintes par friction et reliées aux deux couches de béton – surbéton SCC et couche de 5 cm des plafonds à hourdis. Le fasce in FRP sono precomprese per attrito e collegate ad entrambi gli strati di calcestruzzo – lo strato aggiuntivo di calcestruzzo autocompattante fibro-rinforzato e lo strato di cemento di 5 cm del solaio a tavelle.





3



4

3-4 Neue Lasten aus veränderter Nutzung bedingen statische Anpassungen im Bestand: Die Unterzüge sind mit CFK-Schlaufen schubverstärkt (unten) und können punktuell mit Leitungen perforiert werden (oben).

Les nouvelles charges résultant d'un changement d'utilisation nécessitent des ajustements statiques dans le bâtiment existant: les poutres sont renforcées en cisaillement avec des boucles en CFK (en bas) et peuvent être perforées à certains endroits avec des câbles (en haut).

I nuovi carichi derivanti dal cambio di destinazione d'uso richiedono adeguamenti statici nell'edificio esistente: le travi sono rinforzate a taglio con passanti in FRP (in basso) e possono essere forate puntualmente con cavi (in alto).

Wolfram Kübler (rechts),
Bauing. Hochschule Biberach/
Riss, MAS Energieingenieur,
Gebäude HSLU, Partner
und Geschäftsleiter Walt-
Galmarini, Mitglied der
Normenkommission SIA 265.

Matthias Ludin, MSc ETH
Bau-Ing., Projektleiter bei
WaltGalmarini AG, Zürich.



Herr Kübler, die Stahlkonstruktion ist ein markanter Eingriff. Welcher planerische Ansatz steckt dahinter?

Die Offenheit der Architektin Tilla Theus gegenüber neuen Denkansätzen! Kaum erwähnten wir, dass eine statisch effiziente Stabilisierung in den Innenhof fallen würde, skizzierte sie Visionen, wie diese räumlich aussehen könnte, und gemeinsam entwickelten wir die praktische Ausführung. Das Tragwerk ist nicht nur statisch effizient im Massenzentrum wirksam, sondern schont auch die geschützten Baubereiche, entflechtet die Planung und verkürzt die Bauzeit. Statische, gestalterische und planerische Aspekte werden vollumfänglich erfüllt.

Wie näherten Sie sich dieser Formgebung an?

Wir begannen mit einem Polygonzug. Und im iterativen und intensiven Dialog mit den Architekten legten wir die Anschlusspunkte an der Fassade und die Lage der Gründung fest. Wir verliehen der Struktur den formgebenden Charakter. Nur gemeinsam konnten wir eine schlüssige Stahlkonstruktion entwerfen, die auch den hohen und wichtigen architektonischen Ansprüchen entspricht.

Herr Ludin, Schweissarbeiten möchte man auf der Baustelle verhindern. Weshalb haben Sie es hier doch getan?

Es gilt alle Faktoren abzuwägen. Qualitativ hochwertige Schweissverbindungen sind auf Baustellen machbar. Dazu müssen passende Bedingungen geschaffen sowie die zerstörungsfreien Prüfungen definiert und sauber durchgeführt werden. Im vorliegenden Fall spielte der ästhetische Aspekt eine entscheidende Rolle, sich gegen eine Verschraubung zu entscheiden. Die Stäbe sollten sich bündig in den Knoten fügen. Es sollten keine Verbreiterungen sichtbar sein, alles wie aus einem Guss erscheinen. Geschweisste Knoten konnten diese Anforderungen besser erfüllen. Sie waren der Grundstein für die ruhig und filigran ausformulierte Konstruktion, die als gestaltete Ergänzung den Bestand in seiner schützenswerten Feinheit bewahrt.

■ Visualisation des efforts sismiques

Le Leuenhof, un immeuble protégé au niveau cantonal et situé dans la Bahnhofstrasse à Zurich, a fait l'objet de travaux de rénovation et de confortement sismique. Une structure métallique concentre les efforts à l'extérieur du bâtiment historique, évitant ainsi de lui infliger des mesures qui l'altéreraient radicalement.

Le Leuenhof, un immeuble de bureaux des architectes zurichois Otto et Werner Pfister, est une ancienne construction en béton armé datant de 1913-14. Derrière la façade en pierre de taille calcaire, se cache la construction à ossature de l'époque, que l'on doit à l'ingénieur Jakob Bolliger. L'ancien siège de la banque Leu, protégé sur le plan cantonal, s'est transformé en un immeuble moderne. Les installations techniques ont été entièrement renouvelées et le bâtiment s'est vu doté d'éléments porteurs complémentaires. Une structure métallique surprenante, installée dans la cour intérieure, fait rentrer le bâtiment dans la modernité. Elle permet de reprendre l'ensemble des efforts sismiques horizontaux, tout en conservant l'aspect original et le caractère des locaux.

L'ancienne structure manquait de robustesse et sa capacité de déformation en cas de séisme était insuffisante. Les ingénieurs ont recherché des mesures de renforcement laissant suffisamment de place pour les installations techniques, épargnant les parties protégées et permettant d'augmenter la charge d'exploitation tout en assurant le confortement sismique de l'ensemble de l'immeuble.

Renforcement des poutres vis-à-vis de l'effort tranchant

La construction béton connaît un développement constant et les modèles statiques actuels ne sont pas utilisables à 100% pour l'existant. Afin de déterminer les réserves statiques, la norme autorise dans ce cas le recours aux essais. Les données empiriques récoltées après un tel essai étaient conformes à un modèle de calcul développé par le prof. Peter Marti à l'EPEFZ, qui confirme le concept de renforcement vis-à-vis de l'effort tranchant au moyen de frettes en carbone précontraintes.

Centraliser les efforts dans la cour intérieure

Vis-à-vis du risque sismique, la solution salvatrice a été la structure ramifiée installée dans la cour intérieure. Elle stabilise le bâtiment historique en cas de secousses sismiques, limite les déformations et augmente la résistance d'ensemble de la structure. Proche du centre de gravité, elle s'appuie sur quatre nouvelles voiles en béton ou mixtes acier-béton. Les efforts de compression et de traction horizontaux sont concentrés dans les nœuds à la jonction des façades. Les planchers existants participent statiquement: ils agissent comme des plaques, moyennant un renforcement par des faisceaux de lamelles carbone collées en sous-face et le coulage, en surface, d'une dalle rapportée en béton fibré autonivelant. Il y a ainsi à la fois concentration puis répartition des efforts. Cela apparaît dans la «sculpture», une visualisation réversible des efforts sismiques à l'extérieur du bâtiment, qui protège l'existant tout en le ménageant.

■ Visualizzazione delle forze sismiche

L'edificio Leuenhof sulla Bahnhofstrasse a Zurigo, sotto tutela a livello cantonale, è stato rinnovato e messo in sicurezza nei confronti delle azioni sismiche. Una struttura in acciaio raccoglie le forze all'esterno dell'edificio, liberando il patrimonio storico dall'introduzione di misure d'intervento radicali.

Il Leuenhof, un edificio per uffici degli architetti Otto e Werner Pfister, è stato realizzato in cemento armato nel 1913-14. La costruzione a telaio dell'ingegner Jakob Bolliger, tipica dell'epoca, si nasconde dietro la facciata in arenaria conchigliata. L'edificio sotto tutela, sede della banca Leu, ora è un edificio moderno con una nuova tecnica costruttiva e nuovi elementi strutturali. La struttura in acciaio attualizza l'edificio, l'architetto ha associato elementi architettonici e strutturali. Le forze sismiche orizzontali vengono assorbite e allo stesso tempo l'aspetto originario e il carattere degli spazi interni è preservato.

L'antica struttura, con solai a tavelle e travetti debolmente armati su pilastri in muratura, aveva una capacità deformativa ridotta in caso di sisma e progettata per un carico di servizio di soli 200 kg/m². I progettisti hanno proposto misure tecniche di rinforzo, che permettessero sufficiente spazio a livello del soffitto con corrispondenti aperture nelle travi, che non andassero a intaccare gli ambiti tutelati, che consentissero un aumento del carico di servizio di 100 kg/m² e che rinforzassero l'edificio nei confronti del carico sismico.

Rinforzo agli sforzi di taglio in corrispondenza delle travi

La tecnica del cemento armato si è evoluta in modo costante e i modelli teorici legati al comportamento statico non possono essere applicati tali e quali all'esistente. Per avere riserve di carico, in questi casi la normativa prevede prove in situ. È stato possibile tagliare una trave, trasferirla nel seminterrato, testarla con e senza rinforzi e portarla a rottura. I dati empirici hanno verificato un modello di ricerca sviluppato dal prof. Peter Marti all'ETHZ, che conferma il concetto di rinforzo agli sforzi di taglio con passanti precompressi realizzati con un materiale composito in fibra di carbonio. È stato così creato un margine di manovra per i necessari adeguamenti attuali e futuri.

Combinazione delle forze nella corte interna

Nei confronti dell'azione sismica la soluzione è stata la costruzione ramificata in acciaio nella corte interna, che stabilizza l'edificio, riduce le deformazioni e aumenta la resistenza della struttura portante storica. È posizionata vicino al centro di massa su quattro nuove piastre di collegamento in calcestruzzo armato. Le forze orizzontali di trazione e compressione si concentrano nei nodi di collegamento in corrispondenza della facciata. I solai esistenti contribuiscono al comportamento statico, sono formati da lamelle in materiale composito in fibra di carbonio incollate in direzione diversificata e da uno strato aggiuntivo di calcestruzzo autocompattante fibro-rinforzato. Le forze si raccolgono e si distribuiscono nell'elemento scultoreo – una visualizzazione reversibile di forze sismiche all'esterno dei piani dell'edificio, che preserva l'esistente e nello stesso tempo lo protegge.