

Klares Tragwerkskonzept

Autor(en): **Lüchinger, Paul**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **134 (2008)**

Heft Dossier (Energie) **Erneueres SIA-Haus**

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-108959>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



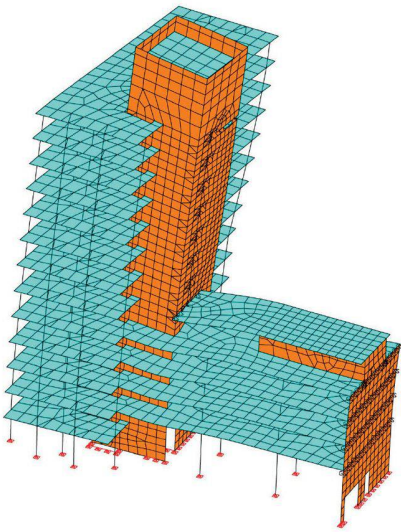
01

KLARES TRAGWERKSKONZEPT

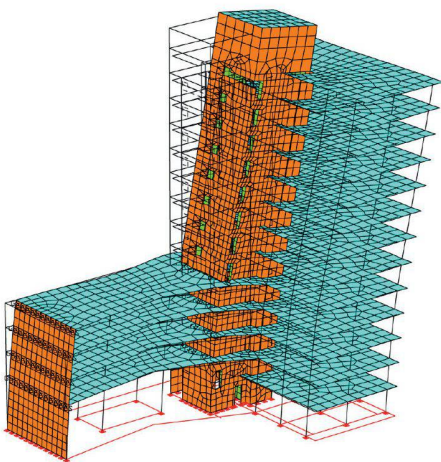
Neben den baulichen Eingriffen musste bei der Sanierung des SIA-Hochhauses auch die Erdbebensicherheit gewährleistet sein. Im Mittelpunkt der Um- und Neugestaltung stand daher – neben der Beantwortung statischer Fragen allgemeiner Natur – die Erhaltung der Tragsicherheit gegenüber einer Erdbebeneinwirkung. Die Grundrisskonstellation des SIA-Hochhauses mit exzentrisch angeordnetem Erschliessungskern mag aus statischer Sicht ein Makel sein. Das Hochhaus war denn auch eines der Beispiele zur Erprobung der Swisscodes, die im Vergleich zu früheren Normen verschärfte Bestimmungen für den Nachweis bei seismischen Einwirkungen enthalten.

Ein einheitlicher Skelettbau mit klarer Gliederung bildete die Tragstruktur des bestehenden Hochhauses. Decken in Stahlbeton trugen die Geschosslasten auf drei Reihen von Stahlstützen ab: Eine mittlere Stützenreihe lag – wie auch nach dem Umbau – in der Symmetrieachse, zwei weitere befanden sich jeweils an der Peripherie des Gebäudegrundrisses. Die Geschossdecken schlossen an diese äusseren Stützen mittels einer im Beton integrierten Stahlkonstruktion nur tangential an. Die Regelmässigkeit der Obergeschosse wurde im Erdgeschoss und im 1. Obergeschoss, einem Zwischengeschoss, unterbrochen. Der Boden dieses Zwischengeschosses sprang gegenüber der Längsfassade zurück und lagerte auf

01 Vier markante Stützen und zwei Seitenwände tragen die Lasten des neu gebauten Annexbaus, der monolithisch mit dem Hochhaus verbunden ist. Damit erhält das Hochhaus eine gegenüber dem ursprünglichen Tragwerk erhöhte Steifigkeit (Bild: Georg Aerni)



02



03

eingeschossigen Erdgeschoss-Wandscheiben. Dadurch zogen sich ein Teil der Stahlstützen über zwei Geschosse und waren doppelt so lang wie im Normalfall. Aus statischer Sicht stabilisierte ein massiver, allerdings im Grundriss exzentrisch gelegener Erschliessungskern das Bauwerk gegenüber horizontalen Einwirkungen wie Wind oder Erdbeben. Das alte Nachbargebäude, das vom Hochhaus mittels Dilatationsfuge physisch getrennt war, war ebenfalls aus Stahlbeton konzipiert, wies im Gegensatz zum Hochhaus jedoch keine klare Tragstruktur auf. Beide Gebäude fussten auf einem gemeinsamen Sockelbau von zwei grossflächigen Untergeschossen in massiver Betonbauweise.

BAULICHE EINGRIFFE

Das gleichzeitig mit dem Hochhaus erstellte Annexgebäude wurde ebenerdig rückgebaut und mit einem aufgeständerten viergeschossigen Neubau in Betonbauweise ersetzt. Vier doppelt konische Stützen und zwei Seitenwände tragen die Lasten dieses Neubaus ab. In Analogie zur funktionalen Verbindung der Hochhaus-Obergeschosse wurden die Geschossdecken des neu gebauten Annexgebäudes monolithisch mit den bestehenden Decken des Hochhauses verbunden. Die neuen Decken sind längs in Stützstreifen und quer gleichmässig vorgespannt.

Wie bis anhin werden beide Gebäude – das Hochhaus und der neue Anbau – hauptsächlich als Büroflächen genutzt. Im Erdgeschoss wird weiterhin ein Restaurant betrieben und mit einer Lounge/Bar ergänzt. Für die allgemeinen Einwirkungen wie Eigenlasten, Auflasten, Nutzlasten, Schnee und Wind gelten die allgemeinen Bestimmungen und das Sicherheitskonzept der Normen SIA 260 und 261. Da die Gesamlasten des Neubaus darum ungefähr denjenigen des ursprünglichen Bauwerks entsprechen, genügen die vorhandenen Untergeschosse als Basis der Foundation auch weiterhin.

Die auffälligsten baulichen Eingriffe in die Tragstruktur des SIA-Hochhauses sind die Ergänzungen der Randbereiche der Geschossdecken als Folge der architektonischen und der bauphysikalischen Neugestaltung der Fassade. In beide Stirnfassaden wurden je zwei Randstützen in die Fassadenkonstruktion eingebunden (Bild 4). Diese Stützen tragen allerdings keine vertikalen Deckenlasten ab, dienen jedoch der Übertragung der Windkräfte und Fassadenlasten. Zudem wurde die Geschossdecke des Zwischengeschosses an die Form der oberen Decken angeglichen. Im bestehenden Gebäude war sie im Grundriss zurückversetzt – nach dem Umbau reicht dieses Geschoss ebenso wie alle anderen bis zu den peripheren Fassadenpfeilern. Die Ergänzung dieser Decke bis zur Fassadenflucht erlaubt die Abtragung der Deckenlasten auf die ehemals zweigeschossigen frei stehenden Fassadenstützen. Dies bedeutet eine, wenn auch geringfügige, Erhöhung der vertikalen Stützenlasten, aber auch eine Verkürzung der Knicklänge.

Die neue haustechnische Erschliessung der Obergeschosse erforderte grössere Querschnittsflächen der Steigschächte. Um Synergien von Tragstruktur und Haustechnik zu nutzen, wurden die Wände der erweiterten Schächte in Beton erstellt. Weil die Geschossdecken für die Schächte teilweise durchbrochen wurden, dienen die neuen Schachtwände als Auflager für die Decken.

Im Erdgeschoss wurden die Zugänge funktional und architektonisch neu organisiert und umgestaltet. Bauliche Eingriffe in die tragenden Kernwände, die für die Gesamtstabilität von vitaler Bedeutung sind, wurden nur insofern vorgenommen, als dass sie mit Ersatzmassnahmen kompensiert werden konnten.

STATISCHE ANALYSE ERDBEBENSICHERHEIT

Im Zentrum des Interesses bezüglich Überprüfung und Bemessung der Tragkonstruktion stand die Frage nach der Erdbbensicherheit. An einem dreidimensionalen Modell wurde das Tragverhalten mithilfe des Antwortspektren-Verfahrens überprüft. Die monolithische Verbindung der beiden Gebäude wurde dafür berücksichtigt. Dabei wurde nur die Steifigkeit der Tragstruktur in Rechnung gestellt. Die aussteifende Wirkung der nicht tragenden Bauteile wurde vernachlässigt, der Steifigkeitsabfall nach der Rissbildung hingegen berücksichtigt. In der dynamischen Analyse wurden in einem ersten Schritt die Eigenfrequenzen der Tragstruk-

02 Die erste und die dritte Eigenform sind durch Torsion geprägt. In beiden Fällen entsteht eine Drehung des Hochhauskerns

03 Zweite Eigenform. Mit der gegenüber dem ursprünglichen Tragwerk erhöhten Steifigkeit wird nicht mehr das Erdbeben, sondern der Lastfall Wind massgebend, der sich im Vergleich zu früher jedoch nicht massgeblich verändert hat (Bilder: Paul Lüchinger)



04 Rück- und Umbau des Zwischengeschosses, das neu bis zu den peripheren, hier noch zweigeschossigen Fassadenpfeilern reichen soll, erforderten eine detaillierte Planung der Etappierung (Bild: Paul Lüchinger)

Anmerkung

Zur Erdbebensicherheit des alten SIA-Hauses sind bereits im Jahr 2003 Untersuchungen durchgeführt worden. Der dazugehörige Artikel ist erschienen in TEC21 29-30/2003 und kann heruntergeladen werden unter: <http://retro.seals.ch/digbib/view?rid=sbz-004:2003:129::2776>

tur ermittelt. Die Eigenformen 1 und 3 sind durch Torsion geprägt (Bild 2). Hingegen ist die Eigenform 2 erwartungsgemäss durch Biegung dominiert. Die rechnerisch ermittelten Eigenfrequenzen fallen gegenüber früheren Untersuchungen vor allem deshalb höher aus, weil die monolithische Verbindung der beiden Gebäude eine massive Erhöhung der Steifigkeit der unteren Geschosse bewirkt. Zudem führt die monolithische Verbindung der beiden Gebäude zu einer neuen Geometrie der aussteifenden Elemente. Die Tragstruktur des Nebengebäudes erzeugt auf die Gesamttragstruktur eine stabilisierende Wirkung gegenüber Torsion. Im Weiteren tragen die neuen Schachtwände zur Gesamtstabilität bei.

Vergleichende Berechnungen und ergänzende Überlegungen ergaben, dass mit der neuen Konzeption des Grundrisses die Eigenform 2 (Biegung) für das Antwortspektrum massgebend ist (Bild 3). Die vergleichenden Berechnungen zeigen auch, dass nach dem Umbau und der monolithischen Verbindung der beiden Gebäude nicht mehr das Erdbeben, sondern die Windeinwirkung das bestimmende Gefährdungsbild ist, auf das die Tragelemente schon früher ausgelegt wurden.

Nach dieser detaillierten Überprüfung der Erdbebensicherheit anhand von statischen und dynamischen Berechnungen folgt, dass die Tragstruktur des SIA-Hauses auch den strengen Anforderungen der neuen Normengeneration genügt.

Dr. Paul Lüchinger, dipl. Bauingenieur ETH SIA, lm@luechingermeyer.ch

CONCEPTION DES STRUCTURES PORTEUSES

La tour SIA repose sur une ossature clairement articulée. Des dalles en béton armé reportent les charges des étages sur trois rangées de colonnes en acier. La rangée médiane est placée dans l'axe de symétrie de l'immeuble, les deux autres à la périphérie du plan. Les dalles d'étage ne sont que tangentiellement assemblées aux appuis périphériques par une charpente métallique intégrée au béton. Cette régularité d'étage est interrompue au rez-de-chaussée et au rez supérieur, qui est un entresol: reposant sur des plaques verticales, le plancher de celui-ci s'arrête en retrait de la façade longitudinale. Une partie des colonnes s'élève donc librement sur une hauteur de deux étages. Du point de vue statique, la stabilité aux sollicitations horizontales dues au vent ou aux séismes est assurée par le noyau des circulations en béton armé, bien que celui-ci soit excentré dans le plan. La tour et son annexe s'élèvent sur un socle commun constitué de deux sous-sols en béton armé.

Lors de la transformation du bâtiment, les interventions les plus notables sur la structure porteuse sont les ajouts apportés aux zones de bord des dalles en réponse au nouveau concept de façade, ainsi que la modification du dispositif d'accès au rez-de-chaussée. Les nouvelles installations techniques destinées aux étages supérieurs impliquaient en outre l'augmentation de la section transversale des puits de desserte. Afin d'exploiter les synergies entre structures et équipements, les parois de ces puits ont été réalisées en béton pour servir de nouveaux appuis aux dalles partiellement percées par les puits agrandis qui les traversent. L'extension de la dalle du rez supérieur représente un autre changement, puisque celle-ci s'étend maintenant comme les autres, jusqu'à la façade.

Les études pour la transformation des deux bâtiments se sont concentrées sur le maintien de la

sécurité structurale en cas de séisme. Le noyau des circulations originellement situé à la périphérie du plan constituait un défaut statique du point de vue de la stabilité générale en cas d'événement sismique. La Maison SIA est donc l'un des immeubles sur lesquels on a testé l'application des nouvelles normes Swisscode, qui exigent une vérification renforcée de la sécurité sismique. Les réactions du bâtiment à un tremblement de terre ont été modélisées selon la méthode des spectres de réponse. On a pris en compte la rigidité de la structure porteuse – en négligeant l'effet raidisseur des éléments non porteurs – et intégré aux calculs la perte de rigidité après fissuration. Après diverses comparaisons et des réflexions complémentaires, il est apparu que pour le nouveau plan, la forme propre 2 (flexion) détermine le spectre de réponse. Les résultats ont aussi montré qu'après la transformation des deux bâtiments, ce n'est plus le séisme, mais l'action du vent qui constitue la situation de risque déterminante (fig. 3).

STRUTTURA PORTANTE: CONCETTO E PIANIFICAZIONE

L'edificio multipiano della SIA ha una struttura portante caratterizzata da un'ossatura articolata in modo ben definito. Solette in cemento armato sostengono il peso dei piani ripartendolo uniformemente su tre file di pilastri in acciaio. La fila di pilastri centrale è situata sull'asse di simmetria, le altre due file sono ubicate ai lati dello stabile. La soletta di ogni piano è unita solo tangenzialmente ai pilastri esterni mediante una costruzione in acciaio integrata all'edificio in calcestruzzo. La regolarità e ritmicità dei piani superiori è interrotta da un piano intermedio ubicato fra il piano terra e il primo piano. Il pavimento del piano interposto è rientrante rispetto alla facciata longitudinale e poggia su pareti che si allungano su un unico piano. Così, una parte dei pilastri in acciaio corre libera su due piani. Il corpo principale massiccio

per le installazioni, ubicato in modo decentrato, stabilizza l'immobile dal punto di vista statico contrapponendosi alle forze orizzontali esercitate dagli effetti causati da vento e scosse sismiche.

Gli interventi edili più evidenti effettuati sulla struttura portante è il completamento delle zone marginali delle solette dei piani, una conseguenza della ristrutturazione della facciata. Un secondo intervento è la riorganizzazione degli accessi al pian terreno. La nuova impiantistica per i piani superiori ha richiesto un allargamento dei pozzi di risalita. Per sfruttare le sinergie della struttura portante e dell'impiantistica, le pareti dei pozzi sono state eseguite in calcestruzzo. Inoltre, dato che le solette dei piani hanno dovuto essere in parte tagliate per costruire i pozzi, le pareti di questi ultimi servono da nuova struttura d'appoggio per le solette.

Al centro della ristrutturazione di entrambi gli edifici vi è il mantenimento della sicurezza in caso di terremoto. Il corpo principale per le installazioni, ubicato in modo decentrato, costituisce un difetto dal punto di vista statico. Per questa peculiarità l'edificio è stato scelto, fra altri, per testare le nuove norme Swisscode che prescrivono disposizioni di sicurezza più severe in caso di effetti sismici. Con l'aiuto di un modellino e prendendo come riferimento gli spettri di risposta, è stata verificata la capacità portante dell'edificio in caso di terremoto. Si è tenuto conto della rigidità della struttura portante, mentre si è tralasciato l'effetto controventante delle componenti non portanti. Si è pure considerata la perdita di rigidità dopo la formazione di crepe. Dal raffronto dei calcoli è quindi emerso che con il nuovo piano dell'edificio è ora determinante per lo spettro di risposta, la «forma spettrale» (curvatura). I calcoli hanno anche messo in evidenza che, dopo la ristrutturazione, non sono più le scosse sismiche bensì gli effetti del vento a rappresentare il pericolo principale (fig. 3).