

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 140 (2014)
Heft: 9: Alterswohnhaus Neustadt II

Artikel: Diamantsäge schafft Raum
Autor: Ekwall, Thomas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-390672>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INGENIEURWESEN

Diamantsäge schafft Raum

Ein radikaler Umbau bringt die konstruktiven Besonderheiten von Zivilschutzanlagen zum Vorschein: ein Lehrstück für ähnliche Bauaufgaben.

Text: Thomas Ekwall

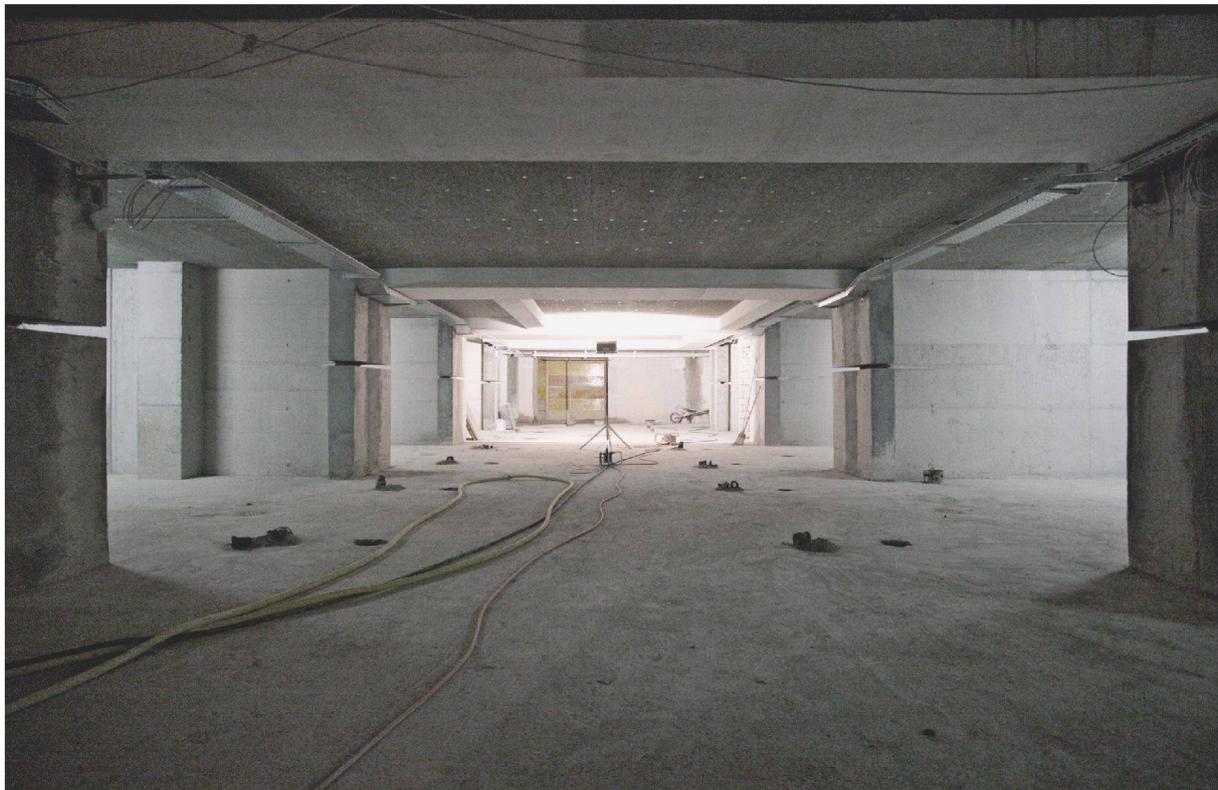


Foto: Architekturbüro Miroslav Šik

Die grosszügige Tiefgarage im Untergeschoss entstand durch den Abbruch der tragenden Wände von 25 kleinteiligen Zivilschutzräumen. Der eigentümliche Schlitz auf halber Wandhöhe ist eine konstruktive Massnahme zur Verbesserung der Krafteinleitung in die Bodenplatte (Abb. S. 31 oben links).

Die Ausgangslage für die planenden Bauingenieure von Thomas Boyle + Partner AG war prekär: Im UG des geplanten Alterswohnhauses sollten 25 Einzelräume zu einem zusammenhängenden Raum umgebaut werden. Grundlage dieser Planung war eine offenbar optimistische Machbarkeitsstudie. Sie versprach, dass aus der Zivilschutzanlage eine Tiefgarage mit 19 Abstellplätzen entstehen könnte, sofern man grosszügig Teile des be-

stehenden Tragwerks abriess. Die planenden Ingenieure erhielten im Vorprojekt die alten Bewehrungspläne und Eisenlisten dieser Konstruktion (Abb. S. 31 rechts) – und stellten fest, dass die Decken und Bodenplatten für die Aufnahme konzentrierter Lasten nicht geeignet waren.

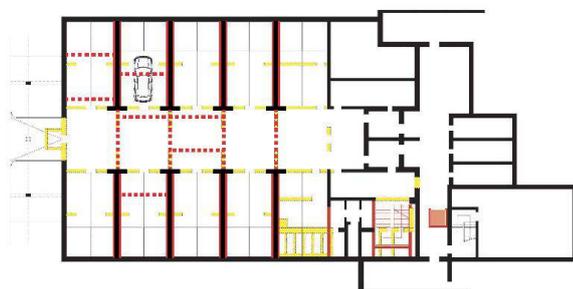
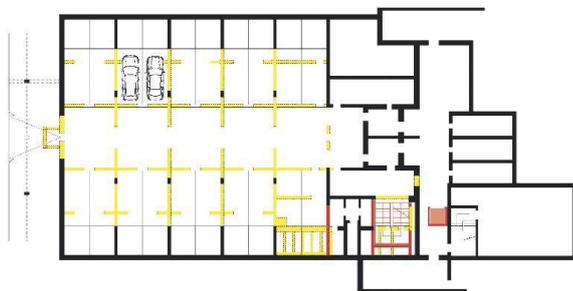
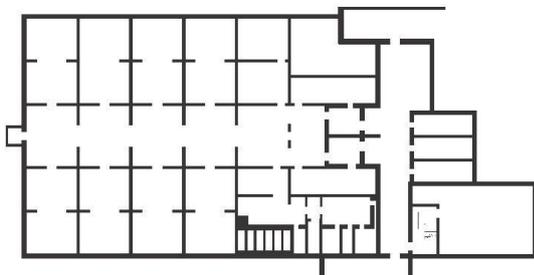
«Die von der Studie vorgesehene Stützenlösung war nicht realisierbar», erläutert Thomas Boyle im Gespräch mit TEC21 (Abb. S. 30). Nachfolgend beschreibt er die besonderen Bedingungen und Merkmale seiner Umbaumassnahmen.

Zivilschutzraum

Im Zusammenhang mit der Revision der Technischen Weisungen TWP wurden in den 1990er-Jahren sämtliche Schutzbauten einer Qualitätsprüfung unterworfen. Dabei wurde der Schutzraum des Schulhauses Neustadt II als «erneuerbar» (Kategorie B) herabgestuft. Die Baubewilligung für das Altersheim 2006 bot den Anlass, eine komplette Aufhebung des Zivilschutzes zu bewilligen, weil in diesem Gebiet der Stadt Zug genügend Schutzräume vorhanden sind und Parkplätzen ein zentrales Anliegen des Projekts war.

Bei Neubauten ist die Technische Weisung für die Konstruktion und Bemessung von Schutzbauten (TWK) 1994 in Kraft, die auf der SIA-160-Normenreihe basiert. Eine Aktualisierung auf die SIA-260-Normen ist in Planung, wobei insbesondere die Themen Schub- und Durchstanzbewehrung sowie Erdbebensicherheit auf den neuesten Stand gebracht werden.

Robert Ascher, Sachbearbeiter baulicher Zivilschutz beim Kantonalen Amt für Zivilschutz und Militär, Zug



Grundrisse des Untergeschosses im Lauf der Planung: Wandabriss (gelb), nachträglich aufgedoppelte Stahlbetonwände (rot durchgezogen), Stahlunterzüge (rot gestrichelt). **Oben:** Ist-Zustand von 1968. **Mitte:** Vorschlag der Machbarkeitsstudie mit 19 Abstellplätzen und Deckenabfangung mittels Stützen. **Unten:** ausgeführte Lösung mit 9 Parkboxen und Deckenabfangung mittels Wänden sowie Unterzügen.

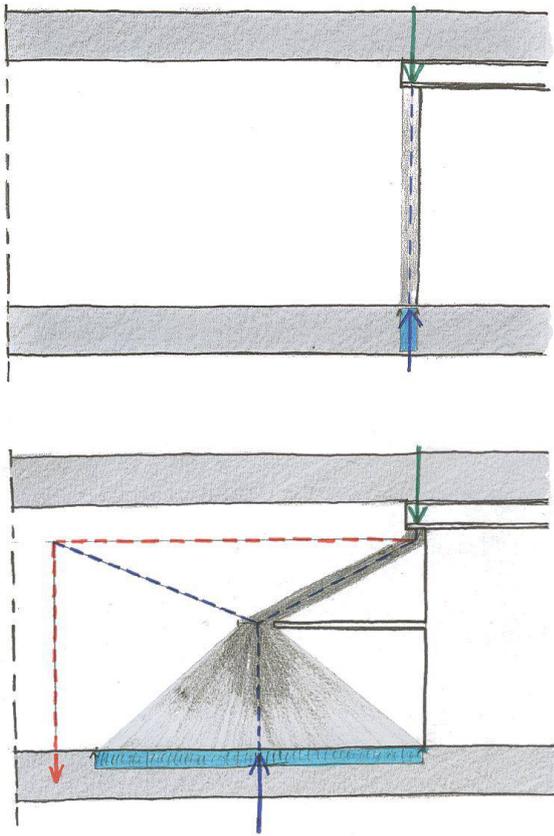
«Duktilität durch gezielte Schwächung»

Hätte man, wie es die Machbarkeitsstudie vorsah, die tragenden Wände entfernt, so hätten die Decke über dem UG und die Bodenplatte dem Druck der oberen Stützen nicht mehr standgehalten – es wäre zum Durchstanzen gekommen (vgl. Kasten S. 32). Die 90 cm dicke Decke über dem UG ist schwächer, als es der erste Blick vermuten lässt: Nur die unteren 55 cm sind bewehrt und im Auflagerbereich statisch aktivierbar, die oberen 35 cm Aufbeton dienen einzig dem Strahlenschutz und erhöhen die ständigen Lasten. Die 50 cm starke Bodenplatte ist ihrerseits mit spärlichem Bewehrungsgehalt und im Auflagerbereich mit kurzen Verankerungslängen ausgebildet, was bei alten Schutzräumen die Regel ist. Damit können aber die heutigen konstruktiven Anforderungen nicht erfüllt werden.² Aus diesen Gründen mussten einzelne Wände erhalten bleiben, um die Lasten gleichmässiger in die Decke einleiten zu können.

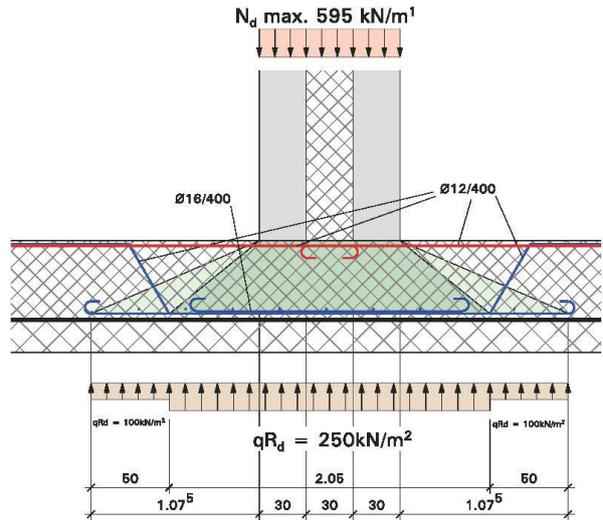
Drei Umbaumaassnahmen kamen zum Einsatz, von denen die ersten beiden als konventionelle Verstärkungen zu verstehen sind. HEM-Stahlunterzüge fangen die Lasten ab, nachdem die entsprechenden Wände abgebrochen wurden. Die Decke bleibt damit linear gelagert. Die Träger liegen auf den bestehenden Wänden in ausgespitzten Nischen auf, wobei die Wände jeweils beidseits 30 cm aufgedoppelt wurden. Nur so können sie die Lasten aufnehmen, und die Lasteinleitungsfläche in der Bodenplatte vergrössert sich um das notwendige Mass (Abb. S. 31 oben rechts).

Hinter der dritten Massnahme – der gezielten Schwächung der Trennwände – stand die Erkenntnis, dass die Bodenplatte sich nicht weiter gegen Durchstanzen verstärken liess. Wie zur Bauzeit üblich, war sie als zweischalige schwarze Wanne ausgebildet, mit dazwischen liegender Bitumenbahn. Dieses Abdichtungsprinzip kann nur mit grossem konstruktiven Aufwand tangiert werden, weshalb eine konventionelle Mikropfahlverstärkung nicht infrage kam. Eine nachträglich eingebrachte Durchstanzbewehrung hätte die mangelnde Biegebewehrung nicht kompensieren können.

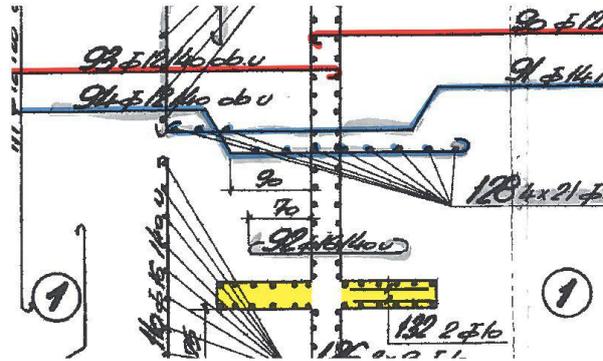
Die Ingenieure packten deshalb das Problem an den Wurzeln, nämlich bei der konzentrierten Lasteinleitung in den Wandenden: Sie liessen auf halber Höhe einen 1.90 m langen Schlitz fräsen und lagerten somit die Schnittkräfte vorteilhaft um (Abb. S. 31 links). «Solche gezielten Schwächungen sind im Holzbau und im Stahlbau häufig notwendig», betont Boyle. «Man zwingt dem Tragwerk ein duktileres Verhalten auf, indem diese Eingriffe es dort weicher machen, wo es sich selber aus vermeintlicher Stärke gefährden würde. Hier wollten wir den direkten Kraftfluss vom Wandkopf zum Fuss verhindern. Sonst hätte die Krafteinleitung in die Bodenplatte am Wandfuss zu einem «Aufreißen» der Bodenplatte vom Wandende Richtung Aussenwand geführt, und schliesslich zu einem fortlaufenden Versagen der Wand entlang. Eine FE-Berechnung hat uns die gewünschte lineare Verteilung der Wandlasten am Wandfuss bestätigt.»



Prinzipskizzen des Kraftverlaufs, Wandansicht. Vertikale Belastung der Wand (grün) und Auflagerkräfte in der Bodenplatte (Druck blau, Zug rot). **Ganz oben:** Kraftverlauf ohne Wandschlitz mit den hohen Spitzenkräften am Wandende. **Darunter:** Kraftverlauf mit Wandschlitz. Die günstigere Verteilung der Druckkräfte auf der Bodenplatte entschärft das Durchstanzproblem.

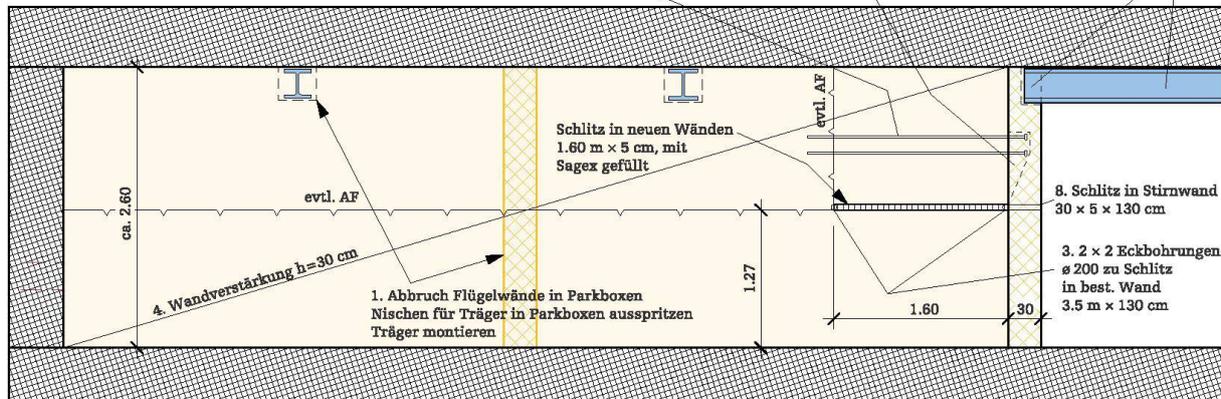


Statischer Nachweis der Lasteinleitung in der Bodenplatte, Wandquerschnitt. Sämtliche vertikalen Lasten (N_d) werden direkt ins Erdreich eingeleitet (q_{Rd}), ohne Querkraftbeanspruchung der Bodenplatte. Somit entfällt der Durchstanznachweis, der gemäss Norm nicht erbracht werden konnte.



Bewehrung der Bodenplatte im Wandbereich, Grundriss. Ausführungsplan des Ist-Zustands von 1968. Die Biegebewehrung der Bodenplatte weist hinsichtlich Durchstanzen eine ungenügende Verankerungslänge ausserhalb des Bruchkegels auf.

- 4. Verankerung der ausgespritzten Konsolen mit je vier Ancofix $\varnothing 20$ mm \times 200 cm pro Wand
- 2. Nischen in Hinterseite Stirnwand ausspritzen
- 6. Auflagernischen ausspritzen, Stahlträger HEM280/260/240 einbauen

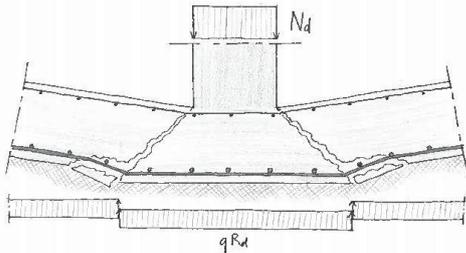


Ausführungsplan Wandansicht mit der Etappierung der Massnahmen.

Durchstanzen

Durchstanzen ist ein Bruchmechanismus, der dort stattfindet, wo konzentrierte Kräfte – etwa bei Wandenden oder Stützen – in eine Betonplatte eingeleitet werden. Es handelt sich dabei um ein sprödes Versagen, das ohne vorgängige Warnung durch Rissbildung oder grosse Verformungen entsteht. Entschärft wird das Risiko durch eine erhöhte Biegebewehrung, das Einbringen von vertikaler Durchstanzbewehrung oder Vorspannkabel.

Der Einsturz der Einstellhalle in Gretzenbach 2004 gab den Anlass zu einer grundlegenden Umformulierung des Durchstanznachweises in der Betonbaunorm SIA 262.



Durchstanzen und Bruchbild einer Betonplatte durch konzentrierte Krafteinleitung.

Alle diese Massnahmen führten zu Mehrkosten und Nutzungseinbussen, die der Bauingenieur der Bauherrschaft aber bereits im Vorprojekt mitteilte. Für die Stadt Zug war das zum Glück kein grundlegendes Problem. Ein kompletter Verzicht aus technischen Gründen auf die vorgesehene Nutzung als Einstellhalle hätte das Projekt dagegen infrage gestellt.

Die bei Weitem kostenintensivste Massnahme war der Abriss der zahlreichen tragenden Wände, um den für die Einstellhalle notwendigen Platz zu schaffen. Unzählige Kernbohrungen, Kontur- und Zerkleinerungsschnitte der Wandscheiben mit der Diamantsäge sowie Abtransporte der Betonblöcke waren erforderlich. Dazu kamen die engen Baustellenverhältnisse und der sorgfältigen Abbruchvorgang. Weil das Tageslicht fehlte und Staub allgegenwärtig war, erinnerte die Baustelle eher an einen Untertagebau (Abb. unten links).

Grosser Aufwand bei geringer Nutzung

Aus diesem radikalen Umbau der ehemaligen Zivilschutzräume lassen sich hinsichtlich Nutzungskonzepten, konstruktiven Besonderheiten und Umbaumasnahmen generelle Schlüsse ziehen:

Trotz der umfangreichen Massnahmen konnte nur ein Teil der erhofften Neunutzung realisiert werden. Und die Ergebnisse sind durchaus kontrovers zu hinterfragen: Mobilitätslösungen wie Carsharing oder die Verlegung der neun Parkplätze an einen anderen Ort wären vermutlich nachhaltiger gewesen. In diesem Sinn ist primär eine Umnutzung bei gleichzeitigem Erhalt der Tragkonstruktion anzustreben. Weil aber für die meisten Neunutzungen zusammenhängende Flächen gewünscht oder erforderlich sind, ist die Verhältnismässigkeit frühzeitig und gründlich zu überprüfen.

Das Tragverhalten ehemaliger Schutzräume ist voraussehbar: Die konstruktive Ausbildung ist in den entsprechenden Richtlinien festgelegt und im Einzelfall meist gut dokumentiert. Die Bauteilstärken täuschen aber häufig eine Robustheit vor, die nicht vorhanden ist, und die Bewehrungsführung entspricht nicht mehr den heutigen Normen. Dies lässt nur geringe Anpassungen



Bauzustand: Die mit der Diamantsäge getrennten Wandstücke warten auf den Abtransport. Die Stahlträgerunterzüge sind mit Brandschutzplatten versehen.



Endzustand: Der Schlitz durch die Stahlbetonwände wurde sichtbar gelassen. Die beidseitig angelegten Parkboxen bieten Platz für je ein Auto.



An der Schnittstelle mit dem Nachbargebäude ist der Aussenwandaufbau ersichtlich: links die schwarze Wanne des Zivilschutzraums.

Aufstockung

Aufstockungen sind stets mit Lastzunahmen verbunden. Damit diese begrenzt bleiben, haben die Holzbauingenieure von Gudenrath AG für den zweigeschossigen Aufbau eine schonende Lösung entwickelt.

Die Grundrisse der neuen Obergeschosse sind stark auf den Grundriss des bestehenden 2. OG abgestimmt, sodass Alt- und Neubau ohne besondere Abfangkonstruktion verbunden wurden.

Die Aufstockung erfolgte mit einem Holzbau in Elementbauweise. Dies reduzierte die Belastung des bestehen-

den Bauwerks, insbesondere hinsichtlich Erdbeben: Das Gewicht der Hohlkastendecke entspricht nur einer 6 cm starken Betondecke.

Die Hohlkastendecken spannen bis 8.5 m und bestehen aus zwei Dreischichtplatten à 27 mm und einem Vollholzsteg à 320 mm.

Die horizontale Aussteifung erfolgt hauptsächlich durch die vorgefabrizierten Holzwände. Diese sind im Innenbereich etwa 26 cm dick und mehrschichtig aufgebaut, mit beidseitiger Gipsfaserplatte sowie zwischenliegendem Holzständer, OSB-Platte, Brandschutzplatte und Installationshohlraum.

Damit war die Brandschutzvorlage für das Tragwerk (60 Minuten Feuerwiderstand bzw. R60, EI30[nbb]) erfüllt.

In den bestehenden Obergeschossen hat der projektierende Ingenieur zahlreiche Grundriss- und Nutzungsänderungen ermöglicht, indem er neue Wände einbauen und Decken mit Stahlträger und Klebarmierung verstärken liess. Die horizontale Aussteifung erfolgt analog zur Aufstockung mit Wandscheiben, die aus Stahlbeton und Mauerwerk bestehen.



Montage der Wandelemente und der Hohlkastendecken. Wegen der kaum vorhandenen Baustellenfläche und der kurzen Bauzeit wurde der Elementbauweise der Vorzug gegeben. Bereits nach einer Woche waren der Holzrohbau aufgestellt und das Dach abgedichtet.

der Tragkonstruktion zu. Die Deckenverstärkungen wären ohne die grosszügigen Raumhöhen nicht realisierbar gewesen. Solche Lösungen eignen sich demnach eher für öffentliche als für private Schutzräume.

Deckenverstärkungen bzw. Abfangkonstruktionen mit Stahlträgern sind pragmatisch und eignen sich wegen der trockenen Bauweise. Die Wandverstärkung ist ebenso legitim und kompensiert die Schwäche der Bodenplatte. Sie verringert aber auch die Duktilität dieses Bauteils, da die Verankerung der Biegebewehrung ausserhalb des Bruchkegels reduziert wird. Der Wandschlitz ist eine elegante, effiziente und zugleich einfach umsetzbare Lösung. Gezielte Schwächungen sind im Betonbau kein Novum³ und können insbesondere beim Bauen im Bestand eine gezielte Kraftführung erzeugen.

Das Durchstanzen wurde hier mit grösster Vorsicht behandelt. Allerdings erschwert die starke Fortentwicklung der Normen in diesem Gebiet die Einschätzung des realen Tragvermögens, umso mehr im Umgang mit dem Bestand.⁴

Dieses Projekt zeigt, welches architektonische Potenzial im Umbau von Zivilschutzanlagen steckt. Die

Umsetzung setzt aber solide Planungsgrundlagen und einen gekonnten Umgang des Bauingenieurs mit solchen bestehenden Tragwerken voraus. •

Thomas Ekwall, Redaktor Bauingenieurwesen

Anmerkungen

1 Die Machbarkeitsstudie war von der Stadt Zug im Zusammenhang mit dem Architektenwettbewerb 2007 in Auftrag gegeben worden.

2 Ungenügende Verankerung der Biegebewehrung: «Die [für den Biege widerstand] in Rechnung gestellte Bewehrung muss ausserhalb des Bereichs der Breite 3d neben der gestützten Fläche vollständig verankert sein.» (SIA 262:2003 §4.3.6.4.2.)

3 Beispielweise können Pfeilerenden oder Bogenkämpfer mit Betongelenken versehen werden. Sie sind planmässig anfällig für Risse, womit an diesen Stellen keine Biegemomente infolge Zwangsverformungen entstehen.

4 Die Klausel zur Verankerung der Biegebewehrung (Fussnote 2) ist in der revidierten Betonbaunorm SIA 262:2013 nicht mehr vorhanden. Zur Zeit der Projektierung galt aber die Auflage 2003.