Ingenieurprobleme beim Neubau der "Winterthur-Versicherungen"

Autor(en): **Simioni, Bruno**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **97 (1979)**

Heft 26

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85497

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Ingenieurprobleme beim Neubau der «Winterthur-Versicherungen»

Von B. Simioni, Winterthur

Übersicht

Im Rahmen des Neubaus der «Winterthur-Versicherungen» an der Museumstrasse in Winterthur wurde eine vierstöckige Tiefgarage mit einem darunter liegenden Tankraum erstellt. Zwei nicht alltägliche Ingenieurprobleme dieses Bauvorhabens sollen herausgegriffen und kurz dargestellt werden:

- Der Baugrubenaushub erfolgt mit einer «Elementwand», einem Verfahren, das die provisorische Baugrubenumschliessung und die definitive Aussenwand der Untergeschosse in einem Arbeitsgang zusammenfasst und so zeit- und kostensparend ist.
- Über einen Teil der Tiefgarage führt die neue General-Guisanstrasse, was Massnahmen zur Dämpfung der durch den Verkehr verursachten Schwingungen erforderte.

In Bild 5 ist der Neubau schematisch dargestellt. Bild 1 gibt eine Übersicht über die fertige Baugrube, mit den Ausfahrtsrampen des 1. und 2. Untergeschosses. Die ganze Umschliessung ist 70,0 m lang, 50,0 m breit und 13,0 bis 18,0 m tief.

Baugrubenumschliessung mit einer Elementwand

Randbedingungen

Das Grundstück für den Neubau der «Winterthur-Versicherungen» liegt im Grenzgebiet zwischen Geschäfts- und Wohnzone. Nachbargebäude und ein alter Baumbestand verhinderten den Aushub mit einer geböschten Baugrube (Bild 1). Man beabsichtigte, aus Lärmgründen eine gebohrte, rückverankerte Rühlwand zu erstellen, in deren Schutz die Kellergeschosse errichtet worden wären.

Der Baugrund bestand bis zu einer Tiefe von 20,0 m aus mässig siltigem bis sauberem Mittelkies und Kiessand. Der Grundwasserspiegel wurde in einer Tiefe von rd. 19,0 m erbohrt. Die zur Verfügung stehende Bauzeit war beschränkt: In vier Monaten musste ein Aushub von 50 000 m³ bewältigt und eine Baugrubenumschliessung von 3 200 m² erstellt werden.

Wahl der Baugrubenumschliessung

Im Laufe der Detailbearbeitung schob sich als Alternative zur gebohrten Rühlwand immer mehr eine «Elementwand» in den Vordergrund. Diese Elementwand ist eine von oben nach unten, im Sinne einer fortlaufenden Unterfangung, erstellte Ortbetonwand, die allerdings elementweise betoniert wird. Dabei wird jedes Element mit Anschlusseisen an die vorgängig erstellte Elementreihe angehängt und mit einem Erdanker vorgespannt (Bild 3).
Die Wahl zwischen den zwei Varianten erfolgte aufgrund der Kriterien:

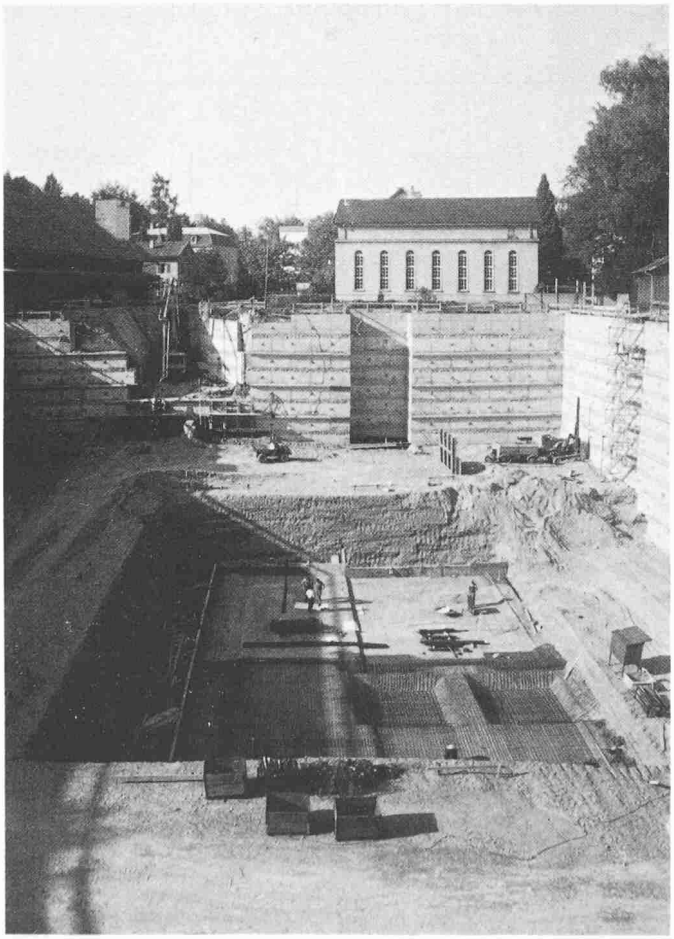


Bild 1. Übersicht über die fertig ausgehobene Baugrube. Im Hintergrund werden die letzten Elemente im Zusammenhang mit der Ausfahrtsrampe betoniert. Daneben erkennt man den Schacht für die Nottreppenhäuser

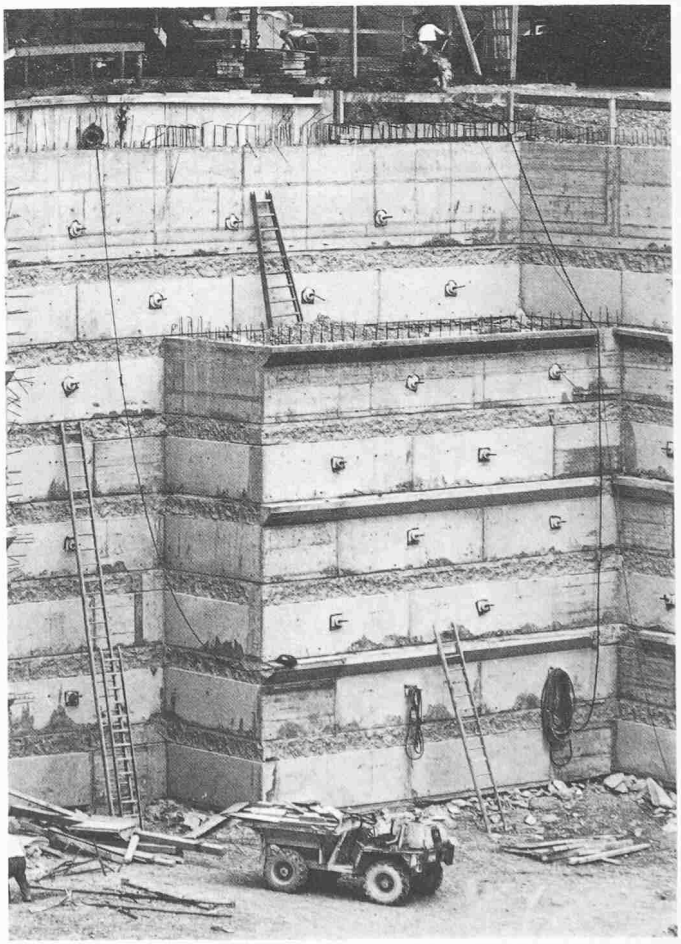


Bild 2. Südostecke der Elementwand. Gut sichtbar sind die Konsolen für die Decken und die abgespitzten Konsolen sowie die kalottenförmigen Auflagerplatten der Anker

- Gesamtkosten,
- Bauzeit,
- Umweltbelastung durch den Bauvorgang,
- Qualität und Risiko des Bauverfahrens.

Um einen korrekten Vergleich der Kosten durchführen zu können, wurden Offerten für beide Varianten eingeholt. Die Kostensituation zeigte sich folgendermassen:

A) *Gebohrte Rühlwand, inkl. Verankerung*

Rühlwand, gemäss Offerte	Fr. 1,00 Mio.
Bauwerk-Innenwand, Mehraushub	Fr. 0,30 Mio.
Total, Var. A	Fr. 1,30 Mio.

B) *Elementwand, inkl. Verankerung*

Elementwand, gemäss Offerte	Fr. 1,05 Mio.
Zus. Kosten für Verbesserungen und höheren Ausführungsstandard	Fr. 0,15 Mio.
Total, Var. B	Fr. 1,20 Mio.

Der Umstand, dass bei der Elementwand keine zweite, innere Schale erstellt werden musste, brachte gegenüber der Rühlwand Kosteneinsparungen von rd. 8% oder 100 000 Fr.
Auch bezüglich der Bauzeit war die Elementwand vorteilhafter, da der Aushub parallel zum Bau der Wand erfolgen konnte und das vorgängige Bohren und Setzen der Rühlwandträger entfiel. Zudem verringerte sich der Aufwand beim späteren Hochziehen der Kellergeschosse, da keine Aussenwände zu erstellten waren.
Das Kriterium Umweltschutz deutete ebenfalls in Richtung Elementwand, wogegen die Qualität der Bauwerksaussenwand bei einer zweischaligen Konstruktion sicher hochwertiger gewesen wäre. Da aber die Untergeschosse nur durch Garagen belegt sind und da keine Grundwasserprobleme zu erwarten waren, wurde die Qualität der Elementwand als genügend erachtet.

Statische Probleme

Definitiver Zustand

Beim fertig erstellten Bauwerk wird der horizontale Erddruck durch die Decken übertragen. Die geringe vertikale Spannweite von 2,88 m führte zu Armierungsquerschnitten, die weit unter denjenigen für die Bauzustände lagen. Schwindfugen wurden keine eingebaut: durch das elementweise Erstellen und durch die Zäsur der Dreikantleisten bei den Elementstössen entstanden in einem Abstand von ca. 4,0 m eigentliche Scheinfugen, in denen feine Risse toleriert werden können.
Die Decken wurden mit einer nachträglich ausbetonierten Schwindfuge und einer längs verlaufenden, permanenten Fuge unterteilt und am Rande mit Gleitlagern auf den Konsolen der Elementwand aufgelegt (Bild 2).

Bauzustände

Jede Elementreihe der Unterfangung musste auf zwei Bauzustände untersucht werden:
- Die Aushubphase, während der die Berme für die nächste Etappe abgetragen wurde.
- Den Zustand des vollen Aushubs mit maximalem Erddruck.

In der Aushubphase mussten die Anker der vorgängig erstellten Elementreihe zusätzlich rd. 60% des Erddrucks der im Bau befindlichen Reihe aufnehmen (Druckumlagerung).

Die Ankerkräfte der unteren Elementreihen wurden durch den ersten Lastfall, diejenigen der oberen Reihen durch den zweiten Lastfall bestimmt.
Die Berechnung der erforderlichen Ankerlängen konnte für die verschiedenen Höhen der Elementwand mit einem speziellen Computerprogramm der Fa. Stump AG, Zürich, durchgeführt werden. Dabei wurden für jede Aushubetappe die Gesamtstabilität und die Sicherheit in der tiefen Gleitfuge überprüft und die entsprechenden Ankerkräfte ermittelt.
Die durch die Ankerplatten punktförmig gestützte Wand wurde als elastisch gestütze Platte mit einer reduzierten Bettungsziffer gerechnet. Damit ver-

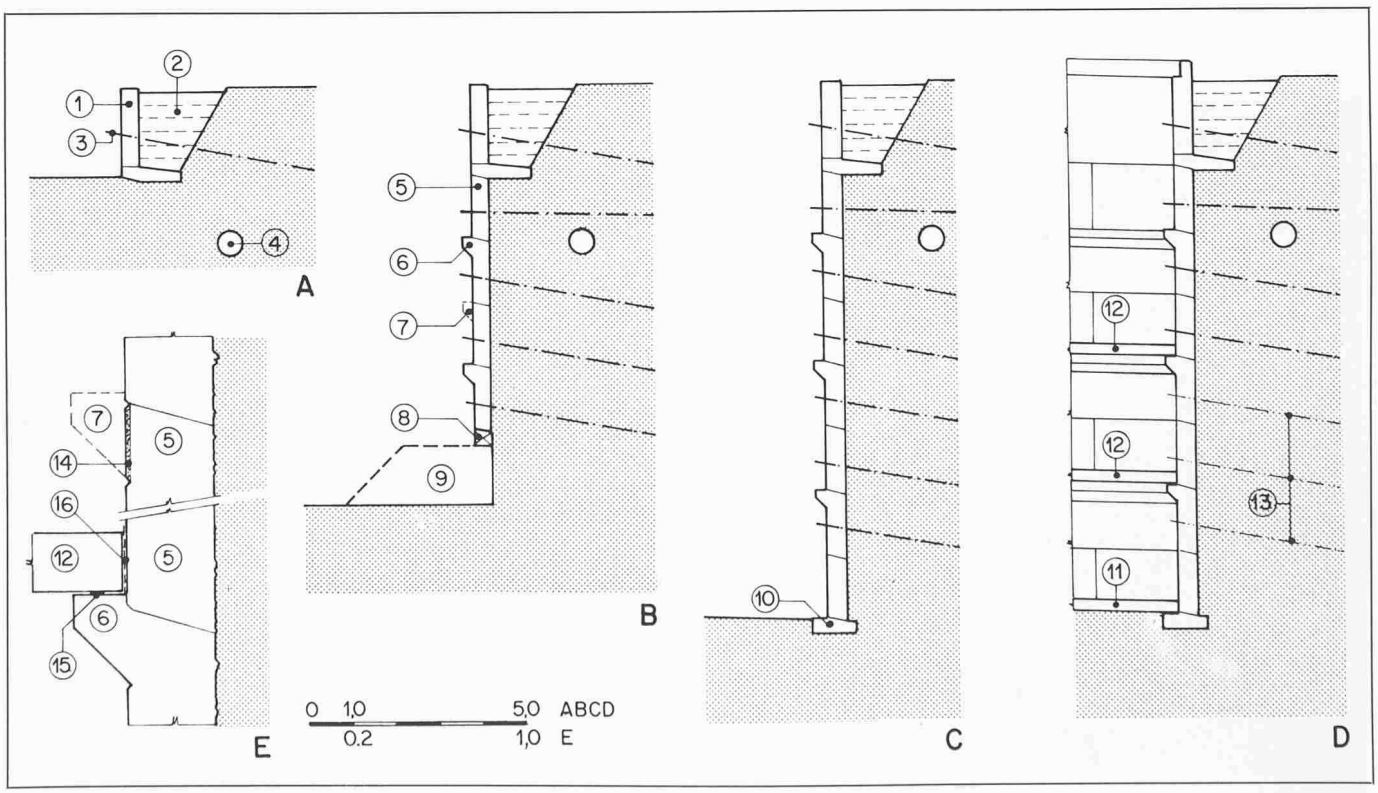


Bild 3. Vorgehen beim Erstellen der Elementwand.
A: Nach dem ersten Aushub wird die Winkelmauer erstellt und hinterfüllt. B: Die Wand wird parallel zum Aushub von oben nach unten erstellt. C: Die Wand und das Fundament sind erstellt. D: Die Decken werden betoniert und steifen das Bauwerk aus, die Anker werden gelöst. 1 Winkelmauer, 2 Hinterfüllung, 3 Erdanker, 4 Kanalisationsleitung, 5 Elemente der Wand, L = ca. 4,0 m, H = ca. 1,45 m, 6 armierte Betonierkonsole, als Deckenauflager verwendet, 7 unarmierte Betonierkonsole, abgespitzt, 8 untere Abschalung mit Anschlusseisen, 9 Berme, 10 Fundament, 11 Bodenplatte, 12 Decken der Tiefgarage, auf Konsolen aufgelegt, 13 entspannte Anker, 14 zugeputzte Betonierkonsole, 15 Gleitlager, 16 Dachpappe

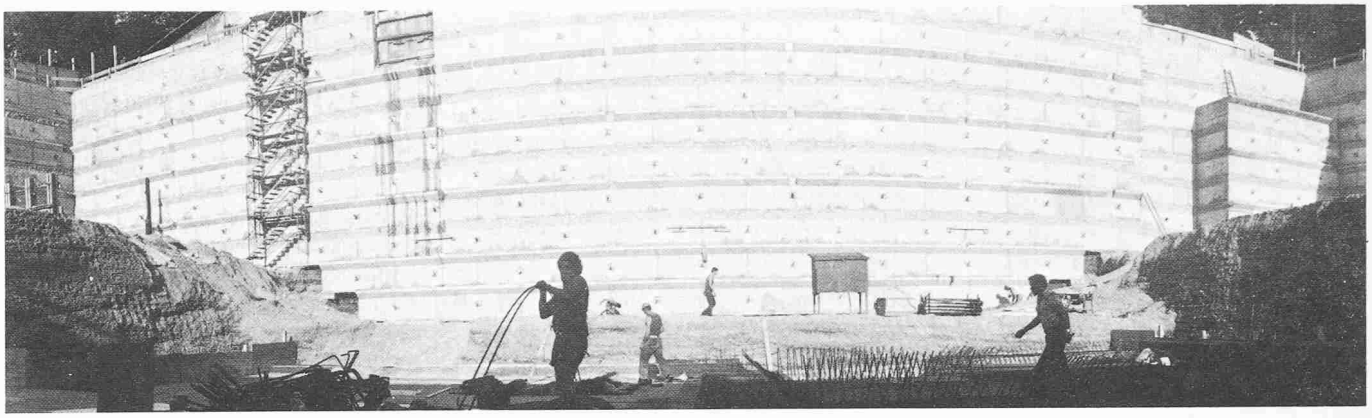


Bild 4. Ostwand, Höhe: 18,0 m, Länge: 70,0 m. Links oben erkennt man die Aussparung für den Luftansaugkanal

suchte man, die beim Aushub auftretende Auflockerung des anstehenden Materials zu erfassen. Eine zweite Berechnung als gleichmässig belastete Platte führte praktisch zu den gleichen Resultaten, was aufgrund der grossen Plattensteifigkeit ($\bar{L}$ = 2,50 m, d = 40 cm) und der niedrigen Bettungsziffer (C = 5 kg/cm³) zu erwarten war.

Ausführung

Da eine Unterfangung - was die Elementwand vom Arbeitsprinzip her gesehen ist - nicht an der Terrainoberkante angesetzt werden kann, musste zuerst eine Winkelstützmauer erstellt werden. Diese wurde sofort mit Aushubmaterial hinterfüllt und mit der ersten Ankerreihe gegen das Erdreich gespannt. Die Wand war an der Unterseite mit Anschlusseisen versehen, die vorgängig in den Boden geschlagen worden waren. Sie bildete derart einen idealen Ansatzpunkt für die folgenden Reihen der Elementwand.

Die Schalung bestand aus Tafeln von etwa 6,0 m², die oben mit Konsolen an die bereits erstellten Elemente angeschraubt und unten mit einer im Boden verankerten Schwelle gehalten wurden. Die Dreikantleisten für die Abfasungen bei den Fugen wurden jeweils vorgängig auf die Schaltafeln aufgenagelt (Bild 2). Als untere Abschalung wurden nach hinten geneigte Kistchen verwendet, die zwischen die vertikalen Anschlusseisen gestellt wurden und so eine saubere Untersicht und günstige Verhältnisse für die Kraftübertragung in der vertikalen Armierung ergaben.
Das Betonieren der Elemente - etwa 8 Stück je Tag - erfolgte mit fahrbaren Betonpumpen aus der Baugrube heraus. Es wurde ein Beton mit 240 kg/m³ Portland-Cement und 40 kg/m³ Hydrolentzusatz verwendet. Man erreichte so eine ausgezeichnete Verarbeitbarkeit bei minimalem Wasserverbrauch. Zusätzlich konnte das Schwindmass herabgesetzt werden, allerdings mit dem Nachteil einer langsameren Festigkeitsentwicklung.
In zwei Wochen (10 Arbeitstagen) wurde ein Kranz von 250 m Länge und 1,45 m Höhe erstellt. Im Normalfall wurden drei Tage nach dem Betonieren die Anker versetzt. Nach weiteren fünf Tagen wurden diese gespannt und so die Voraussetzungen für die nächste Aushubetappe geschaffen.
Da an der Südseite die Anker in völlig verschiedenen Richtungen an einer bestehenden Kanalisationsleitung vorbeigebohrt werden mussten, wurden Ankerplatten mit einer kalottenförmigen Vertiefung und einem Kugelsegment als Gegenstück verwendet. Dadurch wurde erreicht, dass die Ankerkräfte auch bei unterschiedlicher Richtung und Neigung der Anker immer gleichmässig auf die Oberfläche der Elementwand wirkten.

Schwingungsdämpfende Fugen in den Decken der Tiefgarage

Situation

Über der obersten Decke der in den vorangehenden Abschnitten beschriebenen Tiefgarage war auf dem östlichen, grösseren Teil das neue Verwaltungsgebäude der «Winterthur-Versicherungen» geplant. Über den westlichen Teil sollte die verlängerte General-Guisanstrasse geführt werden (Bild 5). Da dieser Strassenzug zur Umfahrung des Stadtkerns von Winterthur gehört, war mit intensivem Schwerverkehr zu rechnen. Es mussten Massnahmen gefunden werden, um die durch den Verkehr erzeugten Schwingungen vom Bürogebäude fernzuhalten.

Dynamische Beanspruchung, Eigenfrequenz der Decke

Die schwingenden Erregerkräfte des Verkehrs wurden in die horizontalen und vertikalen Komponenten aufgeteilt. In horizontaler Richtung konnte ein Mitschwingen der Decke wegen deren grosser Masse ausgeschlossen werden. Aus den vertikalen Erregerkräften war dagegen in den einzelnen Deckenfeldern mit Biegeschwingungen zu rechnen. Die kleinste Eigenfrequenz war zu erwarten, wenn die Felder antimetrische Bewegungen ausführten und die Knotenlinien der Schwingungen mit den Stützenachsen der Decke (Gurtstreifen) zusammenfielen. In diesen Knotenlinien verschwinden die vertikalen Verschiebungen, so dass zur Berechnung der Eigenfrequenz eine allseitig drehbar gelagerte Platte mit den Seitenlängen entsprechend den Achsmassen der Pilzdecke herangezogen werden konnte.

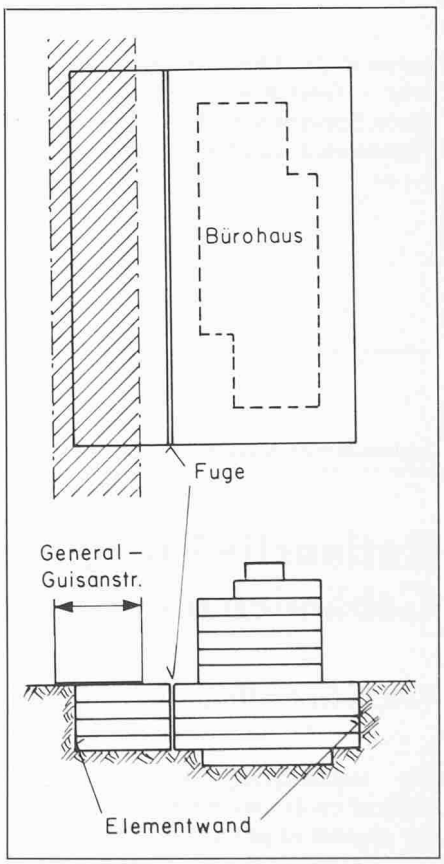


Bild 5. Schematischer Schnitt und Grundriss des Neubaus der «Winterthur-Versicherungen»

Die Berechnung der Eigenfrequenz*) führte zu 13,0 Hz. (Totallast: 2.50 t/m², Seitenlänge der Platte: 7,60 m, Plattenstärke: 50 cm). Dieser Wert lag ziemlich

*) *E. Rausch: «Maschinenfundamente und andere dynamisch beanspruchte Baukonstruktionen», VDI-Verlag Düsseldorf*

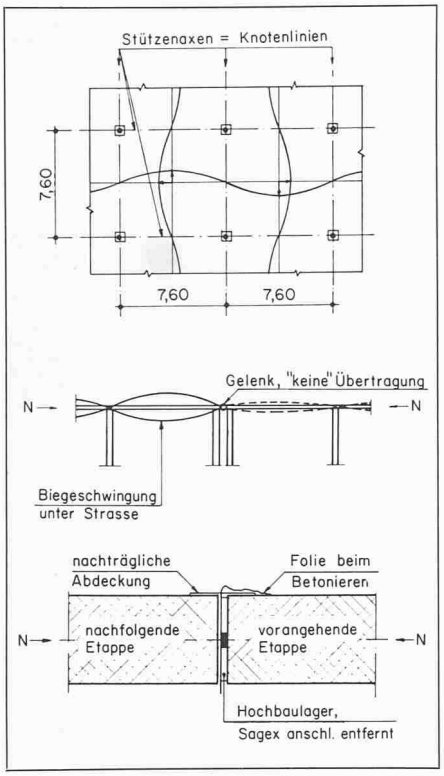


Bild 6. Wirkungsweise und Aufbau der schwingungsdämpfenden Fugen in den Decken des 1. und 2. UG der Tiefgarage

genau in der Mitte der durch den Verkehr verursachten Erregerfrequenzen, deren Spektrum nach Angaben in der Fachliteratur von 5 bis 20 Hz. reicht.

Folgerungen und Massnahmen

Obwohl angenommen werden konnte, dass die grosse Masse der Decke zusammen mit dem Strassenkoffer nur in Extremfällen in spürbare Schwingungen geraten würde, musste nach einer Lösung gesucht werden, um die Übertragung der Erschütterungen auf den Bürotrakt zu verhindern. Dazu bot sich die parallel zur Strasse laufende Fuge mit einer Doppelstützenreihe an. Diese Fuge fiel mit der Knotenlinie der Biegeschwingungen zusammen. Sie musste als Gelenk ausgebildet werden, damit sie einerseits die aus dem Erddruck herrührenden Kräfte der Umschliessung des Kellergebäudes übertragen konnte, andrerseits aber die Biegeschwingungen unterband (Bild 6).
Als billigste Lösung bot sich der Einsatz eines Hochbaulagers an. Dieses wurde an der zuerst betonierten Deckenstirn vertikal aufgeklebt. Anschliessend deckte man es mit einer Folie ab, um das Eindringen von Zementmilch zu verhindern. Hierauf wurde die zweite Deckenhälfte betoniert, und die Fuge zum Schutz vor Verschmutzung sofort überdeckt.

Zusammenfassung

Nachdem der Rohbau der «Winterthur-Versicherungen» seit einiger Zeit fertiggestellt ist, kann man feststellen, dass sich die Baugrubenumschliessung mit einer Elementwand in jeder Beziehung bewährt hat (Bild 4). Obwohl das Verfahren in dieser Grössenordnung (3200 m²) und mit diesem Ausführungsstandard für den Architekten, die Unternehmer und den Ingenieur neu war, zeigten sich in der Ausführung dank sorgfältiger Planung keine Schwierigkeiten. Auch die Wirksamkeit der schalldämfenden Fuge konnte nachgewiesen werden: es wurden Versuche mit einem beladenen Lastwagen durchgeführt, der über verschieden hohe Hindernisse (Bretter) fuhr und derart ein Deckenfeld in Schwingung versetzte. Die Ausbreitung der Schwingungen wurde durch die Gelenkfuge deutlich vermindert.

Beteiligte

Architekt
P. Stutz, Dipl. Arch. ETH/SIA, Winterthur

Ingenieur
Grünenfelder&KellerAG,Winterthur

Unternehmer
ARGE«NeubauMuseumstrasse»,mit Corti & Cie. AG, Winterthur, Lerch AG,Winterthur.

Adresse des Verfassers: *Bruno Simioni*, Dipl. Ing. ETH/SIA, Oberkahnenstrasse, 8450 Andelfingen, c/oGrünenfelderKellerAG,Winterthur

Rationelle Energieverwendung in Gebäuden und Siedlungen

Von Peter Hartmann, Dübendorf

Der nachfolgende Übersichtsartikel schliesst an die umfassende Darstellung der gegenwärtigen Forschungstätigkeit der Internationalen Energieagentur (IEA), die von *M. Roux* in der Ausgabe vom 29. März dargestellt wurde und gleichzeitig überführen in die periodische Reihe von Detailbulletins zum oben genannten Programm. Die Ausführungen sind bewusst dort breiter gehalten, wo sich eine intensive Beteiligung der Schweiz angebahnt hat.
In den bisher von der IEA erarbeiteten Dokumenten ist das Gesamtziel des Projektes sehr allgemein formuliert als «Durchführung gemeinsamer Forschungsprojekte, Entwicklungsarbeiten, Demonstrationsprojekte und eines Informationsaustausches im Hinblick auf den rationellen Einsatz von Energie in Gebäuden und Siedlungen». Als *erstes Nahziel* wurde die *Erarbeitung eines dynamischen Energiebedarfs-Berechnungs-Computer-Programms für Gebäude* aufgestellt, das in geeigneten Rechenzentren zur freien Benützung eingerichtet werden soll. Der Bedarf eines solchen Rechenprogramms drückte sich aus im regen Interesse, das Amtsstellen, Hochschule, Industrie und Planungsbüros diesem Projekt seit Beginn entgegenbringen. Die Anwendbarkeit eines solchen Rechen-Programms liegt in folgenden Teilbereichen:

- Unterstützung bei der energetischen Planung eines Gebäudes (Baukonstruktion und Energieverteilsystem),
- Kontrollinstrument für die Überprüfung des Energieverbrauchs (z. B. im Hinblick auf eine entsprechende Baugesetzgebung),
- Forschungsinstrument zur Beurteilung neuartiger Konstruktionen im Hinblick auf ihre energetischen Auswirkungen,
- Referenzprogramm für vereinfachte Berechnungsverfahren, die auch von Ingenieur- oder Architekturbüros verwendet werden können.

Projekte, Führung des gesamten Programms

Aus der Erkenntnis verschiedenartiger Forschungslücken einerseits und den