

Probleme der tiefen Baugruben: Vortrag

Autor(en): **Henauer, Robert**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **88 (1970)**

Heft 32

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-84586>

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.

Probleme der tiefen Baugruben

DK 624.152

Von **Robert Henauer**, dipl. Bau-Ing., Zürich

Vortrag, gehalten an der Studientagung der FGBH über aktuelle Ingenieurprobleme am 21. und 22. Nov. 1969 an der ETH Zürich

In meiner kurzen Übersicht gehe ich auf erdbaumechanische und ausführungstechnische Probleme ein, wie sie sich bei mehrfachen Unterkellerungen verbunden mit Hochbauten ergeben. Naturgemäss werden diese verhältnismässig teuren Tiefbauten in Kernzonen vorkommen, wo schon die behördlichen Anforderungen wie Garagierung, Luftschutz, Lagermöglichkeit und Ausnützung des Bodens zu immer grösserer Beanspruchung auch der Kellergeschosse führt. Zudem zählen diese Geschosse nicht bei der Berücksichtigung der Ausnützungsziffer. Der teure Baugrund kann also besser genutzt werden.

In Zürich haben wir Untergründe von schlechtestem bis zu gutem Seeboden, von lockeren bis zu festen Kiessandschichten und mehr oder weniger lehmigen Moräneschichten. Molasse-Fels ist nur an den Hängen des Käfer- und Zürichberges und im Giesshübel anzutreffen. Fast überall kommen die Bauten in den Bereich des Grundwassers zu liegen.

Im Gebiet zwischen den Moränenhügeln des Lindenhofes und der Enge ist die feste Grundmoräne erst in Tiefen von über 17 bis 40 m anzutreffen. Über diesen lehmigen Kiessanden liegen Sihlablagerungen von feinem Sand und Silt, die mit abnehmender Tiefe (von etwa 10 bis 12 m an) immer mehr Kiesbänke und grosse Steine aufweisen können. Die Grenze der Seeablagerungen mit den bautechnisch ungünstigen Seekreideschichten, bis 10 m Tiefe landseits, verläuft südöstlich der Nationalbank, des Hotels Baur au Lac und der Rentenanstalt.

Die meisten Baugruben reichen, zum mindesten in den tieferen Zonen, in die siltigen, dichten Böden mit k -Werten von $1 \cdot 10^{-5}$ bis $5 \cdot 10^{-7}$ m/s. Sie zeigen verhältnismässig günstige Setzungseigenschaften dank der hohen Vorbelastung, sind aber ausserordentlich grundbruchgefährlich, besonders bei Variationen der Durchlässigkeit bei Sand- und Kieslagen. Auftriebe aus gespannten Grundwasserspiegeln können zu Überraschungen führen.

Voraussetzung der Projektierung und der Wahl des Systems der Baugrubensicherung ist eine genaue Kenntnis der Bodenverhältnisse. Auch komplizierte erdbaumechanische Überlegungen z.B. bei Wand- und Verankerungsberechnungen können aber zu schweren Trugschlüssen führen, wenn die Konstanten falsch angesetzt sind. Man muss sich bei diesen Berechnungen auch immer die Heterogenität des Untergrundes vor Augen halten, sowie die Überraschungen infolge der Grundwasserverhältnisse.

Die Betreuung der Sicherheit einer tiefen Baugrube gehört gewiss zu den interessantesten Aufgaben des Ingenieurs. Er muss sich aber gerade hier klar sein, dass vieles seinem Ermessen anheimgestellt ist, weil gerade den gefährlichsten Problemen rechnerisch oft nur ungenügend Rechnung getragen werden kann. Erfahrung bei Ingenieur und Unternehmung spielen eine grosse Rolle, sie erleichtert und begünstigt Entscheidungen.

Es ist selbstverständlich, dass man die Begriffe der statischen und hydraulischen Grundbruchsicherung beherrschen muss. Sie geben Grössenordnungen der Sicherungsanforderungen, aber schon bei der Berechnung der Wände und Spriessdrücke bzw. der Verankerungskräfte beginnen die Unsicherheiten. Schon ein Studium der mannigfachen Literatur zeigt das. Meist wird mit einer trapezförmigen Verteilung der Erd drücke nach Leemann oder Terzaghi anstelle der Dreieckbelastung gerechnet. Natürlich müssen die Bauzustände berücksichtigt werden.

Was oft viel zu wenig in Rechnung gesetzt wird, ist das Verhalten des Bodens bei passivem Erddruck, der mit Recht herbeigezogen wird, aber der besonders bei unseren schlechteren Böden erst nach ganz erheblichem Zusammenpressen, also nach Deformation der Wand, zur rechten Wirkung kommt. Der bei den Umschliessungswandberechnungen zu Grunde gelegte Momentennullpunkt in der tieferen Verankerungszone wird vielfach zu hoch angenommen. Daraus ergeben sich zu günstige Schlüsse in der Berechnung der aufzunehmenden horizontalen Auflagerkräfte bei Spriessen und Verankerungen. Während die Spriessungen normalerweise noch eine genügende Sicherheit gegen solche Überraschungen aufweisen und hier im Notfall auch geholfen werden kann, ist bei Verankerungen, die vielfach aus Kostengründen eher knapp berechnet werden, eine Katastrophe viel eher möglich, da ein Nachgeben auch schon identisch ist mit einem Abfall der Tragfähigkeit. Die Verankerungen, die ich selbst heute auch meist anwende, verlangen also genauere Überlegungen über das mögliche Kräftespiel und die Verhältnisse im Boden. Ein Fehler von 5° im zul. Böschungswinkel oder in der Verankerungslänge kann sich unter Umständen schlimm auswirken. Es ist auch klar, dass Mehrfachverankerungen aufeinander abgestimmt sein müssen, sich also gegenseitig nicht belasten dürfen.

Vielfach unterschätzt wird auch die Gefahr des Grundbruches infolge eines gespannten Grundwasserspiegels. Gerade beim Vorliegen verhältnismässig dichter Schichten über tieferen Kieslagen, die im Aushub nicht erreicht werden, ist ausserordentliche Vorsicht geboten. Ein geeignetes, eine relativ dünne, dichte Sohle entlastendes Brunnensystem wird oft unumgänglich sein und helfen können.

Bei Verdichtung von stark durchlässigen Kiesböden zur Herabminderung der Wasserhaltung auf ein erträgliches Mass ist auf einen genügenden Gewichtsüberschuss über den Auftrieb auf der Verdichtungszone zu achten.

Nach diesen kurzen notwendigen Hinweisen über die statischen Verhältnisse der Sicherungen möchte ich mich zur Hauptsache mit der praktischen Seite der Probleme der tiefen Baugruben befassen.

Die heutigen Gruben sehen ganz anders aus als solche vor 10 und 15 Jahren. Damals waren noch mit Holzspriessen gesicherte Spundwände normal. Der vorhandene Spriessen-

wald liess nur mühsamen und zeitraubenden Handaushub zu. So ist man mehr und mehr zur schlankeren Stahlspriessung übergegangen, die zwischen den Etagen einen Traxaushub erlaubt. Das zunehmende Angebot der Aussenverankerungen und deren Vervollkommnungen, verbunden mit den Erfahrungen, die zwar auch die Grenzen der Anwendung solcher Verankerungen zeigten, haben weitgehend zu mehr oder weniger spriessfreien Gruben geführt. Auch hier muss neben dem vorhin Gesagten darauf hingewiesen werden, dass die Verankerungslänge abgewogen werden muss. Gerade unsere lehmig-siltigen Böden stellen gewisse Probleme in bezug auf Dauerhaftigkeit des Spannungszustandes, die nicht ausser acht gelassen werden dürfen.

Vielfach kann durch geeignete Einbeziehung der Decken oder zum mindesten von Teilen derselben in das Abstützungssystem an Spriessen und Verankerungen gespart werden. Es sind genügend grosse Öffnungen für den Aushubvorgang auszusparen. Die Decken werden am besten auf provisorische Pfähle abgestellt, die entweder im späteren Stützensystem aufgehen oder daneben liegen. Massgebend sind hier die Möglichkeiten für die Lösung von Anschlüssen der allfälligen Grundwasserisolierungen. Mit dieser Methode sollte es auch möglich sein, nach oben und unten zu bauen, wobei natürlich allfällige Setzungsunterschiede und Lastumlagerungen zu berücksichtigen sind (Bild 1).

Diese Methode wird sich auch besonders eignen, wenn in ausserordentlich schlechtem seitlichem Boden, wie z.B. beim Bau der Schweiz. Rückversicherung und dem Geschäftshaus Alfred-Escher-Strasse, eine Verankerung nicht möglich ist, wenn also auf alle Fälle innen gespriesset werden muss. Die Baugrubenumschliessung selbst richtet sich dimensionsmässig in Stärke und Länge nach den berechneten Erddruckwerten, dem Wasserdruck und den nötigen Sicherheiten gegen die Grundbruchgefahren.

Normalerweise wird die Verankerungstiefe ähnlich der Wasserspiegeldifferenz zwischen innen und aussen sein. Höherer Wasserspiegel aussen verlangt also eine geschlossene, tiefer als die Baugrube reichende Wand. Die seit Jahren verbesserte Technik der Betonschlitzwand hat dieser, auch im

Hinblick auf den geringeren Baulärm als bei der Stahlspundwand, zum fast vollständigen Durchbruch verholfen. Ähnliche Wirkungen werden mit den geschlossenen Pfahlwänden erreicht. Beide verlangen sorgfältige Ausführung, so dass auch bei den Fugen der Beton durchgehend ist. Andernfalls können beim oder kurz vor dem Freilegen bei höheren Wasserdrücken sehr unangenehme Materialdurchbrüche vorkommen, die neben den Abdichtungsarbeiten eine sofortige teure Injektion hinter der Wand, also erkleckliche Kosten neben allfälligen Fremdschäden z.B. wegen Setzungen zur Folge haben.

Selbstverständlich verlangen die Aushubarbeiten für die Schlitzwände beim Vorliegen von Blöcken und Findlingen im Boden grössere Meisselarbeiten, die zu gewissen Erschütterungen führen können. Auch können Blöcke, die nur teilweise in den Schlitz ragen, zu unliebsamen Nachrutschungen, Setzungen und Mehrverbrauch an Material führen. Ich möchte auf diese Nebenfolgen hinweisen, da bei diesem System, das mit recht gutem Erfolg unmittelbar bei Gebäuden auch an Stelle von Unterfangungen ausgeführt werden kann, diese nicht ganz ausser acht gelassen werden dürfen.

Liegt der Grundwasserspiegel unter der Baugrubensohle, sei es auf natürliche Art oder durch Senkbrunnen oder Wellpointsystem abgeteufelt, so kann rühlwandmässig vorgegangen werden. Da es sich um grössere Tiefen handelt, wird man mit dem Rammen von Profileisen keinen grossen Erfolg mehr haben. Man erstellt Bohrpfähle in angemessenen Abständen oder bohrt Löcher vor und stellt Profileisen hinein, die man entweder im untersten Teil noch rammt oder dann einbetoniert. In stark bewohnten Gebieten wird dieses lärmminierende aber teure System von der Baupolizei auch vorgeschrieben. Man kann so gesichert, rühlwandmässig, von oben nach unten mit Aushub und Wanderstellung etappenmässig vorgehen.

Es ist selbstverständlich, dass diese Art der Baugrubensicherung im Grundwasser, verbunden mit unvermeidlicher Spiegelabsenkung ausserhalb der Baugrubenumschliessung, in bebautem Gebiet und mit volumenempfindlichen Böden wegen den grossen Setzungsgefahren ausgeschlossen werden muss.

Ein recht gutes Beispiel in grösstenteils feinem Sand- und Siltboden bildete die Baugrube des «Hotel International» in

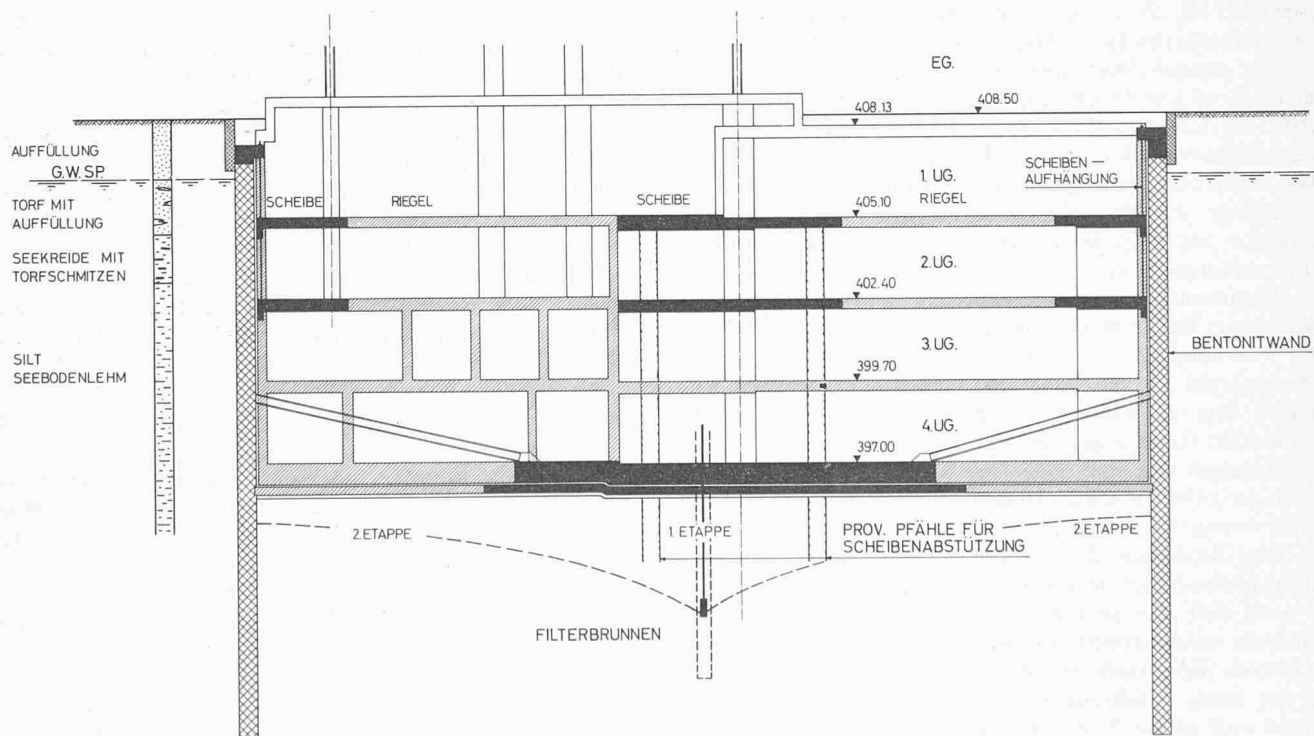


Bild 1. Geschäftshaus an der Alfred-Escher-Strasse in Zürich 2. Schnitt 1:250

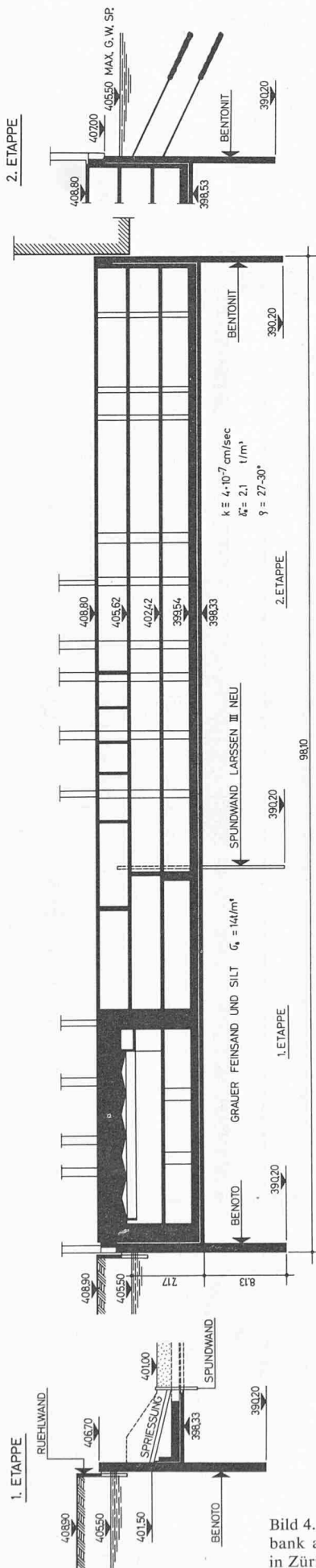


Bild 4. Zürcher Kantonalbank an der Bahnhofstrasse in Zürich. Schnitt 1:600

Häufig werden besonders beim Hochhaustyp die Untergeschosse eine bedeutend grössere Fläche einnehmen als der aufgehende Teil. Das führt zu hohen Bodenbelastungen unter dem Hochhaus und im Extremfall unter Umständen sogar zum Überschuss von Auftrieb daneben. Hier wird man durch Erfassung der Setzungsmasse des tieferen Baugrundes eine tragbare Lösung z.B. durch eine tragende Pfähling in einem Teil und einer Verankerung im anderen Teil suchen müssen, wobei das Setzungsverhalten des Untergrundes und das elastische Verhalten unterer Einbauten zu berechnen sind und für die ganze Fläche in Einklang gebracht werden müssen. Andernfalls werden sich, grossflächig gesehen, ausserordentlich grosse Kräfte und Momente in Fundamentplatte und Mauern der Untergeschosse auswirken, die aufzunehmen sehr unwirtschaftlich ist. Die Ausführung von Trennfugen im Grundwasserbereich ist meines Erachtens nicht zu empfehlen.

Dieses Problem musste z.B. beim Neubau der «Rückversicherung» gelöst werden. Auch beim Hotel «International» in Oerlikon tritt es auf (siehe Bild 3). Zum ersten Mal hatte ich damit beim Neubau des Hochhauses «Zur Palme»¹⁾ zu tun gehabt. Beim Hotelneubau «Zürich» am Neumühlequai schneidet die Baugrube in den Fels ein, so dass dort die gleichen Probleme einfacher lagen. Dafür war auf die Gefahr der gleitenden Felsschichten zu achten.

Die tiefe Baugrube ist immer ein massiver Eingriff, besonders im Bauzustand, der zu gewissen Gleichgewichtstörungen in der Umgebung führen kann, die sich in Setzungserscheinungen und Verschiebungen der weiteren Nachbarschaft zeigen können, ohne dass z.B. wesentliche Deformationen der Baugrubenumschliessung gemessen wurden, oder ohne dass der äussere Grundwasserspiegel abgesenkt wurde und sich diese Bewegungen daraus ableiten liessen.

Nicht unterlassen möchte ich, noch auf zwei Probleme hinzuweisen, die erst neueren Datums sind. Das eine betrifft die Auswirkungen des Grundwasserschutzgesetzes und das andere die Übernahme der Bauten durch den Generalunternehmer.

Das Grundwasserschutzgesetz kann sich wegen der Beeinträchtigung der Grundwasserströme sehr zuungunsten von tiefen Unterkellerungen auswirken. Eigentliche Grundwasserträger sollen nicht abgeriegelt werden, ebenso sollte das Speichervolumen nicht vermindert werden. In gewissen Stadtteilen wie z.B. dem Gebiet unterhalb dem Escher-Wyss-Platz wird dadurch die Anlage von mehrkellerigen Unterbauten verwehrt. In anderen, wo noch 2 bis 3 Untergeschosse möglich sind, wie z.B. in den Kreisen 3 bis 5, wird man keine bleibenden, tiefergehenden Abschlusswände ausführen können, wenn man die grösstmögliche Tiefe der Unterkellerung bis zum Grundwasser erreichen will. Das verbietet wiederum Betonschlitzwände. Man muss auf Spundwände zurückkommen, die aber andererseits lärmässig der Polizei oft nicht genehm sind, so dass diese Spundwände in im Bentonitverfahren geöffnete Schlitzwände gestellt werden müssen und höchstens noch in der Fusszone gerammt werden können. Sie sollen später natürlich wieder gezogen werden.

Man muss sich also heute vor der Projektierung bei zwei Amtsstellen nach der Möglichkeit der Durchführung der Unterkellerung und der Ausführung selbst erkundigen.

Die Übernahme eines Baues durch den Generalunternehmer verlangt bekanntlich die Erfassung der Kosten in einem möglichst genauen Vorausmass. Dieser Forderung ist wohl für gewisse Tiefbauarbeiten nicht nachzukommen. Man denke nur unter anderem an die Unsicherheiten der Wasserhaltung und die möglichen Meisselarbeiten und Zusatzkubaturen bei den Schlitzwänden und den Verankerungen. Es wird am besten sein,

¹⁾ Siehe «Schweiz. Bauzeitung» 1965, H. 50, S. 911.

alle diese Zusatzarbeiten, die nicht sicher erfasst werden können, aus der Pauschale herauszunehmen und gesondert aufzuführen. Daraus ergibt sich für Bauherr und Generalunternehmer die sauberste und gerechteste Lösung und dem Ingenieur kann unter Umständen mancher Ärger und Vorwurf erspart werden, da die Abschätzung dieser Zuschlagsgrößen meist recht zufällig geschehen muss. Das gilt auch bei notwendigen Injektionen und Unterfangungen mit Sicherungen und Spriessungen bei benachbarten Bauten.

Die Übertragung an den Generalunternehmer kann auch bedingen, dass die Beschreibung des Bauvorganges, die

normalerweise als integrierender Bestandteil der Ausschreibung der Tiefbauarbeiten gilt, besonders detailliert im Sinne eines Pflichtenheftes erfolgen muss.

Ich hoffe, mit dieser Zusammenfassung von Problemen, wie ich sie in meiner Praxis als projektierender Ingenieur und Experte erlebt habe, einige Hinweise gegeben zu haben. Manche Probleme sind natürlich allbekannt, aber es war doch gegeben, im Zusammenhang auch diese zu erwähnen.

Adresse des Verfassers: Robert Henauer, dipl. Bau-Ing., 8038 Zürich, Thujastrasse 6.

Das reformierte Altersheim Studacker in Zürich-Wollishofen

DK 725.56

Architekten SIA Theo Landis und Markus Maurer, Zürich

Hierzu Tafeln 21 bis 24

Inmitten des «Oberdorfes» im Stadtquartier Zürich-Wollishofen ist im Mai 1970 das reformierte Altersheim Studacker (Studackerstrasse/Kalchbühlstrasse) offiziell eröffnet worden. Die Not an Alterswohnungen und -heimen hat 1961 in der Kirchenpflege Wollishofen – besonders durch Pfarrer Karl Maurer – den Anstoss gegeben, ein quartiereigenes Altersheim in einer Art von Selbsthilfe zu bauen. Kirchensteuergelder durften damals nur für Kultzwecke und kirchliche Bauten verwendet werden und liessen sich zur Linderung von sozialen Nöten wie den Altersheimmangel nicht «zweckentfremden». Das Vorhaben gewann durch Sammeltätigkeit ein Vereinsvermögen von rund 700 000 Fr., erhielt im Laufe der Zeit aber auch bedeutende finanzielle Unterstützungen durch die Stadt, die «Stiftung für das Alter» und schliesslich auch durch die Zentralkirchenpflege. Der Gedanke, im Einwohnerkreis Mittel aufzubringen, wurde dadurch gekrönt, dass Frl. Berta Ziegler eine Stiftung errichtete, aus welcher noch zu ihrer Lebzeit ein Baubeitrag von einer Million Franken geschenkt wurde. Das «Zieglerzimmer», ausgestattet mit Biedermeiermöbeln aus dem Familienbesitz, erinnert im ersten Stock des Heimes an die hochherzige Spenderin.

Besondere Schwierigkeit bot die Baulandbeschaffung. Sie konnte dank Hilfe durch die städtische Liegenschaftsverwaltung gelöst werden. Es kam ein günstiger Baurechtsvertrag mit der Stadt Zürich zustande. Damit war die Auflage verbunden, im Neubau des Altersheims auch ein Postlokal zu erstellen.

Zu Standort und Bauanlage

Das Raumschema der Post mit einschneidenden Bestimmungen für Zufahrt und Parkplätze sowie die nach Bauordnung feststehende Lage des achtgeschossigen Hochhauses liess den Architekten nur wenig Möglichkeiten offen, um die zahlreichen Anforderungen zu erfüllen. Anstelle der fehlenden Gartenanlagen wurden im ersten und achten Obergeschoss lebendig gestaltete Terrassengärten erstellt. Der zweigeschossige Bau an der Kalchbühlstrasse nimmt im Erdgeschoss das Postbüro auf und darüber Unterkünfte und Nebenräume für Personal und Verwalter.

Im Kern des Hochhauses sind um die Treppenanlage mit Aufzügen die Nebenräume angeordnet. Die kurzen Korridore werden aus verschiedenen Richtungen belichtet. Die Zimmer weisen rund 15 m² Wohnfläche auf, dazu Eingangspartie mit Wandschrank und eigenem WC mit Lavabo. Sie sind gut besonnt und gewähren in der Mehrzahl eine weite Aussicht. Die Atmosphäre des Hauses wird durch frohe, kräftige Farbgebung bestimmt (Innenarchitekt A. Hassbjer). Verschiedene Kunstwerke schmücken das Heim,

darunter auch ein Wandteppich nach dem Entwurf von Lissy Funk. Plastisch gelungen wirkt am Hauseingang ein Gitarrenspieler in Bronze von Hansjörg Limbach.

Zu den Geschossen

In den sieben *Obergeschossen* sind 89 Pensionärzimmer untergebracht, die teils durch Türen miteinander verbunden werden können. Die Räume besitzen Anschlüsse für Telefon, Radio, Fernsehen und Lichtrufanlage.

Im *Erdgeschoss* befinden sich sämtliche Aufenthalts- und Wirtschaftsräume. Die Eingangshalle mit Telephonkabine, Aquarium, Raucherecke, Garderoben und Toiletten öffnet sich gegen einen internen Gartenhof und den Speisesaal (rund 90 Sitzplätze). Anschliessend der Wirtschaftsbereich mit Küchenanlage, Personalräumen und die Wäschebesorgung. Auf der Gegenseite des Treppenhauses liegen die Büros für Verwaltung, Hausbeamtin und Schwester, ferner ein Bastelraum und der mit einer Faltpartition unterteilbare Vortrags- und Fernsehraum.

Das *Untergeschoss* umfasst neben der Einstellhalle eine zentrale Badeanlage, Warteraum und WC, Heiz- und Warmwasserzentrale, Tankraum, Nebenräume zur Küche und Warenaufzug für die Auslieferung, Materialzentral-

Lageplan 1:2000

