

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 82 (1964)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Wünschenswerte Untersuchungen für den Stollen- und Tunnelbau  
**Autor:** Sonderegger, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-67449>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 14.03.2025

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

Von **A. Sonderegger**, dipl. Ing., Professor am Zentralschweiz. Technikum, Luzern

Der Bau von Stollen und Tunneln unterscheidet sich in mancherlei Beziehungen weitgehend von andern Bauingenieurgebieten. Der Mineur steht in enger Auseinandersetzung mit den Kräften und Launen einer vorher weitgehend unbekanntem Natur, denn er ist ein Pionier, er dringt in Gebiete ein, die vorher noch keines Menschen Fuss betreten hat. Im Felsbau arbeitet er mit Sprengstoff, einem brutalen Mittel der Zerstörung.

Die Besonderheiten der Bauarbeiten unter Tag können etwa wie folgt zusammengefasst werden:

## 1. Gegenwärtige Verhältnisse:

11. Der Geologe sucht wohl zum voraus Schwierigkeiten des Vortriebes abzuschätzen, aber der eigentliche Aufschluss wird erst durch den Vortrieb selbst erhalten. Es können somit beim Bau Ueberraschungen auftreten in einem Mass und Umfang, wie sie in andern Ingenieurgebieten durch sorgfältige Sondierungen vermieden werden.

12. Nach den bisherigen Vortriebsmethoden muss der Fels freigelegt werden, bevor er gesichert werden kann. Die Sicherung erfolgt, falls sie als wünschenswert erachtet wird, oder sogar erst, wenn sie nicht mehr zu umgehen ist.

13. Die SUVA (Schweiz. Unfallversicherungsanstalt) erhebt für die Arbeiten der Gruppe 40e «Tunnel- und Stollenbau» hohe Prämien, da es sich um eine gefährliche Bauart handelt, die leider immer wieder zu schweren und schwersten Unfällen führt. In diesem Zusammenhang sei auf die Sprengkurse verwiesen, die von der VST (Vereinigung Schweiz. Tiefbauunternehmer), der SUVA, der Sprengstoffkonvention, der Eidg. Pulververwaltung und anderen Unternehmen durchgeführt werden und grösste Anerkennung verdienen.

14. Stollen- und Tunnelvortriebe sind wenig repräsentative Bauten, da sie unter Tag liegen und der Öffentlichkeit nicht zugänglich sind. Vielleicht verleitet dieses verborgene Dasein zu einer eher stiefmütterlichen Beachtung?

## 2. Entwicklung und Forschung

21. Die *Entwicklung der Stollenbautechnik* erfolgte naturgemäss zum guten Teil in Ländern mit Minenbetrieben, in denen Kohle, Erz und andere Mineralien gefördert werden. In der Schweiz wurden ausländische Maschinen und Methoden zur Mechanisierung der Arbeiten unter Tag übernommen. Es erfolgten auch eigene Entwicklungsarbeiten, die nachstehend kurz zusammengefasst werden, wobei die Aufzählung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt:

- Eine kontinuierlich arbeitende Spritzmaschine für Spritzbeton und Gunit, durch die Spribag, Widen.
- Die Spritztechnik beim Stollenvortrieb, zum Teil als Ersatz für Einbaubogen, bei den Oberhasli- und Maggia-kraftwerken.
- Der Spitzbogen in den Freilaufstollen des Kraftwerkes Verbano.
- Die Ultraschall-Messmethode zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls und der Auflockerungszone im Felsen, durch die Motor Columbus AG.
- Verschiedene eingehende Messversuche zur Abklärung der Beanspruchung von Panzerung und Verkleidung durch den inneren Wasserdruck, durch die Elektro-Watt, die SBB, die Société Générale pour l'Industrie und andere.

22. Die *Gesetze der Felsmechanik* werden in verschiedenen Instituten im Ausland erforscht. Die Internationale Gesellschaft für Felsmechanik, Salzburg, führt jährlich Kolloquien durch, bei denen über den neuesten Stand der Erkenntnisse berichtet wird. Die Erforschung der Felseigenschaften erfuhr deutlichen Auftrieb durch den Bruch der Staumauer Malpasset. Bisher wurden mehr Aufträge zur Untersuchung von Staumauerfundamenten erteilt als für Belange des Stollen- und Tunnelbaues. In der Schweiz widmete die «Schweiz. Gesellschaft für Bodenmechanik und Fundationstechnik» ihre Herbsttagung 1962 dem Thema Fels-

mechanik. Der Autor führte im Sommer 1962 Versuche in bescheidenem Rahmen durch über den Spitzbogen, doch konnten diese Versuche zu keinem befriedigenden Abschluss gebracht werden.

23. Der *Erfahrungsaustausch* zwischen den verschiedenen schweizerischen, am Stollenbau direkt beteiligten Instanzen beschränkte sich vorwiegend auf Publikationen. Ausser der erwähnten Schweiz. Gesellschaft für Bodenmechanik und Fundationstechnik besteht keine Berufsorganisation für Stollen- und Tunnelbau, wie solche erfolgreich wirken zur Förderung von Strassenbau, Abwasserwesen, Stau-mauerbau, Baustatik u. a. Der Bundesrat erliess eine Verordnung über die Unfallverhütung bei Sprengarbeiten. Die SUVA unterhält einen Unfallverhütungsdienst, der viel zur Verbesserung der Verhältnisse beigetragen hat. Ferner wirkt beim Schweiz. Baumeisterverband eine Beratungsstelle zur Unfallverhütung. Im übrigen bestehen keine allgemein anerkannten Normalien, Richtlinien und Messvorschriften, wie sie die VSS, der VSA, der S. I. A. u. a. für verschiedene Bauarbeiten aufgestellt haben.

Nach Angaben der SUVA erreichten die versicherten Lohnsummen in den vergangenen Jahren für Stollen- und Tunnelbauten Beträge um 60 Mio Franken pro Jahr (zwischen 58,6 und 63,4 Mio Fr./Jahr für 1960 bis 1962, Gruppe 40e). Es entspricht dies jährlichen Bausummen von einer Viertel-milliarde Franken pro Jahr, also recht erheblichen Beträgen. Im Hinblick auf die Sicherheit für die Stollenbaubelegschaften und die finanzielle Bedeutung der Bauten unter Tag sollten mehr Anstrengungen unternommen werden zur wissenschaftlich-technischen Erforschung und Verbesserung der Verhältnisse beim Bau von unterirdischen Anlagen.

## 3. Wünschenswerte Untersuchungen

31. Die stollenbautechnischen Gebirgseigenschaften sollten durch eine allgemein anerkannte *Klassifikation* erfasst und bezeichnet werden. Die oft angewandten Ausdrücke wie «standfest, gebräch und druckhaft» genügen nicht. Der Elastizitätsmodul des Felsens gibt wohl ein gutes Mass zur Einschätzung, umfasst aber weder den hautechnischen Einfluss der Schichtung und Tektonik, noch der Ueberlagerung und weiterer beeinflussenden Eigenschaften. In der Literatur bestehen verschiedene Vorschläge zur Klassifizierung, die aber nicht durchgedrungen sind.

32. Der *Spannungsverlauf* im Gebirge um neu geschaffene Hohlräume in Funktion der Zeit, insbesondere die sogenannte «Entlastungsbewegung», sollte durch Messungen unter möglichst verschiedenartigen Bedingungen erfasst werden. Es kann hier auf bereits vorliegende Forschungsarbeiten von Sonntag, Pacher, Roberts, Hawkes u. a. aufgebaut werden. Es wäre wünschenswert, die günstigste Form eines Hohlraumes bestimmter Spannweite in Berücksichtigung der Gebirgs- und Felseigenschaften konstruieren oder berechnen zu können.

33. Die *Spitzbogenform* ist den Verhältnissen im Gebirge gemäss der Theorie über den Spannungsverlauf bei geringer Ueberlagerung angepasst. Bei Anwendung der Spitzbogenform wird das Felspaket, das im Scheitel ausserhalb des Kraftlinienverlaufes liegt, beim Vortrieb weggeräumt. Bei Anwendung des Rundbogens dagegen besteht stets die latente Gefahr eines Niederbruches aus dem Scheitel des Gewölbes, da die Festigkeit des Gesteins das Eigengewicht des über der Mitte hängenden Felspaketes aufnehmen muss. Beim Spitzbogenprofil ist wohl mehr Fels auszubrechen als bei einem runden Profil, doch werden dadurch statisch günstigere Verhältnisse geschaffen und damit Standfestigkeit und Sicherheit erhöht. Der Raum im Scheitel des Spitzbogens steht bei Autotunneln für Ventilationszwecke zur Verfügung. Es wäre zu begrüssen, wenn die Spitzbogenform, die in den Jahren 1950 bis 1953 in den Freilaufstollen des Kraftwerkes Verbano angewandt wurde und sich technisch und wirtschaftlich gut bewährt hat, weitere Verbrei-

tung finden würde. Aufschlussreich dürfte ein Grossversuch auf einer Stollen- oder Tunnelbaustelle sein, bei dem das Verhalten des Spitzbogens durch systematische Messungen und Beobachtungen beurteilt würde.

34. Der Spitzbogen dürfte besonders bei geringer Felsüberlagerung angebracht sein. Bei hoher Felsüberlagerung, die eine Ueberschreitung der Elastizitätsgrenze des Felsmaterials verursacht, tritt ein eher allseitiger Spannungszustand auf, ähnlich wie in einer Flüssigkeit. Wo liegt die Grenze zwischen «geringer» und «hoher» Felsüberlagerung? Bisher gilt als Grenze das Mass 500 bis 1000 m, wobei aber auch kleinere Masse auftreten können, wie dies vermutlich beim Juliastollen der Fall war. Die Grenze zwischen «geringer» und «hoher» Felsüberlagerung sollte in Beziehung zum Elastizitätsmodul des Felsens und anderen Eigenschaften des Gebirges gebracht werden, so dass sie möglichst zum voraus abgeschätzt werden kann.

35. Nach den Erfahrungen beim Bau der tiefliegenden Alpendurchstiche soll der Fels gesichert werden, bevor der aktive oder echte Bergdruck eine Druckbewegung auslöst, bei der sich beträchtliche Kräfte auswirken. Es wäre interessant, festzustellen, welche Bedingungen eine Druckbewegung verursachen und wo die Grenze liegt zwischen Druck- und Entlastungsbewegung.

36. Bei gebrächem oder gar druckhaftem Gebirge nehmen die Gefahren und Ausführungsschwierigkeiten zu. Wenn das Gefahrenmoment zu gross wird, werden Sicherungsmassnahmen beschlossen und ausgeführt, wozu folgende Verfahren zur Verfügung stehen: a) Spritzbeton, b) Felsanker, c) Einbaubogen, d) Kombination b und a oder c und a. Die Zuständigkeit für den Beschluss zur Wahl und Ausführung der Sicherungsmassnahme bildet wieder ein eigenes Problem. Je weiter oben in der Hierarchie einer Stollenbaustelle der Beschluss gefasst werden muss, um so mehr Zeit braucht es

dazu. Daher kommt es vor, dass eine Sicherungsmassnahme weiter geführt wird, auch wenn sie nicht mehr völlig geeignet ist.

Wenn eine Sicherungsmassnahme standhält, also überdimensioniert ist, entspricht dies dem allgemeinen Vorgehen im Bauingenieurwesen, denn unsere Bauten müssen aus Sicherheitsgründen überdimensioniert, genauer gesagt: wenig und überall in gleichem Mass überdimensioniert sein, so dass die Beanspruchung der Baumaterialien auch bei Superposition von statischer und dynamischer Belastung, Einfluss von Temperaturschwankungen, Schwinden des Betons, Beanspruchung infolge Wind, Erdbeben usw. ein zulässiges Mass nicht überschreitet. Auch im Stollenbau sollte eine Sicherungsmassnahme in vernünftigen Grenzen «richtig», d. h. ein wenig überdimensioniert werden.

Wenn im Untertagebau die Sicherungsmassnahme zu schwach gewählt wurde, was aus Ersparnisgründen vorkommen kann, wird die Materialfestigkeit an einem Ort überschritten. Es kann dies zu einem Bruch führen, sei es in der Verkleidung aus Spritzbeton oder geschalttem Beton, oder im Fels, wobei es zu einem Niederbruch kommen kann. Einen Riss in einer Beton- oder Spritzbetonverkleidung muss man bezüglich Zunahme seiner Breite beobachten, um festzustellen, ob er eine Folge der Entlastungsbewegung ist, also abklingt, oder ob er den Beginn einer Druckbewegung anzeigt. Meist verursacht eine vorerst zu schwach dimensionierte Sicherungsmassnahme nachträglich zusätzliche Arbeiten, Kosten und einen unvermeidlichen Zeitaufwand, was bei einer genügenden Dimensionierung am Anfang hätten vermieden werden können. Dabei muss stets der Umstand beachtet werden, dass die Arbeiter unter Gefahr stehen. Die Unfallversicherungsprämien sind wohl hoch, doch genügt es aus menschlichen Gründen nicht, das Gefahrenmoment allein als Kalkulationsfaktor in Rechnung zu setzen.

Schluss siehe Seite 130

## Die Aluminium-Hütte der Schweizerischen Aluminium AG in Steg (Wallis)

DK 669.713

### Die Stahlkonstruktion der Ofenhalle

Fortsetzung von S. 94

Von Dr. Curt F. Kollbrunner und Hans-Rudolf Holenweg, AG. Conrad Zschokke, Döttingen und Zürich

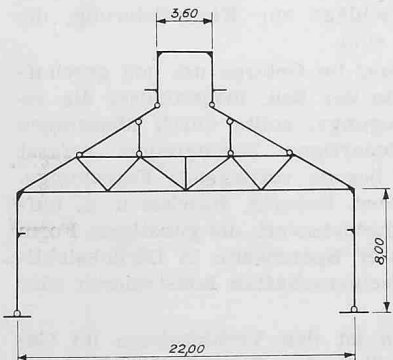


Bild 1. Statisches System der Ofenhalle

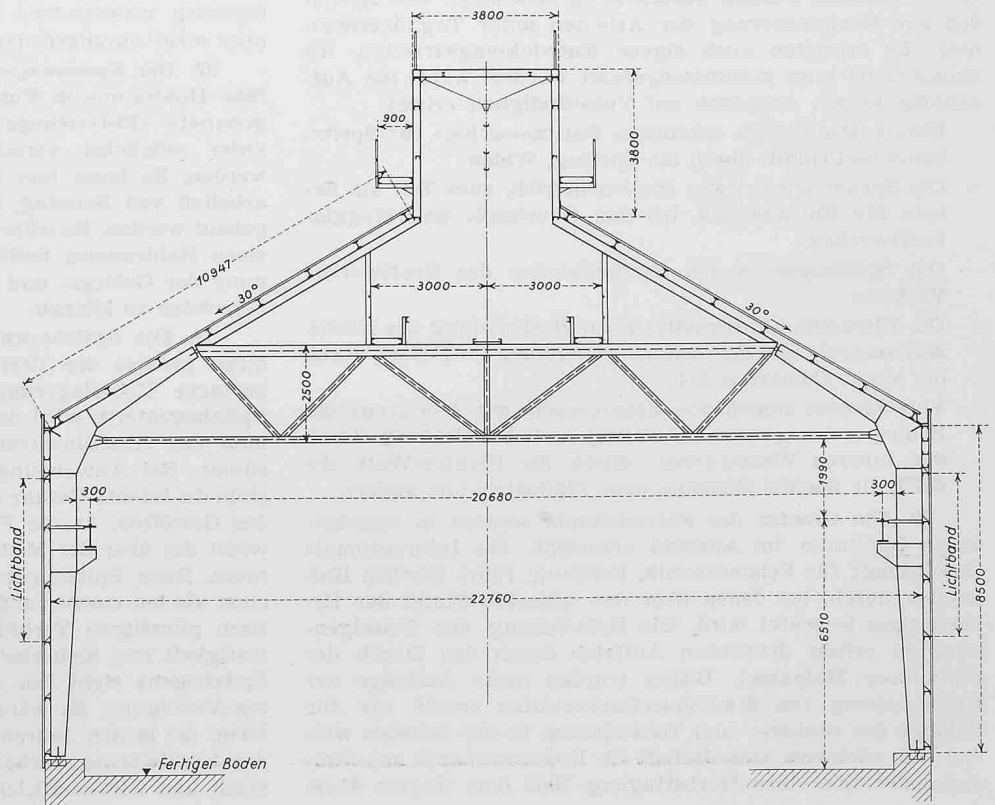


Bild 2 (rechts). Ofenhalle, Querschnitt 1:200



Der Entscheid über die Art und den Umfang der Sicherungsmassnahmen erfolgt sozusagen ausschliesslich aus dem Ermessen der Verantwortlichen. Dabei wird meist auf die Erfahrung abgestellt, d. h. auf frühere, ähnliche Verhältnisse, oft ohne Kenntnis neuer Möglichkeiten. Wenn nur nach dem Ermessen vorgegangen wird, lädt sich derjenige, der entscheidet, eine sehr hohe Verantwortung auf. Untersuchungen sollten zum Ziel haben, *Richtlinien* für die Anwendung der Sicherungsmassnahmen aufzustellen in Berücksichtigung der Spannweiten und der Gebirgs- und Felseigenschaften.

#### 4. Zusammenfassung

Der Stollen- und Tunnelbau benötigt vermehrte, auf die Belange der Praxis ausgerichtete Grundlagenforschung, um die Mechanik des Gebirges um einen neu geschaffenen Hohlraum besser erkennen und den Einfluss der tektonischen Störungen berücksichtigen zu können, um auch unter Tag die Möglichkeiten der modernen und modernsten Technik mit verbesserten Mitteln und bewussten Methoden anzuwenden und um damit die Gefahren des Mineurberufes herabzusetzen.

Adresse des Verfassers: Prof. A. Sonderegger, Eschenbacherstrasse, Rothenburg LU.

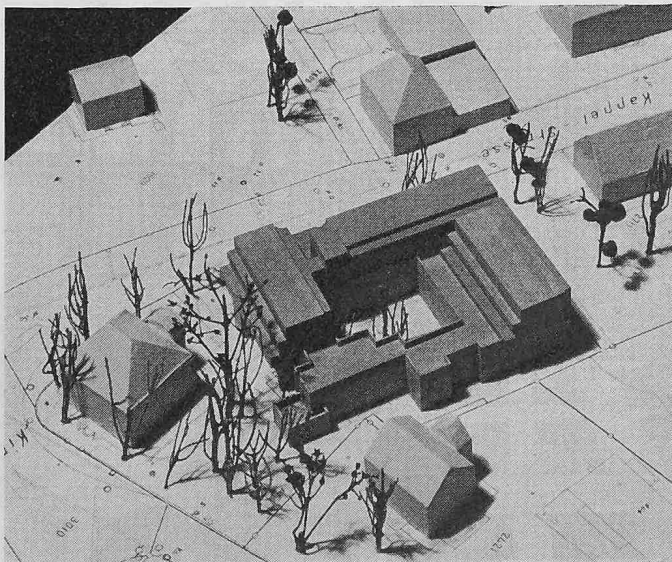
## Pfarrheim und Alterswohnungen in Wohlen

DK 726.91:725.56

Für den Bau eines Pfarrheimes mit Alterswohnungen veranstaltete die kath. Kirchgemeinde Wohlen einen Wettbewerb unter neun eingeladenen ortsansässigen Architekten. Als Bauplatz stand eine Parzelle in unmittelbarer Nähe der kath. Kirche und des geplanten neuen Gemeindehauses zur Verfügung. Auf dem Grundstück sollte das unter Denkmalschutz stehende klassizistische Emanuel Isler-Haus erhalten bleiben. Zu projektieren waren 1. Ein Pfarrsaal für 400–450 Personen mit Bühne und Nebenräumen, 8 Zimmer für Vereinsanlässe, eine Bibliothek mit Lesezimmern, Bastel- und Spielräume, zwei Kegelbahnen. 2. Ein öffentliches Restaurant und Läden. 3. 32 bis 36 Ein- bis Zweizimmer-Alterswohnungen.

Das hier publizierte, vom Preisgericht zur Weiterbearbeitung empfohlene Projekt der Architekten *Richard, Christoph und Peter Beriger*, Wohlen, zeichnet sich durch seine beispielhafte städtebauliche und architektonische Konzeption aus: Es ordnet sich in Bauhöhe und Gliederung in die bestehende Bebauung ein (alle andern Projektverfasser entschlossen sich, das grosse Bauprogramm durch den Vor-

Modellansicht aus Südost. Links das historische Emanuel Isler-Haus

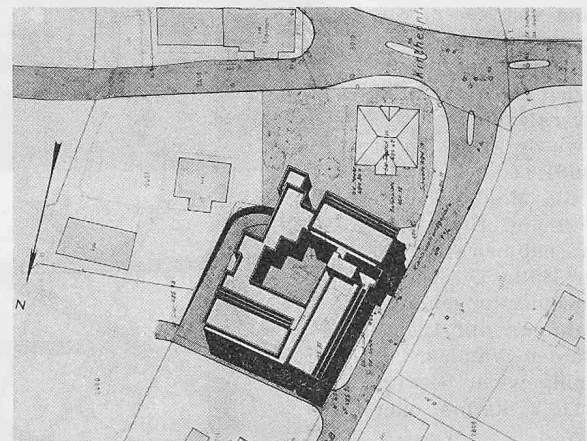


schlag eines Hochhauses zu lösen). Mit dieser Ein- und Unterordnung gewinnen die Verfasser die Freiheit zu einem architektonisch eigenständigen, feinfühlig gegliederten, in aller Bescheidenheit gleichwohl repräsentativen Bau. Dieser wird den drei gestellten funktionellen Aufgaben in seiner differenzierten inneren Organisation gerecht, die dort eine Trennung schafft, wo dies so sein muss, miteinander und mit der Natur dort aber verpflichtet, wo es sinnvoll erscheint. Damit stellt sich der Vorschlag in Gegensatz zu der in solchen Fällen üblichen Lösungsweise in Form einzelner, funktionell unterteilter Baukörper.

J. Schilling

1. Preis (3000 Fr. und Empfehlung zur Weiterbearbeitung) **Richard, Christoph und Peter Beriger**, Wohlen / AG

Lageplan 1:2000



Aus dem Bericht des Preisgerichtes

Der Verfasser versucht die ganze Bauaufgabe in einer rechteckigen Randbebauung mit einem ganz reizvollen Innenhof zu lösen. Als Einziger wählt er konsequent niedrige Bauhöhen und nimmt damit in idealer Weise Rücksicht auf die dominierende Stellung der Kirche und das Emanuel Isler-Haus. Die geringe Distanz des südlichen Gebädetraktes zum Altbau wirkt etwas nachteilig, wird aber durch die Uebereckstellung und die Rückwärtsstaffelung gemildert. Es wäre wünschenswert, den südlichen Trakt um eine Etage in der Höhe zu reduzieren.

Der Hauptzugang liegt an der Kapellstrasse; er ist übersichtlich und grosszügig. Das Restaurant liegt in guter Beziehung zum Haupteingang und weist eine zweckmässige Grundrissform auf. Die Verbindungen: Küche — Restaurant — Pfarreisaal sind ideal gelöst.

Das Öffnen des Foyers und des Pfarreisaales auf den Innenhof ist grosszügig und von besonderem Reiz. Die Vereinsräume sind gut belichtet und weisen äusserst zweckmässige Grundrissformen auf. Nachteilig ist, dass Bibliothek und Lesezimmer nicht auf der gleichen Etage liegen. Die räumliche Wirkung des Foyers ist überzeugend, dagegen ist die Passage bei der Garderobe etwas eng, letztere ist in den Ausmassen zu klein. Auf den hinteren Sitzen der Galerie ist die Sicht auf die Bühne schlecht. Im dritten Obergeschoss ist eine zweite Badeanlage notwendig, um die Distanzen vom Bad zu den Zimmern zu verkürzen. Bei der Länge der Laubengänge im zweiten und dritten Stock sollte evtl. eine zusätzliche Treppe eingebaut werden, und im Schnittpunkt der beiden Gänge wäre eine Diele wünschenswert. Die Orientierung der Alterswohnungen ergibt eine bestmögliche Besonnung. Ihre Grundrisse sind wirtschaftlich und zweckmässig.

Architektonisch ist das Projekt fein empfunden gestaltet und wird den gestellten Anforderungen in hohem Masse gerecht.

Westfassade 1:600

