

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 113/114 (1939)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Zum Problem der Autostrassentunnel  
**Autor:** Andreae, C.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-50535>

#### 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:** 22.02.2026

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

## Ländliches Heim für Waisenkinder in Malters

Arch. W. BURRI, Luzern

Aehnlich wie in der vor kurzem gezeigten Durchgangsstation Biberist (Bd. 113, S. 194\*), hat auch bei diesem, etwas abseits des Dorfes gelegenen und letztes Jahr vollendeten Bau der Architekt versucht, den Anstaltscharakter möglichst zu vermeiden und dafür den Kindern ein Heim zu schaffen, in dem sie sich wie zuhause fühlen können. Er hat dies nicht nur durch die freie, praktische Disposition der Grundrisse und den behaglichen Winkel-Anbau des grossen Tagraumes erreicht, sondern ebenso sehr durch den liebevollen Ausbau, das Mobiliar (ganz in Malters gemacht) und den künstlerischen Schmuck, der dem Graphiker Seppi Amrein in Luzern, Bildhauer Gasser (Lungern) und Wiederkehr (Luzern), sowie dem Ehepaar von Matt in Stans zu verdanken ist.

Das Heim bietet Platz für 45 bis 50 Kinder, um deren Wohl nur drei Schwestern besorgt sind: eine Oberschwester, eine Kinder- und eine Koch-Schwester. Naturgemäss werden die grösseren Kinder für manche Hilfsarbeiten herangezogen.

Zur Erläuterung der Grundrisse (Abb. 1) ist folgendes zu sagen: Der Haupteingang liegt im Untergeschoss des Langbaues; zur Rechten des Windfangs betritt man die Garderobe, zur Linken das hallenartige Treppenhaus. Wenn man die Schmalwand des Bastelraums wegnimmt, kann auf den fest montierten Bänken des Umkleideraums eine Bühne aufgebaut werden. Die Wirtschaftsräume im Ostflügel sind vom eigentlichen Heimbetrieb abgetrennt und haben einen besonderen Ausgang ins Freie. — Im Erdgeschoss erfolgt der Zugang zum grossen Tages-Aufenthaltsraum durch den Toilettenraum mit anschliessenden WC-Anlagen. Im Toilettenraum hat jedes Kind seinen Spielschrank. Der grosse Tagraum ist halbhoch unterteilt in Ess- und Spielzimmer und hat direkten Ausgang über kurze Freitreppe, ebenso der Kleinkinder-Tagraum. Office mit Speiseaufzug von der Küche im Untergeschoss (Abwaschen im Office durch die Kinder). Zugang zum Kleinkinder-Schlafsaal vom Waschraum her mit Toiletten und einer Kleinkinder-Badewanne samt Wickel-Kommode und Kleiderschränken. Zentral gelegener Putzzeug-Raum. — Der erste Stock ist das Schlafgeschoss für Knaben und Mädchen. Von den beiden Schwestern-Zimmern aus besteht Kontrollmöglichkeit über die Säle. Ueber dem ersten Stock erstreckt sich der Estrichraum auf ganze Baulänge, mit Aufhängevorrichtung für Wäsche, sowie kleinem Lagerraum. Im ganzen Hause sind alle Wohn- und Schlafräume gegen Süden gelegen.

**Konstruktion.** Mauerwerk Marssteine, Keller Beton, innere Tragwände 15 cm Backstein, Trennwände Gipsdielen. Ueber Keller Betondecke, sonst Holzbalken, in den Waschräumen und Aborten mit Schläckenbeton auf Dachpappe, darüber 3 cm Zementüberzug mit Drahtgeflecht und Asphalt- bzw. Plättbelag. Falzziegeldach. Zentralheizung mit Kohlefeuerung, Küche und Waschküche Holzfeuerung.

Baukosten 52 Fr./m<sup>3</sup>, umbauter Raum 2800 m<sup>3</sup>, Kosten der Möblierung 13850 Fr.

## Zum Problem der Autostrassentunnel

Von Prof. Dr. C. ANDREAE, Zollikon bei Zürich (Schluss von S. 5)

**Für die Lüftung erforderliche Leistungen.** Mit Rücksicht auf die sehr veränderlichen Anforderungen bezüglich Luftmengen und Luftdruck, die an die Gebläse gestellt werden, nahm die Kommission für ihre Beispiele Propellergebläse mit verstellbaren Flügeln an, die sich solchen Veränderungen verhältnismässig

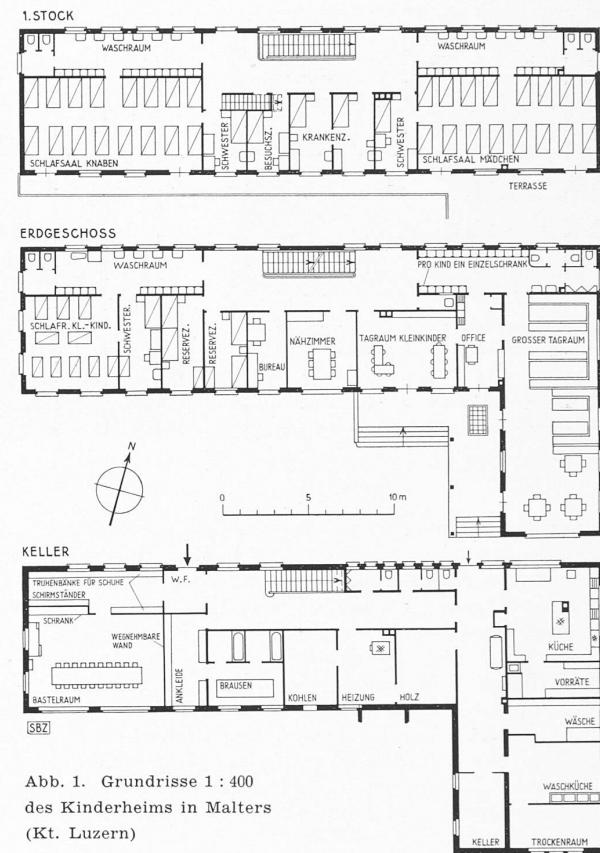


Abb. 1. Grundrisse 1 : 400  
des Kinderheims in Malters  
(Kt. Luzern)

gut anpassen. Unter Berücksichtigung der Wirkungsgrade für verschiedene Belastungen, die uns von der Firma Escher Wyss mitgeteilt wurden, ergaben sich die in Tabelle 1 (S. 22) zusammengestellten Ausbaugrössen für den höchsten angenommenen Verkehr, der nach den Berechnungen 73 m<sup>3</sup>/s Frischluft pro km erfordert. Interessehalber sei auch Tabelle 2 wiedergegeben, aus der sich die Ausbaugrösse bei Zugrundelegung eines gemischten Verkehrs von nur 200 Wagen/h (zu 150 cm<sup>3</sup> CO pro m) mit 33 m<sup>3</sup> Frischluft pro s und km Fahrbahnlänge ergibt. Da der eigentliche Tunnelbau mit den Lüftungskanälen, Schächten usw. den weitaus grössten Anteil an den Kosten ausmacht, verbilligt sich die Anlage bei Annahme kleinerer maximaler Luftmengen, bzw. Verkehrsmengen nur um den Kostenunterschied der Gebläse, Motoren und Transformatoren, was im Verhältnis zu den Gesamtkosten einen überraschend kleinen Unterschied ergibt. Die Annahme eines verhältnismässig starken Verkehrs erhöht die Baukosten weniger als man anzunehmen geneigt wäre.

Tabelle 3 gibt die Motorleistungen in PS im Betrieb; diese sind natürlich viel kleiner als die installierten Leistungen, was vom Einfluss des natürlichen Luftzuges herriöhrt, der für die Ausbaugrösse, nicht aber für die Berechnung der Betriebsleistungen voll zu berücksichtigen ist. Auftrieb in den Schächten z. B. wirkt dem abwärtsziehenden Frischluftstrom entgegen und

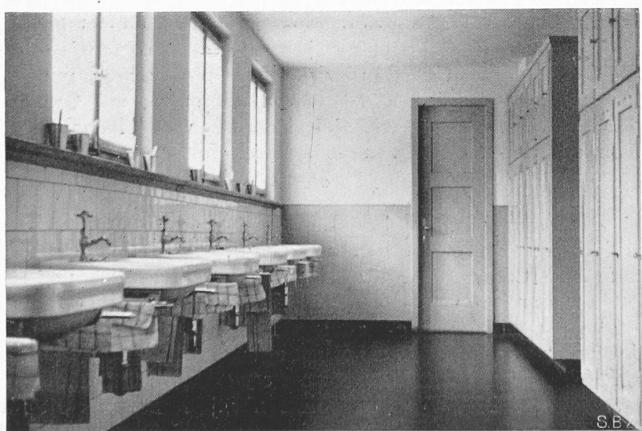


Abb. 4. Waschraum vor dem grossen

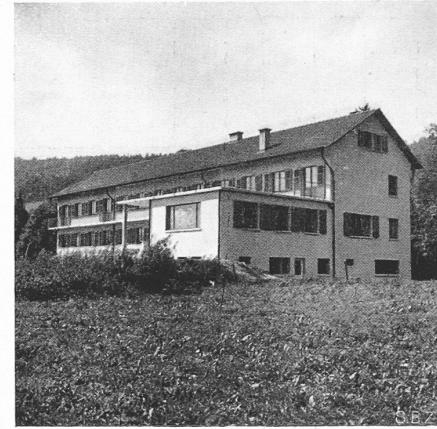


Mädchen-Schlafsaal im ersten Stock

Abb. 5



Abb. 2. Aus Südwest



Kinderheim in Malters (Luzern), Arch. W. BURRI, Luzern

Abb. 3. Aus Südost

vermehrt hier den Widerstanddruck, den das betr. Gebläse und sein Motor zu überwinden haben, und für den beide ausgebaut sein müssen. Das selbe gilt für die Abluftgebläse, die gelegentlich einen negativen Auftrieb (z. B. im Sommer) müssen überwinden können. Diese erhöhten Leistungen treten aber niemals zusammen auf. Der natürliche Luftstrom, der den Widerstand des Frischluftstromes erhöht, entlastet den Ventilator auf der Abluftseite. Das selbe gilt für das barometrische Druckgefälle, das immer nur die Luftströme der Ventilation in einer Richtung gleichzeitig belastet. Die maximale Druckerhöhung infolge der möglichen Gegenwirkung eines natürlichen Luftzuges muss für die Berechnung der Leistungsfähigkeit sämtlicher Teile der Anlage voll berücksichtigt werden, nicht aber für die Berechnung der Betriebsbelastungen, da der Belastung der einen Hälfte der Lüftungsanlage eine teilweise Entlastung der andern durch den natürlichen Luftzug entspricht. Für die Berechnung des Dauerbetriebes setzte die Kommission in ihren Beispielen für den Auftrieb der Schächte und das barometrische Gefälle, da es sich um kein bestimmtes Projekt handelte, für das genauere Untersuchungen angestellt werden konnten, willkürlich  $\frac{1}{3}$  der für die Ausbaugröße angenommenen Maxima ein. — Sowohl bei den Leistungsberechnungen, wie in den Kostenvoranschlägen, ist die Tiefe der Schächte, sowie ihre symmetrische Anordnung ganz willkürlich angenommen worden.

Den in Tabelle 4 zusammengestellten Betriebskosten liegt folgende, willkürliche Annahme zu Grunde: Es wurde angenommen, dass die Ventilation während 6 Monaten 12 Stunden und während 6 Monaten 16 Stunden im Tag läuft oder insgesamt rd. 5100 Stunden jährlich, und zwar normalerweise mit  $10 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}$  (ausreichend für 60 Wagen/h). Um einem zeitweilig erhöhten Verkehr Rechnung zu tragen, wurden davon 192 Stunden (je 8 Stunden an je vier Tagen der 6 Sommermonate) mit  $33 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}$  (200 Wagen/h) angenommen. Der Verkehr von 300 schweren Lastwagen/h wurde, da ein seltener Ausnahmefall, in der Betriebsrechnung gar nicht berücksichtigt. In den Stunden des Stillstandes können vereinzelte Wagen anstandslos verkehren, da immerhin 60 bis 80 einzelne Wagen (je nach Tunnelquerschnitt) den vorher durchlüfteten Tunnel, auch wenn kein natürlicher Luftzug herrschen sollte, durchfahren können, ohne dass dabei

die CO-Konzentration  $0,25\%$  übersteigt. Unsere Annahmen betr. Betriebsdauer sind reichlich hoch. An Tagen schlechter Witterung, besonders im Winter, wird kein Verkehr sein, und die Lüftung wird ruhig abgestellt werden können. Zeitweise dürfte auch der natürliche Luftzug genügen. Dies jedoch zahlenmäßig im Betriebsvoranschlag zu berücksichtigen, hielten wir, weil zu schwankend und unsicher, nicht für zulässig<sup>10)</sup>.

**Beleuchtung.** Um gegenseitiges Blendern zu vermeiden, muss mit ausgeschalteten Scheinwerfern gefahren werden. Autostrassentunnel sind daher gut zu beleuchten. Dafür kommen heute in erster Linie Natriumdampflampen in Betracht. Die Kostenberechnungen der Tabelle 4 beruhen auf der Annahme, dass etwa 4,20 m über der Fahrbahn in Abständen von etwa 16 m Leuchten einmal rechts, einmal links der Tunnelaxe angebracht sind. Außerdem ist eine Zusatzbeleuchtung vorzusehen, die an den Enden des Tunnels den Übergang aus dem hellen Tageslicht in den dunkleren Tunnel und umgekehrt, vermittelt. Diese ist an jedem Tunnelende aus je 36 Lampen verschiedener Stärke gedacht. Nach Berechnungen des E. W. der Stadt Zürich wäre der Strombedarf hierfür folgender:

#### Strombedarf der Beleuchtung in kWh pro Betriebstunde

| Art der Beleuchtung     | Tunnenlänge |          |          |
|-------------------------|-------------|----------|----------|
|                         | 2000 m      | 4000 m   | 6000 m   |
| Normale Beleuchtung . . | 7,9 kWh     | 15,8 kWh | 23,7 kWh |
| Zusatzbeleuchtung . .   | 16,3 kWh    | 16,3 kWh | 16,3 kWh |

Bei Dunkelheit ist die Zusatzbeleuchtung und sogar ein Teil der normalen Beleuchtung an den Tunnelenden auszuschalten. In der Betriebskostenberechnung ist für die normale Beleuchtung eine Betriebsdauer von 5100 Stunden, für die Zusatzbeleuchtung eine solche von 3560 Stunden pro Jahr angenommen; auch diese Betriebsdauern sind willkürlich gewählt.

<sup>10)</sup> Es handelt sich übrigens nur um ein Rechnungsbeispiel und darum, für einen angenommenen Verkehr die benötigten Leistungen und Betriebskosten zu berechnen, und nicht um die Schätzung des Verkehrs selbst, die von Fall zu Fall zu erfolgen hat. Der Verfasser.

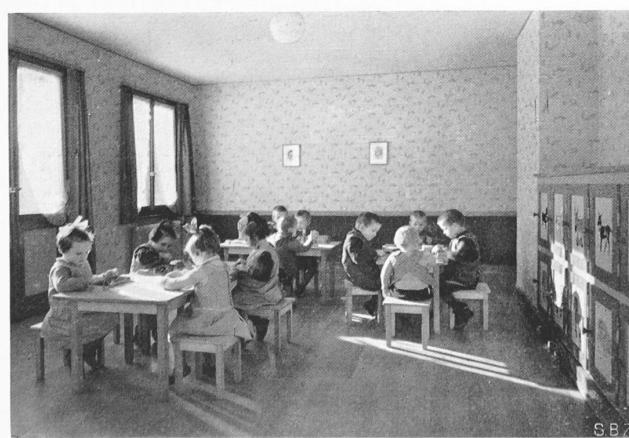


Abb. 6. Kleinkinder-Tagraum mit Spielzeugschränken



Abb. 7. Grosser Tagraum, Blick nach Süden

Tabelle 1. Ausbaugrößen für 300 Wagen/h, 73 m<sup>3</sup>/s/km

| Tunnel-länge<br>m | Lüftungsart | Profil | Schächte | Schacht-höhe<br>m | Sektionen<br>Zahl und Länge |  | Ventilatoren<br>und Motoren<br>Zahl u. Leistung<br>PS | Totaler<br>Ausbau<br>PS |
|-------------------|-------------|--------|----------|-------------------|-----------------------------|--|---|-------------------------|
|                   |             |        |          |                   |                             |  |   |                         |
| 2000              | HQ          | HQ     | 1        | 200               | 2 × (2 × 500)               |  | 2 × 80 = 160<br>2 × 60 = 120                          | 280                     |
|                   | Q           | Qa     | —        | —                 | 2 × (2 × 500)               |  | 2 × 40 = 80<br>2 × 30 = 60                            | 140                     |
|                   | Q           | Qb     | —        | —                 | 2 × (2 × 500)               |  | 4 × 40 = 160  | 160                     |
| 4000              | HQ          | HQ     | 2        | 200               | 4 × (2 × 500)               |  | 4 × 80 = 320<br>4 × 55 = 220                          | 540                     |
|                   | Q           | Qa     | 1        | 300               | 4 × (2 × 500)               |  | 2 × 40 = 80<br>2 × 30 = 60                            |                         |
|                   | Q           | Qb     | 1        | 300               | 4 × (2 × 500)               |  | 2 × 100 = 200<br>2 × 90 = 180                         | 520                     |
|                   |             |        |          |                   |                             |  | 4 × 40 = 160  |                         |
|                   |             |        |          |                   |                             |  | 4 × 100 = 400   | 560                     |
|                   |             |        |          |                   |                             |  |   |                         |
| 6000              | HQ          | HQ     | 2        | 300               | 4 × (2 × 750)               |  | 4 × 280 = 1120<br>4 × 160 = 640                       | 1760                    |
|                   | Q           | Qa     | 1        | 400               | 4 × (2 × 750)               |  | 2 × 150 = 300<br>2 × 90 = 180                         |                         |
|                   | Q           | Qb     | 1        | 400               | 4 × (2 × 750)               |  | 2 × 320 = 640<br>2 × 260 = 520                        | 1640                    |
|                   |             |        |          |                   |                             |  | 2 × 140 = 280   |                         |
|                   |             |        |          |                   |                             |  | 2 × 150 = 300   |                         |
|                   |             |        |          |                   |                             |  | 2 × 300 = 600   |                         |
|                   |             |        |          |                   |                             |  | 2 × 320 = 640   | 1820                    |
|                   |             |        |          |                   |                             |  |   |                         |

**Tunnelausrüstung.** Zur Kontrolle der CO-Konzentration sind CO-Messapparate und Sichtmesser an geeigneten Stellen einzubauen. Alle 200 bis 250 m sind Telephone anzubringen (in den besichtigten Tunneln sind solche alle 50 m vorhanden). Dazu kommen noch Signale, um bei Gefahr den Verkehr anzuhalten. Die Tunnel müssen mit Feuerlöschapparaten und Hydranten zu Lösch- und besonders zu Reinigungszwecken versehen sein. Für Aufsicht und Hilfeleistung sind Side-cars oder, bei längeren Tunneln, ein Motorwagen zur Verfügung des Personals zu halten, sowie ein Abschleppwagen.

**Allgemeine Bemerkungen.** Die Besichtigung bestehender Tunnel veranlasst zu folgenden, allgemeinen Bemerkungen.

Das Fahren in den Tunneln von Antwerpen und Liverpool bietet keine Schwierigkeiten. Sie sind zwar nicht sehr lang, immerhin hat der Merseytunnel eine Fahrlänge von etwa 3,2 km. Wichtig ist, dass ein kräftiger, gut sichtbarer Randstein auf der einen Seite beim Fahrer den Gedanken an die Möglichkeit des Anfahrens an die Widerlager nicht aufkommen lässt, und dass ferner die Fahrbahnen gut sichtbar und auch fühlbar getrennt sind. Der Tunnel muss gut beleuchtet sein, damit ohne Scheinwerfer gefahren werden kann.

Ein- und Ausfahrt sind womöglich in Kurven zu legen, um das Spiegelns des Einfahrtportales in der Schutzscheibe und das Blenden durch das Ausfahrtportal zu vermeiden.

Kurven im Innern des Tunnels, wie sie etwa nötig werden, um Schächte günstig anzulegen, wirken sich vorteilhaft aus, da in kurzen, in eine Kurve mündenden Strecken durch Rauch verminderde Sicht weniger unangenehm auffällt als in langen Geraden.

Das Ueberholen im Tunnel ist zu vermeiden.

Fahrzeuge, die aus irgend einem Grunde anhalten müssen, haben den Motor abzustellen, um örtliche CO-Konzentrationen zu vermeiden.

Wenn möglich soll der Betriebstrom aus zwei unabhängigen Quellen bezogen werden, um bei Störungen in der Stromlieferung einen Unterbruch der Lüftung und Beleuchtung zu vermeiden.

#### Bau- und Betriebskosten

In Tabelle 4 sind die Bau- und Betriebskosten für die verschiedenen Tunneltypen und für die drei Tunnellängen zusammengestellt. Dabei wurde angenommen, dass für die Herbeischaffung der Baumaterialien keine besondern Anlagen nötig sind, und dass es möglich ist, in der Nähe der Portale den nötigen Raum für die Installationen und Lagerplätze zu schaffen; ferner, dass die Förderung im Tunnel mit gewöhnlichen Mitteln und ohne Gefahr ausgeführt werden können. Das bedingt eine Neigung nicht über 30 ‰. Die Berechnung setzt voraus, dass der Tunnel eine

Tabelle 2. Ausbaugrößen für 200 Wagen/h, 33 m<sup>3</sup>/s/km

| Tunnel-länge<br>m | Lüftungsart | Profil | Schächte | Schacht-höhe<br>m | Sektionen<br>Zahl und Länge |  | Ventilatoren<br>und Motoren<br>Zahl u. Leistung<br>PS | Totaler<br>Ausbau<br>PS |
|-------------------|-------------|--------|----------|-------------------|-----------------------------|--|---|-------------------------|
|                   |             |        |          |                   |                             |  |   |                         |
| 2000              | HQ          | HQ     | 1        | 200               | 2 × (2 × 500)               |  | 2 × 25 = 50<br>2 × 20 = 40                            | 90                      |
|                   | Q           | Qa     | —        | —                 | 2 × (2 × 500)               |  | 2 × 7 = 14<br>2 × 6 = 12                              | 26                      |
|                   | Q           | Qb     | —        | —                 | 2 × (2 × 500)               |  | 4 × 8 = 32  | 32                      |
| 4000              | HQ          | HQ     | 2        | 200               | 4 × (2 × 500)               |  | 4 × 25 = 100<br>4 × 20 = 80                           | 180                     |
|                   | Q           | Qa     | 1        | 300               | 4 × (2 × 500)               |  | 2 × 7 = 14<br>2 × 6 = 12                              |                         |
|                   | Q           | Qb     | 1        | 300               | 4 × (2 × 500)               |  | 2 × 32 = 64<br>2 × 25 = 50                            | 140                     |
|                   |             |        |          |                   |                             |  | 4 × 8 = 32  |                         |
|                   |             |        |          |                   |                             |  | 4 × 30 = 120  | 152                     |
|                   |             |        |          |                   |                             |  |   |                         |
| 6000              | HQ          | HQ     | 2        | 300               | 4 × (2 × 750)               |  | 4 × 65 = 260<br>4 × 50 = 200                          | 460                     |
|                   | Q           | Qa     | 1        | 400               | 4 × (2 × 750)               |  | 2 × 25 = 50<br>2 × 20 = 40                            |                         |
|                   | Q           | Qb     | 1        | 400               | 4 × (2 × 750)               |  | 2 × 80 = 160<br>2 × 60 = 120                          | 370                     |
|                   |             |        |          |                   |                             |  | 4 × 22 = 88<br>2 × 75 = 150                           |                         |
|                   |             |        |          |                   |                             |  | 2 × 70 = 140  | 378                     |
|                   |             |        |          |                   |                             |  |   |                         |

beidseitige Neigung aufweise, sodass der Vortrieb von beiden Seiten möglich ist. Die Kosten pro m Tunnel wachsen mit der Tunnellänge, wobei im Mittel mit einer Kostenvermehrung von etwa 5% von km zu km zu rechnen ist; der Einheitspreis für die ganze Tunnellänge erhöht sich also von km zu km um 2,5%. Bei einem Tunnel von 6 km, der von beiden Seiten gleichmäßig erstellt werden kann, ist mit einer Baulänge von 2 × 3000 m zu rechnen. Der Mittelpreis pro m für jedes der beiden Tunnelstücke von 3000 m ist demgemäß um 5% höher als der Mittelpreis für die ersten 1000 m. Kann dieser Tunnel nur von einer Seite aus gebaut werden, so müssen die vollen 6000 m in die Rechnung eingestellt werden; der Mittelpreis pro m für die ganze Tunnellänge ist somit um 12,5% des Preises des ersten km zu erhöhen. Für die Schächte wachsen die Kosten pro m mit zunehmender Höhe wesentlich stärker; sie sind auch von der Neigung abhängig (hier wurden nur lotrechte Schächte angenommen<sup>11)</sup>).

Für die Tunnel mit elektrischer Förderung wurden für den Spitzerverkehr die Lokomotiven für eine Neigung von 5‰ berechnet. Soll der gleiche Verkehr bei stärkerer Neigung bewältigt werden, so sind stärkere Lokomotiven notwendig. Bei einer Neigung von 30‰ würden die Mehrkosten der Lokomotiven etwa 20% betragen. Für allfällige zusätzliche Beschaffung von leichtem Rollmaterial für den normalen, schwachen Verkehr ist kein Betrag in den Voranschlag eingesetzt, da die Zweckmässigkeit dieser Anschaffung von Fall zu Fall zu untersuchen ist.

Für die Berechnung der Baukosten mussten geologische Verhältnisse willkürlich angenommen, bzw. die Längen der verschiedenen Tunneltypen schematisch gewählt werden (auf rd. 1/4 der Länge wurden jeweils stärkere Typen angenommen). Der Berechnung der Betriebskosten wurden bei den Tunneln für freie Durchfahrt die auf Seite 20 bereits angegebenen Betriebsverhältnisse zu Grunde gelegt. Bei den Tunneln mit elektrischer Förderung dagegen ist eine Frequenz von 20 000 Motorfahrzeugen in jeder Richtung im Jahr willkürlich angenommen worden. In beiden Fällen verteilt sich aber der Verkehr nicht gleichmäßig auf das ganze Jahr; der Hauptverkehr ist auf die Sommermonate verlegt und in diesen namentlich auf die Sonn- und Feiertage. Für die Wintermonate ist nur ein beschränkter Verkehr vorausgesetzt<sup>12)</sup>.

<sup>11)</sup> Auch die Baukosten des 2000 m langen Tunnels mit Halbquerlüftung wurden unter Annahme eines 200 m hohen Schachtes berechnet, entsprechend Abb. 8. Wie jedoch erwähnt wurde, könnte dieser Schacht auch weggelassen werden, wodurch sich die Baukosten bei sonst gleichen Annahmen vermindern.

<sup>12)</sup> Es ist darauf hinzuweisen, dass die jährliche Frequenz, der diese Annahme betreffend die Betriebsdauer und die in Tabelle 4 angegebenen Betriebskosten der Tunnel für freie Durchfahrt genügen, ein Mehrfaches der für die Berechnung der Betriebskosten der Tunnel für Traktion angenommenen Verkehrsgrösse ist. Der Verfasser.

Tabelle 3. Motorleistungen im Betrieb in PS

| Tunnellänge m | Lüftungsart | Profil | 60 Wagen/h | 200 Wagen/h | 300 Wagen/h |
|---------------|-------------|--------|------------|-------------|-------------|
| 2000          | Halbquer    | HQa    | 11         | 17          | 134         |
|               | Quer        | Qa     | 6,5        | 15          | 96          |
|               | Quer        | Qb     | 7          | 20          | 116         |
| 4000          | Halbquer    | HQa    | 23         | 35          | 268         |
|               | Quer        | Qa     | 21         | 41          | 286         |
|               | Quer        | Qb     | 23         | 51          | 330         |
| 6000          | Halbquer    | HQa    | 35         | 119         | 1140        |
|               | Quer        | Qa     | 33         | 119         | 1160        |
|               | Quer        | Qb     | 34         | 146         | 1358        |

Die Hauptposten der Betriebsrechnung bilden die Personal- und Verwaltungskosten, da zur steten Offenhaltung des Verkehrs ein ständiges Personal notwendig ist. Ein weiterer, namhafter Posten ist der Energiebedarf. Er ist berechnet auf Grundlage eines Strompreises in Hochspannung am Portal gemessen von 5 Rp/kWh für den Tunnel für freie Durchfahrt und von 10 Rp/kWh für Tunnel mit elektrischer Förderung (Vorschlag T), dies mit Rücksicht auf die sehr ungleiche Art der Strombenutzung durch die beiden Tunnelsysteme.

#### Hauptergebnisse

1. Die Tunnel von 2000, 4000 und 6000 m Länge für freie Durchfahrt der Fahrzeuge mit eigener motorischer Kraft und Quer- und Halbquerlüftung genügen in der vorgesehenen Ausbaugröße den gestellten Verkehrsanforderungen, während die Tunnel für elektr. Förderung (Vorschlag T) dies nicht voll tun.

2. Die elektrische Förderung kann grossen, schweren Verkehr nur mit schweren Zügen bewältigen. Ihre Leistungsfähigkeit wächst mit der Grösse und der Anzahl der eingesetzten Züge. Damit vergrössern sich aber auch die Stationsanlagen. Diesen Vergrösserungen sind Grenzen gesetzt. Die Leistungsfähigkeit der elektrischen Förderung wird dabei immer unter denjenigen der freien Durchfahrt bleiben.

3. Die Bau- und Betriebskosten für elektrische Förderung sind beim vorgesehenen Ausbau für Tunnel bis etwa 6000 m Länge grösser als diejenigen für freie Durchfahrt. Hohe Verkehrsanforderungen belasten die erstgenannten viel empfindlicher. Der Unterschied vermindert sich jedoch mit zunehmender Tunnellänge, da mit wachsender Tunnellänge die Kosten für die Lüftung stärker ansteigen als für die elektrische Förderung. Kostengleichheit dürfte etwa bei einer Länge von 7000 m eintreten. Bei noch längeren Tunneln dürften die Bau- und Betriebskosten der Tunnel für elektrische Förderung kleiner werden als für freie Durchfahrt<sup>13)</sup>.

4. In den Tunneln für freie Durchfahrt sind nur durch Halbquer- oder durch reine Querlüftung einwandfreie Verhältnisse zu erzielen.

5. Der Tunnel mit Halbquerlüftung erfordert in der Regel geringere Baukosten als der Tunnel mit Querlüftung. Besondere topographische oder geologische Verhältnisse, namentlich tiefe Lage des Tunnels können jedoch das Verhältnis ändern. Die Betriebskosten sind für beide ungefähr gleich.

6. Bei Querlüftung ergibt Vorschlag Qa bei den vorliegenden Annahmen geringere Bau- und Betriebskosten als Vorschlag Qb. Der Kostenunterschied kann sich jedoch ändern. Er hängt von den geologischen Verhältnissen und der dadurch bedingten Typenverteilung ab. Schwere Profiltypen auf grosse Längen ändern das Verhältnis zu Gunsten von Qb. Ausserdem können bei Qa die Frischluftkanäle wegen Förderungsschwierigkeiten erst nach Vollendung des eigentlichen Tunnels erstellt werden. Das ergibt gegenüber dem Vorschlag Qb eine erhebliche Verlängerung der Bauzeit.

\*

#### Schlussfolgerungen

1. Die elektrische Förderung ist infolge der Gegebenheiten zum mindesten für Tunnellängen bis zu 7000 m, sowohl in Bezug auf Leistungsfähigkeit, als auch auf Wirtschaftlichkeit der freien Durchfahrt unterlegen und daher abzulehnen.

2. Von den Vorschlägen für freie Durchfahrt ist der Vorschlag für Halbquerlüftung dann in Betracht zu ziehen, wenn deren Kosten erheblich kleiner sind als jene für Querlüftung.

<sup>13)</sup> Wobei aber die Leistungsfähigkeit der Tunnel mit Traktion ohne sehr verteuerte Erweiterung der Anlagen unter denjenigen der Tunnel für freie Durchfahrt und unter der für unsere Untersuchungen vorgeschriebenen bleibt.

Tabelle 4. Zusammenstellung der Bau- und jährlichen Betriebskosten

|                           | Tunnellänge |            |            |
|---------------------------|-------------|------------|------------|
|                           | 2000 m      | 4000 m     | 6000 m     |
| <i>Vorschlag Qa</i>       |             |            |            |
| Baulicher Teil . . . .    | 6 291 880   | 13 138 450 | 19 779 450 |
| Mech. u. elektr. Teil . . | 470 000     | 835 000    | 1 290 000  |
| Bauleitung u. Unvorh. .   | 938 120     | 1 826 550  | 2 530 550  |
| Total Baukosten           | 7 700 000   | 15 800 000 | 23 600 000 |
| Total Betriebskosten      | 70 000      | 92 750     | 116 250    |
| <i>Vorschlag Qb</i>       |             |            |            |
| Baulicher Teil . . . .    | 6 353 590   | 13 310 740 | 20 050 680 |
| Mech. u. elektr. Teil . . | 470 000     | 837 000    | 1 338 000  |
| Bauleitung u. Unvorh. .   | 926 410     | 1 852 260  | 2 561 320  |
| Total Baukosten           | 7 750 000   | 16 000 000 | 23 950 000 |
| Total Betriebskosten      | 70 250      | 93 250     | 116 500    |
| <i>Vorschlag HQ</i>       |             |            |            |
| Baulicher Teil . . . .    | 6 194 880   | 12 385 250 | 18 729 550 |
| Mech. u. elektr. Teil . . | 476 000     | 839 000    | 1 342 000  |
| Bauleitung u. Unvorh. .   | 929 120     | 1 725 750  | 2 428 450  |
| Total Baukosten           | 7 600 000   | 14 950 000 | 22 500 000 |
| Total Betriebskosten      | 70 500      | 93 000     | 116 500    |
| <i>Vorschlag T</i>        |             |            |            |
| Baulicher Teil . . . .    | 5 550 930   | 10 081 520 | 14 715 980 |
| Bauleitung u. Unvorh. .   | 749 070     | 1 318 480  | 1 784 020  |
| Total Baulicher Teil      | 6 300 000   | 11 350 000 | 16 500 000 |
| Mech. u. elektr. Teil . . | 4 037 000   | 4 928 300  | 5 813 000  |
| Bauleitung u. Unvorh. .   | 263 000     | 321 700    | 337 000    |
| Total Baukosten           | 10 600 000  | 16 600 000 | 22 650 000 |
| Total Betriebskosten      | 88 500      | 118 200    | 138 000    |

3. Da, wo die topographischen oder geologischen Verhältnisse oder andere Umstände die Halbquerlüftung als unzweckmässig oder unwirtschaftlich erscheinen lassen, muss Querlüftung in Aussicht genommen werden. In diesem Falle ist zu untersuchen, welcher der beiden bezüglichen Vorschläge Qa oder Qb unter den gegebenen Umständen sich als günstiger erweist.

4. Vorschläge für Tunnel mit nur einem Geleise oder mit nur einer Fahrbahn, also einspurige Tunnel können den gestellten Verkehrsanforderungen nicht genügen, und zwar weder einem von 300 noch einem solchen von 200 Wagen/h. Sie würden ein überwindliches Hindernis im Zuge einer mit grossen Kosten erstellten Alpenstrasse bilden, das zudem noch Millionen kosten würde. Solche Vorschläge sind daher unter allen Umständen abzulehnen.

\*

#### Verzeichnis der Literatur betr. Tunnellüftung

N. B. Die in Sperrschrift hervorgehobenen Autoren sind von besonderer Bedeutung.

- K. Brandau, K. Imhof und E. Mackensen, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Bd. Tunnelbau, 4. Auflage, Wilh. Engelmann, Leipzig 1920.
- G. Lucas, Der Tunnel, Wilh. Ernst & Sohn, Berlin 1920/26.
- E. Wiesmann, Künstl. Lüftung im Stollen- und Tunnelbau, Diss. ETH., Rascher & Cie., Zürich 1919.
- C. Schubert, Lüftung im Tunnelbau, Weida in Th. 1912.
- L. Champy, La ventilation des tunnels et le système Saccardo. Ann. des Mines, Tome XVII, Paris 1900.
- K. Sutter, Untersuchungen über den Luftwiderstand, Diss. ETH., R. Oldenbourg, München und Berlin 1930.
- F. Rothpletz, die Ventilation des Simplontunnels, «SBZ», Bd. 73, 1919.
- E. Mermier, La ventilation et la réfrigération du Tunnel du Simplon, Bulletin Technique de la Suisse Romande, 1907.
- C. Andreea, Der Bau langer, tiefliegender Gebirgstunnel, Julius Springer, Berlin 1926.
- Clifford Allen Betts, Ventilation of the Moffat Tunnel, Am. Soc. of Civil Engineers, Transactions Vol. 95, 1931.
- H. H. Kress, Richtlinien für die Entwurfsbearbeitung von Autotunneln, Diss. T. H. Stuttgart 1936.
- H. H. Kress, Ueber die Lüftung langer Kraftwagentunnel. Der Strassenbau, Halle 1937.
- E. Neumann, Be- und Entlüftung von Kraftwagentunneln, VDI-Zeitschrift 1937.
- E. und G. Gruner, Gesichtspunkte für den Bau grosser Autotunnel. «SBZ», Bd. 106, 1935.
- Simmen & Hunger, Das Projekt eines Autotunnels Graubünden-Tessin durch den St. Bernhardin. «SBZ», Bd. 110, 1937.
- C. Andreea, Zur Frage der Lüftung langer Autotunnel. «SBZ», Bd. 111, 1938.
- A. Bartholomäi, Zur Frage der Lüftung langer Autotunnel, «SBZ», Bd. 112, 1938.
- Z. S. Beyl, Ventilatie van tunnels voor automobilverkeer. De Ingenieur, Delft 1937.
- P. Van Hauwaert, Les tunnels sous l'Escaut à Anvers. Tiré de «Technique des Travaux» 1932, 33 et 34.

20. A. Bijls, De tunnels onder de Schelde te Antwerpen. Polytechnisch Weekblad, Amsterdam 1933.
21. F. X. Schöniunner. Die Belüftungsanlage des neuen Merseytunnels, Zeitschr. des Oester. Ing.- und Arch.-Vereins 1933.
22. D. Anderson, The construction of the Mersey Tunnel. Journal of the Institution of Civil Engineers, London, April 1936.
23. W. H. Bains, The Mersey Tunnel, Liverpool 1937.
24. O. Singstad, Ventilation of Vehicular Tunnels, World Engineering Congress, paper No 339, Tokio 1929.
25. A. C. Fieldner, Yandell Henderson, J. W. Paul, R. R. Sayers & others, Ventilation of Vehicular Tunnels, Report of U. S. Bureau of Mines to New York State Bridge and Tunnel Commission and New Jersey Interstate Bridge and Tunnel Commission. Reprinted from Journal of Am. Soc. of Heating and Ventilating Engineers 1926, New York 1927.
26. «Die Bautechnik» 1924 (S. 584): Ein Beitrag zur Belüftung von Strassentunnels (Liberty Tunnel).
27. Gaber, Die Entlüftung des Liberty Strassentunnels in Pittsburgh. Die Bautechnik 1925.
28. R. Fischer, Ueber die Lüftungseinrichtung des Hollandtunnels. Die Bautechnik 1927.
29. M. Collins, Ventilation Problems and Equipment for Twin 3200-ft Highway tunnels, Western Construction News, S. Francisco 1938.
30. M. Collins, Designing a Vehicular Subway in California (Oakland) Estuary tube, Engineering News Rec. 1927. (Siehe dort auch unter S. 934/39.)
31. Ch. Murdock, Ventilating the Lincoln Vehicular Tunnel. Am. Soc. of Heating & Ventilating Eng. New York 1938.
32. Prof. Dr. Ing. E. Neumann (Stuttgart). Der Strassentunnel und seine Ausrüstung. «Die Bautechnik» 1939, Heft 16 und 18 (Erst nach Abschluss des Gutachtens erschienen).

## «Fall Bernoulli» und Lehrfreiheit an der E.T.H.

Der «Fall Bernoulli» — die Nickerneuerung seines Lehrauftrages für Städtebau an der E.T.H. — ist nachgerade zu einem Begriff geworden, in dem so schwere Vorwürfe über Beeinträchtigung der akademischen Lehrfreiheit, politische Massregelung, willkürliche Entziehung des Brotkorbes u. a. m. enthalten sind, dass wir uns veranlasst sehen, unsere Leser, insbesondere unsere Kollegen von der G.E.P. über den *wahren*, in der Presse vielfach und stark verzerrt dargestellten Sachverhalt aufzuklären. Den Anstoß dazu gibt uns die folgende, am 16. Juni mit grossem Mehr gefasste *Resolution des B.S.A.*:

«Der Bund Schweizer Architekten hat mit Ueberraschung Kenntnis genommen von der durch die Behörden der E.T.H. ausgesprochenen Nickerneuerung des Lehrauftrages an Prof. Bernoulli, den führenden schweizerischen Fachmann des Städtebaus. Er bedauert, dass sich die E.T.H. damit der Mitarbeit eines Akademikers nach 25 Jahren erfolgreicher Tätigkeit beraubt hat, dessen Ansehen weit über die Grenzen unseres Landes reicht. Der B.S.A. ist zur Ueberzeugung gekommen, dass die getroffene Massnahme mit den Gründen, die vom Präsidenten des Schulrates einer Delegation des B.S.A. dargelegt wurden, nicht gerechtfertigt werden kann. Er erblickt darin eine Schädigung der baulichen Kultur unseres Landes und ist der Ansicht, dass auf den Entscheid zurückgekommen werden sollte.»

Einige Tage zuvor hatte der Bundespräsident auf den Fall bezügliche sozialistische Interpellationen im Ständerat und im Nationalrat beantwortet; im Nationalrat wurde u. a. gefragt, ob der Bundesrat «das die Rechte des Bürgers und die Freiheit der Gesinnung verletzende Vorgehen des Schweiz. Schulrats billige». Ueber die Beantwortung berichtet der «Bund» vom 14. Juni wie folgt:

«Bundespräsident Etter weist den Vorwurf, der Schulrat habe skandalös gehandelt, zurück. Er legt, wie im Ständerat, die rechtliche Seite des Falles dar: Herr B. war nicht Professor der E.T.H., sondern er hatte einen Lehrauftrag. Zulässig zur Wahl und Entlassung war der Schulrat. Nach Ablauf eines Semesters oder eines Jahres kann der Schulrat einen Lehrauftrag erneuern oder nicht, wie er will. Das Departement des Innern hatte auf den Rekurs nicht einzutreten. — Trotzdem deckt der Bundesrat den Schulrat voll und ganz. Die Lehrfreiheit steht gar nicht in Frage. In das Fach des Herrn B. hat der Schulrat nie eingegriffen. Der Schulrat hat auch nie verlangt, dass Herr B. seine Tätigkeit als Freiwirtschafter aufgebe; er hat ihr im Gegenteil mit Lammgeduld zugeschaut. Die Art und Weise dieser Tätigkeit war aber so, dass das Ansehen der E.T.H. geschädigt wurde. Schon 1933 beschwerte sich die Gesellschaft Ehemaliger Studierender der E.T.H. über den Missbrauch des Professoratits bei den Propagandavorträgen. Herr B. erklärte sich einverstanden, darauf zu verzichten. Er verzichtete aber nicht auf den scharfen Ton in seinen Ausführungen. 1935 kamen Klagen aus Genf wegen Vorträgen. Das Basler Strafgericht verurteilte Herrn B. zu einer Busse von 100 Fr., weil er im Grossen Rat sich selbst wählte, was verboten ist. Die Kritik gegen die Nationalbankdirektoren verschärft sich so, dass man frug, ob diese denn vogelfrei seien. Der Redner zitiert verschiedene Gedichte des Emanuel Kupferblech, alias Bernoulli. Eines heisst «Die Schweineordnung». In einem andern zum 1. August ist die Rede vom bankerot System, von der «Patriotenleier» des Bundesrats, während das Volk in der Krise stecke. Das Gedicht vom Tell ist nicht so harmlos. Es erschien mit Karikaturen zweier Bundesräte. Die ganze Art der Kampfweise Bernoullis ist eines akademischen Lehrers unwürdig. Wenn wir die Freiheit bewahren wollen, dürfen wir nicht die Autorität untergraben. (Beifall.)» —

Daraus geht hervor, dass der Schulrat die Lehrtätigkeit Bernoullis nie bemängelt hat, weshalb auch von einer Beeinträchtigung der Lehrfreiheit keine Rede sein kann. Der Schulrat hat B. lediglich *ersucht*, sich in seiner Freigeld-Propagandatätigkeit, also auch als «Emanuel Kupferblech», im Ton zu mässigen und persönliche Beleidigungen zu unterlassen. Die wiederholten Mahnungen blieben aber leider fruchtlos, der Ton blieb fortgesetzt rüde, geradezu beschimpfend und verleumdend. B. stellt die Dinge so dar, wie wenn die beauftragten Führer der Wirtschafts- und Finanzpolitik wesentlich und vorsätzlich ein System der Ausplünderung des Volkes pflegen würden. Nach jahrelangem Zuwarthen sah sich deshalb der Schulrat im Dezember v. J. geneigt, im Sinne von Art. 74 des Reglementes der E.T.H. den Lehrauftrag an H. Bernoulli nicht mehr zu erneuern<sup>1)</sup>. Uebrigens hatte B. schon früher während mehrerer Semester auf die Ausübung seines Lehrauftrages von sich aus verzichtet, wodurch auch der Vorwurf eines «Entzuges des Brotkorbs» (übrigens eines sehr bescheidenen «Körbchens») ins richtige Licht gerückt wird.

Dies der wahre Sachverhalt. Prof. Bernoulli hat sein Ausscheiden als akademischer Lehrer selbst verschuldet. Er hat, nicht im Städtebaukolleg, wohl aber in seiner Auseinandersetzung und zwar unter missbräuchlicher Auswertung seines Titels als Professor *an der E.T.H.*, ungeachtet mehrfacher Mahnungen, die Bundesbehörden in hohem Mass unwürdig angegriffen, lächerlich und verächtlich gemacht. Es ist auch klar, dass die nicht näher orientierte Öffentlichkeit in die irrite Meinung versetzt werden musste, es handle sich um einen Professor der Finanz- oder Wirtschafts-Wissenschaften und nicht um einen Architekten, was wohl der Propaganda Zugkraft verliehen, dem Ansehen der Hochschule aber auf die Länge in untragbarem Mass Abbruch getan hat. «Dass aber unsere höchste eidgen. Lehranstalt, als B. und seine Kumpanen in ihrer Hetzpropaganda immer unverschämter wurden, es schliesslich ablehnte, ein unverantwortliches politisches Rowdytum mit dem Glanz ihrer Würden und Titel zu umgeben, wird jedermann im Volke nicht nur begreifen, sondern als eine Selbstverständlichkeit betrachten.» So schliesst die N.Z.Z. (Nr. 729, 26. IV. d. J.) ihre ausführliche Berichterstattung, die wie die unsere den Zweck hatte, der Irreführung der öffentlichen Meinung zu begegnen.

\*

Dass in Arch. Hans Bernoulli die Architekten-Abteilung der E.T.H. einen ihrer künstlerisch begabtesten Lehrer — an denen bekanntlich nirgends Ueberfluss besteht — verliert, ist unbestritten, aber umso bedauerlicher, als er es ja nach obigem selbst in der Hand hatte, diesen Verlust zu vermeiden. Dennoch halten wir, im Gegensatz zur Resolution des B.S.A., die getroffene Lösung dieses Konflikts für richtig und unvermeidbar. Aber ein Anderes, was im Zusammenhang mit dem «Fall Bernoulli» im B.S.A. zur Sprache kam, ist damit nicht erledigt. In einer ausführlichen Betrachtung im «Volksrecht» (Nr. 102 vom 2. Mai), in dem leider Richtiges mit Falschem vermengt erscheint, wird u. a. der Satz aufgestellt, dass an der E.T.H. «der freie Geist der Wissenschaft, in dem weites Denken und Toleranz ihren Platz haben, immer mehr verschwindet». Soweit sich diese allgemeine Behauptung auf die Architekten-Abteilung bezieht, soll sie im Kreise des B.S.A. weiterbesprochen werden. Wie wir hören, wird es u. a. als stossend und ungut empfunden, dass den Studierenden keine Wahl gelassen wird, bei welchem Dozenten sie diplomieren wollen, und dass dafür nur ein Einziger zuständig ist. Wenn der Fall Bernoulli den Anlass geben sollte, vermeintliche Misstände als solche aufzuklären oder wirkliche zu beseitigen, dann wäre die um ihn entstandene Aufregung wenigstens nicht umsonst gewesen.

## Zum Wettbewerb der Geiserstiftung

### Stimmen aus dem Volk

Der mit Ende dieses Monats herannahende Termin für die Einreichung der Studie über die *Frage des Architektonischen Wettbewerbs* gibt uns Veranlassung, nochmals auf diese Veranstaltung hinzuweisen (am Schlusse dieses Heftes) und zwei Stimmen aus Kreisen jüngerer Kollegen Raum zu geben, die von ganz verschiedenen Seiten her kommen, aber beide das selbe besagen. Wenn ihnen ein Kommentar beizugeben wäre, müsste er wohl in erster Linie darauf hinweisen, dass die Beschränkung der Teilnahmeberechtigung ursprünglich gerade im Interesse der Architektenchaft (um allzugrosse Leerlaufarbeit zu vermeiden) eingeführt worden war. Dass sie heutzutage im Sinne lokaler Autarkie missbraucht wird, lässt sich allerdings nicht bestreiten — doch möchten wir den Arbeiten der Wettbewerbsteilnehmer nicht vorgreifen und uns auf die Wiedergabe der beiden Zuschriften beschränken, um nachdrücklich zu zeigen, in welcher Beziehung bei unsren jüngern Kollegen heute ein begründetes Missbehagen besteht.

<sup>1)</sup> Weil sich B. in seinem Verhalten in dem Grade fehlbar gemacht hat, dass sein weiteres Wirken an der Hochschule mit deren Interessen unvereinbar erscheint.