

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 95 (1977)  
**Heft:** 40

**Artikel:** Die Bemessung von Flachpilzdecken: Näherungsverfahren  
**Autor:** Egli, Hans  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-73465>

#### 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:** 09.02.2026

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

Der Einfahrtzeitpunkt in die Röhre ergibt sich zu  $t_E = 10$  s.

Wie man aus der Gegenüberstellung von Rechnungs- und Versuchsergebnissen erkennt (Bild 10), ist zwar der Verlauf der Entwicklung der Tunnelluftgeschwindigkeit ähnlich, jedoch sind die berechneten Geschwindigkeiten durchweg grösser als die gemessenen, selbst wenn man einen verringerten Zugreibungsbeiwert  $\zeta_{RT} = 0,012$  annimmt.

Das ist vor allem dadurch bedingt, dass im vorliegenden Fall bei der Kürze des Tunnels die Haltestellenwiderstände auch näherungsweise nicht mehr vernachlässigt werden dürfen, da sie hier im Verhältnis zum Widerstand des Tunnels selbst recht gross werden und somit die Entwicklung der Tunnelluftbewegung stärker beeinflussen, als dies bei längeren Tunnels der Fall ist (vgl. Bild 7).

## 6. Schlussbemerkung

Wie der Vergleich der Ergebnisse aus Näherungsrechnungen und Versuchen zeigt, können mit Hilfe der angegebenen Näherungslösungen die Anfachvorgänge der Tunnelluftströmungen in U-Bahn-Tunneln, die durch die einfahrenden Züge hervorgerufen werden, recht gut vorausberechnet werden. Da der Einfluss der Haltestellenwiderstände bei den Näherungslösungen nicht berücksichtigt wurde, werden die berechneten Geschwindigkeiten grösser sein, als sie tatsächlich zu erwarten sind. Dieser Einfluss ist um so stärker, je grösser der Haltestellenwiderstand im Verhältnis zum eigentlichen Tunnelwiderstand ist.

## Literaturverzeichnis

- [1] K. Wieghardt: Belüftungsprobleme in U-Bahn- und Autotunnels, «Schiffstechnik» 9 (1962), S. 209–216.
- [2] W. Blödermann: Instationäre Vorgänge in einem U-Bahn-Tunnel, Institut für Schiffbau der Universität Hamburg, Bericht Nr. 130 (1963).
- [3] W. Blödermann: Das Lüftungsproblem bei Untergrundbahnen, Institut für Schiffbau der Universität Hamburg, Bericht Nr. 135 (1969).
- [4] W. Blödermann: Luftzug und Lüftung bei Untergrundbahnen, Institut für Schiffbau der Universität Hamburg, Schrift Nr. 2182 (1969).
- [5] W. Blödermann: Luftzug und Lüftung bei Untergrundbahnen, «Strasse, Brücke, Tunnel» 25 (1973), S. 253–260.
- [6] W. G. Brown: Basic Theory of Rapid-Transit Tunnel Ventilation Trans. ASME Series B, Vol. 88, Nr. 1 (1966), S. 1–7.
- [7] M. A. Gaillard: Zur Aerodynamik der Zugbegegnung im Tunnel und auf offener Strecke. Diss. Nr. 4874 ETH Zürich (1973).
- [8] L. Gackenholz: Beitrag zur Ermittlung der aerodynamischen Verhältnisse in langen Eisenbahntunnels bei schnellen Zugdurchfahrten. Diss. TU Hannover (1973).
- [9] R. Frimberger, E. Lukas: Modelluntersuchungen über das Widerstandsverhalten von Zügen in ein- und zweigleisigen Tunnels der Münchner U-Bahn. Bericht 69/9 des Inst. für Strömungsmechanik, TU München (1969).
- [10] T. Hara: Method of Measuring the Aerodynamic Drag of Trains. «Bull. of ASME», Vol. 8, Nr. 31 (1965), S. 390–396, oder Quarterly Report of RTRI, Vol. 6, Nr. 2 (1965), S. 52–55.
- [11] K. Sutter: Der Luftwiderstand auf Eisenbahnzüge in Tunnels. Diss. Nr. 581 ETH Zürich, R. Oldenbourg, München (1930).
- [12] R. Frimberger, P. Pucher: Luftgeschwindigkeitsmessungen in den unterirdischen Anlagen der Münchner Nord-Süd-U-Bahnlinie. Bericht Nr. 72/4 des Inst. für Strömungsmechanik der TU München (1972).
- [13] R. Frimberger, E. Lukas: Luftgeschwindigkeitsmessungen in den unterirdischen Anlagen der Münchner Nord-Süd-U-Bahnlinie. Bericht Nr. 70/1 des Inst. für Strömungsmechanik der TU München (1970).
- [14] H. Schausberger, I. Krönke, G. Winkler: Luftgeschwindigkeits- und Druckmessungen im Streckenabschnitt Taubstummengasse-Karlsplatz der Wiener U-Bahn. Bericht der Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal Wien, Nr. 403 703–35.100 (1974).

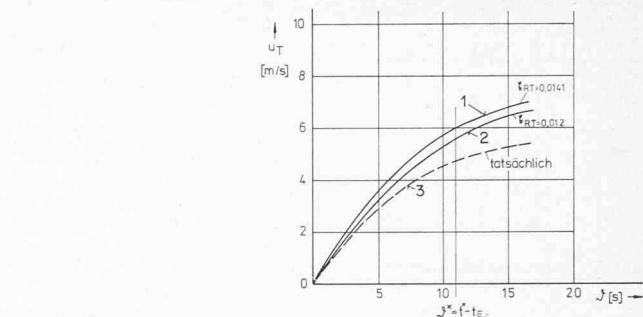


Bild 10. Tatsächlicher Geschwindigkeitsverlauf der Luftströmung im Tunnel der U-Bahn Hamburg bei Fahrt eines 4-DTW-1-Zuges in einer eingleisigen Tunnelröhre  
1, 2 Rechenergebnisse nach Gl. [21] und [22] mit  $\zeta_{RT} = 0,0141$  bzw.  $\zeta_{RT} = 0,012$   
3 Messergebnis

## Die Bemessung von Flachpilzdecken: Näherungsverfahren

Von Hans Egli, Bern

### Einleitung

Zur näherungsweisen Berechnung von mehrfeldrigen Flachdecken auf rechteckigem Stützenraster sind verschiedene Methoden und Tabellenwerke bekannt. Die Schnittkräfte in Pilzdecken dagegen werden heute üblicherweise mit Hilfe von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen bestimmt.

In Anlehnung an die Ersatzrahmenmethode für Flachdecken werden im folgenden Faktoren gegeben, die es erlauben, auch Pilzdecken mit flachen rechteckigen Pilzen als durchlaufende Balken zu berechnen. Der Einfluss der Pilzstärke auf die Biegemomente wird dabei berücksichtigt.

Die Faktoren sind in Diagrammen zusammengestellt. Sie sind das Ergebnis der Auswertung einer grossen Zahl von Com-

puterberechnungen von Pilzdecken, die teils für bestimmte Bauobjekte, teils als Ergänzungsberechnungen durchgeführt wurden.

Berechnet und ausgewertet wurde ein Innenfeld einer unendlich ausgedehnten Decke. Die gegebenen Faktoren können jedoch in guter Näherung auch in Endfeldern benutzt werden.

### Grundlagen

Berechnungsmethode: Computerprogramm FEAPS des Fides-Rechenzentrums, Zürich

Statisches System: Innenfeld einer unendlich ausgedehnten Pilzdecke auf rechteckigem Stützenraster

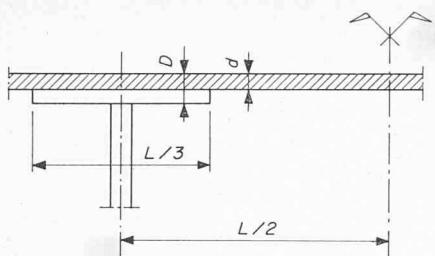


Bild 1. Schemaschnitt mit Bezeichnungen

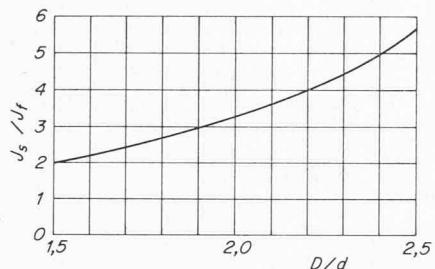


Bild 2. Diagramm zur Bestimmung der Trägheitsmomente

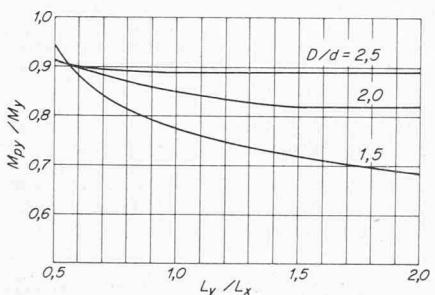


Bild 3. Bemessungsmomente im Pilzbereich in der Stützenachse (Schnitt A-A)

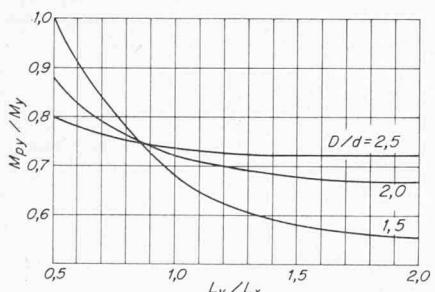


Bild 4. Bemessungsmomente im Pilzbereich am Pilzrand (Schnitt B-B)

- Pilz: Rechteckiger Flachpilz.  
Seitenlänge = 1/3 der Spannweite in jeder Richtung
- Belastung: Gleichmässig verteilte Vollast plus Gewicht des Pilzes
- Stützen: Stützengrösse (0,036 bis 0,058) x L, Stützenlagerung als elastische Bettung
- Querdehnung:  $\mu = 0,2$
- E-Modul:  $E = 200000 \text{ kg/cm}^2$ .

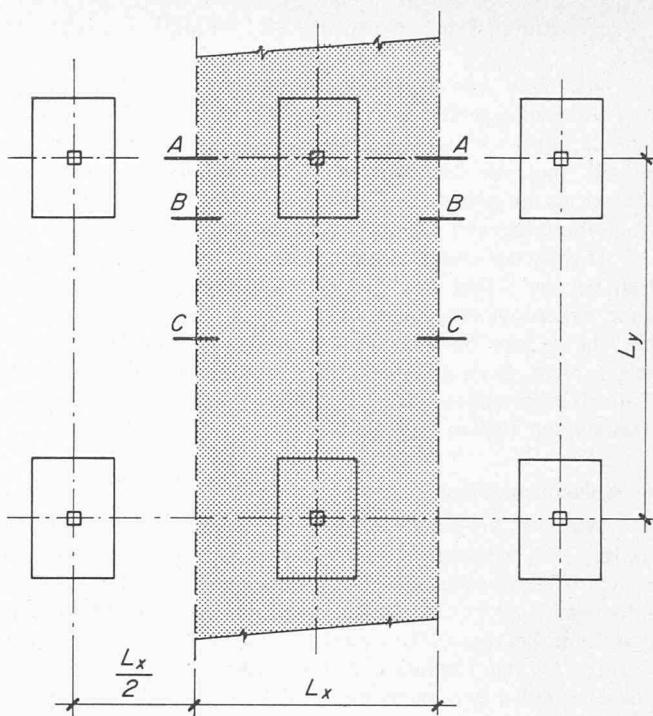


Bild 5. Schemagrundriss mit Schnittbezeichnungen

#### Bezeichnungen (Bild 1)

- $L_y$  Spannweite in Tragrichtung  
 $L_x$  Breite des Ersatzbalkens quer zur Tragrichtung, von Feldmitte bis Feldmitte  
 $D$  Dicke des Pilzes  
 $d$  Dicke der Platte  
 $J_s$  Fiktives Trägheitsmoment des Ersatzbalkens in Stützenachse  
 $J_f$  Trägheitsmoment des Ersatzbalkens in Feldmitte  
 $M_{p,y}$  Totales Biegemoment im Pilzbereich  
 $M_y$  Biegemoment des Ersatzbalkens.

#### Bestimmung der Biegemomente $M_y$

Die Biegemomente  $M_y$  werden in jeder Richtung am durchlaufenden Ersatzbalken der Breite  $L_x$  und mit sprungweise änderndem Trägheitsmoment bestimmt. Diese Trägheitsmomente können dem Diagramm (Bild 2) entnommen werden, das für  $J_f = 1$  ein fiktives  $J_s$  in Abhängigkeit vom Verhältnis  $D/d$  gibt.

#### Bemessungsmomente

Die Bemessungsmomente im Pilzbereich,  $M_{p,y}$ , in den Schnitten A-A (Stützenachse) und B-B (Pilzrand) erhält man, indem das Biegemoment  $M_y$  des Ersatzbalkens mit den Verteilfaktoren der folgenden zwei Diagramme (Bilder 3 und 4) zerlegt wird. Der Rest des Biegemomentes  $M_y$  wird von der Platte zwischen den Pilzen aufgenommen.

Die Bemessungsmomente in den Schnitten A-A und B-B werden gleichmässig über die Breite des Pilzes und der Platte verteilt. Das Bemessungsmoment im Schnitt C-C (Feldmitte) kann gleichmässig über die Breite  $L_x$  verteilt werden.

Adresse des Verfassers: Hans B. Egli, dipl. Ing. ETH, in Firma Techdata AG, 3007 Bern