

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 37 (1946)  
**Heft:** 25

**Artikel:** Beitrag zur Berechnung von Einspannfundamenten für Freileitungen  
**Autor:** Kohler, Karl  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061147>

### **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:** 03.04.2025

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

einigen Minuten die *normale Schlagfrequenz* wieder zu erreichen.

*Versuchsgang:* Das isolierte, normal schlagende Säugetierherz wird durch einen Elektrokutionsstrom von 80...100 mA zum Flimmern gebracht (Fig. 5a). Durch Injektion von Acetylcholin wird

haben ebenfalls zu brauchbaren Resultaten geführt. Dieser günstige Verlauf der Tierexperimente eröffnet begründete Aussichten, auch beim elektrisch verunfallten Menschen, zusammen mit andern Wiederbelebungsverfahren, zu einem positiven Resultate zu gelangen. Ueber weitere, ebenfalls positiv

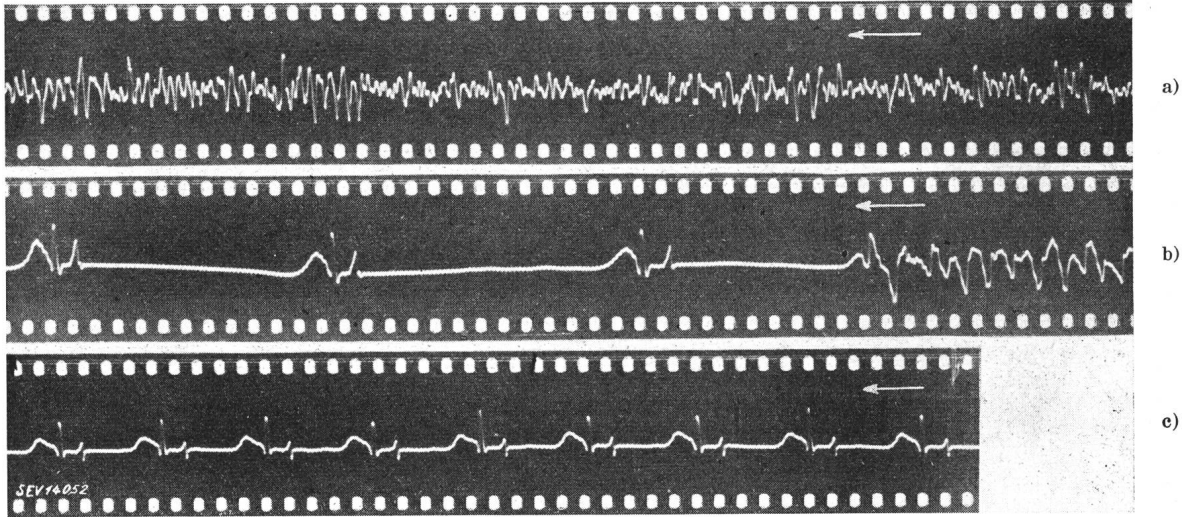


Fig. 5

Elektrokardiogramm der erfolgreichen Anwendung eines Wirkstoffes im Sinne der Wiederherstellung des normalen Herzschlages nach vorausgegangenem, durch Elektrokution Herzkammerflimmern (von rechts nach links zu lesen)

- a) Herzkammerflimmern nach Elektrokution  
 b) Uebergang von Herzkammerflimmern in normales Schlagen, hervorgerufen durch die Injektion eines Wirkstoffes  
 c) 5 min nach Schlagbeginn; Herzschlag normal

das Herz vorübergehend zum Stillstand (Fig. 5b) und unmittelbar daran anschliessend zum normalen Schlagen gebracht (Fig. 5c).

Die mit Acetylcholin am isolierten Säugetierherzen erreichten, fast 100 % positiven Ergebnisse — im Sinne der Wiederbelebung des Herzens — sind durch Versuche am Ganztier ergänzt worden und

verlaufene Versuche am isolierten Herzen mit anderen chemischen Stoffen und über den Fortgang der Experimentalarbeiten wird in einem späteren Zeitpunkt wieder berichtet werden.

Adresse des Autors:

Dr. med. R. Fröhlicher, prakt. Arzt, Rietstrasse 37, Zollikon (ZH).

## Beitrag zur Berechnung von Einspannfundamenten für Freileitungen

Von Karl Kohler, Tuttlingen

621.315.66.00273

Für die an anderer Stelle nach den Grundvorstellungen der klassischen Erddrucklehre entwickelten Gleichgewichtsbedingungen prismatischer Einspannfundamente wird eine Näherungsgleichung abgeleitet. Diese gestattet, auch bei bindigen Böden die erforderliche Eingrabetiefe bei gegebener Beanspruchung zu berechnen.

Etablissement d'une formule approchée des conditions d'équilibre de fondations prismatiques selon les principes de l'enseignement classique de la poussée des terres. Cette formule permet de calculer la profondeur d'enfouissement pour une contrainte donnée, même dans les terrains argileux.

### 1. Einleitung

In früheren Arbeiten konnte gezeigt werden [1, 2]<sup>1)</sup>, dass die klassische Erddruckbetrachtung nach Entwicklung abgewandelter, d. h. dem Vorgang angepasster Hilfsvorstellungen gut geeignet ist, Gleichgewichtsbedingungen für Einspannfundamente zu liefern. Die mitgeteilten Ergebnisse fanden dabei zunächst eine grundsätzliche Bestätigung, indem gezeigt wurde, dass die bekannten Belastungsversuche an Einspannfundamenten der Reichspost und von Sulzberger [3] deutlich feststellbare Sonderpunkte aufweisen, die den Eintritt des sogenannten Grenzfalles des Gleichgewichts, bzw. des Auf-

tretens geschlossener plastischer Gebiete im Erdreich, kennzeichnen.

Für prismatische Fundamente, d. h. Gründungen mit längs der Einspannung gleichbleibendem Querschnitt, konnten verhältnismässig leicht zu handhabende Beziehungen entwickelt werden, welche bei gegebenen Fundamentabmessungen und Bodenwerten den dem Eintreten des Grenzfalles entsprechenden Spitzenzug bestimmen lassen. Dabei konnte der Einfluss auch bindiger Böden genau berücksichtigt werden. Die Berechnung der Fundamentgrösse, bzw. Eingrabetiefe bei gegebener Belastung, ist jedoch hiebei unmittelbar nicht möglich. In diesem Falle muss über den Umweg der Spitzenzugbestimmung mehrerer Fundamente verschiedener

<sup>1)</sup> s. Literaturverzeichnis am Schluss.

Einbautiefen die  $Z-t_1$ -Kurve ermittelt und der gesuchte Wert  $t_1$  dieser Kurve entnommen werden. Grundsätzliche Schwierigkeiten entstehen dadurch nicht.

Soweit nur wenig Bodenwerte zu berücksichtigen sind, z. B. normales Erdreich mit Festigkeiten nach Bauvorschrift, könnte eine Vereinfachung der Fundamentberechnung durch Normung der Fundamentabmessungen erreicht werden. In Uebereinstimmung mit der nicht willkürlich veränderlichen Spreizung der Masten könnten für den üblichen Fundamenttyp Form und einheitliche Breite festgelegt werden. Damit sind für die Regelfälle Bodenwerte und wesentliche Systemmasse gegeben; veränderlich ist nur noch der Spitzenzug  $Z$ , die Angriffshöhe  $h$  und die Eingrabetiefe  $t_1$ . Ueber den Zusammenhang dieser drei Grössen liesse sich eine Kurvenschar zeichnen, der sich bei gegebenen  $Z$  und  $h$  die erforderliche Einbautiefe entnehmen lässt.

Anschliessend sollen nun in der strengen Lösung einige Vereinfachungen erfolgen, um eine Faustregel zur unmittelbaren Bestimmung der Fundamentabmessungen zu erhalten. Dem Wesen des Belastungsvorganges entsprechend ist eine genaue Einhaltung der durch das Auftreten geschlossener plastischer Gebiete erkannten Grenze nicht absolut nötig. Für die Praxis kann daher eine Arbeitsgleichung, die den Zustand im wesentlichen beschreibt, von besonderem Vorteil sein. Notfalls kann durch Versuch oder genaue Berechnung eine Verbesserung des Näherungsergebnisses angestrebt werden.

**2. Begründung einer Arbeitsgleichung**

In der Hauptarbeit [1, 2] sind für prismatische Fundamente als Gleichgewichtsbedingungen die Gleichungen

$$Z + (R_s + Q_0) = Q' (2 \lambda_0'^2 - 1) \quad \text{und}$$

$$h'Z - t_1' (R_s + Q_0) = \frac{2}{3} Q' t_1' (1 - 2 \lambda_0'^3)$$

abgeleitet worden. Dieselben lauten mit

$$k_z = Z/Q'; \quad v' = (R_s + Q_0)/Q';$$

$$n' = (h - T_0)/(t_1 + T_0) \quad \text{und}$$

$$\kappa = t_1''/t_1' = \frac{\frac{2}{3} T_0 + \left(t_1 + \frac{T_0}{3}\right) \frac{R_s}{R_s + Q_0}}{t_1 + T_0}$$

folgendermassen:

$$k_z = 2 \lambda_0'^2 - (1 + v');$$

bzw. 
$$\lambda_0' = \frac{\sqrt{2}}{2} (1 + v' + k_z)^{1/2}$$

und 
$$k_z = \frac{1,5 \kappa v' + (1 - 2 \lambda_0'^3)}{1,5 n'}$$

Die Bedeutung der Zeichen ist aus Fig. 1 ersichtlich; dabei ist noch

$$T_0 = K_s/\gamma\mu; \quad \bar{\varepsilon} = 2\mu(\mu + \sqrt{1 + \mu^2});$$

$$\lambda_0' = (t_0 + T_0)/(T_0 + t_1); \quad Q_0 = \frac{1}{2} a \bar{\varepsilon} \gamma b T_0^2$$

und 
$$Q' = \frac{1}{2} a \bar{\varepsilon} \gamma b (T_0 + t_1)^2,$$

wenn  $K_s$  die Schubfestigkeit des Bodens,  $\gamma$  das spez. Bodengewicht,  $\mu$  den Tangens des inneren Reibungswinkels des Erdreichs,  $b$  die Fundamentbreite senkrecht zum Spitzenzug,  $a$  den Formfaktor des Fun-

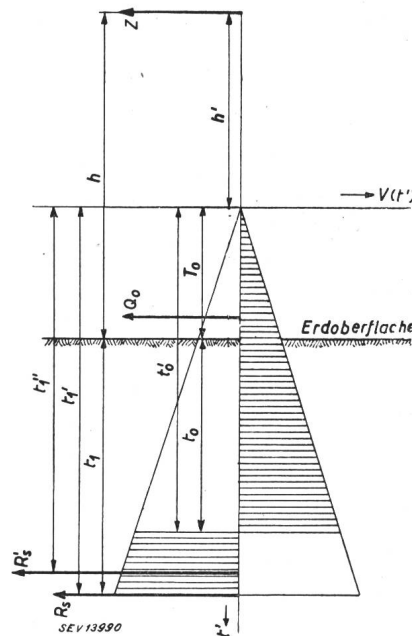


Fig. 1  
Kräfte und Erd-druckverteilung am prismatischen Einspannfundament in nicht bindigem Boden

damentquerschnitts und  $R_s$  die Sohlenreibung (Mast + Fundamentgewicht multipliziert mit dem Reibungsbeiwert  $\mu_1$ ) darstellen.

Durch Elimination von  $k_z$  bzw.  $\lambda_0'$  aus den Systembedingungen erhält man für  $\lambda_0'$  bzw.  $k_z$  die Bestimmungsgleichung

$$n' = \frac{1,5 \kappa v' + 1 - 2 \lambda_0'^3}{1,5 [2 \lambda_0'^2 - (1 + v')]} = \frac{1,5 \kappa v' + 1 - \frac{\sqrt{2}}{2} (1 + v' + k_z)^{3/2}}{1,5 k_z}$$

Die Werte  $v'$  und  $k_z$  sind nun für ausgesprochene Einspannfundamente klein im Vergleich zu 1 (für  $n' > 3$  wird  $k_z < 0,08$ ,  $v'$  bewegt sich in der Grössenordnung von 0,1). Soweit aber  $(v' + k_z)$  genügend klein ist, kann der Potenz Ausdruck  $(1 + v' + k_z)^{3/2}$  durch  $1 + \frac{3}{2}(v' + k_z)$  ersetzt werden, und man erhält als gute Näherungslösung

$$k_z \cong \frac{\frac{2 - \sqrt{2}}{3} + v' \left(\kappa - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)}{n' + \frac{\sqrt{2}}{2}} \quad (1)$$

$M_n$  bezeichne nun das bei einer Angriffshöhe  $h$  über Erde aus dem Grenzfallspitzenzug errechnete

Moment einer Gründung in bezug auf einen in der Tiefe  $t' = \sqrt{2}(t_1 + T_0)/2$  angenommenen Punkt. Das Moment desselben Spitzenzugs auf den Ursprung der Koordinaten bezogen ist dann

$$\begin{aligned} Zh' &= M_n (h - T_0) / \left( h - T_0 + \frac{\sqrt{2}}{2} t_1' \right) = \\ &= M_n n' / \left( n' + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \end{aligned}$$

Nun ist nach Begriffsbestimmung  $Z/Q' = k_z$ , also auch  $Z h' / t_1' Q' = n' k_z$ , bzw. nach Einsetzen der gefundenen Werte

$$\frac{M_n}{t_1' Q'} = \frac{2 - \sqrt{2}}{3} + v' \left( \kappa - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = k_m \quad (2)$$

( $k_m$  Momentenkennziffer). Durch Auflösung dieser Gleichung nach  $t_1$  erhält man

$$t_1 = \sqrt[3]{\frac{M_n}{0,5 k_m \alpha \varepsilon \gamma b}} - T_0 \quad (3)$$

Aus (2) ergibt sich, dass  $M_n$  von der Höhe des Angriffspunktes des Spitzenzugs unabhängig ist. Es ist daher zweckmässig, diese Grösse als Nennmoment der Gründung zu bezeichnen. Zwischen dem auf die Erdoberfläche bezogenen Moment des Spitzenzugs  $M = hZ$  und  $M_n$  besteht die Beziehung

$$M_n = M \left[ h - T_0 + \frac{\sqrt{2}}{2} (t_1 + T_0) \right] / h$$

Soweit  $(h - T_0)$  wesentlich grösser als  $\frac{\sqrt{2}}{2}(t_1 + T_0)$  ist, was meist bei Freileitungen zutrifft, kann auch wegen der wenig beachtlichen Auswirkung auf die Standsicherheit der Masten  $M_n \cong M$  gesetzt werden, wenn man  $M_n$  nicht durch einen mittleren prozentuellen Zuschlag aus  $M$  bestimmen will.

Der Wert  $\kappa$ , der von den Fundamentabmessungen und Bodenwerten abhängt, kann zwischen 0 und 1 liegen und ist nur bei bindigem Boden von 1 verschieden; eine wesentliche Abweichung ist nur bei stark bindigen Böden und bei geringen Einbautiefen zu erwarten. Die bereits getroffene Voraussetzung über  $v'$  ( $v' \ll 1$ ) verlangt aber schon grössere Werte von  $t_1$ , wie sie ausgesprochene Einspannfundamente im Freileitungsbau aufweisen ( $t > 2$  m). Bei nicht allzu bindigem Erdreich ist dann die Eingrenzung  $1 \leq \kappa \leq \frac{\sqrt{2}}{2}$  zulässig. Damit ist  $k_m \geq (2 - \sqrt{2})/3$  und da dabei  $v' \left( \kappa - \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$  selbst im Vergleich zu  $(2 - \sqrt{2})/3$  klein wird, ist auch  $k_m \cong (2 - \sqrt{2})/3 = 0,195 \cong 0,2$ . Zum selben Ergebnis führt die Annahme eines  $\kappa$  von  $\frac{\sqrt{2}}{2}$ . Dieser Zustand wäre durch eine willkürliche Bemessung der Sohlenreibung nach

$$R_s = \frac{\sqrt{2} - \frac{4}{3} \frac{T_0}{t_1 + T_0}}{(2 - \sqrt{2})} Q_0$$

herbeizuführen.

Mit  $k_m = 0,2$  erhält man dann aber als Arbeitsgleichung für die Bemessung reiner prismatischer Einspannfundamente

$$t_1 = \sqrt[3]{\frac{M_n}{0,1 \alpha \varepsilon \gamma b}} - \frac{K_s}{\gamma \cdot \mu} \quad (4)$$

Die oben begründete Ungleichung über die Grösse von  $k_m$  bewirkt, dass die nach (4) bestimmten Eingrabbtiefen, wenn auch nur unwesentlich, grösser ausfallen als die tatsächlich erforderlichen Einspannlängen. Dies ist besonders bei ausgesprochen schlechten Böden der Fall, da hier naturgemäss grosse Einbautiefen auftreten und beachtliche Kohäsivkräfte nicht wirksam sind. Bei stark bindigen Böden kann die vorgeschlagene Beziehung an sich zu kleine Einbautiefen liefern. Grundsätzlich ist es aber möglich, eine Verbesserung des Ergebnisses vorzunehmen, indem man nach erfolgter Ermittlung von  $t_1$  nach (4) für diesen Wert  $k_m$  und allenfalls  $M_n$  genauer bestimmt und dann (3) für eine weitere Berechnung der Einbautiefe verwendet. Da aber gerade bei guten Böden eine geringe Ueberschreitung der Grenzfallbelastung ohne besondere Bedeutung ist, kann (4) unbedenklich für alle Voraussetzungen benützt werden, umso mehr als für den Fall der Höchstbeanspruchung sichere Angaben zur Bestimmung der Bodenwerte schon wegen deren Abhängigkeit vom Wassergehalt des Erdreichs meist nicht vorliegen.

(3) und (4) zwingen zu einem Vergleich mit dem von *Sulzberger* [3] vorgeschlagenen Verfahren. Für nicht bindige Böden ( $K_s = T_0 = 0$ ) und bei vernachlässigter Sohlenreibung liefern beide Verfahren mit  $M_n = M$  dasselbe Ergebnis, wenn man die von *Sulzberger* vorgeschlagene Baugrundziffer  $c_t = 1,8 \alpha \varepsilon \gamma k_m \cdot 10^{-3} \cong 0,36 \alpha \varepsilon \gamma \cdot 10^{-3}$  kg/cm<sup>3</sup> setzt (Blockneigung = 1:100;  $\gamma$  in kg/m<sup>3</sup>). Bei bindigem Erdreich lässt sich Uebereinstimmung der beiden Verfahren nicht mehr herstellen. Es zeigt sich aber schon hier, dass die *Sulzbergersche* Baugrundziffer kein reiner Bodenwert ist, sondern auch Formeinflüssen unterliegt.

### 3. Zusammenfassung

An früher abgeleiteten Gleichgewichtsbedingungen für Einspannfundamente werden nach Begründung der Näherung Vereinfachungen vorgenommen, die eine nach der Eingrabbtiefe leicht auflösbare Form ergeben. Dabei ist die Bestimmung eines von der Angriffshöhe des Spitzenzuges unabhängigen Nennmomentes erforderlich; ausserdem ergibt sich eine Momentenkennziffer  $k_m$ , die bei den im Freileitungsbau üblichen Voraussetzungen als praktisch unveränderlich angesehen werden kann. Die abgeleitete Arbeitsgleichung gilt sowohl für bindige, als auch für nicht bindige Böden. Ein Vergleich mit dem Berechnungsverfahren von *Sulzberger* ergibt

einen Zusammenhang der dort verwendeten Bau-  
grundziffern mit den Bodengrundwerten der klassi-  
schen Erddrucklehre.

**Literatur**

[1] Kohler, K.: Die Erddruckverteilung an Freileitungs-  
Einspannfundamenten in natürlich gelagertem Boden und  
ihre Auswirkung auf die Standsicherheit. Dtsche Wasser-  
wirtsch. Bd. 34(1939), Nr. 1, S. 9...19; Nr. 2, S. 71...81, u.  
Nr. 3, S. 131...133.

[2] Kohler, K.: Bestimmung des Grenzfallspitzenzuges  
prismatischer Einspannfundamente von Freileitungen. Elek-  
trotechn. Z. Bd. 61(1940), Nr. 22, S. 491...493.

[3] Sulzberger, G.: Die Fundamente der Freileitungstrag-  
werke und ihre Berechnung. Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 10,  
S. 289...308. [Auch als Sonderdruck, deutsch und französisch,  
erhältlich im Verlag des SEV, Zürich 1945 (Nr. S 1434).]

**Adresse des Autors:**

Dozent Dr. Ing. habil Karl Kohler, Oberamteistrasse 28, Tutt-  
lingen (Deutschland).

**Umstellung der Verkehrsbetriebe der Stadt Winterthur auf Trolleybus**

629.113.62(494)

Der Gemeinderat der Stadt Winterthur hat am 21. Oktober  
1946 grundsätzlich beschlossen, die gesamten Verkehrsbe-  
triebe einheitlich auf Trolleybus umzustellen und den ge-  
genwärtig bestehenden Tram- und Autobusbetrieb aufzu-  
heben. Dieser Beschluss stützt sich auf folgende Erwägungen:

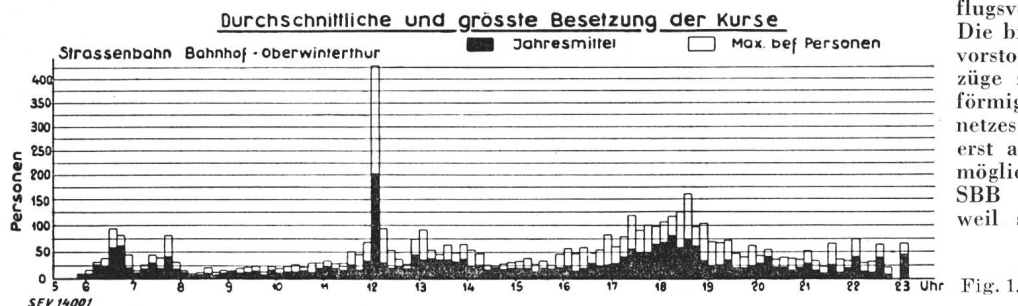
**1. Allgemeines**

Das Netz der Verkehrsbetriebe der Stadt Winterthur  
(VW) besteht gegenwärtig aus einer 4,7 km langen Strassen-  
bahnlinie, einer 7,2 km langen Trolleybuslinie und einer  
2,3 km langen Autobuslinie.

Die Leistungsfähigkeit dieses Betriebes genügt den ge-  
genwärtigen Bedürfnissen nicht mehr. Das Geleise der Stras-  
senbahn ist veraltet, abgenützt und teilweise sehr schlecht ver-  
legt; die Reisegeschwindigkeit der Strassenbahnwagen ist zu  
klein, und ein Umbau dieser Fahrzeuge lohnt sich nicht  
mehr. Die Autobusse haben die ansehnliche Verkehrsleistung  
von 500 000 km pro Fahrzeug hinter sich und sind an der

Das die VW vor allem konkurrenzierende private Ver-  
kehrsmittel ist das Velo, entfällt doch auf 2 Einwohner  
1 Fahrrad. Mit einem künftigen Nachlassen dieser Konkur-  
renz darf nicht gerechnet werden. In Zeiten wirtschaftlicher  
Depression wird das Fahrrad von manchem Werktätigen  
wieder dem öffentlichen Verkehrsmittel vorgezogen, wenn  
dieses nicht rascher und bequemer als das Velo ist. Da mit  
dem Fahrrad leicht eine Reisegeschwindigkeit bis 18 km/h  
erzielt wird und dieses zudem jederzeit und an jedem Ort  
bereit steht, muss das künftige öffentliche Verkehrsmittel  
mindestens die Reisegeschwindigkeiten des Fahrrades er-  
reichen. Die Reisegeschwindigkeit muss auch noch darum  
möglichst hochgetrieben werden, weil das Einzugsgebiet des  
Verkehrnetzes mit der Reisegeschwindigkeit wächst.

Der hauptsächlichste Fahrgast der VW wünscht vor allem  
gute Verbindungen zwischen den Wohnquartieren und den  
Industriegebieten. Ein grosses Bedürfnis nach Verbindungen  
für den Geschäftsverkehr, wie es zum Beispiel Zürich be-  
sitzt, besteht nicht; auch der Aus-  
flugsverkehr ist nicht bedeutend.  
Die bis nahe an das Stadtzentrum  
vorstossenden bewaldeten Höhen-  
züge zwingen zu einem strahlen-  
förmigen Ausbau des Verkehrs-  
netzes; Querverbindungen sind  
erst an der Peripherie der Stadt  
möglich. Ferner beeinflusst die  
SBB die Linienführung stark,  
weil sie die Stadt in zwei nur



Grenze ihrer Lebensdauer angelangt. Dagegen erfüllen die  
seit 1938 angeschafften Trolleybusse ihre Aufgabe gut. Die  
Fahrgäste verlangen zudem ein günstigeres Platzangebot, eine  
dichtere Kursfolge in den Spitzenzeiten und eine Erwei-  
terung des bisherigen Netzes. Es war darum zu prüfen, wie  
die VW als öffentliches Nahverkehrsmittel am zweckmässig-  
sten zu modernisieren seien. Dabei durfte nicht nur von den  
gegenwärtigen Bedürfnissen ausgegangen werden; es musste  
auch die voraussichtliche künftige Entwicklung einbezogen  
werden.

**2. Die künftigen Verkehrsbedürfnisse**

Der wichtigste Benutzer der VW ist heute und auch in  
absehbarer Zukunft der Werktätige mit festem Arbeitsplatz  
und regelmässiger Arbeitszeit. Die frei Erwerbenden machen  
nur etwa 15% der Einwohnerzahl aus. Diese Tatsache führt  
zu ausserordentlich grossen Spitzenbeanspruchungen bei nor-  
malem Arbeitsbeginn und Arbeitsschluss und zu sehr ge-  
ringten Besetzungen während der normalen Arbeitszeit. Es  
treten derart ausgeprägte Spitzen auf, wie sie in anderen  
städtischen Verkehrsbetrieben kaum zu finden sein werden.

Zur Illustration dieser Tatsache sind in Fig. 1 die im  
Jahre 1945 aufgetretenen durchschnittlichen und die maxi-  
mal aufgetretenen Besetzungen der einzelnen Kurse einer  
Strassenbahnlinie aufgetragen. Dazu kommt, dass diese  
Spitzenbelastungen nicht voraussehbar sind. Das künftige  
Verkehrsmittel muss also möglichst beweglich und innert  
kürzester Zeit eingesetzt werden können.

durch wenige Engpässe verbundene Hälften teilt. Unter Be-  
rücksichtigung dieser Umstände und der künftigen Entwick-  
lung der Stadt wird voraussichtlich das Verkehrsnetz so aus-  
gebaut, wie es Fig. 2 zeigt. Mit diesen Erweiterungen bleiben  
die VW im Rahmen dessen, was auch andere Städte zur Be-  
friedigung des Verkehrsbedürfnisses tun (Tabelle I).

Tabelle I

Unternehmung	Einwohner	Totale Betriebslänge in km	Einwohner pro km Betriebslänge
Zürich . . . . .	342 000	84,3	4 100
Basel . . . . .	211 000	72,5	2 900
Bern . . . . .	140 000	46,1	3 000
Luzern mit Vororten . . . . .	80 000	22,1	3 600
St. Gallen . . . . .	64 000	18,8	3 400
Biel . . . . .	42 000	15,3	2 700
Winterthur bisher . . . . .	61 000	14,1	4 300
Winterthur neu . . . . .		17,8	3 400

Mit der Erweiterung des Verkehrsnetzes steigt die bis-  
herige Verkehrsleistung von gegenwärtig 1,2 Millionen auf  
1,7 Millionen Wagenkilometer pro Jahr.

**3. Die Wahl des geeignetsten Verkehrsmittels**

Es wurde eingehend untersucht, mit welchen Verkehrs-  
mitteln diese Leistungen bei geringsten jährlichen Kosten  
vollbracht werden können. Dabei musste ein Autobusbetrieb