

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	83/84 (1924)
Heft:	21
Artikel:	Aa-Brücke Rempen des Kraftwerks Wäggital: entworfen und erbaut von Locher & Cie., Zürich
Autor:	Roš, M.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-82796

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: 10.02.2026

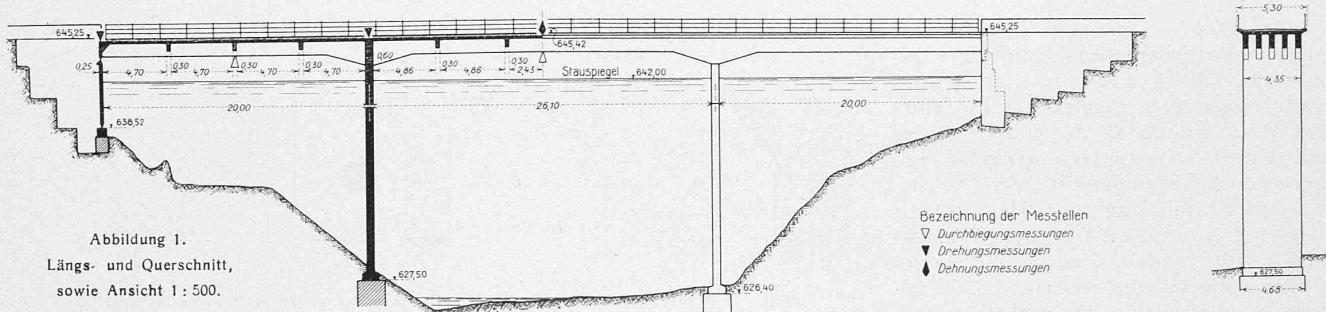
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INHALT: Aa-Brücke Rempen des Kraftwerks Wäggital. — Brennende Probleme der Betriebsorganisation und der Weg zu ihrer natürlichen Lösung. — Gemeindehaus für Herrliberg bei Zürich. — Neue Heissdampf-Strassenwalze. — Nekrologie: Leonhard v. Muralt. — Miscellanea: Systematische Beobachtungen an ausgeführten Staumauern.

Verein deutscher Ingenieure. Elektrifizierung der Sihltalbahn. Eisenbahnbrücke bei Mallow (Irland). Vom neuen Hauptbahnhof Stuttgart. Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband. Schweizer Mustermesse. Eidgenössische Technische Hochschule. — Literatur. — S.T.S

Band 83. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur auf Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 21.



Aa-Brücke Rempen des Kraftwerks Wäggital.

Entworfen und erbaut von Locher & Cie., Zürich,
Ingenieurbüro und Bauunternehmung für Hoch- und Tiefbau.

Die Aa-Brücke Rempen der A.-G. Kraftwerk Wäggital, überführt die Talstrasse über das Ausgleichsbecken der obern Zentrale im Rempen. Sie besitzt drei Öffnungen, mit Stützweiten von 20,0, 26,1 und 20,0 m. Die Nutzbreite ist zu 4,90 m festgesetzt worden (Abb. 1 und 2).

Das Tragwerk in Eisenbeton weist eine vorbildlich klare statische Gliederung auf. Als Rahmenbrücke wirkend, hat sie das, als Gelenkstütze ausgebildete, feste Lager auf der Seite Vordertal, während das bewegliche Lager, auf der Seite Siebenen, in einer Pendelstütze besteht. Die beiden sehr schlanken Zwischenstützen weisen an den unteren Enden Flachlager auf und sind oben, in den Hauptträgern, elastisch eingespannt. Der Brückenquerschnitt wird von fünf 1,30 m hohen und 0,40 m breiten Rippen gebildet, die durch eine durchschnittlich 0,16 m starke bewehrte Fahrbahnplatte und durch 0,30 m starke, in einem gegenseitigen Abstand von 4,70 m angeordnete vollwandige armierte Querrippen, zu einem einheitlichen Querschnitte verbunden sind (Abb. 2). Die Betonmischungen wurden für das ganze Brückentragwerk wie folgt ausgeführt:

300 kg Portlandzement auf
545 l Sand, Korngrösse bis 10 mm, und
745 l Kies, Korngrösse von 10 bis 30 mm, beide aus dem Flussbett der Aa gewonnen, mit
7 % Wasserzusatz, dieser bezogen auf das Gesamtgewicht der Trockensubstanzen.

Die Ergebnisse der Betonproben nach sieben Tagen zeigten in den Festigkeitszahlen für Druck bedeutende Unterschiede. Nach 28 Tagen war die Zunahme der Druckfestigkeiten, obschon noch stark unregelmässig, im Durchschnitt als normal zu bezeichnen, und nach 90 Tagen zeigte sich, so weit Ergebnisse vorliegen, eine weitere, etwas stärkere, als in den üblichen Grenzen liegende Zunahme der Festigkeitszahlen (Mittelwert 310 kg/cm²). Die rasche Zunahme der Festigkeit lässt auf die Verwendung eines nasen, plastischen Beton schliessen, was bei der starken Eisenarmierung der Brücke entschieden als ein Vorteil zu bezeichnen ist. Mit der Erstellung der Brücke wurde am 16. August 1923 begonnen, die Betonierungsarbeiten waren am 23. August beendet und die Brücke konnte am 25. Oktober, rund zwei Monate nach Fertigstellung, der Belastungsprobe unterzogen werden.

Die Aa-Brücke Rempen eignet sich ihrer Grösse, ihrer klaren Gliederung und insbesondere ihrer Empfindlichkeit für elastische Deformationen wegen, vorzüglich als Versuchsstück. Die am 25. Oktober 1923 im Auftrage der A.-G. Kraftwerk Wäggital vom Berichterstatter geleitete



Abb. 2. Ansicht vor Füllung des Rempen-Beckens.
(Unter der neuen die gewölbte Brücke der alten Strasse.)

Belastungsprobe bietet daher besonderes Interesse. Die Ergebnisse der Belastungsversuche sollen nachfolgend einer Besprechung unterzogen werden¹⁾.

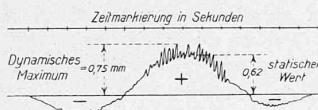
Ergebnisse der Belastungsproben.

Vor Beginn der Belastungsprobe wurde das Brückengerüst auf seine völlige Trennung von der Brücke geprüft, im Hinblick auf die Möglichkeit, es als den gegen die Brücke im Raum unverschieblichen Körper für die Festpunkte der Deformationsmessungen benutzen zu können. Die Temperatur war infolge des bedeckten Himmels und des Nebels während der Dauer der Versuche, insbesondere der Dehnungsmessungen, fast unverändert, was von grosser Wichtigkeit für die Messergebnisse ist, weil die Messapparate und ganz besonders die Dehnungsmesser mit 1000 mm Messlänge, selbst gegenüber geringen Wärmeschwankungen, viel empfindlicher sind, als das Tragwerk selbst.

Die Belastung erfolgte in der Brückeaxe und zwar durch zwei gleich schwere, gegeneinander und hintereinander gekuppelte Motorlastwagen von je 11,0 t Gewicht, mit Achsdrücken von 8,0 t und 3,0 t (Abb. 3, S. 243). Zweck der Belastungsversuche war, den Spannungszustand und die Arbeitsweise des Brückentragwerkes an Hand von Durchbiegungs-, Schwingungs-, Drehungs- und Dehnungsmessungen zu erfassen und die mittlere Güte des Beton, im Bauwerk selbst, mit einer praktischen Zwecken genügenden Genauigkeit, zu ermitteln.

Die Durchbiegungen wurden in der Mitte der Seitenöffnung Siebenen und der Mitte der Mittelöffnung mittels Stoppani-Uhren (Genauigkeit 1/100 mm) und Zivy-Apparaten

¹⁾ Diese Besprechung ist ein Auszug aus dem ausführlichen Berichte mit zwei Tafeln. Interessenten steht dieser zur Verfügung bei Ing. M. Ros, Baden (Aargau), Schlossbergweg 11.

Abb. 6. Schwingungs-Diagramme in Brückenmitte, ein Motorlastwagen von 11 t; Links Schnellfahrt $v = 30 \text{ km/h}$, rechts Langsamfahrt $v = 12 \text{ km/h}$.

(Genauigkeit $1/20 \text{ mm}$), in den Rippenmittnen sämtlicher fünf Hauptträger gemessen (Abb. 1 und 3). Die Schwingungsmessungen wurden für die Mitte der Mittelloffnung an der mittlern Rippe mit einem *Stoppani Oszillographen* aufgenommen (Genauigkeit $1/40 \text{ mm}$) (Abb. 6). Für die Ermittlung der Hauptträgerdrehungen wurden *Klinometer* (Genauigkeit 3" alter Teilung), auf in die Hauptträger eingelassene eiserne Dübel geklemmt, gleichzeitig an der Ober- und Unterwasserseite der mittlern Rippe und zwar über der Mittelstütze und der Endstütze auf der Seite Siebenen, verwendet (Abb. 3). Die Dehnungsmessungen in der Mitte der Mittelloffnung erstrecken sich über den ganzen Umfang des Querschnittes der mittlern Rippe. Sechs *Okhuizen-Apparate* registrierten die Betondehnungen und ein *Okhuizen-Apparat zeigte die Dehnung einer Eisenarmatur an* (Abbildung 4). Die Messlänge betrug 1000 mm, die mittlere Empfindlichkeit der Apparate kann mit $1/2000 \text{ mm}$ angegeben werden, wobei $1/2000 \text{ mm}$ Dehnung des Versuchsstoffes 0,5 mm auf der Skala des Dehnungsmessers entspricht.

Sämtliche Messergebnisse (Abb. 3, 4 und 5), mit Ausnahme der Schwingungsmessungen natürlich (Abb. 6), gelten für ruhende statische Belastung. Die gemessenen Durchbiegungen und Drehungen sind in Form von Summeneinflusslinien zur Darstellung gebracht (Abb. 3), während die aus den Dehnungsmessungen abgeleiteten Spannungen als Spannungsdiagramme aufgetragen wurden (Abb. 4). Die Abweichungen der einzelnen Messwerte von den Mittelwerten bewegen sich innerhalb erklärlicher und üblicher Grenzen und sind ein Beweis für die Zuverlässigkeit der Apparate und den unbestreitbaren Wert für die Schlussfolgerungen aus solchen Messungen.

Aus dem Vergleich der Messwerte mit den entsprechenden theoretischen Werten können folgende Schlüsse gezogen werden:

1. Aus den nur geringen Unterschieden zwischen den Messwerten sämtlicher Durchbiegungen und zwar in Querrichtung von Rippe 1 bis Rippe 5, geht hervor, dass für zum Brückenquerschnitte symmetrische Belastungen, die durch Querrippen und die Fahrbahnplatte verbundenen Hauptträger-Rippen als ein einheitlicher Querschnitt wirken.

2. Bringt man alle beobachteten Durchbiegungs-, Drehungs- und Dehnungswerte zur Übereinstimmung mit den theoretischen Werten, so ergibt sich als *Mittelwert der Dehnungszahl der rein elastischen Dehnungen* für den Beton $= 1/34000$ und somit $n = 6$. Bei dieser Ermittlung wurde, gestützt auf nachfolgende Begründung, die Mitwirkung des Beton auf Zug in Rechnung gestellt. Anlässlich der Belastungsprobe erreichte die grösste Betonzugspannung in Mitte Mittelloffnung, an der Unterkante der mittlern Rippe, den Wert von $+6,7 \text{ kg/cm}^2$. Infolge ständiger Last kommen noch $+25,9 \text{ kg/cm}^2$ Zugspannung hinzu, sodass der Grenzwert $+32,6 \text{ kg/cm}^2$ Zug erreicht. Ein Wert, der noch innerhalb der mittlern Biegungs-Zugfestigkeit des Beton dieser Rippen liegen dürfte, da diese aus Druckversuchen abgeleitet im Durchschnitt angenähert 42 kg/cm^2 betragen sollte, was bei dem noch relativ jungen Beton, dank seiner grösseren Dehnungsfähigkeit, möglich erscheint.

3. Die mittlere Güte mit einer aus den Versuchen am Objekte selbst bestimmten Dehnungsziffer $\alpha = 1/340000$, würde sich somit als *Druckfestigkeit* ausgedrückt, nach Prof. Schüle zu 250 kg/cm^2 ergeben, was mit den Mittelwerten der Ergebnisse der Bruch-Druckproben der Beton-

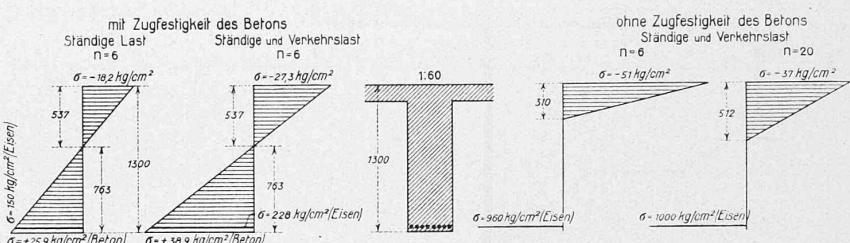
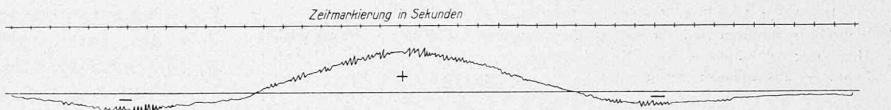


Abb. 5. Theoretische Spannungsverteilung in Brückenmitte, ungünstigste Beanspruchung.

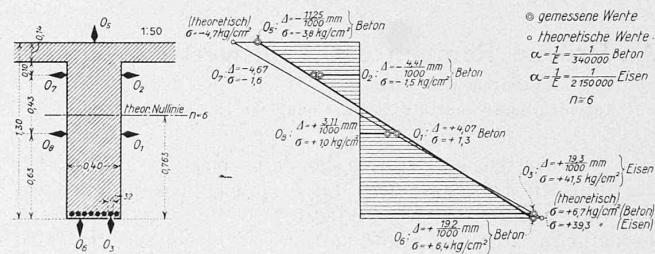


Abb. 4. Dehnungsmessungen an Rippe 3; Laststellung 4, Messlänge 1000 mm.

würfel (310 kg/cm^2 nach 90 Tagen) gut übereinstimmt, wenn man die Druckfestigkeit der präzistischen Unterzüge mit $4/6$ der Würzelfestigkeit einsetzt.

4. Setzt man, wie unter 2. begründet, die Mitwirkung des Beton auf Zug voraus, und führt als Dehnungszahl des Beton den aus Versuchen ermittelten Wert von $1/340000$ ein, so erreichen die grössten Beanspruchungen aus ständiger und Verkehrslast folgende Werte (Abb. 5):

$$\text{Beton auf Druck} = 27,3 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Zug} + 38,9 \text{ "}$$

$$\text{Eisen} + 228 \text{ "}$$

Wird die Zugwirkung des Beton nicht berücksichtigt, so betragen die entsprechenden Werte

$$\text{Beton auf Druck} = 51,0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Eisen Zug} + 960 \text{ "}$$

(Vergleichsweise würde sich für $a = 1/100000$, somit $n = 20$ ergeben:

$$\text{Beton auf Druck} = 37,0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Eisen Zug} + 1000 \text{ "})$$

Rissbildungen werden, entsprechend dem aus Versuchen ermittelten Werte $n = 6$ gegenüber dem der Berechnung zu Grunde gelegten Werte von $n = 20$, die Eisen-einlagen um etwa 4% entlasten und den Beton um etwa 50% mehr beladen. Die Mehrbelastung des Beton ist ohne Belang, da die in Wirklichkeit kleinere Dehnungszahl auch einer höheren Bruchfestigkeit des Beton entspricht.

Die Verwendung von, wie aus den Druckproben der Betonwürfel zu schliessen, sehr verschiedenem Beton, ist wohl nicht erwünscht, aber durchaus nicht beunruhigend, wie so oft zu Unrecht angenommen wird. Selbst wenn in den einzelnen Teilen des Bauwerks Beton verschiedener Festigkeit vorhanden ist, im Einklang mit den Ergebnissen der Probewürfel, was durchaus nicht immer der Fall ist, so findet bei Inanspruchnahme des Betonkörpers ein Spannungsausgleich statt, da der weniger feste Beton eine grössere Dehnungszahl aufweist, sich leichter deformiert und dank dieser Eigenschaft sich einer übermässigen Kraftaufnahme entzieht auf Kosten des festeren Beton mit der geringeren Dehnungszahl und somit geringerer Deformationsfähigkeit. Die Betonpartien höherer Festigkeit beteiligen sich somit stärker an der Kraftaufnahme, die Partien

**Ergebnisse der Belastungsversuche
an der Aa-Brücke Rempen des Kraftwerks Wäggital.**

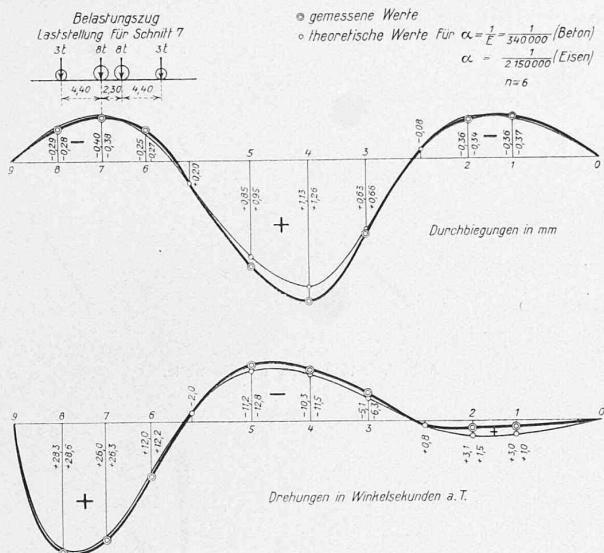


Abb. 3. Summeneinflusslinien, Längen 1:500.
Oben: Durchbiegungen Mitte Mittelöffnung — Rippe 3.
Unten: Drehungen Widerlager Siebnen — Rippe 3.

niedrigerer Festigkeit entlastend. Es stellt sich eine selbsttätige Entlastung, ein Spannungsausgleich ein (Selbsthilfe).

Die ganz bemerkenswerte Regelmässigkeit im Verhalten des Eisenbetonkörpers der Brücke, anlässlich der Belastungsversuche, lässt auf ein im Durchschnitt gleichmässiges Gefüge des Verbundkörpers schliessen.

5. Der Stosszuschlag für Schnellfahrten eines Motorlastwagens von 11,0 t Gesamtgewicht mit 30 km/h, beträgt für die Hauptträger rund 20% (Abb. 6). Die äusserst kurze Dauer der Eigenschwingungen dieser Brücke von 0,034" (nach Deslandres), wird praktisch einem Anhäufen der Stosswirkung, das sich kritisch in den Schwingungsercheinungen auswirken könnte, hindernd in den Weg treten. Dynamische Interferenz-Erscheinungen, die in ihrer Auswirkung oft ein Mehrfaches der ruhenden Verkehrslast ausmachen, sind im vorliegenden Falle praktisch ausgeschlossen.

*

Die anlässlich der Belastungsproben vom 25. Oktober 1923 durchgeföhrten Messungen sollen in zwei Jahren mit den gleichen Lasten wiederholt und dabei die Brücke sorgfältig auf Rissbildungen untersucht werden. Genaue Nivellements, bezogen auf eingebaute Markenbolzen, werden jährlich zur gleichen Zeit und bei etwa + 6° C durchgeführt und mit den vorhergehenden Nivellements verglichen. Diese Beobachtungen und Messungen werden über folgende Einflüsse Aufschluss geben:

1. Ueber die inzwischen erfolgten Rissbildungen,
2. Ueber die Erhärtung des Beton, somit seine Selbstvergüting mit dem Alter, insbesondere in den ersten Jahren, und
3. Ueber die wirklichen Schwunderscheinungen und die elastische Remanenz.

Rissbildungen infolge örtlicher Ueberwindung der Zugfestigkeit infolge Belastung oder infolge Schwinden des Beton, schwächen die monolithische Wirkungsweise und kämen, wenn in grösserer Zahl vorhanden, in einer gesenkten Nivellette bzw. stärkerer Durchbiegung bei der Belastungsprobe zum Ausdruck. Die Erhöhung der Betonfestigkeit mit dem Alter hat eine Verminderung der Dehnungszahl bis zu 25% zur Folge, was sich in einer Abnahme der elastischen Deformationen infolge der gleichen Verkehrslast zeigen müsste. Das Schwinden würde sich, da die Querschnitte oben und unten ungleich armiert sind, ebenso wie die elastische Remanenz in einer Senkung der Nivellette zeigen.

Inzwischen sind am 13. März 1924 in der Eidgen. Materialprüfungsanstalt in Zürich Probekörper erstellt worden, die Anfang Mai 1924, also in gleichem Alter wie die Brücke während der Belastungsprobe, Elastizitätsmessungen und Druckversuchen unterzogen werden sollen, um durch genaue Messungen Vergleichswerte über die Druckfestigkeit, Zugfestigkeit und Biegungsfestigkeit zu erhalten, sowie die zugeordneten Dehnungszahlen, den wirklich im Bauwerk auftretenden Spannungen entsprechend, zu bestimmen.

Eine ergänzende Mitteilung über diese Ergebnisse soll nach Durchführung der Kontroll-Versuche folgen.

Baden, im März 1924.
M. Ros.

Brennende Probleme der Betriebsorganisation und der Weg zu ihrer natürlichen Lösung.

Von Prof. Dr.-Ing. Georg Schlesinger, Charlottenburg.

In einer Fabrik müssen Anlage, technische Einrichtung und Fertigung einerseits, Führung, Ueberwachung und Abrechnung der Arbeit andererseits eine Einheit bilden, *Technik und Verwaltung* müssen eins sein, sonst wird das Maximum der Leistung eines Unternehmens nie erreicht.

Diese Feststellung kann man als selbstverständlich oder sogar als eine billige Phrase bezeichnen, und doch findet man unter 100 Fabriken höchstens eine, die diese ideale Forderung erfüllt. Es kommt eben sehr selten vor, dass das technische und das kaufmännische Bein einer Unternehmung gleich lang sind, und noch seltener ist in einem Unternehmen der überragende Leiter vorhanden, der die Glieder des industriellen Körpers durch ihre richtige Organisation zum harmonischen Wirken bringt.

Nicht jeder Betriebsdirektor ist sich bewusst, dass „Organon“ Werkzeug bedeutet, in dem Sinne eines geformten und gewissermassen persönlichen Teiles eines Wesens; dass jedes Organ den Grund seines Daseins nur in dem Organismus hat, zu dem es gehört, nur im Zusammenhang mit diesem Ganzen dauerndes Leben besitzt. Jeder echte Organismus ist daher organisiert, seine Organisation ist untrennbar von seinem Sein. Die Organisation einer Fabrik darf daher kein gekauftes, äusserlich angezogenes, unorganisches Kleid sein, das man beliebig durch ein anderes ersetzen kann. Aber auch dann darf sie nicht blos „Kleid“ sein, selbst wenn ein solches „nach Mass“ gearbeitet ist. Die Organisation muss vielmehr wie die Haut sein, die auf dem Körper der Fabrik als genau passender, unentbehrlicher Abschluss angewachsen ist, die zu ihm untrennbar gehört. Denn erst die *Vereinigung verschiedener Organe* zu einem lebensfähigen Ganzen heissen wir *Organismus* und die zielbewusste *Anordnung, Ueberordnung und Unterordnung* der unter sich vereinigten Organe zu einander heissen wir *Organisation*.

An dem Beispiel einer mittlern Fabrik von etwa 150 Arbeitern mit sehr einfacher Herstellungsgegenstand, der in der Regel in grösserer Anzahl unter Benutzung bestimmter normalisierter Vorarbeiten, unter Umständen aber sogar in Massen hergestellt wird, will ich die in der Einleitung geäusserten Grundsätze zu beweisen suchen. Die Fabrik ist das vom Verfasser vor etwa drei Jahren errichtete und in Betrieb gesetzte *Donau-Tiegelwerk in Nürnberg*. Plan, Bau und Einrichtung stützten sich auf eine alte vorhandene Fabrikationseinrichtung, die viele Jahre hindurch in alten Gebäuden mit primitiven Maschinen, geführt nur durch einen Meister, mit recht gutem Erfolge, sowohl was die Qualität der Tiegel, als die Kosten ihrer Herstellung anlangte, arbeitete. Die Tiegel werden in verschiedenen Grössen und in verschiedener Materialzusammensetzung in der Regel aus einer Mischung von Kies, Graphit und Ton hergestellt und dienen zum Schmelzen von Messing, Stahl, Stahlguss und anderen Metall-Legierungen.

In Abb. 1 ist versucht worden, den Zusammenhang zwischen der Fabrikation und der Ermittlung des Kostenaufwandes darzustellen, wobei der äussere Kreis zeigt, wie