

Aa-Brücke Rempfen des Kraftwerks Wäggital: entworfen und erbaut von Locher & Cie., Zürich

Autor(en): **Roš, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **83/84 (1924)**

Heft 21

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-82796>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

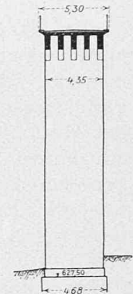
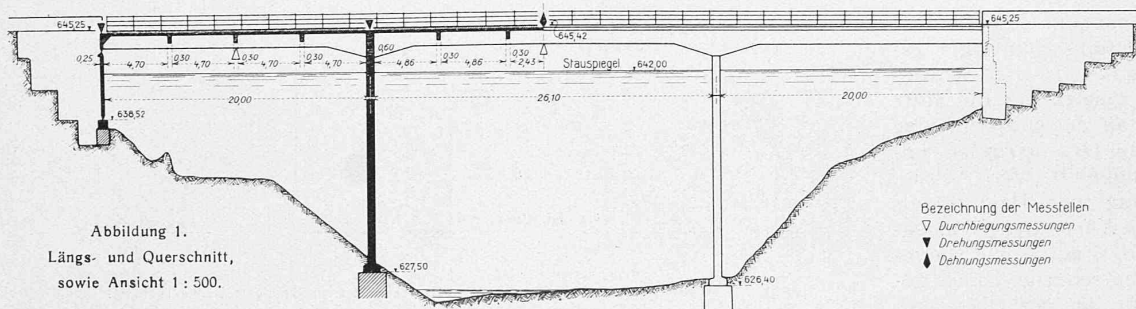
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Aa-Brücke Rempen des Kraftwerks Wäggitäl. — 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. Elektrifikation 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.



Bezeichnung der Messstellen
 ▽ Durchbiegungsmessungen
 ▼ Drehungsmessungen
 ◆ Dehnungsmessungen

Aa-Brücke Rempen des Kraftwerks Wäggitäl.

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

Die Aa-Brücke Rempen der A.-G. Kraftwerk Wäggitäl, überführt die Talstrasse über das Ausgleichbecken 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 Siebten, 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 Querschnitt 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 Flussbetten 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 Versuchsobjekt. Die am 25. Oktober 1923 im Auftrage der A.-G. Kraftwerk Wäggitäl 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 Raume 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 Brückenaxe 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 Zwecke genügenden Genauigkeit, zu ermitteln.

Die Durchbiegungen wurden in der Mitte der Seitenöffnung Siebten und der Mitte der Mittelöffnung mittels *Stoppiani-Uhren* (Genauigkeit $\frac{1}{100}$ 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. Roß, Baden (Aargau), Schlossbergweg 11.

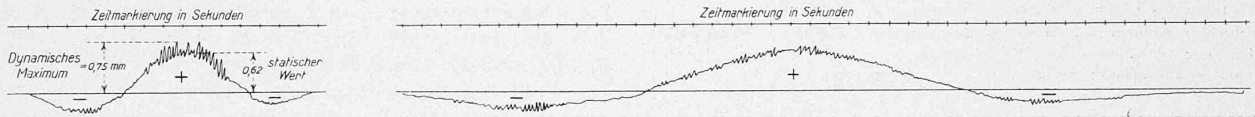


Abb. 6. Schwingungs-Diagramme in Brückenmitte, ein Motorlastwagen von 11 t; Links Schnelfahrt $v = 30$ km/h, rechts Langsamfahrt $v = 12$ km/h.

(Genauigkeit $\frac{1}{20}$ mm), in den Rippenmitten sämtlicher fünf Hauptträger gemessen (Abb. 1 und 3). Die Schwingungsmessungen wurden für die Mitte der Mittelöffnung an der mittlern Rippe mit einem *Stoppiani-Oszillographen* aufgenommen (Genauigkeit $\frac{1}{40}$ mm) (Abb. 6). Für die Ermittlung der Hauptträger-Drehungen 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 Siebten, verwendet (Abb. 3). Die Dehnungsmessungen in der Mitte der Mittelöffnung erstreckten 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 $\frac{1}{20000}$ mm angegeben werden, wobei $\frac{1}{20000}$ mm Dehnung des Versuchsobjektes 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 geringe Unterschiede zeigenden 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 Uebereinstimmung mit den theoretischen Werten, so ergibt sich als *Mittelwert der Dehnungszahl der rein elastischen Dehnungen* für den Beton = $\frac{1}{340000}$ 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 Mittelöffnung, an der Unterkante der mittlern Rippe, den Wert von $+6,7$ kg/cm². Infolge ständiger Last kommen noch $+25,9$ kg/cm² Zugspannung hinzu, sodass der Grenzwert $+32,6$ kg/cm² 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/cm² 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 $\alpha = \frac{1}{340000}$, würde sich somit als *Druckfestigkeit* ausgedrückt, nach Prof. *Schüle* zu 250 kg/cm² ergeben, was mit den Mittelwerten der Ergebnisse der Bruch-Druckproben der Beton-

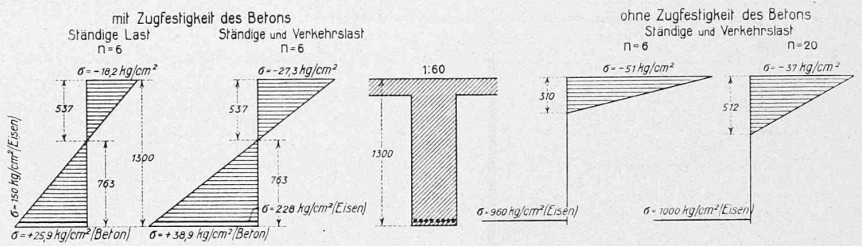


Abb. 5. Theoretische Spannungsverteilung in Brückenmitte, ungünstigste Beanspruchung.

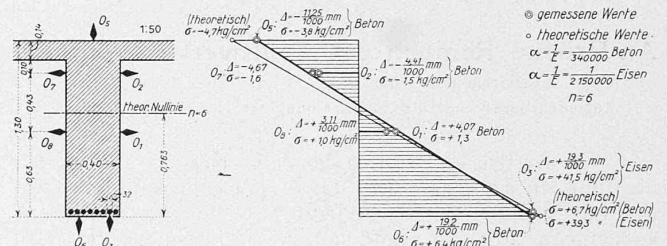


Abb. 4. Dehnungsmessungen an Rippe 3; Laststellung 4, Messlänge 1000 mm.

würfel (310 kg/cm² nach 90 Tagen) gut übereinstimmt, wenn man die Druckfestigkeit der prismatischen Unterzüge mit $\frac{4}{6}$ der Würfelfestigkeit 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 $\frac{1}{340000}$ ein, so erreichen die *grössten Beanspruchungen aus ständiger und Verkehrslast* folgende Werte (Abb. 5):

Beton auf Druck — $27,3$ kg/cm²

„ „ Zug + $38,9$ „

Eisen „ „ + 228 „

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

Beton auf Druck — $51,0$ kg/cm²

Eisen „ Zug + 960 „

(Vergleichsweise würde sich für $\alpha = \frac{1}{100000}$, somit $n = 20$ ergeben:

Beton auf Druck — $37,0$ kg/cm²

Eisen „ Zug + 1000 „)

Rissbildungen werden, entsprechend dem aus Versuchen ermittelten Werte $n = 6$ gegenüber dem der Berechnung zu Grunde gelegten Werte von $n = 20$, die Eisenlagen um etwa 4 % entlasten und den Beton um etwa 50 % mehr belasten. 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.

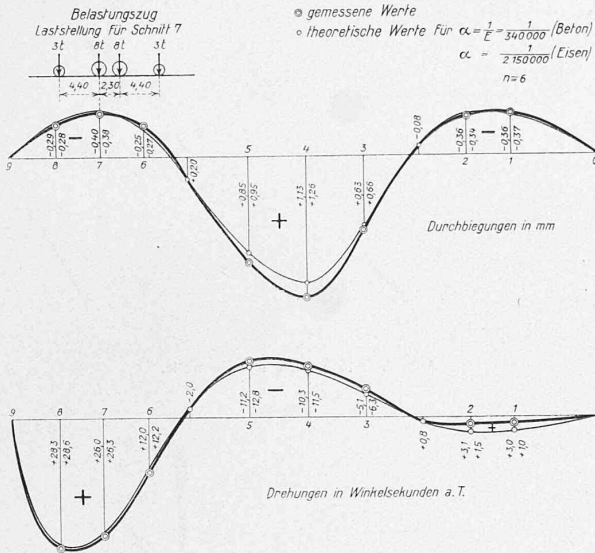


Abb. 3. Summeneinflusslinien, Längen 1 : 500.
Oben: Durchbiegungen Mitte Mittelöffnung — Rippe 3.
Unten: Drehungen Widerlager Siebten — Rippe 3.

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

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 Schwingungserscheinungen 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 durchgeführten 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 Selbstvergütung mit dem Alter, insbesondere in den ersten Jahren, und
3. Ueber die wirklichen Schwinderscheinungen und die elastische Remanenz.

Rissbildungen infolge örtlicher Ueberwindung der Zugfestigkeit infolge Belastung oder infolge Schwindens des Beton, schwächen die monolitische 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 Biegezugfestigkeit zu erhalten, sowie die zugeordneten Dehnungszahlen, den wirklich im Bauwerke auftretenden Spannungen entsprechend, zu bestimmen.

Eine ergänzende Mitteilung über diese Ergebnisse soll nach Durchführung der Kontroll-Versuche folgen.
Baden, im März 1924. M. Roš.

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 einfachem 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