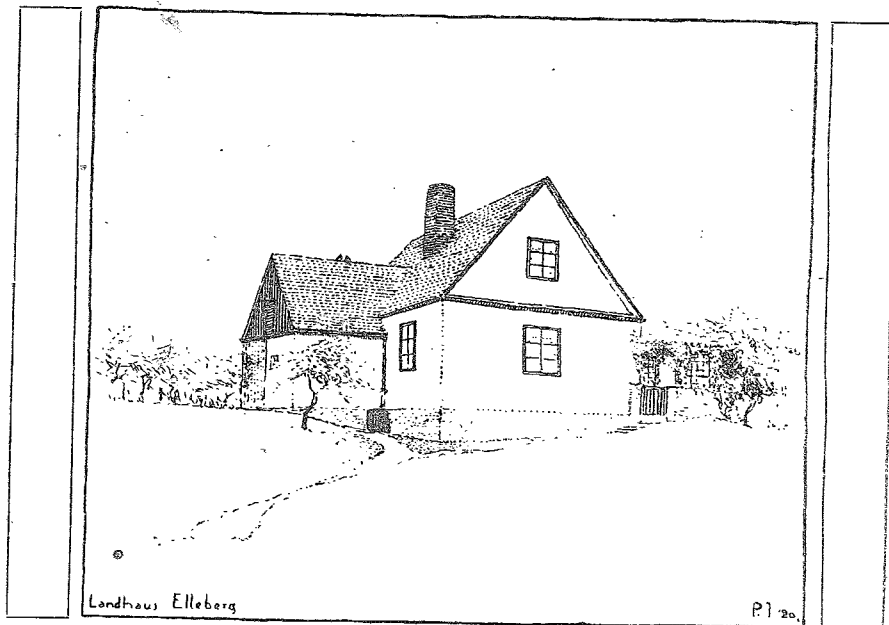


Über Taylor und sein Werk.

Von Zivil-Ingenieur E. M. Kilgus.

Über Taylor und sein Werk wird heute viel geredet und geschrieben, von Befürwortern und Unbefürwortern; von den letzteren wohl am meisten. Die Zahl der Halbwisser ist sehr groß, und jeder hält das für die Hauptsache, was er gerade begriffen hat, und doch sind dies in Wirklichkeit meist nur Nebensächlichkeiten; nur fallen sie als Neuheit besonders scharf ins Auge; und auch dies nur bei oberflächlicher Betrachtung. Nicht jeder ist zum Taylormann geeignet, weil er gerade Ingenieur ist und sonst vielleicht auch ein

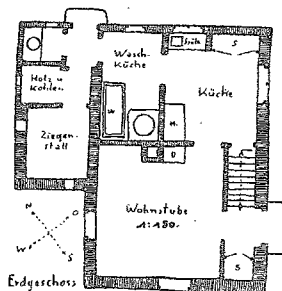
halb sinnlos sei, weil die Postkutsche von Berlin nach Potsdam oft leer fahren müsse, und deshalb der Zusammenbruch unausbleiblich wäre. Auch er hat mit den unsinnigsten Vorurteilen zu kämpfen, und das dankt er jenen Halbwissern. Von den unzähligen Einwendungen will ich hier nur eine herausgreifen. Man behauptet, die Taylor-Wirtschaft macht den Betrieb zur Knochenmühle, die Steigerung der Erzeugung geschehe auf Kosten der schaffenden Arbeiter und diene nur dazu, ein viel größeres und unfruchtbares



□ ————— □ Architekt Paul Jäger in Saaleck. □ Landhaus Elleberg. □ ————— □

tüchtiger Fachmann; es genügt nicht, daß man über das wissenschaftliche Rüstzeug vollkommen verfügt und dann ein paar Jährchen sich in der Praxis umsieht und zum Schluß einige Bücher liest oder Vorträge hört, die in die Sache einführen. Wer richtige Arbeit leisten will, wie sie Taylor geleistet hat, der muß die Betriebsvorgänge vom Vorentwurf, vom Entwurf und Zeichentische an bis zur Abnahme praktisch durch und durch beherrschen, die Seelenverfassung der Angestellten und Arbeiter beurteilen können und noch mancherlei mehr; — daß ist — leider — nur wenigen gegeben. Jede wissenschaftliche und technische Hochleistung ist bei der Anwendung im praktischen Leben nur eine bessere Art Handwerk und ist lehrbar, wie jedes andere Handwerk auch; die Kunst der Behandlung der Menschen ist jedoch nicht lehrbar, wenigstens nicht auf der Schulbank. Aber bei der Taylor-Ordnung wird sie gebraucht, mehr als alles andere.

Der Taylor-Ingenieur, oder besser gesagt, der wissenschaftliche Betriebsordner, ist heute in einer ähnlichen Lage, wie etwa der Eisenbahnbauer vor hundert Jahren, dem die Gelehrten nachwiesen, daß die dauernde Benutzung der Eisenbahn zur Erkrankung des Gehirns führen müsse oder daß der Eisenbahnbau schon des-



Beamtenheer durchzuschleppen, das den größten Teil der Vorteile wieder verschlinge. Nichts ist falscher als das. Diese Ansicht ist im ersten Teil eine Vermutung, die in der Praxis leicht zu widerlegen und niemals zu beweisen ist, sonst wäre es eben keine Taylorordnung und in der anderen Hinsicht beruht sie auf dem Glauben, daß die Zeit- und Leistungsuntersuchungen das Messen der einzelnen Arbeitsabschnitte mit Stoppuhr, Filmband und anderen Vorrichtungen das A und O der Taylorordnung überhaupt sei. Ein solches Urteil verdient nicht einmal nur als oberflächlich bezeichnet zu werden. Gewiß, die Zeituntersuchungen sind oft notwendig, wenn man erkennt, das bei irgendeiner Leistung Arbeitskraft vergeudet wird und ausprobiert werden muß, in welcher

Weise dieselbe Leistung mit einem Mindestaufwand von Kraft, Weg und Zeit geleistet werden kann. Als Ergebnis ergibt sich meist, daß der Arbeiter sich eine Anzahl von Arm- und Rumpfbewegungen ersparen kann, und eine andere Anordnung oder Vorrichtung ihm einen wesentlichen Teil seiner bisherigen Leistung abnimmt. Es wird aber auch ermittelt, wie die notwendigen Arbeitspausen, der sogenannte Leergang, der auch innerhalb der achtstündigen Arbeitszeit mindestens eine Stunde beträgt, oft auch drei

bis vier Stunden und darüber dauert, wie diese Arbeitspausen in die Arbeitsvorgänge verteilt werden müssen, um den Arbeiter vor Erschöpfung zu bewahren. Dann geben diese Zeituntersuchungen eine weit bessere Grundlage für die Stücklohnfestsetzung, als die bisherige rohe Schätzung durch einen Angestellten, und damit werden viele Reibungsflächen aus der Welt geschafft; das Wichtigste aber ist, daß die genaue Zeitberechnung nicht nur die richtige Arbeitsstellung ermöglicht, sondern auch eine Grundlage schafft, die den Umlauf der Werkstücke in den einzelnen Abteilungen des Betriebes regelt und zur rechten Zeit dorthin leitet, wo sie gebraucht werden, so daß jede unnütze und störende Ansammlung, wie auch das kostspielige Warten vermieden wird.

Nebensächliche Bedeutung hat auch die Lohnordnung, das geht schon daraus hervor, daß in jedem Betriebe mit Arbeitsordnung im Sinne Taylors die verschiedensten Lohnformen nebeneinander bestehen, oft drei oder vier zugleich. In keinem Falle beginnt die Arbeitsordnung im Taylorschen Sinne damit, daß mit einem Federstrich sozusagen eine andere Lohnordnung eingeführt wird.

Der Wahrheit etwas näher kommt schon derjenige, der in der planvollen Vorbereitung jeder Ausführung oder in der restlos durchgeführten Arbeitsteilung den Kern der Sache erblickt. Aber auch das sind nur Einzelheiten; es sind nur Bausteine zum ganzen Werk, wie viele andere auch. Auch hierexen wir eingewendet, daß die Arbeit zu eintönig, die Arbeitsfreude gelähmt und der Mensch zur Maschine herabgewürdigt wird. Diese Anschauung ist so irrig, wie die anderen Gründe und Gegengründe auch: sie ist reschichtlich längst und tausendfach widerlegt und es würde zu weit führen, in dem Rahmen eines kurzen Aufsatzes auf alles kleine einzugehen. Wer das behauptet, dem fehlt die Einsicht, daß das Wichtigste der Geist ist, der die ganze Arbeitsordnung belebt, die vielen Bausteine wie mit Mörtel zu einem Ganzen verbindet und immer wieder verbessert und höher hinauf entwickelt. Wenn man billiger sprechen soll, so kann man die Arbeitsordnung, die ein lebendiges Wesen ist, vielleicht mit einem Baume vergleichen. Die Wurzelfasern, die Baststücke, die Blätter und Früchte bestehen aus Zellen, aus den Urteilen, den Bausteinen. Was das Ganze zu einer Einheit verbindet und das einträchtige Zusammenwirken aller Teile verbürgt, das ist die lebendige Kraft des Naturwesens, die ebensowenig erschaffen dari, wie der Geist, der die Arbeitsordnung belebt, sie trägt, sie leistet, entwickelt und zusammenhält. Wie der Baum die umgeformte Kraft der Sonne als Holzring Jahr um Jahr niedersetzt und als Quelle benutzt für die weitere und immer reicher werdende Tätigkeit, so werden auch bei einer gesunden Arbeitsordnung die vielfältigen Ergebnisse der schaffenden Tätigkeit gesammelt und gesichtet und dann als Bausteine, als Aufbaustoff benutzt. Das Sichten und Ordnen, das Erfinden und Ergründen ist nicht denkbar ohne einen prüfenden und weit vorausschauenden Geist. Ein Naturwesen vermag nach seinen Trieben zu leben, eine Wirtschaftsordnung ohne Geist kann nur hinfristen und sterben.

„Ordnung ohne Geist ist eine leere Form; eine Verwaltung ohne lebendige Entwicklungskraft ist Bürokratie.“

Soll die Lebenskraft einer Arbeitsordnung nicht erschaffen und versagen, dann muß der Geist der bestentwikelten und fortgeschrittensten Persönlichkeiten den Ton darin angeben. Wo das nicht der Fall ist, ist das Ende nur eine Frage der Zeit; sie mag noch so machtvoll ausgebaut sein, noch so fein berechnet und durchdacht, sie muß sterben, weil die Wieder-Verjüngung unterbunden ist. Ein Beispiel: Die gewaltige preußisch-deutsche „Militär-Maschinerie“ brach zusammen, weil der in ihr wohnende Geist der Geist des alten Fritz war, vielleicht auch Blicchers und Moltkes; aber nicht der Geist, dem wir Deutschlands Aufstieg seit den neunziger Jahren verdanken. Diesem Geist konnte sie sich nicht anpassen; sie konnte ihn ebensowenig begreifen wie umfassen, sie konnte ihm nur die Lebensmöglichkeiten beschneiden und unterwühlen, und zerstörte damit den Grund, auf dem sie selber stand, den deutschen Wirtschaftskörper.

Nun zu Taylor zurück. Er war kein Hochschulprofessor, sondern ein einfacher Mann der Praxis, der als Aufseher in einem großen Stahlwerk die ersten Proben seines besonderen Könnens ablegte. Die Arbeitsergebnisse sind auch nicht hochwissenschaftlicher Natur, sondern sie liegen auf stofflich-praktischem Gebiet. beruhen jedoch auf einer großen Menschenkenntnis und äußerst geschickten Menschenbehandlung. Taylor hat einen ausgeprägten Sinn, seine Untergebenen so zu nehmen, wie sie sind und zu Mit-

arbeitern heranzubilden, Vorurteile und Mißtrauen zu zerstreuen, einen jeden entsprechend seinen geistigen und körperlichen Eigenschaften auszubilden und an den Platz zu stellen, wo er die Höchstleistung zu vollbringen vermag, was nur bei Prüfung und Beachtung aller Nebenumstände möglich ist. Hierin liegt das Wesen seines Verfahrens. Arbeitsteilung und Arbeitsverbündung, Vorrichtungsbau und Werkzeugtechnik, Zeituntersuchung und Kraftverwertung, Lohnordnung und auch mancherlei mehr, das sind die Mittel. Aber die Mittel werden angewendet, wie sie nur ein Sachkenner, der zugleich auch Menschenkenner ist, anwenden kann. Die Mittel sind weder mehrbort noch neu, seit langem ist hier und da eine und das andere mehr oder minder vollkommen im Gebrauch; Taylor hat aber das unbestreitbare Verdienst, als erster das ganze Gebiet gründlich durchgearbeitet zu haben. Er hat richtig erkannt, daß die Höchstleistung nur herauszuholen ist, wenn man seinen Mitarbeitern mit Wohlwollen gegenübertritt.

Als Taylor seine Tätigkeit begann, waren die amerikanischen Betriebe noch nicht so durchgebildet, wie wir das bei uns zu sehen gewohnt sind. Aber eines hatten sie vor uns voraus: sie besaßen einen ungeheuer aufnahmefähigen Markt, der ihnen von vornherein erlaubte, zu „Spezialisieren und zu Typisieren“. Die Vereinigten Staaten sind fast so groß wie Europa, aber an Kohle, Petroleum, Eisen und Baumwolle reicher, als alle anderen Länder, oder gar als alle zusammen. Das Land besitzt die gewaltigste Industrie und ist zugleich ein Ausfuhrland für landwirtschaftliche Erzeugnisse, wie nur wenige Länder, mit ausschließlicher Landwirtschaft. Betrachten wir einmal den Bedarf an Verkehrsmitteln. Aus den vielen Strömen und Binnenseen schwimmt eine riesige Dampfflotte, und das Eisenbahnnetz muß sehr dicht genannt werden. Ist auf das Quadratkilometer bezogen die Kilometerzahl kaum halb so groß, wie in Deutschland, wobei zu berücksichtigen ist, daß in den Weststaaten neben weiten, unerschlossenen Ländereien auch die gewaltige Masse des Felsengebirges mit einbegriffen ist, so kommt doch schon auf 250 Menschen ein Kilometer Vollbahn, während bei uns mehr als tausend Menschen dazu gehören. Wir hatten bei Kriegsbeginn noch keine hunderttausend Kraftwagen im Lande; die Vereinigten Staaten besaßen 1915 2,5 Millionen Kraftwagen und 1919 sind es über 7,5 Millionen gewesen, wozu noch 230 000 Krafttrader kommen. Auf 14,2 Menschen kommt ein Kraftwagen, im Staate Iowa schon auf 6,12 Menschen einer. „Das sind doch Zahlen, die zu denken anregen und den Leichtsinn derer kenntlich machen, die die Kriegserklärung dieses Landes mit einer Art freudiger Genugtuung begrüßten. In diesem Riesennaturschaftsgebiet mit seinem ewigen Warenhunger fiel der Gedanke Taylors auf einen fruchtbaren Boden; er ließ sich um so leichter in die Wirklichkeit umsetzen, als schon eine ganze Menge von Werken bestanden, die nur eine einzige Art von Maschinen herstellen. Die Fordwerke z. B. bauen nur ein einziges Kraftwagenmodell, aber im Jahre 1917 davon 600 000 Stück. Trotz der hohen Löhne, die schon im Frieden vier- bis fünfmal höher waren als in Deutschland, konnte man in Europa amerikanische „Motoren“ um die Hälfte billiger kaufen, als die einheimischen Erzeugnisse.“

Daraus ergibt sich, daß die wirtschaftlichen Grundlagen in Amerika ganz anders geartet sind, als bei uns. Wir haben schon vor dem Kriege mit den Rohstoffen viel sparsamer wirtschaften müssen, als die hierin immer etwas großzügig gewesen Amerikaner; heute sind wir schlimmer dran, als je zuvor. In Amerika gilt es in erster Linie, mit der teuren, menschlichen Arbeitskraft hauszuhalten; bei uns mit Menschen und mit Rohstoffen. Aus diesem Grunde ist schon an ein einfaches Übernehmen amerikanischer Einrichtungen nicht zu denken. Aber auch die anderen Verhältnisse sind bei uns sehr verschieden von denen da drüben. Daß unsere Vermögen in vieler Beziehung anders gegliedert sind, ist nur einem geringen Teile unserer Volksgenossen im Bewußtsein. Viel einschneidender ist jedoch der Unterschied bei Arbeiterschaft und Angestellten. Die geschichtliche Entwicklung in Deutschland ist nun einmal eine ganz andere. Unser Handwerkertum schleppt noch manche Gewohnheit mit sich herum, die dem mittelalterlichen Innungswesen entstammt; unsere Kleinigkeitskrämerlei, wie unser Hang zu Standesabsonderung, ist ebenso weltbekannt, wie unser Fleiß und unsere Gründlichkeit. Aber obwohl wir nur eines Stammes sind, nur einen Kulturkreis und eine Sprache kennen, sind die Volkstämme im Westen und Süden anders geartet, als im Osten; und zwar nicht nur, was politisches Empfinden anbelangt; wie muß da erst ein Vergleich mit Amerika

ausfallen? Ein Beamtentum in unserem Sinne ist dort ein unbekannter Begriff. Aber auch unsere Hochschulen hat man nicht gleichwertiges gegenüberzustellen. So läßt sich auf allen Gebieten Tatsache an Tatsache reihen, woraus hervorgeht, daß wir nach allen Richtungen hin die Taylor-Ordnung von einem höheren Gesichtspunkt aus betrachten müssen. Wir sind in vielen Dingen weit ungünstiger gestellt und vielfach schon in der Möglichkeit beschränkt, wir müssen auf Umstände sorgfältig Rücksicht nehmen, die in Amerika nur von nebensächlicher Bedeutung sind. Aber wir haben alle Anwartschaft, mit den uns zur Verfügung stehenden Menschen, dem uns eigen, gründlichen technischen Wissen und unserer unübertrefflichen, gewissenhaften Arbeitsweise alle die Leistungen Taylors und seiner Schüler weit zu übertreffen. Unser Werk steht unter dem Druck größerer Aufgaben, und es wächst der Mensch mit seinen Pflichten. Ob wir wollen? ist keine Frage! Wir müssen und müssen es, unter allen Umständen! Ein Beispiel zum Beweis!

Unsere Löhne sind hoch, aber nur anscheinend; auf dem Weltmarkt gemessen sind sie sogar sehr niedrig, weit niedriger als vor dem Kriege. Durch den Tieftand unserer Währung sind wir wettbewerbsfähig geblieben; steigt die Währung, so steigt auch unsere Lohnrechnung, und wir können im Wettbewerb nicht mehr mit. Wohl werden gewisse Rohstoffe billiger; die heimischen Rohstoffe, wie Kohle, Eisen, Kali, Zement und Mauersteine, von denen alles abhängt, werden von der Lohnfrage weit höher beeinflusst, als von der Währungsfrage. Die Löhne abbauen ist leichter gesagt als getan. — auf jeden Fall erwachsen aus daraus Schwierigkeiten um Schwierigkeiten, und wir kommen aus den Unsicherheiten überhaupt nicht mehr heraus. Die Warenpreise gleichen sich aus, das ist Naturgesetz. Daß sich aber die Löhne ausgleichen, ist weit weniger wahrscheinlich. Was heißt überhaupt Weltmarktlohn? Ist es das Einkommen des Amerikaners in Pennsylvania oder des Chinesen in New-York? Wir müssen uns mit der Tatsache abfinden, daß wir bei hohen Löhnen außerordentlich hohe Leistungen vollbringen müssen; so wir das nicht vollbringen, so wird der Tieftand unserer Währung und damit unser heutiges Elend ein Dauerzustand sein.

Das ist unsere Aufgabe, das ist unser Los; vielleicht auch unser Glück — wie die Geschichte Beispiele genug kennt. Zur Verzweiflung liegt kein Grund vor, ich glaube das deutlich genug gezeigt zu haben. Wir sind verarmt, nicht weiter; wir können aber arbeiten, wie nichts und nirgends auf der Welt und damit alles wiedergewinnen. Die wirtschaftlichen Verhältnisse sind stets stärker gewesen, als die zufriedenen Menschen; sie werden auch stärker sein, als unsere Feinde.



Verschiedenes.

Die Innungen zur Sozialisierung des Baugewerbes in Hamburg. Der Bund der Innungen und fachgewerblichen Vereine hat nach dem „Hamburger Fremdenblatt“ in seiner Vertreterversammlung wie folgt Stellung genommen zu der Sozialisierung im Baugewerbe, die von dem Sozialisierungsausschuß angeregt wird. Der Ausschuß fordert in seinem Bericht die Bürgerschaft auf, die Bereitstellung staatlicher Mittel zur Gründung und Förderung gemeinnütziger Banbetriebe als Produktivgenossenschaften zu veranlassen. Durch eine besondere Abteilung der Baudeputation soll die wirtschaftlichste Art der Herstellung von staatlichen Hoch- und Tiefbauten erforscht werden. Ferner wird die Errichtung staatlicher Produktions- und Lagerbetriebe angeregt. Der Bund der Innungen, der etwa 6000 Einzelmitglieder umfaßt, wendet sich mit aller Entschiedenheit gegen die Durchführung derartiger, in das private Gewerbe tief einschneidenden Maßnahmen, die nach keiner Seite hin wirtschaftliche Vorteile bringen. Der Nachweis kann jederzeit erbracht werden, daß sowohl die Arbeitergenossenschaften wie die Regiebetriebe wesentlich teurer arbeiten als die privaten Gewerbebetriebe, weil erfahrungsgemäß die Verwaltungskosten mangels sachverständiger Leitung genossenschaftlicher und behördlicher Unternehmungen große Summen erfordern; ebenso bietet die genossenschaftliche bzw. behördliche Leitung den privaten Betrieben gegenüber keineswegs eine größere Sicherheit für einwandfreie Ausführung der Arbeiten, vielmehr ist gerade der private Gewerbebetriebe, schon um Konkurrenzfähig zu bleiben, genötigt, einer möglichst guten Ausführung des Auftrages die größte Sorgfalt zu-

zuwenden. Der Staat steht sich deshalb bei Ausführung von Arbeiten in eigener Regie nach beiden Richtungen, in finanzieller Hinsicht wie hinsichtlich der guten Arbeit, schlecht. Er wird auch indirekt insofern finanziell geschädigt, als die Steuerkraft weiter Bürgerkreise, deren öffentliche Abgaben nicht zu unterschätzen sind, geschwächt wird. Der Bund der Innungen und fachgewerblichen Vereine, der es sich zur Aufgabe macht, das selbständige Gewerbe vor der drohenden Krise zu schützen und seine Aufrechterhaltung zum Wohle der Allgemeinheit zu wahren, legt energisch Verwahrung gegen die in dem Antrage des Ausschusses zum Ausdruck gelangende Zurücksetzung eines ganzen Berufsstandes, der seine Existenzberechtigung voll erwiesen hat, ein.

Die Technische Messe in Leipzig. Nach dem Gliederungsplan für die kommende Technische Messe in Leipzig verteilen sich die Fachgruppen der Technik so auf den verfügbaren Ausstellungsraum, daß man ein klares Bild der einzelnen Industriezweige erhält. Die Technische Messe enthält: 1. Fertigerzeugnisse der technischen Industrie, verbunden mit Kino- und Photomasse, 2. Baumaschinen, 3. Rohstoffmesse der technischen Industrie, Halb- und Zwischenzeugnisse, Roh-, Grund- und Betriebsstoffe, 4. Allgemeine technische Einrichtung: Technisches Zeitungswesen, Patentverwertung, Ingenieurwesen und Fabrikeinrichtung.

Der Technischen Messe stehen zur Verfügung: 10 Hallen auf dem Städtischen Ausstellungsgelände am Völkerschlachdenkanal und die Meßplätze und Hallen der inneren Stadt. Der vom Meßamt aufgestellte Plan soll natürlich nicht den Firmen mit unerbitlichem Zwang auferlegt werden. Besondere Wünsche finden nach Möglichkeit Berücksichtigung, doch ist zu hoffen, daß die Aussteller die großen Vorteile der Zusammenlegung zu Fachgruppen erkennen und sich dem Gliederungsplan des Meßamts gern einfügen werden.

Zum Abbruch von Ziegeleibetrieben. In letzter Zeit mehrten sich auffällig Anzeigen über Abbrüche leistungsfähiger Ziegeleibetriebe, die lediglich aus spekulativen Gründen erfolgten. Das Reichswirtschaftsministerium hat sich daher an die Regierungen der Länder gewendet mit dem dringenden Ersuchen, den unwirtschaftlichen Abbruch von Ziegeleien im Interesse der Allgemeinheit und der in ihrer Existenz bedrohten Arbeiterschaft mit allen gesetzlichen Mitteln zu verhindern. Gesetzliche Handhaben finden sich in der Verordnung über die wirtschaftliche Demobilisierung vom 7. November 1918 und in der Verordnung zur Behebung der dringenden Wohnungsnot vom 9. Dezember 1919.

Gleichzeitig hat das Reichswirtschaftsministerium zur Verhinderung der unwirtschaftlichen Ausschachtung von Betrieben angeordnet, daß die Ausfuhr gebrauchter Maschinen in Zukunft beschränkt werden soll. Diese wird nur dann genehmigt, wenn im Benehmen mit den zuständigen örtlichen Behörden, insbesondere den Gewerbeaufsichtsbeamten, festgestellt ist, daß damit wesentliche wirtschaftliche Interessen des Inlandes nicht beeinträchtigt werden.



Statik.

Berechnung statisch unbestimmter Rahmentragwerke.

Von Ingenieur Rich. Laubner.

Die Rahmentragwerke haben im Eisenbetonbau und auch in letzter Zeit im reinen Eisenbau eine außerordentliche Bedeutung erlangt; für den Eisenbetonbau bilden sie eine fast täglich vorkommende Bauform, deren einfache Berechnung daher in besonderem Maße wünschenswert erscheint. Die folgende Abhandlung befaßt sich insbesondere mit der Berechnung des vollständigen Zweigelenkrahmens. Ausgehend von der Bedingungsgleichung — für gerade, vollwandige Stäbe — wird ein allgemeines gültiges Verfahren zur Bestimmung der statisch Unbestimmten abgeleitet und daran anschließend die Berechnung an einigen Beispielen der Praxis gezeigt.

Der in Abb. 1 dargestellte Rahmen hat durch beliebig gerichtete, jedoch in der Ebene der Rahmenachse gelegene Lasten P beansprucht. Die Auflagergelenke liegen in gleicher Höhe. Die Anzahl der Auflagerunbekannten beträgt 4; da zu ihrer Bestimmung nur 3 Gleichgewichtsbedingungen zur Verfügung stehen, ist das System äußerlich einfach statisch unbestimmt. Als statisch nicht bestimmbar Größe wird die wagerecht (horizontal) wirkende Auf-

lagerkraft H eingeführt. Die Bedingungsgleichung, welcher dann die statisch Unbestimmte zu genügen hat, lautet:

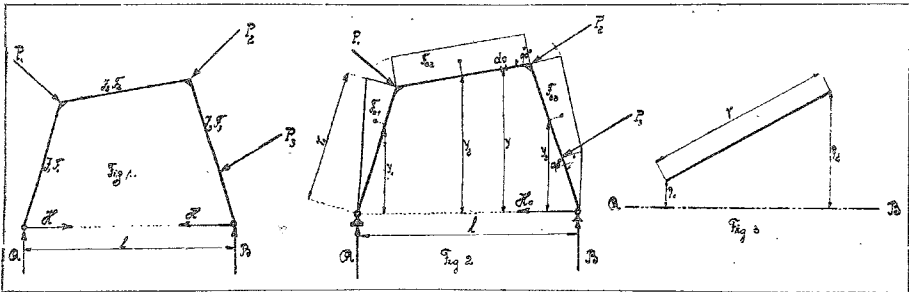
$$1. L = \int \frac{M}{E \cdot J} \cdot \frac{\delta M}{\delta H} \cdot ds + \int \frac{N}{E \cdot F} \cdot \frac{\delta N}{\delta H} \cdot ds + \int \frac{1}{2} \cdot \frac{\delta N}{\delta H} \cdot ds + \int \frac{1}{2} \cdot \frac{\delta N}{\delta H} \cdot ds$$

bleiben zunächst der Einfluß der Schub- und Temperaturkräfte sowie Verschiebungen der Auflagerkräfte unberücksichtigt, so geht die Bedingungsgleichung über in:

$$2. 0 = \int \frac{M}{E \cdot J} \cdot \frac{\delta M}{\delta H} \cdot ds + \int \frac{N}{E \cdot F} \cdot \frac{\delta N}{\delta H} \cdot ds.$$

In dieser Gleichung bedeutet M das tatsächliche Biegemoment, welches bei der oben gegebenen Belastung in irgend einem Punkt der Rahmenachse auftritt; N ist die in diesem Punkt auftretende Normalkraft.

Macht man, wie aus Abb. 2 ersichtlich, das eine Lager waagrecht beweglich, so erhält man das statisch bestimmte Hauptsystem mit der gegebenen äußeren Belastung und die dazugehörigen, auf einfache Weise bestimmbar, Auflagerreaktionen. Abb. 2 zeigt die Momentenfläche für den statisch bestimmten Rahmen; die Biegemomente für diesen Zustand werden mit M_0 bezeichnet.



In irgend einem Punkt der Rahmenachse beträgt das Biegemoment

$$M = M_0 - H \cdot y$$

die Normalkraft

$$N = -H \cdot \cos \alpha$$

die teilweise Differentiation ergibt:

$$\frac{\delta M}{\delta H} = -y$$

$$\frac{\delta N}{\delta H} = -\cos \alpha$$

Diese Werte in Gleichung 2 eingesetzt, geben, wenn man mit y_1, y_2, \dots, y_n die Längen der einzelnen Rahmenstäbe, mit $J_1, J_2, \dots, J_n, F_1, F_2, \dots, F_n$ die zu den einzelnen Stäben gehörigen Trägheitsmomente bzw. Querschnitte bezeichnet:

$$0 = \int \frac{M_0 - H \cdot y}{E \cdot J} \cdot (-y) \cdot ds + \int \frac{-H \cdot \cos \alpha}{E \cdot F} \cdot (-\cos \alpha) \cdot ds$$

$$0 = - \int \frac{M_0 \cdot y}{E \cdot J} \cdot ds + \int \frac{H}{E \cdot J} \cdot y^2 \cdot ds + \int \frac{H \cdot \cos^2 \alpha}{E \cdot F} \cdot ds.$$

Für den Rahmen führt man eine überall gleiche Elastizitätsziffer E ein und multipliziert die letzte Gleichung mit dem beliebigen konst. Trägheitsmoment J_c , so ergibt sich die statisch unbestimmte Größe, der Horizontalschub H , aus der Gleichung:

$$\int \frac{M_0 \cdot J_c}{J} \cdot ds \cdot y$$

$$3. H = \frac{\int \frac{J_c}{J} \cdot ds \cdot y^2 + \int \cos^2 \alpha \cdot \frac{J_c}{F} \cdot ds}{\int \frac{J_c}{J} \cdot ds \cdot y^2 + \int \cos^2 \alpha \cdot \frac{J_c}{F} \cdot ds}$$

Die Deutung der einzelnen Integrale der Gleichung 3 ist nun folgende:

$$\int \frac{J_c}{J} \cdot ds \cdot y = \int \frac{J_c}{J} \cdot M_0 \cdot ds \cdot y$$

stellt den Inhalt der Momentenfläche M_0 des statisch bestimmten Hauptsystems, multipliziert mit dem Abstand y des auf die Rahmenachse projizierten Flächenschwerpunktes von der Verbindungslinie der Auflagergelenke dar.

Das Integral ist nun für jeden Rahmenstab auszuwerten; man bekommt dann:

$$\frac{J_c}{J} \int M_0 \cdot ds \cdot y = \frac{J_c}{J_1} \cdot F_1 \cdot y_1 + \frac{J_c}{J_2} \cdot F_2 \cdot y_2 + \dots + \frac{J_c}{J_n} \cdot F_n \cdot y_n$$

$$\int \frac{J_c}{J} \cdot y^2 \cdot ds = \frac{J_c}{J} \cdot \int y^2 \cdot ds$$

stellt das Trägheitsmoment des Rahmens bezogen auf die durch die Gelenke gehende Verbindungslinie dar und ergibt sich nach Fig. 3 allgemein zu:

$$4. \frac{J_c}{J} \int y^2 \cdot ds = \frac{J_c}{J} \cdot \frac{1}{3} \cdot (y_1^2 + y_1 \cdot y_2 + y_2^2)$$

Das Integral ist ebenfalls für jeden Rahmenstab auszuwerten; es wird also:

$$\frac{J_c}{J} \int y^2 \cdot ds = \frac{J_c}{J} \cdot \frac{1}{3} \cdot (y_1^2 + y_1 \cdot y_2 + y_2^2)$$

Das zweite Nennerglied $\int \cos^2 \alpha \cdot \frac{J_c}{F} \cdot ds$ rührt vom Einfluß der Normalkräfte her. Für gewöhnliche Entwurfsarbeiten und Vorentwürfe kann man den Einfluß der Normalkräfte vernachlässigen, er ist gering; es genügt dann für die Rechnung der Einfluß der Biegemomente; was von den Normalkräften gesagt ist, gilt auch von den Querkraften, die wir von vornherein vernachlässigten. Es ist für diese Arbeiten zulässig für den ganzen Rahmen ein konstantes Trägheitsmoment einzuführen, so daß für jeden einzelnen Rahmenstab $\frac{J_c}{J} = 1$ wird. Je nach dem Grad der Genauigkeit, den man wünscht, hat man es somit in der Hand, die statisch Unbestimmte — hier den Horizontalschub — zu bestimmen. (Fortsetzung folgt.)

Einladung zur Mitarbeit.

Kurze Aufsätze über baufachliche Angelegenheiten aller Art, insbesondere über Aufsätze und Durchbildung einzelner Bauteile mit erläuternden Zeichnungen sind uns stets erwünscht.

Die Schriftleitung.

Inhalt.

Über Taylor und sein Werk. — Abb.: Entwurf zum Landhaus Elleberg. — Verschiedenes. — Statik.

¹ Müller-Breslau; Neuere Methoden, 4. A. 1913.

² Müller-Breslau; Neuere Methoden, 4. A. 1913.