

# DIE ANREGUNGEN TAYLORS FÜR DEN BAUBETRIEB

VORTRAG AM 7. MÄRZ 1914  
IM WÜRTTEMBERGISCHEN  
VEREIN FÜR BAUKUNDE

VON

DR.-ING. MAX MAYER  
STUTTGART



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

1915.

# DIE ANREGUNGEN TAYLORS FÜR DEN BAUBETRIEB

VORTRAG AM 7. MÄRZ 1914  
IM WÜRTTEMBERGISCHEN  
VEREIN FÜR BAUKUNDE

VON

DR.-ING. MAX MAYER  
STUTTGART



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

1915.

ISBN 978-3-662-24250-6    ISBN 978-3-662-26363-1 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-26363-1

*Sonderabdruck aus „ARMIRTER BETON“.*

*1914. Heft 5, 6, 7, 8, 9/10.*

( Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH )

*(Nachdruck nur mit Genehmigung des Verfassers wie der Schriftleitung „Armierter Beton“  
und mit Quellenangabe gestattet.)*

## DIE ANREGUNGEN TAYLORS FÜR DEN BAUBETRIEB.

Vortrag am 7. März 1914 im „Württembergischen Verein für Baukunde“.

*Von Dr.-Ing. Max Mayer (Stuttgart).*

Jeder hat den Namen Taylor schon gehört und gelesen; es hat ja bereits jede Tageszeitung auf ihn hingewiesen. Der Name des amerikanischen Zivilingenieurs Frederick Winslow Taylor ist für die ganze technisch interessierte Welt ein Symbol geworden, ich glaube, wir dürfen sagen ein Symbol für den nächsten großen Fortschritt der Technik. Wer heute über die Taylorsche Ideen etwas erfährt, der hat sofort das Gefühl, daß es sich hier um eine höchst bedeutsame, um eine weltbewegende Sache handelt; er spürt das aus dem Ton, in dem darüber gesprochen wird und der selbst dort, wo gezweifelt und gespottet wird, auf ein großes Interesse schließen läßt; er spürt es aber auch sofort aus der Art dieser Gedankengänge, die schlicht, selbstverständlich, und, je nachdem sie dargestellt werden, fast naiv klingen und doch für ihre konsequente Durchführung einen unendlichen Aufwand an Mut, Geduld und Ausdauer erfordern.

Wichtig ist das Lebenswerk Taylors in erster Linie für den Fachmann, denn der Hauptteil davon ist Detailarbeit. Ich finde es deshalb merkwürdig, daß es bei uns in Deutschland anscheinend ganz unbekannt ist, wie gründlich sich Taylor auch mit dem Baubetrieb beschäftigt hat. Man hört nur, daß er die Arbeit in den Maschinenwerkstätten neu organisiert; wohl wird manchmal gesagt, daß seine Ideen auch auf andre Gebiete, ja sogar auf das private Leben

des einzelnen Menschen mit Nutzen anzuwenden sind; daß er aber einen großen Teil seines Lebens darauf verwendet hat, die Arbeiten auf der Baustelle ebenso zu studieren wie die Arbeiten in den Maschinenfabriken, davon weiß man bis jetzt bei uns nichts.

Ich bin nun überzeugt, daß wir für unsere tägliche Arbeit sehr viel aus dem lernen können, was Taylor als Ergebnis seiner Beschäftigung mit dem Baubetrieb in seinen Werken niedergelegt hat, und bei aller Verschiedenheit der deutschen und der amerikanischen Verhältnisse im Baugewerbe darf man doch sagen, daß für eine durchgreifende und wirkungsvolle Verbesserung der Organisation unserer Baubetriebe uns Taylor den Weg gewiesen und in allen Einzelheiten klargelegt hat. Taylor sagt in Bezug auf die Vereinigten Staaten von Nordamerika, daß zur Zeit der Ausgabe der „Concrete costs“, nämlich 1912, die Anwendung der wissenschaftlichen Methoden für die Betriebsführung auf die Bauarbeit überhaupt kaum versucht war und eine Entwicklung hierin eben scharf einsetzte. Wir Europäer mit unserer Neigung zur Tradition (so jung sie in diesem Fall auch ist) und zur Einschränkung der persönlichen Initiative sind natürlich später daran als die in solchen Dingen ganz rücksichtslos vorgehenden Amerikaner; andererseits ist aber unsere Vorliebe für systematischen Aufbau und für gründliche

Detailarbeit gerade für die vorliegende Frage besonders günstig und läßt eine verhältnismäßig rasche Verbreitung der Taylorschen Ideen bei uns in Aussicht stellen. Ich will deshalb im folgenden versuchen eine kurze Zusammenfassung dessen zu geben, was ich bei einem gründlichen Studium der Taylorschen Werke, insbesondere derer, die sich mit dem Baubetrieb befassen und noch nicht ins Deutsche übertragen sind, als beachtenswert und charakteristisch entnommen habe. Dabei will ich mich vor allem bemühen, ein anschauliches Bild von den Einzelheiten eines taylorisierten Baubetriebes zu geben und werde jeweils aus der Flut der Einzelheiten einige besonders charakteristische Beispiele herausgreifen, um daran nachzuweisen, wie die Grundgedanken sich im einzelnen Fall anwenden lassen.

Taylor hat anfangs der 80er Jahre damit begonnen seine Ansichten über die Organisation der Fabrikarbeiten praktisch zur Geltung zu bringen. In den 8 Jahren seiner Tätigkeit bei den Midvale-Stahlwerken hat er bereits so auf fallende Erfolge erzielt, daß er sich seitdem der Betriebsorganisation als Spezialist widmete. Im Jahre 1894 fing er an, mit seinem Freund Thompson und einer Reihe von Mitarbeitern den Baubetrieb wissenschaftlich zu studieren; fast alle großen Betriebe und Unternehmerfirmen haben ihm ihre Arbeitsplätze und ihr Erfahrungsmaterial zur freien Verfügung gestellt. Daß es sich nun bei der ganzen Sache nicht wie sonst oft bei Nachrichten über neue technische und andere Errungenschaften um amerikanischen Bluff handelt, das kann man daraus entnehmen, daß diese Leute sich volle 17 Jahre mit dem weitest getriebenen Detailstudium des Baubetriebes beschäftigten, bis sie ihr Buch über die Kosten der Betonarbeiten veröffentlichten. Um gleich zu kennzeichnen, was in diesem für uns wichtigsten Buch an Material enthalten ist, bemerke ich hier schon, daß es unter seinen 700 Seiten rund 260 Seiten Tabellen enthält, welche hauptsächlich Angaben über den Zeit-, auch über den Materialbedarf der einzelnen Bauarbeiten enthalten, und daß über 80 Figuren darin enthalten sind, welche Konstruktionszeichnungen für Schalungen, maschinelle Baustelleneinrichtungen und Werkzeuge betreffen.

Auf den Baubetrieb angewendet führen die Taylorschen Grundsätze zu wesentlich anderen Ergebnissen als bei der Werkstättenarbeit. Wer als Bauingenieur etwa bloß das von Roesler ins Deutsche übersetzte Buch Taylors über „Wissenschaftliche Betriebsführung“ kennt oder die diesbezüglichen Vorträge auf der vorjährigen Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure, der mag wohl eine Ahnung davon haben, daß

auch auf unserem Gebiet in dieser Richtung große Fortschritte möglich sind; wenn man jedoch die beiden Bücher Taylors über „Beton und Eisenbeton“ und über die „Kosten der Betonarbeiten“ kennen lernt, so ist man immer wieder aufs neue erstaunt darüber, wieviel Tatsachenmaterial, wieviel fertige Leistungen darin enthalten sind und wie schön uns bereits alles vorgerichtet ist. Allerdings von einem „System“ kann bei der Taylorschen Bauorganisation noch viel weniger die Rede sein als in der Maschinenfabrik, wo er ja selber schon die Bezeichnung „Taylor-System“ abgelehnt hat. Es gibt heute in Amerika eine Reihe von Werkstattbetrieben, in denen die Taylorsche Organisation restlos verwirklicht ist; hingegen existiert noch kein Baubetrieb, bei dem das Taylor-System vollständig angewendet wäre, und dabei wird es auch wohl noch auf Jahre hinaus bleiben. Was uns Taylor hierfür gibt, ist also nichts weniger als ein Schema oder ein fertiges Gebilde; er gibt uns nur die Keime für ein solches, er gibt uns eine Betrachtungsweise und einen ersten, treulich schon sehr weit durchgeführten Versuch einer Wissenschaft der Einzelarbeiten. Einerseits bringt es schon die Eigenart des Bauhandwerks mit sich, daß einzelne Teile des Taylorschen Gedankenkreises stark in den Vordergrund treten, andere dagegen fast verschwinden; die Mannigfaltigkeit der Bauarbeiten zum Beispiel hat zur Folge, daß die Zeitstudien und das resultierende Tabellenmaterial wesentlich mehr Raum einnehmen als bei der Metallbearbeitung, wobei nicht mit mathematischen Gesetzen wie dort, sondern fast bloß mit empirischen Zahlenreihen gearbeitet wird; auch ist natürlich von den Außerlichkeiten der Werkstatteinrichtung, die den Pensumbetrieb unterstützen, auf der Baustelle keine Rede. Andererseits ist die niedrige Entwicklungsstufe, auf der sich die Baustellenorganisation auch in der Taylorschen Ausbildung noch befindet, der Grund dafür, daß hauptsächlich von der Analyse der Arbeiten und der Feststellung der Einzelzeiten gehandelt wird, während die eigentliche Einführung der Pensumarbeit noch in weiter Ferne steht und auch in Taylors Büchern nur vereinzelt berührt wird.

Es ist für uns entschieden ein Vorteil, daß wir die Taylorschen Arbeiten über Bauorganisation in einem frühen Entwicklungsstadium kennen lernen, wenn man auch nicht gerade von Anfängen reden kann angesichts einer 17jährigen Ausbildungszeit. Wir können die Verbesserung in ihrem Entstehen studieren und finden dabei, daß wir vielfach schon ähnliche Wege zu gehen begonnen haben. Neu sind uns nämlich die Taylorschen Ideen nicht in allen Teilen. Es handelt sich ja überhaupt um ein Gebiet, auf dem auch bei uns vielfach ein Verbesserungsbedürfnis verspürt und lebhaft vorwärts gestrebt wird. In den meisten Fällen

sind jedoch die Mittel, die man bei uns zu Hilfe nimmt, wesentlich verschieden von den Taylor'schen; oft handelt es sich sogar gerade um jene oberflächliche Behandlung, die Taylor als vollständig falsch verwirft. Bei der Mehrzahl der Taylor'schen Gedanken haben wir das Gefühl, daß wir eben selber daran waren, uns die Sache in dieser Weise zurecht zu legen; deshalb hat die Lektüre seiner Bücher etwas Fesselndes, ich möchte sagen, etwas Hinreißendes. Einen geradezu überwältigenden Eindruck aber macht die Einheitlichkeit, die geschlossene Folgerichtigkeit, mit der Taylor seine Grundsätze auf all die verschiedenen Zweige unseres Gebietes anwendet, wie er es überall versteht mit verständigem Eingehen auf die Eigenart der einzelnen Arbeiten, mit immer neuen, der jeweiligen Sache angepaßten Mitteln seinen Zweck zu erreichen. Man mag einzelne seiner Grundsätze als bekannt bezeichnen, man mag, was viel charakteristischer ist, vieles einzelne von seinen Grundgedanken für selbstverständlich finden; vollständig neu und genial ist auf alle Fälle diese Großzügigkeit, diese eiserne Konsequenz, mit der er allenthalben ohne Rücksicht auf bestehende Gebräuche oder Vorurteile für Ordnung, Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit sorgt. Ich glaube, man hat aus früheren Beschreibungen seines Systemes mitunter die Ansicht, als sei vieles von seinen Ideen ein wenig weltfremd und allzu schwer zu verwirklichen; nein, gerade in seinen Büchern über den Baubetrieb muß man immer wieder anerkennen, wie sehr er sich auf das zunächst Erreichbare beschränkt, wie er, immer die Fortentwicklung der besonderen Verhältnisse ins Auge fassend, nur von der für die nächsten Jahre möglichen Vertiefung spricht, wie die Stufe der Reform, die er uns beschreibt, jeweils der Eigenart, der Kompliziertheit und der gegenwärtigen Auffassung des Gegenstandes angepaßt ist.

Gerade dieses mehrfache Anknüpfen an die hinter ihm liegende Entwicklung gestattet uns einen interessanten Einblick in die Betriebsverhältnisse der amerikanischen Bauwelt. Als Taylor seine Studien machte, muß wohl ein großer Teil der amerikanischen Baufirmen schlechter eingerichtet gewesen sein, als es der bessere Durchschnitt bei uns seit längerer Zeit ist. Es finden sich in den Angaben Taylors, der doch gewiß nur bei guten oder etwa noch bei mittelmäßigen Firmen seine Studien machte, mitunter Dinge, an die bei uns heute Gott sei Dank kein Mensch mehr denkt. Andererseits setzt aber die Arbeit Taylors ein allgemeines Fortschrittsbedürfnis voraus und ein wagemütiges Bestreben nach Verbesserung um jeden Preis, wie es bei uns nicht allzu häufig ist und wie es bei uns anscheinend auch ein starker wirtschaftlicher Druck oft nicht zu erzwingen vermag.

Bevor ich nun auf die Darstellung der Taylor'schen Lehre übergehe, wollen wir erst einmal die Eigenart des Gegenstandes erwägen. Die Organisation der Baubetriebe hat ihre ganz besonderen Schwierigkeiten. Wir können den Werkstattbetrieb als stationären, den Baubetrieb als einen ständig wechselnden bezeichnen. In vielen Werkstätten geschieht im wesentlichen über einen längeren Zeitraum Tag für Tag das Nämliche: ein solcher Betrieb braucht einmal eingerichtet zu werden, dann dauert und wirkt diese Organisation für Monate und Jahre. Auf einer Baustelle geschieht nicht einen Tag genau das gleiche wie am vorhergehenden oder am folgenden. Nur ausnahmsweise, bei längeren gleichmäßig fortlaufenden Bauwerken oder bei gewissen Erdarbeiten, scheint das anders zu sein, aber selbst dann ändern sich meist die Transportweiten von Tag zu Tag. Also: Ein Werkstattbetrieb wird einmal eingerichtet und läuft dann nach dem aufgestellten Schema bis auf weiteres selbständig fort; der Baubetrieb muß jeden Tag neu organisiert werden. Diese Notwendigkeit der ständig erneuten Organisation ist der allgemein anerkannte Grund dafür, daß die Baubetriebe in der Regel primitiver eingerichtet sind als die Fabrikbetriebe; sie hat auch zur Folge, daß eine gründliche Neuorganisation einer Bauunternehmung im Taylor'schen Sinne eine viel umfangreichere, mühsamere und kostspieligere Arbeit ist als bei einem Fabrikbetrieb. Diese nämliche Eigenart erleichtert aber auch die Einführung von Neuerungen; wir, die wir jeden Tag fast einen neuen Betrieb, einen neuen Betriebsteil in die Wege zu leiten haben, sind viel eher geneigt, es mit Neuerungen zu versuchen, wir sind auch hinsichtlich unserer geschäftlichen Verantwortung viel eher dazu in der Lage, auf einer vereinzelt Baustelle einen Beamten mehr hin zu stellen, es mit einer anderen Austeilung der Pflichten als bisher zu versuchen, als etwa der Direktor einer Maschinenfabrik, die bisher befriedigend funktioniert hat und deren ganze Existenz durch eine umwälzende Neuerung aufs Spiel gesetzt wird. Eine weitere Eigenart ist die Mannigfaltigkeit der Bauarbeiten. Jede einzelne Unternehmung macht bei uns eine große Reihe von äußerlich verschiedenartigen Arbeiten; das hat seinen guten Grund und wird auch fernerhin so bleiben. Wer aber jede einzelne dieser vielen Arbeiten, die noch dazu oft recht verwickelt und veränderlich sind, gründlich kennen und beherrschen will, der muß einen guten Kopf und reiche Erfahrungen haben; das können wir jeden Tag an uns und an anderen spüren. Die schriftliche Fixierung dieses riesigen Materials nun gar, die Normalisierung und die Festlegung des Zeitbedarfes für alle einzelnen Operationen unter allen möglichen Verhältnissen bedeutet begrifflicherweise einen Arbeitsaufwand

der nur im Verlauf von langen Jahren geleistet werden kann. Der ständige Wechsel der Betriebsform im einzelnen Fall und die Mannigfaltigkeit der Einzelheiten sind die beiden Punkte, welche für eine gründliche Organisation des Baubetriebes ganz besondere Schwierigkeiten machen.

Der Ausgangspunkt von Taylors Beschäftigung mit dem Baubetrieb war vielleicht die Erkenntnis, daß die Detailanordnung der Ausführungsarbeiten in technischer und insbesondere in wirtschaftlicher Hinsicht im Bauhandwerk ein wunder Punkt ist. Was die Konstruktion und die Festigkeit unserer Bauwerke betrifft, so verfügen wir heute über eine fertige, gründlich durchgebildete Wissenschaft, die uns fast alles, was wir in der Praxis brauchen, in einwandfrei festgelegter Weise lehrt. Mit unseren heutigen Baustoffen und unter den gegebenen Verhältnissen von Zweck, Belastung und Untergrund des Bauwerks kann sicher nicht viel besser konstruiert werden, als das heute bei uns geschieht. Ob unsere üblichen Entwürfe auch nach der wirtschaftlichen Seite immer die bestmögliche Lösung darstellen, darüber, glaube ich, läßt sich noch ein Wort reden; ich habe selber versucht, in meinem Buch über „Die Wirtschaftlichkeit als Konstruktionsprinzip im Eisenbetonbau“ einige der vordringlichsten Untersuchungen in dieser Richtung anzustellen und für diesen uns fast noch ganz fehlenden Zweig der Theorie der Baukonstruktionen den Grund zu legen. Immerhin, wenn man vor 20, ja noch vor 10 Jahren damit zufrieden war und damit zufrieden sein mußte, eine genügend sichere, also eine überhaupt mögliche Lösung für die konstruktiven Fragen zu finden, so stehen wir heute auf einem ganz anderen Standpunkt: Wir suchen die beste der möglichen Lösungen, wir suchen die sparsamste von all den Lösungen, die genügend Sicherheit bieten.

Demgegenüber ist unser Standpunkt bei der Bauausführung ein wesentlich bescheidener, ein primitiver sozusagen; hinsichtlich der einzelnen Teile einer Arbeitsleistung begnügen wir uns in der Regel damit, daß die Arbeit überhaupt getan wird, daß also irgend eine mögliche, gewisse Ansprüche befriedigende Lösung der Aufgabe gefunden wird; ob aber diese Lösung die bestmögliche war, danach fragt man wohl manchmal, diese Frage studiert man wohl oft bei wichtigen Anordnungen, aber daß dieser Grundsatz in allen Teilen der Bauarbeit, vom Kleinsten bis zum Größten, bewußt und sicher angewendet würde, davon sind wir noch weit weg.

Hier hilft uns nun Taylor. Was ich eben darlegte, steht zwar nicht bei ihm, für amerikanische Verhältnisse konnte er das auch gar nicht sagen; aber ich glaubte erst aufweisen zu sollen, welche

Rolle die Aufgabe, deren Lösung Taylor sein ganzes Leben gewidmet hat, für unsere Bautätigkeit überhaupt spielt, damit man sich davon überzeugt, welchen Wert die Lösung dieser Aufgabe für uns hat, noch bevor wir sehen, wie glänzend Taylor sie gelöst hat.

Taylor will also eine Arbeit, die überall schon in beliebiger, das heißt dem Zufall und der Willkür untergeordneter Organe überlassener Weise getan wird, besser tun. Sein kräftiger Wirklichkeitssinn bewahrt ihn davor, etwa deduktive Theorien aufzustellen. Sein Weg, der einzig richtige, kann vielmehr in der Weise charakterisiert werden: Wer eine Arbeit, die schon getan wird, besser tun will, der muß unter Verwertung der vorhandenen Erfahrungen von Grund aus neu aufbauen. Mit diesem Satz ist das Wesentliche des Taylorsystems schon gegeben. „Unter Verwertung der vorhandenen Erfahrungen von Grund aus neu aufbauen,“ das heißt mit anderen Worten: Zunächst die Arbeit, so wie sie jetzt getan wird, in ihre einzelnen Teile zergliedern, so weit zergliedern, bis wir auf ihre elementaren Bestandteile kommen; diese Elemente aufs gründlichste prüfen, hinsichtlich ihrer Notwendigkeit, Verbesserungsmöglichkeit, ihrer Ansprüche an den Arbeiter und ihres Zeitbedarfs; dann aus den berechtigten Einzeloperationen von neuem den ganzen Gang der Arbeit aufbauen. Diese drei Tätigkeiten:

1. Analysieren,
2. die Elemente studieren,
3. wieder kombinieren

bilden die drei Hauptteile der Taylorschen Methode.

Man sieht jetzt auch schon daß in einer anderen Hinsicht das Vorgehen Taylors sich in zwei Stufen aufteilt; der Zeitbedarf der Arbeit nämlich, also der Punkt, der uns heute, im Zeitalter der bewußten Wirtschaftlichkeit, am meisten interessiert und der bei unserem heutigen Gegenstand ja die Hauptsache ist, von dem ist zunächst gar nicht die Rede. Vielmehr wird die Bauarbeit, so wie sie jetzt erledigt wird, erst nur nach ihrer technischen, konstruktiven, physiologischen Seite usw. untersucht. Erst wenn die Bewertung aller einzelnen Operationen nach diesen verschiedenen Richtungen feststeht, beginnen die Untersuchungen über den Zeitbedarf. Die Vorarbeiten für die Neuorganisation des Baubetriebes zerfallen also bei Taylor in ein zeitloses Studium des Arbeitsvorganges und in das Zeitstudium.

Taylor knüpft in seinem Buch an die richtige Bemerkung an, daß die Kenntnis der Arbeits-

kosten erst in zweiter Linie von Wichtigkeit ist; das Wichtigste ist, daß die Arbeit so billig wie möglich ausgeführt wird. Er kann das um so eher sagen, als er durchaus nicht bloß zum Unternehmer spricht, sondern ebenso gut zur bauenden Behörde und zum Architekten oder vielmehr Zivilingenieur, der ja in Amerika, wie überhaupt vielfach im Auslande, beim Bauen die wichtigste Person ist. Bei uns ist man heutzutage leider so daran, daß es, besonders für den Unternehmer, manchmal aber auch für die bauenden Behörden, fast wichtiger ist, richtige Preise zu machen, wenn nur hernach die Ausführungskosten im vorgesehenen Rahmen bleiben. Doch wird auch bei uns niemand an diesem kurzsichtigen Standpunkt festhalten wollen.

Die Selbstkosten eines Bauwerks zerfallen in zwei Teile von sehr verschiedener Art. Die Materialkosten kennen und berechnen wir genau bei der Kalkulation und sind sicher, daß die vorgesehene Summe bei der Ausführung auf einige Prozent genau eingehalten werden kann. Die Arbeitskosten dagegen, obwohl sie einen ganz gleichwertigen Teil bilden, werden ganz roh geschätzt, die wirklichen Zahlen weichen wesentlich von den kalkulierten ab, und Gewinn oder Verlust des Unternehmers hat meist in dieser falschen Schätzung seinen Grund. Erst jetzt sieht man allmählich ein, sagt Taylor, daß es bei den Löhnen ebenso gut möglich ist, jeden einzelnen Posten vorauszuberechnen wie bei den Baustoffen.

Woher kennen wir nun die tatsächlichen Kosten der Bauarbeiten? Aus den diesbezüglichen Beobachtungen und Notizen. Wir müssen es mit Bedauern zugeben, daß ein merklicher Teil unserer Bauindustrie (und nicht immer bloß der Teil, an den man dabei zunächst denkt) noch in jener Einfalt befangen ist, die sich um die tatsächlichen Kosten der Arbeit im einzelnen eigentlich gar nicht kümmert, vermutlich deshalb, weil die nachträgliche Kenntnis doch am geschäftlichen Resultat des einzelnen Objekts nichts mehr zu ändern vermag, weil eine direkte Notwendigkeit für die Abwicklung des Geschäfts also nicht zu bemerken ist. Daß die indirekte Notwendigkeit der fortlaufenden Berichtigung der Kalkulationsgrundlagen um so zwingender ist, darüber brauche ich ja hier nichts weiter zu sagen. Diesen Urzustand scheinen aber auch die amerikanischen Bauunternehmer noch nicht ganz hinter sich zu haben. Taylor bezeichnet nämlich die Einführung von Kostenberichten als ersten Schritt in Richtung der wissenschaftlichen Betriebsführung.

Wozu braucht man die Kostenberichte?  
Taylor sagt:

1. Für späterhin, als Unterlagen für die Preisstellung;

2. für sofort:

- a) um zu wissen, ob man verliert oder gewinnt,
- b) um herauszufinden, an welchem Punkt man verliert (irgendwo verliert man beim Bauen nämlich immer),
- c) um das Personal zu kontrollieren und anzufeuern.

Hinsichtlich der Form der Kostenberichte haben die bestgeleiteten amerikanischen Baugesellschaften nach Taylor die auch bei uns nicht unbekannt Einrichtung, daß für jeden einzelnen Arbeitstag sofort am Abend die Leistung und die im einzelnen darauf entfallenden Beträge des Lohnbuchs festgelegt werden. Am anderen Vormittag wird bereits jedem Vorarbeiter sein Auszug mit der entsprechenden Kritik ausgehändigt.

So lobenswert diese Einrichtung gegenüber jenem primitivem Zustande ist, bei dem grundsätzlich immer nur getrieben wird, aber nicht die erreichten Leistungen scharf beurteilt werden, so wenig ist andererseits Taylor davon befriedigt. Er sagt mit Recht, daß keine der oben angeführten Aufgaben der Kostenberichte einigermaßen erfüllt wird. Er verwirft deshalb diese Angaben, die er als „Gesamtzeiten“ (im Gegensatz zu seinen „Einzelzeiten“) bezeichnet, vollständig; er gibt sogar seiner Überzeugung von ihrem Unwert wiederholt einen recht heftigen Ausdruck.

In diesem Punkt können wir uns natürlich Taylor nicht anschließen. Wir brauchen solche Kostenberichte für unsere Betriebe wie das tägliche Brot, und es ist ganz ausgeschlossen, daß wir in absehbarer Zeit unseren Betrieb so organisieren, daß wir sie entbehren können. Wenn sie auch dem Ideal des Pensumbetriebes gegenüber nur als Notbehelf gelten können, so sind sie doch weit besser als nichts und bilden immerhin ein nützliches Hilfsmittel für die Geschäftsführung; sie bedeuten in der Entwicklung unserer Organisation eine unentbehrliche Stufe, eine recht breite Stufe sogar, und wir haben diese Kostenberichte unumgänglich nötig, solange wir nicht im Stande sind ihren Text zwei Tage vorher abzufassen und als bindende Vorschrift hinauszugeben. Die Kenntnisse, die das voraussetzen würde, liegen zwar auf der Strafe, sie liegen auf der Baustelle vor unseren Augen; aber bis wir sie fassen und in eine verwendbare Form bringen, das dauert noch geraume Zeit und so lange brauchen wir eben unsere täglichen Arbeitsberichte. Auf die verschiedenen Möglichkeiten dieselben anzuordnen auszubauen und zu vertiefen kann ich hier natürlich nicht näher eingehen.

Es ist bekannt, daß diese vorherige erschöpfende Festlegung der Tagesarbeit jedes einzelnen Arbeiters im Zusammenhang mit einer entsprechenden, erst dadurch möglichen

Entlohnung des Mannes das Ideal bildet, auf das Taylor in letzter Linie hinaus will und das er in verschiedenen Werkstattbetrieben mit unglaublicher Ausdauer und staunenswertem Geschick verwirklicht hat. Solange er nur an dieses Ziel denkt, kann er natürlich mit den üblichen Arbeitsberichten, die immer nur oberflächlich sein können, nicht zufrieden sein. Er findet den Grundfehler darin, daß wir da mit Schätzungsmethoden arbeiten, wo nur exakte wissenschaftliche Methoden am Platze sind. Als Beweis dafür benutzt er das Beispiel einer Gebäude-Außenmauer, die aus Ziegelsteinen aufgeführt wird. Wenn wir wissen, daß eine bestimmte Anzahl Maurer in so und so viel Zeit die Mauer auf eine bestimmte Höhe hochgebracht haben, so hilft uns diese Angabe garnichts. Wir können wohl daraus berechnen, wieviel Stück Ziegel der Mann in diesem Fall pro Stunde „im Durchschnitt“ verlegt hat; aber wir können daraus nicht schließen, wieviel er bei einem anderen Bau verlegen wird. Diese Leistung hängt einmal von der Anzahl der Ecken ab, die schwieriger zu verlegen sind, von der Stärke der Mauer, weil die Außenflächen mehr Arbeit machen, ganz besonders von der Anzahl und der Art der Fensteröffnungen usw. Tatsächlich schwankt die Zahl der Steine, die der Mann im Achtstundenarbeitstag verlegt, zwischen 150 und 2600, bei den gewöhnlicheren Arbeiten zwischen 500 und 1000. Die Leistung ist also derart veränderlich, daß man, um die Gesetzmäßigkeit dieser „Gesamtzeiten“ zu studieren, verschiedene Serien von Beobachtungen brauchte, in denen nur immer eine der Variablen sich ändert, während alle übrigen Verhältnisse genau gleich bleiben. Es ist aber gerade im Baugewerbe für den einzelnen Betriebsführer ganz unmöglich sich solche Unterlagen zu verschaffen. Viel einfacher ist es zu beobachten, wieviel Minuten der Maurer braucht, um einen Stein zu verlegen, und zwar einen im Innern der Mauer, dann einen Binder, einen Eckstein usw. Wir teilen die vorkommenden Steine in soviel Sorten, daß der Zeitbedarf für das Verlegen jeder einzelnen Sorte als konstant gelten kann, und stellen diesen Zeitbedarf als Mittel aus einer großen Zahl von Beobachtungen fest. Mit diesem Material sind wir imstande, den Zeitbedarf für jede beliebige Mauer durch einfaches Ausmultiplizieren und Addieren mit großer Genauigkeit vorher anzugeben.

Man kann oft die Ansicht hören, daß exakte, allgemein gültige Leistungsangaben deshalb unmöglich seien, weil die körperlichen und handwerklichen Fähigkeiten der einzelnen Arbeiter viel zu sehr schwanken. Aber gerade wenn das zutrifft, dann ist es um so wichtiger, daß die leistungsfähigen Leute ausgewählt werden, und um das zu können, muß man vor allem wissen, was man von einem guten Arbeiter verlangen darf.

Taylor sagt, diese Ausrede von der Unberechenbarkeit der Leute sei garnicht so ernst gemeint. Man kommt bald darauf, daß die Unsicherheit bloß in der Mannigfaltigkeit der vorkommenden Mauerkonstruktionen begründet ist und in der Schwierigkeit, deren gegenseitiges Arbeitserfordernis abzuschätzen. Und so kommen wir auch hier wieder auf den gleichen Gedankengang wie oben.

Das angeführte Beispiel vom Ziegelmauerwerk ist gleichzeitig nach anderer Richtung sehr interessant. Taylor sagt: Um uns über die Kosten solcher Arbeiten zu orientieren, genügt es, den Zeitbedarf für das Verlegen eines einzelnen Steines unter allen vorkommenden Verhältnissen zu kennen; das wäre also das Arbeitselement, mit dem wir rechnen müssen. Aber wie gesagt, die Kenntnis des Zeitbedarfs kommt erst in zweiter Linie; die Hauptsache ist, daß die Arbeit so billig als möglich getan wird, und um dessen sicher zu sein, wird jedes Arbeitselement auf seine Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit genau geprüft. Von diesem Gesichtspunkt aus ist die Tätigkeit eines Maurers beim Verlegen eines Ziegelsteins eine sehr komplizierte und bedarf einer weiteren Unterteilung in Bewegungselemente. Frank Gilbreth, der sich hiermit näher beschäftigt hat, fand, daß die Maurer bei der üblichen Ausführungsart 18 verschiedene Bewegungen machten, die zum Teil ganz überflüssig waren, zum Teil auf diese oder jene Weise vereinfacht werden konnten, und daß mit 5 Bewegungen schließlich die gleiche Arbeit geleistet werden konnte. Wir ersehen hieraus, daß die Einteilung des Arbeitsvorganges beliebig weit getrieben werden kann, daß sie für verschiedene Zwecke verschieden weit getrieben werden muß; daß man als Arbeitselemente das eine Mal Bewegungen betrachten muß, die sich in Bruchteilen von Sekunden abspielen, während man für andere Zwecke mit gewissen Komplexen von Vorgängen rechnen kann, die eine Anzahl von Minuten erfordern. Die Untersuchungen, die Taylor selbst anstellt, beginnen immer bei den kleinsten Einheiten und gehen dann zusammenfassend zu größeren Komplexen über. Die Zwecke dieser Einteilungen sind drei:

1. Überflüssige Bewegungen auszuschalten und minderwertige zu verbessern,
2. eine genaue vorherige Festlegung aller Arbeitsvorgänge und des Zeitbedarfs zu ermöglichen,
3. einen angemessenen Stücklohn oder Pensumlohn für die Leute festsetzen zu können.

Für den ersten Zweck braucht man die denkbar feinste Zergliederung, während für die beiden anderen Zwecke größere Einheiten, sobald sie in gleicher Form und in verschiedenem Zusammen-

hang öfter wiederkehren und den Leuten genügend eingeübt sind, sich besser bewähren.

Auf diese Weise kommt Taylor doch schließlich selber dazu, daß er nicht immer auf die Arbeitselemente zurückgeht, wie das ja auch beim Baubetrieb ganz unmöglich wäre. Außerdem benützt er Arbeitsberichte der üblichen Art auch immer als Ergänzung seiner Zeitstudien in der Weise, daß er die aus den Einheitsarbeiten kombinierten Arbeitsbilder mittels der direkt beobachteten Gesamtzeiten kontrolliert. Zu diesem Zweck gibt er auch weitläufige Zusammenstellungen über die tatsächlichen Gesamtkosten verschiedener ausgeführter Arbeiten. Damit solche Kostenberichte einigermaßen benützlich seien, verlangt er von ihnen folgendes:

1. Eine sorgfältige Unterteilung der ganzen Arbeit in genau umgrenzte Leistungen;
2. genaue Berichte über den Zeitbedarf im einzelnen;
3. Angaben über die genauen Massen der einzelnen Leistungen,
- 4—6. eine sorgfältige Aufteilung der Anlagekosten, der allgemeinen Ausgaben und der Materialkosten auf die einzelnen Leistungen;
7. eine eingehende Beschreibung aller wesentlichen Einzelheiten.

Zum zweiten Punkt, der genauen Notierung des Zeitbedarfs der einzelnen Arbeitsgattungen, bemerkt Taylor, daß die Erfüllung dieser selbstverständlichen Forderung in der Praxis auf ganz überraschende Schwierigkeiten stößt. Die Bauarbeiter bleiben nicht auf ihrem Platz, sagt er; sehr häufig holen sie sich Material oder Werkzeug oder laufen sonst herum. Wenn nun jeden halben Tag einmal notiert wird, womit sie gerade beschäftigt sind, so gibt das ein sehr falsches Bild; man müßte die Notizen jede Stunde oder besser noch jede Viertelstunde machen. Um diese Dinge kümmert sich aber in Amerika nicht, wie es bei uns Tradition ist, der Vorarbeiter, sondern entweder ein Bureaubeamter, zum Beispiel der Bauschreiber im Nebenamt, oder aber, wenn man die Taylorsche Forderung der häufigen Kontrolle erfüllen will, ein eigener Beamter, den wir im Anklang an den Buchhalter den Zeithalter nennen wollen. Bei der Detailbeschreibung sind natürlich vor allem die Punkte zu beachten, welche die Kosten beeinflussen; bei Betonarbeiten zum Beispiel das Mischungsverhältnis, die Transportweiten der einzelnen Rohstoffe und des Betons sowie die Transportgeräte, das Mischverfahren, die Dimensionen und die Armierung der Betonkonstruktion.

Wenn man sich aber diese Forderungen, die ein Kostenbericht erfüllen müßte um wirklich brauchbar zu sein alle richtig überlegt, meint

Taylor, dann muß man einsehen, daß dieses Hilfsmittel überhaupt nicht das richtige sein kann. Auch wir sind von diesem Standpunkt nicht weit weg. Man kann bei uns alle Tage die Ansicht hören, daß einem Kostenangaben nur von solchen Baustellen etwas helfen, die man selber mitgemacht oder wenigstens gründlich angesehen hat; alles andere, insbesondere Zahlen aus Büchern, Zeitschriften, oder auch private Mitteilungen über Arbeiten, die man nicht selbst besichtigt hat, seien wertlos und irreführend. Die üblichen Beschreibungen erfüllen eben die oben aufgezählten Forderungen Taylors nicht, und um die Zahlen wirklich benützen zu können, müßte man diese Forderungen so weit treiben, daß ihre Erfüllung überhaupt unmöglich wird.

Die Lösung dieses Problems liegt nahe, sagt Taylor; was sich im Werkstattbetrieb bewährt hat, das paßt mit entsprechenden Änderungen auch auf die Baustelle. Wenn wir verschiedene Bauausführungen in ihre Einzelarbeiten zerlegen, so treffen wir immer wieder auf die gleichen Elemente. Haben wir die auf einer Baustelle vorkommenden Arbeiten wissenschaftlich untersucht, so haben wir eine ganze Menge Material, das auf der nächsten Baustelle ähnlicher Art ohne weiteres wieder gilt. Das Detailstudium ermöglicht es uns ferner durch scharfe Kritik der einzelnen Bewegungen für fast alle Arbeiten eine bessere Methode ausfindig zu machen. Schließlich bewährt es sich auch noch in einer anderen Frage glänzend: Wenn man nämlich versucht, Akkordlöhne zu berechnen und zu vereinbaren auf Grund der in üblicher Weise beobachteten Gesamtzeiten, so sieht man auf einmal, daß die Leute im Stücklohn ein ganz anderes Tempo einschlagen als im Taglohn, und daß man sich mit den nach der Taglohnarbeit geschätzten Leistungen gründlich verrechnet hat. Der Effekt ist, daß sich die erst vereinbarten Akkordlöhne als viel zu hoch erweisen und man auf die Methode kommt, bei der die Stücklöhne auf dem Probierweg immer weiter zurückgeschraubt werden. Diese Methode ist begreiflicherweise dem Arbeiter sehr verhaßt. Taylor versteht es, diese Gefahr zu vermeiden; er scheint dadurch im Jahre 1885 seine ersten auf fallenden und allgemein bestaunten Erfolge erzielt zu haben, das er ohne zu probieren richtige Akkordlöhne festsetzte und die Leute so zu ihrer Arbeit anleitete, daß sie reichlich verdienten und gleichwohl die Arbeit viel billiger getan wurde.

Diese einleuchtenden Vorzüge seines Systems im Zusammenhang mit den bei der Fabrikarbeit bereits erzielten Erfolgen geben Taylor den Anlaß zur Voraussage, daß auch im Ingenieurbauwesen sich als einfache Folge der wissenschaftlichen Betriebsführung das Pensumsystem, das heißt die Bezahlung einer ansehnlichen Prämie an jene Arbeiter, welche das vorgeschriebene Arbeits-

quantum erledigt haben, immer mehr einführen wird.

Nur auf diese Weise kommen wir zu einer richtigen Bezahlung des Arbeiters, sagt Taylor. Die einzig gesunde Lösung der Lohnfrage ist die, daß wir dem Mann seine Arbeit entsprechend der produzierten Leistung vergüten; die genaue Form, in der dies geschieht, ist weniger wichtig. Wer viel schafft, muß viel bezahlt bekommen; alles andere ist ungerecht. Taylor schließt nun weiter: Die Einführung irgend einer derartigen Entlohnungsform setzt eine Betriebsorganisation voraus, bei der die Arbeit jedes einzelnen Mannes für jeden Tag genau vorher festgelegt ist. Der Arbeiter oder der ihn beaufsichtigende Vorarbeiter muß für jeden Tag seine Weisungskarte bekommen, die ihm sagt, was er zu tun hat, und wie er diese Aufgabe am besten und am raschesten fertig bringt.

Da kommt nun schon der erste Einwand, der auch wirklich nicht bedeutungslos ist. Diese Taylorsche Forderung sei eine ganz unmögliche Aufgabe für einen Baubetrieb; das würde ein systematisches Vorbereiten der Arbeiten im einzelnen voraussetzen, wie es bis jetzt ganz unerhört war und man würde hierzu — davor hat bekanntlich der sogenannte Praktiker den größten Abscheu — eine große Schar von Hilfskräften brauchen, welche die nötigen Zeitstudien machen und auf Grund derselben das zu verlangende Arbeitsmaß für jeden feststellen. Es ist bewiesen, sagt Taylor hiergegen einfach, daß die Einführung dieses Systems möglich ist und daß man im Fabrikbetrieb damit ganz überraschende Steigerungen der Produktion bei gleichzeitiger Verminderung der Kosten erzielt hat. Dabei hat man die kompliziertesten Arbeiten bewältigt, Eisengießereien, Maschinenreparaturwerkstätten und vieles andere, was ganz bedeutend komplizierter ist als alle Arbeiten, die jemals auf der Baustelle vorkommen. Stahlwerke, Spinnereien und Webereien, Schuhfabriken, Metallwarenfabriken, Druckereien, Bleichereien und so gut wie alle Arten von Fabriken haben sich mit Erfolg in der geschilderten Weise organisieren lassen.

Ich glaube, wir werden noch oft zu hören bekommen, der Baubetrieb sei zu kompliziert, als daß man auch nur für einen Arbeitstag vorher genau festlegen könnte, was jeder einzelne Mann in jeder einzelnen Viertelstunde zu tun hat. Nun, wir dürfen sicher sein, was ich eben zitiert habe, ist Taylors volle Überzeugung, und wenn jemand sich ein allgemeines Urteil in dieser Sache erlauben darf, so ist das einzig und allein Taylor, der 30 Jahre ausschließlicher Beschäftigung mit diesem Problem hinter sich hat. Wenn der uns sagt, daß die Baustelle viel leichter und erfolgreicher im Sinne der wissenschaftlichen Betriebsführung zu organisieren ist als der und jener

Fabrikbetrieb, so meine ich, dürfen wir ihm ruhig vertrauen. Die verhältnismäßig kurze Dauer des einzelnen Baubetriebes ist für die wissenschaftliche Betriebsführung von geringerer Bedeutung als für die Organisation nach der üblichen Weise, weil die Arbeitselemente überall die nämlichen sind und nur in immer neuen Kombinationen auftreten. Das Herausschälen der unveränderlichen Elemente ist also geradezu der Schlüssel für die einheitliche Organisation einer Baugesellschaft.

Die Bauindustrie entwickelt sich gegenwärtig überhaupt in der Richtung einer besseren Organisation, meint Taylor. Das können wir Deutschen so gut sagen wie der Amerikaner. Systeme von Arbeitsberichten sind jetzt mit gutem Erfolg in Gebrauch bei den gutgeleiteten Gesellschaften, die noch vor wenigen Jahren etwas Derartiges als höchst unpraktisch verworfen hätten. Bei diesen Systemen wird die Tagesleistung jeder einzelnen Arbeitergruppe und manchmal sogar die des einzelnen Arbeiters notiert und in Tabellen gebracht, so daß man ein genaues Bild von den Kosten jedes einzelnen Arbeitstages bekommt.

Der nächste wichtige Schritt zur Vervollkommnung ist ein gründliches Studium aller Arbeitselemente. Der Übergang zur wissenschaftlichen Betriebsführung erfordert eine vollständige Änderung in der Art und Weise, wie jedes einzelne Stückchen Arbeit getan wird. Das Zeitstudium ist eine sehr weitläufige Arbeit; aber noch schwieriger und ermüdender ist es diese Notizen so zu verarbeiten und zusammenzustellen, daß man daraus später Akkordlöhne berechnen kann. Indes so teuer die Einführung dieser Organisation kommt, sie bezahlt sich vielfach zurück; in manchen Zweigen, insbesondere bei der Schalungsherstellung, hat sie sich vom ersten Augenblick an bezahlt gemacht, sogar einschließlich der Kosten des Sachverständigen.

Als Hauptgründe für die Ersparnis bezeichnet Taylor die folgenden sieben:

1. die Baustoffe werden systematisch behandelt und deshalb besser verwertet;
2. die Baustoffe werden durch Handlanger in praktischer Weise bereit gestellt;
3. die gelernten Arbeiter werden genau angewiesen, wie sie ihre Arbeit auf die beste und billigste Weise tun und verlieren keine Zeit damit, sich beim Vorarbeiter im einzelnen Fall erst zu erkundigen;
4. es geht keine Zeit damit verloren, daß die gelernten Arbeiter sich selber ihre Baustoffe herbeiholen;
5. eine Menge Zeit wird durch das Ausschalten überflüssiger Bewegungen gespart;
6. der Arbeiter bringt mehr Leistung fertig die weniger kostet;

7. durch die größere tägliche Leistung werden auch die Maschinenbelastungen geringer.

Zudem verdient der Arbeiter viel mehr als früher, obwohl die Arbeit für das Geschäft billiger zu stehen kommt. Der Arbeiter wird eben jetzt in einer richtigen, seinen Interessen entsprechenden Weise gefaßt. Unter den alten Verhältnissen gibt man sich alle Mühe, mit mehr oder minder verfehlten Mitteln die Leute zu richtigem Schaffen zu veranlassen, aber es wird selten erreicht, daß sie ihre ganze Kraft einsetzen. Unter der wissenschaftlichen Betriebsleitung wird diese Absicht mit Sicherheit und absoluter Gleichförmigkeit erreicht und in einem größeren Maße als dies früher möglich gewesen ist. Der tiefere Grund dafür liegt in der Teilung der Pflichten. Die Geschäftsleitung übernimmt neue Lasten und Verantwortlichkeiten, an die sie bisher kaum gedacht hat und denen sie, wenn allgemeine Erwägungen zu deutlich darauf hinwiesen, ängstlich aus dem Wege ging. Die Geschäftsleitung übernimmt es vor allem die handwerklich überlieferte Wissenschaft der Arbeitseinzelheiten, der Handgriffe und Erfahrungsregeln zu sammeln, zu ordnen und in Gesetze, Regeln und Formeln zu kleiden. Kurz, es wird die Wissenschaft der kleinsten Arbeitsdetails begründet und damit erwachsen der Geschäftsleitung vier Aufgaben:

1. die Wissenschaft jedes Arbeitselements zu entwickeln und damit die alten Handwerks- und Faustregeln zu ersetzen;
2. die Arbeiter auszuwählen und anzulernen, ihnen also den einschlägigen Teil der neuen Wissenschaft beizubringen;
3. weiterhin mit dem Arbeiter ständig aufs engste zusammenzuarbeiten in dem Sinn, daß die neue Wissenschaft möglichst verwertet und immer ergänzt und frisch erhalten wird; und
4. auf diese Weise dem Arbeiter jenes Stück geistige Arbeit abzunehmen, für das der gebildete Techniker besser geeignet ist als der einfache Mann und in welchem gleichzeitig ein großer Teil der Verantwortung für das finanzielle Ergebnis des Betriebes begründet ist.

Schon aus einem anderen Grunde ist diese Trennung ganz unumgänglich. Um im einzelnen Fall das zu verlangende Leistungsmaß, das Pensum und die zugehörigen Anweisungen für den Arbeiter festzustellen, muß man viel Tabellen und sonstiges schriftliches Material, worin die gesammelten Beobachtungen und Erfahrungen niedergelegt sind, bei der Hand haben, man muß zur Ausarbeitung des Pensums mit dem Rechenschieber und mit dem Zeichengerät arbeiten, auch bequem schreiben können usw., kurz, das ist Arbeit, welche nur in einem besonderen Bureau am Schreibtisch gemacht werden kann. Der Mann an der Maschine

oder an der Werkbank kann das einfach nicht machen. Man braucht also unbedingt diese Arbeitsteilung, wobei der dafür besser geeignete Techniker oder Schreiber in seinem Bureau die Arbeit durchdenkt und die Anweisung verfaßt, der kräftigere Arbeiter dagegen die Tätigkeit in der vorgeschriebenen Weise abwickelt. Der Arbeiter hat dabei immer noch so viel zu denken, als er neben seiner physischen Arbeit ohne Beinträchtigung der Leistung denken kann.

Taylor verwahrt sich dagegen, daß die Pensumidee als neue Erfindung hingestellt wird. Er verweist auf die Schulkinder. Keinem vernünftigen Lehrer würde es einfallen den Schülern eine unbegrenzte Lektion zum Lernen zu geben. Jeden Tag ein bestimmtes Stück, das erledigt werden muß; nur so kommt man zum Ziel. Wenn man dem Knaben sagen würde, er muß jeden Tag soviel lernen als er kann, aber ihm überlassen, wieviel das wirklich ist, dann käme er schrecklich langsam vorwärts. Es geht dem Arbeiter wie dem Kinde: Er und sein Vorgesetzter sind am besten zufrieden, wenn ihm eine klare, richtig bemessene Leistungsnorm vorgeschrieben wird, deren Erfüllung ihn berechtigt, sich einen guten Arbeiter zu nennen.

Auf welchem Weg können wir nun die Wissenschaft von den Arbeitsdetails entwickeln? Taylor gibt die folgenden 5 Stufen an:

1. Man wählt eine Anzahl Leute aus, welche jeweils in der zu untersuchenden Arbeit besonders geschickt sind.
2. Man studiert aufs genaueste die Reihenfolge von Bewegungen, welche jeder dieser Arbeiter ausführt, notiert, welche Werkzeuge er benutzt usw.
3. Man mißt mit der Stoppuhr die Zeit, die der Mann zu jeder einzelnen Bewegung braucht.
4. Man entfernt die falschen, unnützen und zu langsamen Bewegungen.
5. Schließlich stellt man die besten und raschesten Bewegungen zu einer neuen Norm für den Arbeitsvorgang zusammen, wobei die Anwendung jener Werkzeuge vorausgesetzt wird, welche sich in besonderen eingehenden Untersuchungen als die zweckmäßigsten erwiesen haben.

Ich will nun näher auf die oft sehr geistreichen Ratschläge eingehen, die Taylor für die Durchführung seiner Grundsätze gibt. Für die Ermittlung des Zeitbedarfes der Arbeitselemente gibt es nur ein Mittel: Beobachtungen mit der Stoppuhr! Die Zifferblätter dieser Uhren werden in Hundertstel von Minuten eingeteilt anstatt in Sekunden, der einfacheren Rechnung halber. Für eine bequeme Handhabung ist die Einrichtung des Stoppapparates wichtig. Die üblichen Uhren beginnen beim ersten Druck

auf den Knopf zu laufen, beim zweiten Druck stehen sie still, beim dritten springt der Zeiger auf Null zurück. Zweckmäßiger ist es, wenn der Druck auf den Knopf stets das Zurückspringen des Zeigers veranlaßt, während das An- und Abstellen durch einen besonderen Schieber oder Knopf erfolgt. So kann man nämlich die Uhr an einem bestimmten Punkt anhalten und dann von diesem Punkt aus weiterlaufen lassen. Man eliminiert auf diese Weise ganz mechanisch die vom Arbeiter vertrödelte Zeit und addiert schon auf der Uhr die Summe der ausgenützten Zeitstrecken.

Die Formulare, auf welchen man die beobachteten Zeiten der Bauarbeiten notiert, müssen in der Linierung folgendes vorsehen:

1. Platz für die Beschreibung der beobachteten Arbeit.
2. Einen Platz, wo die Gesamtzeiten des beobachteten Arbeitsvorganges einschließlich aller Störungen und Aufenthalte notiert werden.
3. Ein Zeilensystem, worin untereinander die Bezeichnungen für die Einheiten eingetragen werden, in welche man den Arbeitsvorgang zerlegt, samt einer Spalte, in welche die Durchschnitte aus den Beobachtungen eingetragen werden.
4. Ein Liniennetz für die Hauptsache, nämlich die Ablesungen der Stoppuhr; diese Aufschreibungen können eventuell auf der Rückseite fortgesetzt werden.

Selbstverständlich wird Datum, Baustelle, Abteilung, Material, Werkzeug, Fassungsvermögen der Karren, Schaufeln usw., Lohnverhältnis der beobachteten Leute, Name des Beobachters usw., auch auf der Karte vermerkt.

Taylor empfiehlt Kartonblätter von  $22 \times 18$  cm, die man in der Mitte faltet. Diese Blätter werden unter dem einen Deckel des „Uhrbuches“ aufbewahrt. Die Uhr wird nämlich am besten in ein buchartiges Kästchen eingebaut, in dem man bei geöffnetem Deckel links die Notizblätter hat, während rechts das Zifferblatt der Stoppuhr sichtbar wird. Man baut wohl auch zwei Uhren in das Gehäuse ein, da ein geübter Beobachter gleichzeitig mehrere Leute im Auge behalten kann. Auf der Baustelle werden nur die unmittelbaren Beobachtungen eingetragen, während das Berechnen der Differenzen, Durchschnitte und des Prozentsatzes der Aufenthalte im Bureau erfolgt.

Die für den Erfolg sehr wichtige Frage, ob der Arbeiter sich beobachtet fühlen soll oder nicht, muß je nach der Lage des besonderen Falles verschieden beantwortet werden. Taylor glaubt nicht daran, daß man die Leute immer ausspionieren muß, und hält es im allgemeinen für das Beste ganz offen vorzugehen und den Leuten nicht zu verheimlichen, daß sie beobachtet werden; aber es gibt auch Fälle,

wo man ganz falsche Ergebnisse erhalten würde, wenn man den Leuten gleich sagen würde, um was es sich handelt.

Da die Arbeitsgeschwindigkeit der einzelnen Arbeiter zunächst oft recht verschieden ist, beobachtet man am besten gleich erstklassige Arbeiter, wenn sie nach Kräften schaffen; zu den so erhaltenen Zeiten braucht man dann nur einen prozentualen Zuschlag zu machen um sie für Durchschnittsarbeiter gelten zu lassen. Man darf nicht etwa die außergewöhnlich guten Arbeiter, wie sie sich gelegentlich finden, als Muster nehmen, sondern soll diese ruhig ihre außergewöhnlich hohen Prämien verdienen lassen; ein erstklassiger Arbeiter ist vielmehr der, welcher für die betreffende Arbeit gut geeignet ist und ein befriedigendes Arbeitstempo auf die Dauer einhält. Die Zeitstudien werden viel treffender, wenn man den erstklassigen Arbeitern während der Beobachtungen einen besonders guten Lohn bezahlt.

Selbstverständlich ist es sehr von Bedeutung, daß die Umstände, unter denen die beobachtete Arbeit vor sich geht, genau niedergeschrieben werden. Es erfordert Übung, hierbei das Richtige zu treffen, und Anfänger machen oft ihre Arbeit durch Lücken in diesen Bemerkungen ganz wertlos. Es ist deshalb zweckmäßig, daß man die eigentlichen Beobachter zeitweise auch das tabellenmäßige Verarbeiten der Notizen besorgen läßt, damit sie den ganzen Zusammenhang nicht aus dem Auge verlieren. Auch darf der Beobachter nicht das mindeste dem eigenen Gedächtnis überlassen, und er muß es verstehen, auch Dinge, die für den Augenblick selbstverständlich erscheinen, es später aber nicht mehr sind, zu notieren. Taylor sagt, daß er selber und sein Assistent anfangs oft diesen Fehler gemacht haben und hernach die Arbeit von Monaten wegwerfen mußten, weil der eine oder andere wichtige Punkt nicht notiert war und sich später nicht mehr feststellen ließ. Daß die Aufnahme und die Verarbeitung der Einheitszeiten zunächst viel mehr Mühe und Zeit verschlingt, als der Mann auf der Baustelle für seine Arbeit braucht, daran darf man sich nicht stoßen. Auch der Beobachter wird mit der Zeit leistungsfähiger, und ein geübter Beobachter, der hauptsächlich auf einem Spezialgebiet arbeitet, ist bald so weit, daß er genau sagen kann, in welcher Zeit irgend eine Arbeit seiner besonderen Branche getan werden kann. Selbstverständlich dürfen aber solche Schätzungen niemals die Beobachtungen ersetzen. Die Zuschläge für Störungen, also die Prozentsätze, welche man einrechnen muß, um aus den rein produktiv verwendeten Zeiten die Gesamtzeit zu erhalten, sind nicht leicht zu handhaben, sie sind für verschiedene Arten von Arbeiten und für verschiedene Qualitäten von Arbeitern verschieden,

können aber auch ganz gut systematisch untersucht und in Tabellen gebracht werden. Vor einer zu peinlichen Genauigkeit bei der Beobachtung oder einer zu weitgehenden Einteilung der Arbeitselemente braucht man niemals Angst zu haben: vielmehr verfallen Anfänger stets in das andere Extrem. Die Anzahl der Beobachtungen, die vorgenommen werden müssen, um die richtige Zeit für eine Arbeitseinheit festzulegen, ist sehr verschieden. Für wichtige, oft vorkommende Operationen soll man mehrere hundert Angaben beschaffen und davon den Durchschnitt nehmen; während für Operationen, die selten vorkommen, oder die immer nur einen geringen Prozentsatz der Tagesarbeit eines Mannes ausmachen, verhältnismäßig wenig Beobachtungen genügen. Auch pflegen nur bei den letzteren große Schwankungen vorzukommen, die meist ihren Grund darin haben, daß solche seltenere Sachen gering geachtet und ungeschickt behandelt werden.

Als Behelf für den Anfang empfiehlt Taylor die Benützung der Zeitangaben aus seinen Tabellen in der Weise, daß man eine Reihe von eigenen Beobachtungen mit den entsprechenden Tabellenwerten vergleicht und den erhaltenen Prozentsatz auch für andere Arbeiten gelten läßt, die man noch nicht selbst studiert hat.

Sowie man für alle vorkommenden Arbeiten genau die Zeit kennt, in der ein guter Arbeiter sie fertig bringt, kann man daran gehen Akkordlöhne oder besser Tagesaufgaben für die Arbeiter festzusetzen. Da muß man sich nun vor allem darüber klar werden, welchen Taglohn man einem guten Arbeiter ständig bezahlen will. Das ganze System hat durchaus nichts damit zu tun, daß etwa die Leute überarbeitet und aufgerieben werden sollen; im Gegenteil, das Leistungsmaß gehört so festgesetzt, daß der Mensch dabei gerade redlich müde werden wie jeder, der ein richtiges Tagewerk hinter sich hat, und wird sich im allgemeinen auch etwas mehr plagen müssen als unter den heutigen Verhältnissen, wo man immer wieder Leute findet, deren Hauptarbeit darin besteht die Zeit umzubringen. Natürlich müssen die Leute für die höhere Leistung auch entsprechend bezahlt werden. Der Überschuß über den gewohnten Lohn soll niemals weniger als 20% betragen, sagt Taylor, in besonderen Fällen soll er bis zu 75% gehen. In vielen Fällen hat eine Vermehrung um 35% sich bewährt. Vor dieser Ausgabe braucht man nicht bange zu sein, denn man gewinnt durch die Taylorsche Vereinigung von wissenschaftlich durchdachter Leitung und vollständiger Kontrolle des Arbeiters etwa das  $1\frac{1}{2}$ —5fache an Leistung. Besser als den einfachen Stücklohn findet Taylor den abgestuften Stücklohn, bei dem der Mann für jedes

weitere Stück, das er im Tage fertig bringt, einen steigenden Lohn erhält. Beim Pensumsystem bekommt er eine besondere Vergütung dafür, daß er die ihm gestellte Aufgabe in der vorgesehenen Zeit erledigt, und zwar bekommt er Lohn und Zuschlag für die ganze vorgesehene Zeit, auch wenn er schneller fertig war und schon eher die nächste Aufgabe angreifen kann. Überschreitet er die Zeit, so bekommt er einfach seinen gewohnten Taglohn. Man sieht, daß hierfür die Zeitvorschriften ungemein exakt sein müssen. Wenn der Mann wiederholt bei gutem Schaffen sich die Prämie nicht verdienen kann, so wird er mutlos und bringt überhaupt nichts mehr fertig; wenn die vorgesehene Zeit es dem Mann erlaubt zu bummeln, so ist natürlich Geld hinausgeworfen.

Die vorherige Festsetzung der Tagesleistung jedes Mannes in allen ihren Einzelheiten ist natürlich fortlaufend eine große Arbeit, welche auf der Baustelle ein eigenes Betriebsbureau erfordert. Die bei uns üblichen Arbeitsprogramme sind ein Ersatz nach dieser Richtung, aber sie gehen nur aufs Große und greifen außerdem viel zu weit voraus; sie sind nur Vorschläge, aber keine Vorschriften. Auch hier macht Taylor darauf aufmerksam, daß uns schon Dinge geläufig sind, die man früher für lächerlich und unmöglich erklärt hätte, und wer heute den neuen Vorschlag lächerlich und unmöglich findet, der macht es nur um so glaublicher, daß die Zeit ihn doch verwirklichen wird. Dieses Betriebsbureau ist für die Ausführungsarbeit das gleiche wie das Zeichenbureau für die Konstruktionsarbeit. Jedermann würde den Kopf schütteln, wenn man heute einen Bau aufführen wollte, der nicht vollständig vorher projiziert ist; man hat allgemein erkannt, daß die Ersparnis an Material und Arbeit ein Vielfaches von dem Aufwand an Arbeit ist, den die Herstellung der Pläne verursacht. Genau so, sagt Taylor, ist es mit dem Betriebsbureau auf der Baustelle; die Ersparnis an Arbeitslöhnen infolge der Weisungskarten ist so groß, daß die Kosten des Betriebsbureaus, das die Voraussetzung dafür ist, gar nicht in Betracht kommen. Daß zum mindesten der ganze Betrieb besser klappt und die einzelnen Gruppen richtiger zusammenarbeiten, wird man ohne weiteres verstehen. Auch die selbsttätige Auswahl der tüchtigen Arbeiter wird noch stärker eintreten, als es sich bisher schon bei der Akkordarbeit gezeigt hat.

Die Weisungskarten werden auf der Baustelle vielfach durch Blaupausen ersetzt. Für das Herstellen von Schalungen zum Beispiel muß angegeben werden, wieviel Bretter von welcher Größe zu nehmen sind, an welche Stelle die Querrhölzer hinkommen und wieviel Nägel einzuschlagen sind usw. Geschickt eingerichtet lassen sich die gleichen Pausen immer wieder verwenden.

Die Durchführung der Arbeit gemäß den aus-

gegebenen Weisungskarten erfordert auch ein ganz anderes Aufsichtspersonal auf der Baustelle als bisher, und damit kommen wir zu jener Konsequenz des Taylorsystems, die äußerlich vielleicht am meisten auffällt. Was für Pflichten haben unsere Vorarbeiter bis jetzt?

1. die Leute einzustellen,
2. die Einrichtung ihres Teils der Baustelle sich zurecht zu legen,
3. für das nötige Werkzeug zu sorgen,
4. jedem Mann seine Arbeit zu geben,
5. jeden im einzelnen anzulernen, wie er seine Arbeit durchzuführen hat,
6. diejenigen, die ihre Arbeit nicht rasch oder nicht gut machen, zu verweisen oder wegzuschicken,
7. im ganzen stets dafür zu sorgen, daß einerseits alle Arbeit, die getan werden muß, richtig geschieht und daß andererseits sämtliche Leute immer voll ausgenützt sind.

In Amerika scheint manchmal noch etwas mehr verlangt zu werden, nämlich daß der Mann auch Skizzen für die Baustelleneinrichtung oder für Konstruktionseinzelheiten macht; bei uns könnte man dafür zufügen, daß oft recht viel Schreibearbeit verlangt wird, wofür der Vorarbeiter gewiß nicht der richtige Mann ist. Taylor hält es jedenfalls für ganz unmöglich, daß jemals ein Vorarbeiter diese Pflichten alle richtig erfüllt. Er teilt deshalb die Pflichten des Vorarbeiters und nimmt ihm vor allem die Zeichenarbeiten und die Kontrolle ab; weiterhin verteilt er in der Regel die Pflichten des bisherigen Vorarbeiters auf folgende sieben Leute:

1. einen Zeichner, der die für die Bauausführung noch nötig werdenden Skizzen macht,
2. einen Mann, der die Weisungskarten ausgibt und für diese verantwortlich ist, also den Vorstand des Betriebsbureaus,
3. einen Gehilfen, der das Material überwacht und immer dafür sorgt, daß die Baustoffe stets dort sind, wo man sie braucht und daß sie auf dem kürzesten und billigsten Wege dahin kommen,
4. einen Gehilfen, der die Einhaltung der vorgeschriebenen Zeiten kontrolliert,
5. einen Ingenieur für die eigentliche technische Kontrolle,
6. den Führer einer Arbeitergruppe oder eigentlichen Vorarbeiter und
7. den Reparaturmeister, der mit seinen Leuten die Maschinen und Werkzeuge laufend instand hält.

Auf kleineren Baustellen wird man verschiedene dieser Ämter in einer Person vereinigen.

Bei der Einführung des Pensumsystems sollte man nach Taylor mit einem einzigen, besonders geeigneten Mann beginnen, der dazu möglichst isoliert werden muß. Ein einzelner ist

rasch für die Sache zu gewinnen, und man soll sich auf den einen beschränken so lange, bis dieser von dem Wert der neuen Methode überzeugt ist, gespürt hat, daß er viel mehr verdient, und auf jeden Fall wünscht, in dieser Weise weiter zu arbeiten. So soll man einen nach dem andern hernehmen, zur Not auch kleinere Gruppen von Arbeitern, wo ein einzelner nichts ausrichten kann. Höchst gefährlich wäre es, mit einer größeren Gruppe auf einmal anfangen zu wollen. Der eine oder andere merkt, daß er mit seiner Aufgabe nicht ganz fertig wird, die bequemer werden es gar nicht versuchen, sie fassen Vorurteile und hetzen einander auf, bestärken sich gegenseitig in der Vermutung, daß es sich um eine neue List des Kapitalismus handelt, es gibt Widerstände und Weigerungen und die ganze Sache geht krumm. Man muß also ganz langsam einen nach dem andern in die neue Sache einführen. Dann wird bald der Rest der Leute sich darum bewerben, auch in der Weise behandelt zu werden und ebenso viel zu verdienen. Die allgemeine Haltung der Leute wird verbessert, sie bekommen einen Sinn für Ordnung und für richtige Leistung.

Damit haben wir, glaube ich, alle wesentlichen Züge des Taylorsystems, soweit sie für das Bauwesen in Betracht kommen. Taylor bespricht nun alle beim Beton- und Eisenbeton vorkommenden Arbeiten von seinem Standpunkt aus. Die eingangs genannte Zweiteilung in zeitlose Untersuchung des technischen Charakters der Arbeiten und in Zeitstudien herrscht natürlich auch in seinen Büchern. Das eine seiner beiden Bücher ist seinem Gegenstande nach eine Art Konstruktionslehre wie andere Eisenbetonbücher auch; erst das zweite hat die Kosten und alle sich hieraus ergebenden Gesichtspunkte zum Inhalt. Die Behandlung der Kosten beschränkt sich aber keineswegs, wie man etwa nach den üblichen Begriffen vom Taylorsystem vermuten könnte, auf die Löhne, sondern erstreckt sich auf die sämtlichen Ausgaben des Baubetriebs.

Als erste wichtige Frage ist das Mischungsverhältnis behandelt. Taylor befragt durchaus die Anstellung von gründlichen Untersuchungen und Druckproben für die Feststellung des Mischungsverhältnisses, da dieselben meist zu dem Ergebnis führen, daß richtiggewählte Mischungen ohne Qualitätseinbuße eine große Ersparnis an dem teuren Zement ermöglichen. Die Betonmasse muß natürlich groß genug sein, um die Kosten der Proben zu rechtfertigen.

Die alte Regel, daß man soviel Sand zugeben soll, als Wasser in den Hohlräumen des Kiesel Platz hat, und daß man ebenso mit dem Zement und mit den Hohlräumen des Sandes verfahren soll, verwirft Taylor als unrichtig. Trockener Sand mit gleichmäßig feinen Körnern hat ebensoviel

Hohlräume wie ein anderer Sand mit gleichmäßig groben Körnern und braucht doch viel mehr Zement, um einen gleich festen Mörtel zu liefern. Zudem wächst das Volumen einer bestimmten Sandmenge stark mit der Feuchtigkeit des Sandes. Auch findet der körnige Sand in den Hohlräumen des Kieses nicht ebenso Platz wie eine völlig gestaltlose Flüssigkeit. Dagegen läßt Taylor die auch bei uns übliche Methode gelten, wonach man jene Mischung benützt, welche bei gleichem Trockengewicht der Materialien das kleinste Betonvolumen, also den spezifisch schwersten und dichtesten Beton gibt. Als wissenschaftliche Methode jedoch empfiehlt Taylor eine mechanische Analyse des Gemisches, wobei festgestellt wird, mit welchem Prozentsatz die verschiedenen Korngrößen im Zuschlagstoff enthalten sind.

Beim Bezug des Kieses soll der Unternehmer nicht übersehen, daß beim gleichen cbm-Preis der Kies mit den wenigsten Hohlräumen am billigsten ist. Dieser Punkt ist viel bedeutender, als man gewöhnlich meint. Taylor weist nach, daß man für eine Kiessorte, die 15% weniger Hohlräume enthält als eine andere, um 50% mehr pro cbm bezahlen darf als für die weniger dichte. Deshalb ist auch Kies im allgemeinen vorzuziehen gegenüber Schotter, und hierbei ist wieder Schotter direkt vom Steinbrecher ausgiebiger als gesiebter.

Für eine angenäherte Berechnung der Mischung empfiehlt sich die Fullersche Regel. Diese lautet auf unser Maßsystem übersetzt: Man dividiere die Zahl 43 durch die Summe der Verhältniszahlen, also beispielsweise bei 1:2:4 durch  $1+2+4=7$ ; der Quotient gibt die Anzahl der Sack Zement, die man auf den gestampften Kubikmeter Beton nötig hat. Multipliziert man nun diese Sackzahl mit 36 Liter, dem Inhalt pro Sack, so hat man das Einheitsvolumen der Mischung, und durch Multiplikation mit den Verhältniszahlen erhält man die benötigten Massen von Sand und Kies für den Kubikmeter Beton. Hierbei ist für die Schwere des Portlandzementes die bei uns gültige amtliche Ziffer von 1400 kg/cbm angenommen.

Eine exakte Theorie der Mischung entwickelt Taylor auf Grund einer Formel zur Berechnung des Betonvolumens aus bekannten Mengen von Zement, Sand und Kies, die man etwa so ausdrücken kann: Man multipliziert die Anzahl der Faß Zement mit einer festen Verhältniszahl, die angibt, wieviel tatsächlich von Zementmasse eingenommenes Volumen in einem Faß Zement enthalten ist, addiert dazu das Volumen des Sandes nach Abzug sämtlicher Hohlräume; dieser reine Raumgehalt der Sand- und Zementkörner erhält einen Zuschlag, der dem beim Mischen des Mörtels hereingekommenen Volumen von Wasser und Luft entspricht. Ebenso werden vom Kiesvolumen die ursprünglich vorhandenen

Hohlräume abgezogen und wieder ein Zuschlag für eingemischtes Wasser und Luft gemacht. Die Summe dieser beiden Volumina gibt das gewünschte Betonvolumen, das man bei entsprechender Wahl der Zuschläge gleich auf den gestampften Zustand beziehen kann. Die Formel enthält 4 Koeffizienten, welche von der Qualität der Baustoffe, dem Wasserzusatz und der Art des Mischens und Stampfens abhängen. Für alle Fälle konstant kann der eine Wert gelten, welcher den vom Mörtel nicht ausgefüllten Rest von Hohlräumen im gestampften Beton angibt; Taylor setzt 8% hierfür an. Das Verhältnis der im Mörtel enthaltenen Volumina von Wasser und Luft zu dem reinen Volumen der Sand- und Zementkörner schwankt von 30% für sehr groben Sand bis zu 70% für sehr feinen Sand. Für gewöhnlichen guten Flußsand soll man 34% für feinen Sand 60% annehmen. Die beiden anderen Koeffizienten bedeuten die Hohlräume in den Rohmaterialien und können durch mechanische Analyse oder aus dem Verhältnis des Raumgewichtes des Materiales zum Raumgewicht des kompakten Gesteins bestimmt werden. Normalerweise kann man bei grobem Sand mit 46% und bei feinem Sand mit 55% Hohlräumen rechnen. Am wichtigsten sind, wie bereits bemerkt, die Hohlräume des Kieses; falls man das Material noch nicht näher kennt, soll man immer mit 45% Hohlräumen im Kies rechnen. Nach diesen Grundsätzen hat Taylor eingehende Tabellen und Diagramme für den Materialbedarf beim Beton aufgestellt, die bisher mit allen praktischen Erfahrungen ausgezeichnet übereingestimmt haben sollen.

Auch den Beton mit Steineinlagen behandelt Taylor genau. Man erspart dabei das Zerkleinern der Steine und einen entsprechenden Teil Zement. Das Gewicht des Betons wird größer, was für gewisse Konstruktionen ein Vorteil ist. Seine Verwendung lohnt sich aber nur dort, wo man die Steine mit dem Kran transportieren und versetzen kann. Bei kleinen Massen rentiert sich diese Einrichtung natürlich nicht. Man fährt am billigsten, wenn man so große Steine benützt, als die vorgesehene Maschinerie zuläßt. Der Prozentsatz der Steine in der Gesamtmasse kann von 20 bis 60% schwanken, je nach Größe und Abstand der Steine. Bei sehr nassem Beton und sorgfältigem Versetzen der Steine kann man bis auf einen Mindestabstand von 8 cm herabgehen; große Kransteine haben dann bis zu 60% der Masse Platz. Man rechnet aber besser nur mit 50%. Falls man keinen Maschinenbetrieb hat und die Steine nur so groß nehmen will, als ein Mann sie verarbeiten kann und 13 cm Abstand einhalten soll, vermag man bloß 20% Steine unterzubringen. Wenn die Steine in unregelmäßigen Brocken angeliefert und aufgehäuft werden, so betragen die Lufträume 40 bis 50%, im Mittel

T a f e l I.

**Materialbedarf für 100 qm Platte oder Wand.**

Zu benützen für Decken, Wände, Unterlagschichten. Das Volumen eines 50 kg-Sackes ist gemäß den Stampfbetonvorschriften des Deutschen Ausschusses 1908 zu 50 : 1,4 = 35,7 l angenommen. Für größere Plattenstärken kann man die angegebenen Zahlen kombinieren. Die Werte für 1 : 2½ : 5 sind durch Interpolation zu finden.

Beton							Mörtel						
Dicke cm	1 : 2 : 4			1 : 3 : 6			Dicke cm	1 : 1		1 : 1½		1 : 2	
	Zement Sack	Sand cbm	Kies cbm	Zement Sack	Sand cbm	Kies cbm		Zement Sack	Sand cbm	Zement Sack	Sand cbm	Zement Sack	Sand cbm
6	41	2,9	5,8	29	3,1	6,2	½	11	0,39	9	0,47	7	0,51
8	55	3,9	7,8	39	4,2	8,3	1	22	0,78	17	0,93	14	1,03
9	61	4,4	8,7	43	4,7	9,3	1½	33	1,17	26	1,40	22	1,54
10	68	4,9	9,7	48	5,2	10,3	2	43	1,56	35	1,86	29	2,05
12	82	5,8	11,7	58	6,2	12,4	2½	54	1,94	43	2,33	36	2,56
14	95	6,8	13,6	67	7,3	14,5	3	65	2,33	52	2,79	43	3,08
15	102	7,3	14,6	72	7,8	15,5	3½	76	2,72	61	3,26	50	3,59
16	109	7,8	15,5	77	8,3	16,5	4	87	3,11	69	3,72	58	4,10
18	123	8,7	17,5	87	9,3	18,6	5	109	3,89	87	4,64	72	5,13
20	137	9,7	19,4	96	10,4	20,7	6	130	4,67	104	5,57	86	6,16
25	171	12,2	24,3	120	13,0	25,8	7	152	5,44	121	6,50	101	7,18

45 % des meßbaren Gesamtvolumens, bei runden Steinen etwa 40 %.

Von den umfangreichen, geschickt angeordneten Tabellen für den Materialbedarf und die Materialkosten in allen vorkommenden Fällen, die Taylor aufstellt, können wir in den beistehenden Tafeln I und II nur eine kurze Probe geben. Besonders interessieren dürfte hieran der Einfluß der Schotterkörnung, der bei uns noch nicht in dieser exakten Weise gefaßt wurde.

Bei der Gewinnung der Betonmaterialien ist der schwierigste Teil das Lösen und Brechen des Schotters. Für dauernde Anlagen empfiehlt sich das Aufstellen von sehr großen Steinbrechern, die wesentlich billiger arbeiten. Häufig werden für das erste Sprengen große Löcher mit Brunnenbohrern von 12–15 cm Durchmesser hergestellt, doch ist die Wirtschaftlichkeit dieses Verfahrens nicht immer sicher. Die Kosten der Felslösung sind eine der schwankendsten Größen, die bei Bauarbeiten vorkommen. Insbesondere kommt es vor, daß ein weicher Fels schwieriger zu bohren ist als ein harter, indem der weiche Schlamm sofort den Boden des Bohrloches bedeckt. Außerdem hängt der Erfolg des Sprengens stark ab von der Höhe der angegriffenen Felswand, von der Art, die Löcher zu setzen, von der Brisanz der Sprengstoffe usw. Hier ist ein Werkmeister, der sich den örtlichen Verhältnissen anzupassen weiß, von ganz besonderem Nutzen. Für die Härte des Gesteins und seine Klassifizierung ist die

beim Brechen aufzuwendende Kraft ein Maßstab; sie kann bei sehr hartem Fels bis zu 2000 kg/qcm, bei weichem bis zu 350 kg/qcm herunter betragen. Die wesentlichen Daten für die Kalkulation des FelslöSENS sind:

1. Wieviel Meter Bohrloch kann eine Bohrmaschine im Tag bohren, und
2. wieviel Meter Fels kann mit einem Meter Bohrloch gesprengt werden?

Die meisten anderen Ausgaben beim Sprengen sind der Tagesleistung proportional. Die üblichen Maschinen sind Dampf- und Druckluftbohrer. Die Lochdurchmesser können mit 8¼ cm beginnen und bei den tieferen Löchern bis zu 4½ cm zurückgehen.

Feinkörniger Basalt ist eine der härtesten bohrenden Felsarten. Die Bohrleistung schwankt hier von 60 bis 130 cm in der Stunde und man kann mit den wirksamsten Sprengstoffen durchschnittlich eine Leistung von 1,1 cbm pro Bohrer und Stunde erzielen. In hartem Fels kann man bis zu 1½ m in der Stunde bohren und etwa 3 cbm pro Stunde und pro Bohrer sprengen; in mäßig hartem Fels kann man 1,80 m Bohrloch und 5¾ cbm Felslösung pro Bohrer und Stunde erreichen. In weicheren Felsarten bis zum Sandstein herunter sind die Leistungen wesentlich größer; es sind bis zu 7½ m Bohrloch pro Stunde im Sandstein erzielt und bis zu 25 cbm Fels auf 1 m Bohrloch gesprengt worden. Es empfiehlt sich hierfür das Bohrloch erst mit Schwarzpulver zu erweitern, damit die Sprengladung möglichst tief zu liegen kommt.

Der Abstand der Bohrlöcher hat sich nach der Lochtiefe, der Zähigkeit des Felsens und nach der gewünschten Größe der gesprengten Felsbrocken zu richten. Da es kostspielig ist größere Blöcke mit Hammer oder Keilen zu zerkleinern, so tut man am besten, falls man nur kleinere

T a f e l I I.

**Materialbedarf für 1 cbm Beton.**

Das Volumen von 1 Sack = 50 kg Zement ist zu 50 : 1,4 = 35,7 l angenommen.

Mischung nach Volumenteilen			Mischung nach Raummaßen			Schotter von einheitlicher Korngröße			Schotter ohne Brechstaub			Gesiebter Kies			Gemische verschiedener Korngröße		
Zement	Sand	Schotter oder Kies	Zement- packung	Sand, lose	Schotter, lose	50 % Hohlräume			45 % Hohlräume*)			40 % Hohlräume			30 % Hohlräume		
						Zement	Sand	Schotter	Zement	Sand	Schotter	Zement	Sand	Kies	Zement	Sand	Kies
			Sack	Liter	Liter	Sack	cbm	cbm	Sack	cbm	cbm	Sack	cbm	cbm	Sack	cbm	cbm
1	—	1	1	—	36	20,1	—	0,72	19,3	—	0,69	18,6	—	0,67	17,1	—	0,61
1	—	2	1	—	71	14,5	—	1,03	13,7	—	0,98	13,0	—	0,93	11,5	—	0,82
1	—	3	1	—	107	—	—	—	10,6	—	1,14	10,0	—	1,07	8,7	—	0,94
1	—	4	1	—	143	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,0	—	1,00
1	—	5	1	—	179	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,9	—	1,05
1	—	6	1	—	214	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	—	1,08
1	1	1 1/2	1	36	54	12,6	0,45	0,67	12,1	0,43	0,65	11,7	0,42	0,63	10,9	0,39	0,59
1	1	2	1	36	71	11,2	0,40	0,80	10,7	0,38	0,77	10,3	0,37	0,74	9,6	0,34	0,68
1	1	2 1/2	1	36	89	10,1	0,36	0,90	9,6	0,34	0,86	9,2	0,33	0,82	8,5	0,30	0,76
1	1	3	1	36	107	9,2	0,33	0,99	8,7	0,31	0,94	8,3	0,30	0,90	7,6	0,27	0,82
1	1 1/2	2	1	54	71	9,8	0,53	0,70	9,5	0,51	0,68	9,1	0,49	0,65	8,5	0,46	0,61
1	1 1/2	2 1/2	1	54	89	8,9	0,48	0,80	8,6	0,46	0,77	8,2	0,44	0,74	7,6	0,41	0,68
1	1 1/2	3	1	54	107	8,2	0,44	0,88	7,9	0,42	0,84	7,5	0,40	0,81	6,9	0,37	0,74
1	1 1/2	3 1/2	1	54	125	7,6	0,41	0,96	7,2	0,39	0,91	6,9	0,37	0,87	6,3	0,34	0,79
1	1 1/2	4	1	54	143	7,1	0,38	1,01	6,7	0,36	0,96	6,4	0,34	0,92	5,8	0,31	0,83
1	1 1/2	4 1/2	1	54	161	6,7	0,36	1,07	6,3	0,34	1,01	5,9	0,32	0,96	5,4	0,29	0,87
1	1 1/2	5	1	54	179	6,3	0,34	1,12	5,9	0,32	1,06	5,6	0,30	1,00	5,0	0,27	0,90
1	2	3	1	71	107	7,4	0,53	0,80	7,1	0,51	0,76	6,8	0,49	0,74	6,3	0,45	0,68
1	2	3 1/2	1	71	125	6,9	0,49	0,87	6,6	0,47	0,83	6,3	0,45	0,79	5,8	0,42	0,73
1	2	4	1	71	143	6,5	0,46	0,93	6,2	0,44	0,88	5,9	0,42	0,84	5,4	0,39	0,78
1	2	4 1/2	1	71	161	6,1	0,44	0,98	5,8	0,42	0,94	5,6	0,40	0,89	5,0	0,36	0,81
1	2	5	1	71	179	5,8	0,41	1,03	5,5	0,39	0,98	5,2	0,37	0,93	4,7	0,34	0,84
1	2	5 1/2	1	71	196	5,5	0,39	1,08	5,2	0,37	1,01	4,9	0,35	0,97	4,4	0,32	0,87
1	2	6	1	71	214	5,2	0,37	1,11	4,9	0,35	1,06	4,6	0,33	1,00	4,2	0,30	0,89
1	2 1/2	3	1	89	107	6,8	0,61	0,73	6,5	0,58	0,70	6,3	0,56	0,68	5,9	0,52	0,63
1	2 1/2	3 1/2	1	89	125	6,4	0,57	0,80	6,1	0,55	0,76	5,9	0,52	0,73	5,4	0,49	0,68
1	2 1/2	4	1	89	143	6,0	0,54	0,86	5,7	0,51	0,82	5,5	0,49	0,79	5,1	0,45	0,73
1	2 1/2	4 1/2	1	89	161	5,7	0,51	0,91	5,4	0,48	0,87	5,2	0,46	0,83	4,7	0,42	0,76
1	2 1/2	5	1	89	179	5,4	0,48	0,96	5,1	0,46	0,92	4,9	0,44	0,87	4,4	0,40	0,80

Bemerkung: Schwankungen in der Feinheit des Sandes sowie im Verdichten des Betons können die Zahlen bis zu 10 % nach beiden Richtungen beeinflussen.  
 \*) Für gewöhnliche Verhältnisse zu benutzen.

Brechmaschinen aufstellen will, die Löcher von vornherein so eng zu setzen und so viel Sprengstoff anzuwenden, daß der Fels schon beim Sprengen in genügend kleine Brocken zerfällt. In diesem Sinne verstehen sich die Angaben der Tafel III; andernfalls kann man natürlich viel größere Sprengleistungen pro Meter Bohrloch erzielen.

Bei diesem Kapitel ist Taylor in der Lage, nähere Angaben über gut organisierte Betriebe zu machen. Die „Allgemeine Bruchsteingeseellschaft in Easton Pa.“ arbeitet in Quarzit und in Kalkstein und bohrt in jedem der beiden jährlich mehr als 30 000 m Loch. Die Arbeiter zerfallen in Bohrmannschaften und Pulvermann-

schaften. Bohren und Sprengen samt Maschinenreparatur kostet an Löhnen 29 Pf. pro Tonne Quarzit und 17 Pf. pro Tonne Kalkstein; dazu kommt 3 Pf. Sprengstoff pro Tonne. An einem anderen Betrieb konnte man die Veränderung gut beobachten, welche die Einführung der wissenschaftlichen Betriebsleitung verursachte; die Leistung der Leute stieg auf das Doppelte, die Löhne um 20%. Die Härte des Felsens wechselt dort stark; man fand aber schließlich heraus, daß Akkordverträge möglich waren, wenn man die Vergütung monatlich neu bestimmte. Auch bei uns trifft man mitunter diese verhältnismäßig großzügigen Arbeiten gut organisiert.

Tafel III.

Ungefähre Werte für Bohrleistung und Lochabstand in verschiedenen Felsarten.

Härteklassen	Felsarten	Spezifisches Gewicht des Gesteins	Raumgewicht des Schotters*)	Ungefährer Lochabstand	Sprengleistung pro Meter Bohrloch			Bohrgeschwindigkeit m		Ungefähre Bohrleistung pro Stunde pro Bohrer					
					t (zu 1000 kg)	cbm Fels	cbm Schotter	Taglohn	Akkord	im Taglohn			im Akkord		
										Tonnen	cbm Fels	cbm Schotter	Tonnen	cbm Fels	cbm Schotter
Harter Fels	Basalt, Granit	2,7	1,49	1,60	6,8	2,5	4,6	1,20	2,30	8,2	3,0	5,5	15,6	5,7	10,6
Mittelharter Fels	Gewöhnlicher Kalkstein	2,6	1,43	1,75	8,1	3,1	5,7	1,80	3,30	14,6	5,6	10,3	26,7	10,2	18,8
Weicher Fels	Weicher Kalkstein, Sandstein, Ton-schiefer	2,6	1,43	1,95	9,8	3,8	6,8	2,45	4,60	24,0	9,3	16,7	45,1	17,5	31,3

\*) bei 45% Hohlräumen.

schaften. Der Mann, der das Loch gebohrt hat, muß es mit einem Stöpsel verschließen; an diesem ist ein Zettel befestigt, auf dem die Lochtiefe notiert werden muß. Der Pulvermann kontrolliert die Länge, füllt das Loch mit Sprengstoff und nimmt den Zettel mit, um ihn später auf dem Bureau abzuliefern. Die angeschriebene Länge wird natürlich auch anderweitig noch kontrolliert und bei unrichtigen Notierungen werden den Leuten starke Abzüge gemacht. Der Bohrmann bekommt mit einem Helfer zusammen pro Meter Bohrloch im Quarzit 90 Pf. und im Kalkstein 62 Pf.; sie verdienen zusammen durchschnittlich 21 M. im Tag. Dabei sind Druckluftbohrmaschinen im Gebrauch mit einem Druck von 5 Atm. am Bohrer. Die Bohrleistungen sind 2,30 m im Quarzit und 3,30 m im Kalkstein pro Bohrer pro Stunde; die Löcher werden 6 m tief mit abgestuftem Durchmesser gebohrt. Dem Meter Bohrloch entsprach eine Sprengleistung von 6,3 t

In seinen Kostentabellen für Felslösen (nach Art der Tafel IV) berücksichtigt Taylor die Kosten des Gesteins im Bruch, die Kosten des Abraumes, die Ausgaben für Sprengstoffe und deren Zubehör; diese Gruppe bleibt für den cbm Gestein konstant ohne Rücksicht auf die Tagesleistung. Bei der zweiten Gruppe, nämlich Kohlen, Öl, Maschinenreparaturen, Abschreibung und Verzinsung der Anlage sowie den eigentlichen Arbeitslöhnen vermindert sich der Betrag pro cbm Schotter, wenn die Tagesleistung wächst.

Die jährliche Abschreibung wird zu 25%, die Verzinsung zu 6% der Anlagekosten, die Benutzungsdauer zu 150 Tagen im Jahr angenommen. Die Bedienung einer Bohrmaschine besteht aus einem Bohrer und einem Helfer, ferner entfallen darauf 1/2 Heizer, 1/4 Schmied und 1/4 Schmiedhelfer sowie 1/4 Vorarbeiter. Zu deren Löhnen werden gleich 15% als allgemeine Unkosten der Baustelle addiert. Eine andere Tabelle (III) gibt

Tafel IV.

**Kosten des Felsbohrens und Sprengens zur Schottergewinnung.**

Taglohn ist zu 50 Pf./Stunde angenommen.

15% für Aufsicht und Baukosten sind inbegriffen, nicht aber Geschäftskosten oder Gewinn.

Felsart	Einzelarbeiten	Kosten pro 10-Stunden-Tag pro Bohrer				Kosten der Felslösung					
		im Taglohn		im Akkord		pro t = 1000 kg		pro cbm festes Gestein		pro cbm Schotter	
		Leistung cbm	Kosten M.	Leistung cbm	Kosten M.	Taglohn M.	Akkord M.	Taglohn M.	Akkord M.	Taglohn M.	Akkord M.
Harter Fels wie Basalt Granit Quarzit Gneis	a) { Gebühr für die Gesteinsentnahme Abraum Sprengstoff Zündhütchen und Zündschnur	31 cbm massiver Fels 56 cbm Schotter	6,20	11,60	0,07	0,07	0,20	0,20	0,11	0,11	
			6,20	6,96	0,07	0,04	0,20	0,12	0,11	0,07	
			19,32	36,71	0,24	0,24	0,63	0,63	0,35	0,35	
			1,93	3,67	0,02	0,02	0,06	0,06	0,03	0,03	
			33,65	58,94	0,40	0,37	1,09	1,01	0,60	0,56	
	b) { Kohlen zu 20 M./t Öl und Putzwolle Reparaturen Zins u. Abschreibung Arbeitslohn	58 cbm massiver Fels 106 cbm Schotter	11,50	11,50	0,14	0,07	0,37	0,20	0,21	0,11	
			1,22	1,22	0,01	0,01	0,04	0,02	0,02	0,01	
			1,45	1,45	0,02	0,01	0,05	0,02	0,03	0,01	
			8,70	8,70	0,10	0,06	0,28	0,15	0,16	0,08	
			24,45	31,75	0,30	0,20	0,79	0,55	0,43	0,30	
zusammen	47,32	54,62	0,57	0,35	1,53	0,94	0,85	0,51			
Mittelharter Fels wie Kalkstein	a) { Gebühr für die Gesteinsentnahme Abraum Sprengstoff Zündhütchen und Zündschnur	57 cbm massiver Fels 104 cbm Schotter	11,40	20,80	0,07	0,07	0,20	0,20	0,11	0,11	
			11,40	12,48	0,07	0,04	0,20	0,12	0,11	0,07	
			21,76	39,40	0,15	0,15	0,38	0,38	0,21	0,20	
			2,18	3,94	0,01	0,01	0,04	0,04	0,02	0,02	
			46,74	76,62	0,30	0,27	0,82	0,74	0,45	0,40	
	b) { Kohlen zu 20 M./t Öl und Putzwolle Reparaturen Zins u. Abschreibung Arbeitslohn	104 cbm massiver Fels 190 cbm Schotter	11,50	11,50	0,07	0,04	0,20	0,11	0,11	0,06	
			1,22	1,22	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	
			1,45	1,45	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	
			8,70	8,70	0,06	0,03	0,15	0,08	0,08	0,05	
			24,45	31,75	0,16	0,11	0,43	0,31	0,24	0,16	
zusammen	47,32	54,62	0,31	0,19	0,83	0,52	0,45	0,29			
zusammen	94,06	131,24	0,61	0,46	1,65	1,26	0,90	0,69			

Als Entnahmegebühr ist in allen Fällen die durchschnittliche Zahl von 20 Pf. für den Kubikmeter Fels angesetzt; für den Abraum sind die Durchschnittswerte von 20 Pf. (im Taglohn) und 12 Pf. (im Akkord) bezogen auf den Kubikmeter massiven Fels angenommen.

Die Kostengruppe a) hängt, bezogen auf die Leistungseinheit, nicht von der Tagesleistung ab; pro Bohrer pro Tag wächst sie mit der Tagesleistung. Die Gruppe b) ist, auf die Leistungseinheit bezogen, der Tagesleistung umgekehrt proportional und kann, auf den Tag bezogen, als konstant gelten.

Die Angaben gelten für durchschnittliche Verhältnisse. Abtransport des Schotters ist nicht inbegriffen.

für verschiedene Felsklassen eine Reihe von wichtigen Angaben, darunter den zweckmäßigen Lochabstand, bei welchem das Gestein in einer für gewöhnliche kleinere Brecher genügenden Weise zerkleinert wird, und anderes. Weitere Tabellen geben detaillierte Angaben über den Abraum je nach Material und Transportverhältnissen, über die Gewichte verschiedener Gesteine im Fels und als Schotter usw.

Für das Zerkleinern der Steine sind Anlagen von sehr verschiedenem Umfang denkbar. Das einfachste ist ein tragbarer Backenbrecher, der mit einem Motor zusammen auf einem Rahmen so montiert ist, daß der Schotter unten auf einen Haufen fällt; andererseits gibt es Brecher von sehr großer Leistungsfähigkeit mit automatischer Beschickung, Elevatoren, Behältern usw. Selbstverständlich muß die Summe der lautenden Ausgaben plus Aufstellungskosten, Abschreibung und Verzinsung der Anlage ein Minimum sein. Die Größe der Backenbrecher wird durch die Öffnung des oberen Randes des Maules angegeben und kann von  $4 \times 8$  cm bis zu  $60 \times 90$  cm betragen, für Betonschotter üblich sind  $25 \times 50$  und  $23 \times 38$  cm. Bei den letzteren kann eine Tagesleistung von 57 cbm in 10 Stunden erwartet werden. Die Korngröße des Produktes kann durch Verstellen der unteren Weite reguliert werden. Die Kreiselschotter sind weit größere Maschinen und können so aufgestellt werden, daß man sie direkt vom Löffelbagger aus beschickt, der nach dem Sprengen den Fels aushebt. In allen Fällen muß man eine größere Type von Brecher aufstellen als für den regelmäßigen Betrieb nötig wäre, nicht nur wegen der oft weit übertriebenen Katalogziffern, sondern auch in der Absicht, daß der Brecher immer wieder auf Vorrat vorausarbeiten soll und bei einem momentanen Versagen nicht den ganzen Betonierbetrieb still legt. Mit zunehmender Härte des Gesteins nimmt die Leistung des Brechers ab.

Beim Sieben des Schotters ist darauf zu achten, daß die Maschenweite um ein Viertel kleiner zu nehmen ist als die beabsichtigte Korngröße, wegen der länglichen Stücke. Daß die gegenseitige Aufstellung von Brecher, Sieben usw. so zu treffen ist, daß überflüssige Höhentransporte vermieden werden, ist für uns bereits selbstverständlich. Taylor bespricht weiter die tatsächlichen Leistungen der Brecher und gibt ein sehr interessantes Diagramm über den Prozentsatz der verschiedenen Korngrößen im gebrochenen Material. Aus diesem Diagramm ist ersichtlich, daß es ratsam ist, den Brecher um 15 % größer einzustellen als die Korngröße des Schotters sein soll, weil man anderen Falls zu viel feines Material bekommt.

Der schwierigste Punkt ist die Zeit, welche nötig ist, um die Sprengtrümmer so zu zerkleinern, daß sie in den Brecher gehen. Sie hängt von den Grössenverhältnissen, von der Härte des Gesteins und von der Beaufsichtigung der Arbeit ab; jedenfalls ist hier für die Leute eine ausgezeichnete Gelegenheit zum Bummeln. Es ist ein Hauptvorteil der größeren Brechertypen, daß diese Arbeit gehörig reduziert wird. Auf Grund der örtlichen Verhältnisse ist es aber auch hierbei immer möglich, die normale Leistung des Arbeiters festzustellen und einzuhalten, wenn man die Leute unabhängig voneinander behandelt und für gute Leistung gut bezahlt. Im Durchschnitt darf man mit  $1\frac{1}{2}$  cbm pro Stunde rechnen, doch hat Taylor bei städtischen Regiebetrieben auch Leistungen von  $1\frac{1}{3}$  cbm in 9 Stunden, also den zehnten Teil von Obigem, beobachtet.

Die Bedienung für normale Anlagen besteht ohne Rücksicht auf die Größe des Brechers aus 2 Mann, die einschaufeln, einem Maschinisten, einem Mann zur Bedienung des Schotterbehälters, einem Mann für Nebenarbeiten und  $\frac{1}{2}$  Vorarbeiter. Bei größeren Anlagen kann man den Zulauf automatisch einrichten. Bei großen Anlagen ist es zweckmäßig stufenweise zu brechen und kleinere Brecher hinter einen größeren einzuschalten. Es führt aber natürlich leicht zu einem Verlust, wenn man die Einrichtung zu teuer werden läßt. Beim Ausmaß des Schotters muß berücksichtigt werden, daß derselbe nach einem Fuhrwerkstransport um 10 % dichter ist als vorher.

Die in den Taylorschen Tabellen gegebenen Kosten für das Steinbrechen zerfallen wieder in eine Gruppe, die für den Kubikmeter konstant ist ohne Rücksicht auf die Tagesleistung, nämlich das Zerkleinern der Sprengtrümmer, das Laden derselben auf Wagen und den Transport zum Brecher, und in eine zweite Gruppe von Kosten, die mit wachsender Tagesleistung abnehmen, nämlich Brennstoff, Öl, Maschinenreparaturen, Abschreibung (mindestens 20 % jährlich) und Verzinsung, die beide auf 150 Arbeitstage pro Jahr verteilt werden, und die Löhne für die am Brecher beschäftigten Arbeiter. Eine weitere Tabelle gibt Abmessungen, Gewicht, Leistung und Kraftbedarf der verschiedenen Brechertypen. Hier wie am Schluß aller weiteren Kapitel gibt Taylor eine Zusammenstellung der einschlägigen Aufsätze aus der amerikanischen Literatur.

Das folgende Kapitel über den Materialtransport ist von großer allgemeiner Wichtigkeit, denn die Transporte bilden einen wesentlichen Teil unserer sämtlichen Betriebe. Die Transportlänge, die Beschaffenheit des Weges und der Transportgeräte sind die Hauptfaktoren und müssen bei allen Angaben in erster Linie ge-

nannt werden. Abgesehen davon, daß einige dieser Angaben meist fehlen, sind Veröffentlichungen über Transportkosten wie über alle Arbeiten nach Taylors Ansicht immer sehr niedrig, weil alle Beteiligten sich hüten richtige Angaben über Arbeiten zu machen, die teuer gekommen sind, selbst wenn Gründe dafür vorhanden waren. In diesem Fall zeigt Taylor die Herkunft seiner Tabellen sehr deutlich. Für das Aufstellen der Tabellen braucht man viel kleinere Einheiten als man sie für die Kalkulation einer neuen Arbeit nötig hat, und die ursprünglichen Zeitstudien Taylors bezogen sich auf elementare Bewegungen, während in den Tabellen nur noch ganze Arbeitsvorgänge, die aus jenen aufgebaut sind, vorkommen. Ich glaube, dieser eine Zug ist sehr geeignet, uns die Taylorsche Vorschläge sympathisch zu machen und als praktisch brauchbar erscheinen

zu lassen. Wer nur von der weitgetriebenen Zergliederung der Arbeiten hörte, der konnte mit Recht sagen: „Sollen wir etwa die Selbstkosten eines großen Bauwerks durch Aufstellen und Addieren von Millionen von Minutenleistungen berechnen? Kann man auch nur die Leistung eines einzelnen Tages mit sagen wir 1000 Arbeitsstunden aus Vorgängen berechnen, die sich in Bruchteilen von Minuten abspielen? Und von solchen redet Taylor doch fortwährend!“ — Selbstverständlich muß auch in diese Sache ein organischer Aufbau eingeführt werden; sowie einmal die elementaren Bewegungen studiert und die beste Form dafür gefunden ist, arbeitet man nur mehr mit den daraus kombinierten Arbeitsvorgängen. Das Kalkulationsbureau und das Betriebsbureau der Baustelle benutzen nur solche Komplexe, und auf die Einzelheiten greift nur der zurück,

Tafel V.

**Durchschnittliche Kosten des Brechens harten Felses einschließlich des Kleinschlagens des Sprengbrocken.**

Taglohn ist zu 50 Pf./Stunde angenommen.

15% für Aufsicht und Bauunkosten sind inbegriffen, nicht aber Geschäftunkosten oder Gewinn. Die Kostengruppe a) hängt, bezogen auf die Leistungseinheit, nicht von der Tagesleistung ab; für andere als die angegebenen Tagesleistungen bleiben diese Beträge gleich und die Kosten pro Tag pro Brecher wachsen mit der Leistung.

Die Kostengruppe b) nimmt ab, wenn die Tagesleistung wächst, weil diese Kosten, auf den Tag bezogen, konstant sind.

Größe des Steinbrechers	Einzelarbeiten	Kosten pro 10-St.-Tag				Kosten pro t		Kosten pro cbm Fels		Kosten pro cbm Schotter	
		6 cm Korn		4 cm Korn		6 cm	4 cm	6 cm	4 cm	6 cm	4 cm
		Leistung cbm	Kosten M.	Leistung cbm	Kosten M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
Backenbrecher 23 x 38 cm	a) { Kleinschlagen der Sprengbrocken Beladen der Wagen Transport zum Brecher 60 m Summe a)	27,8 cbm Fels 51,8 cbm Schotter	19,09	13,87	0,25	0,25	0,69	0,69	0,36	0,36	
			11,16	8,09	0,15	0,15	0,40	0,40	0,22	0,22	
			11,16	8,09	0,15	0,15	0,40	0,40	0,22	0,22	
			41,41	30,05	0,55	0,55	1,49	1,49	0,80	0,80	
	b) { Brennstoff zu 20 M./t Öl und Putzwolle Reparaturen Zins und Abschreibung Arbeit am Brecher Summe b) zusammen	20,6 cbm Fels 36,6 cbm Schotter	12,50	12,50	0,17	0,22	0,45	0,61	0,24	0,34	
			1,05	1,05	0,01	0,02	0,04	0,05	0,02	0,03	
			8,00	8,00	0,11	0,14	0,29	0,39	0,15	0,22	
			14,53	14,53	0,19	0,26	0,52	0,70	0,28	0,40	
			37,13	37,13	0,50	0,67	1,34	1,80	0,73	1,01	
			73,21	73,21	0,98	1,31	2,64	3,55	1,42	2,00	
114,62	103,26	1,53	1,86	4,13	5,04	2,22	2,80				

Die Kosten des Transportes zum Brecher verstehen sich für Fuhrwerk oder für Rollwagen auf Schmalspurgleis; bei größerer Transportweite sind für jede 20 m 3 Pf./cbm zu addieren.

Bei hartem Gestein können die Reparaturen wesentlich teurer kommen.

In gut organisierten Betrieben lassen sich die Kosten noch um ein Drittel vermindern.

der die Arbeiter anzulernen hat. Wir finden deshalb in Taylors Büchern einerseits Tabellen, die Arbeitsvorgänge bis zur Dauer von einer Zehntelminute herab enthalten, während die Zahlen in anderen Tabellen sich in Hunderten von Minuten bewegen. Für das Werfen des Materials mit der Schaufel zum Beispiel kann man natürlich nur die Zeiten pro „Schaufelvoll“ direkt beobachten; der Literinhalt dieser Quantität wird nebenbei im Durchschnitt bestimmt. In den Tabellen und für die künftigen Rechnungen kann man dagegen nur Kubikmeterleistungen brauchen.

Eine große Schwierigkeit bei der exakten Berechnung der Transporte ist der schwankende Inhalt eines aufgehäuften Schubkarrens. Taylor zieht deshalb eine neue Konstruktion vor, bei welcher das Gefäß etwa der unteren Hälfte eines liegenden Zylinders entspricht; die zwei Räder sind sehr groß und die Achse geht mitten durch den Laderaum. Ein praktischer Typ fast  $\frac{1}{8}$  cbm. Dieses Gefäß kann man glatt abstreichen und so auch als Maß für die Betonmischung benutzen, wofür Taylor den gehäuften Schubkarren nicht gelten läßt. Man soll darauf achten, den Karren so groß zu nehmen, als der Mann ihn handhaben kann, und die Laufbahn so geräumig und eben als möglich herzustellen.

Die beobachteten Zeiten sind stets in Minuten pro Kubikmeter oder ähnlichen Einheiten auszudrücken. Man soll sich angewöhnen, überhaupt in Minuten pro Leistungseinheit zu denken, denn mit diesen Zahlen kann man bequem rechnen. Wenn man bei verschiedenen Arbeiten die Leistungen in Kubikmetern pro Stunde angibt, so sind diese Angaben sehr unbequem für die Weiterverarbeitung. Braucht ein Mann 20 Min. zum Lösen des Aushubes und 30 Min. zum Herauswerfen, so weiß ich sofort, daß die Selbstkosten für beide Arbeiten zusammen gleich dem Lohn für 50 Min. sind; wenn ich dagegen sage, der Mann kann in der Stunde 3 cbm lösen und ein anderer 2 cbm in der Stunde herauswerfen, so darf ich das nicht etwa addieren, sondern muß erst kompliziert umrechnen.

Um von vornherein einen Unterschied zwischen gewöhnlichen und gut organisierten Baustellen zu machen, gibt Taylor überall zwei Arten von Zeitangaben, nämlich solche für Durchschnittsarbeiter und solche für rasche Arbeiter; der Zeitbedarf der raschen Arbeiter ist von vielen Beobachtungen her zu 70 % von dem der Durchschnittsarbeiter angenommen. Alle Zeitangaben aber beziehen sich noch auf Tagelohnarbeit, weil das Pensumsystem noch nicht so viel eingeführt ist um genügend Beobachtungen zu liefern. Wenn man kleinere Arbeiten von Arbeitern ohne besondere Aufsicht ausführen läßt, soll man 50 % aufschlagen; für behördliche Regiearbeiten müsse man 25–100 % auf die Durchschnittszahlen zugeben.

Soweit die hierhergehörigen Tabellen Arbeitskosten angeben anstatt Zeiten, ist immer die Aufsicht inbegriffen mit der Annahme, daß bei den Betonarbeiten in der Regel zu einer Gruppe von 13 Mann ein Vorarbeiter gehört; außerdem sind 15 % für die allgemeinen Ausgaben der Baustelle inbegriffen. Der Prozentsatz, den man zu der aus den Zeitstudien bekannten reinen Arbeitszeit addieren muß, um auf Störungen, Ruhepausen usw. Rücksicht zu nehmen, hat sich für Betonieren und Transportieren zu 30 % ergeben. In der Regel wird die Zeit angegeben, in der ein Arbeiter eine bestimmte Leistung vollbringt oder vollbringen könnte, manchmal jedoch auch die Zeit, die eine genau beschriebene Arbeitergruppe zu einer Arbeit braucht.

Die gründlichen Untersuchungen, die Taylor über das Sieben des Kieses anstellte und deren Ergebnisse wesentlich verschieden sind, je nachdem einzelne grobe Steine oder die feinen Teile entfernt werden sollen, interessieren uns weniger, da diese Arbeit bei uns meist vom Kieslieferanten besorgt oder sonst entbehrlich gemacht wird. Nach eingehenden Untersuchungen Taylors wiegt eine richtige Schaufellast für einen erstklassigen Arbeiter 9,3 kg, was 5,8 Litern Sand entspricht; der übliche Schaufelinhalt sei aber durchschnittlich bloß 4,5 l. Auch diese Zahl ist für unsere Begriffe noch sehr groß. Eine Schaufel voll Sand gegen das Sieb werfen erfordert die Zeit von 0,114 Minuten, wozu 30 % für Pausen zu addieren sind. Wenn man dann weiter beobachtet hat, daß dieses Schaufeln allein 74 % des ganzen Zeitbedarfs für das Sieben ausmacht, während 14 % für das Wegschauflern der ausgesiebten Steine, 10 % für das Zurechtschauflern des durchgeworfenen Sandes und 2 % für das Verstellen des Siebes verbraucht werden, so erhält man die entsprechende Zahl in der ersten Zeile der Tabelle VII. Dabei ist gewöhnlicher Sand vorausgesetzt, der 15 % unzulässig große Kieselsteine enthält.

Für das eigentliche Transportieren, einschließlich Laden, Kippen und Rückkehr, entwickelt Taylor wieder Formeln für die verschiedenen möglichen Anordnungen und bestimmt die einzelnen Bestandteile. Falls Fuhrwerk zur Verwendung kommt, wird das Gespann einschließlich Fuhrmann seinen Kosten entsprechend gleich einer bestimmten Anzahl Leute gesetzt; meist gelten zwei Pferde mit Bedienung hinsichtlich ihres Lohnes gleich drei Tagelöhnern. Die Kosten für das Beladen des Fuhrwerks zum Beispiel, als Zeit für einen Mann und pro Kubikmeter gerechnet, setzen sich zusammen aus der Zeit, in der ein Mann einen Kubikmeter auf den Wagen schaufelt, plus der Zeit, die für das Auswechseln der Wagen vergeht, mal der Zahl der Schaufler, weil diese in der Zeit ausruhen; dazu kommt noch

**Tafel VI. Zeitbedarf für Vollschaufeln, Wechseln und Kippen des Fuhrwerkes.**  
 Ein Zuschlag für gelegentliche Störungen und Pausen ist inbegriffen.  
 Alle Zahlen sind „Einmannszeiten“.

Wagensorte	Material	Ladung	Inhalt des Wagens cbm (lose)	Zeit für das Vollschaufeln				Wechseln der Wagen		Kippen der Wagen	
				Minuten pro Wagen		Minuten pro cbm		Minuten pro Wagen	Minuten pro cbm	Minuten pro Wagen	Minuten pro cbm
				Durch- schnitts- arbeiter	Rasche Arbeiter	Durch- schnitts- arbeiter	Rasche Arbeiter				
Einspänner	Sand	Große	0,48	12,4	8,8	25,8	18,3	2,0	4,2	0,8	1,7
	Sand	Durchschnittliche	0,40	10,3	7,3	25,8	18,3	2,0	5,0	0,8	2,0
	Kies	Große	0,45	17,6	12,3	38,6	27,2	2,0	4,4	0,8	1,8
	Kies	Durchschnittliche	0,37	14,3	10,0	38,6	27,2	2,0	5,4	0,8	2,2
Zweispänner	Sand	Große	1,00	25,9	18,0	25,9	18,0	2,5	2,5	1,5	1,5
	Sand	Durchschnittliche	0,84	21,5	15,0	25,8	18,0	2,5	3,0	1,5	1,8
	Kies	Große	0,95	36,6	25,4	38,6	26,8	2,5	2,6	1,5	1,6
	Kies	Durchschnittliche	0,77	29,5	20,5	38,6	26,8	2,5	3,2	1,5	1,9

**Tafel VII. Transport der Betonmaterialien.**

Tage-lohn ist zu 50 Pfennige/Stunde angenommen.

In den Kosten ist ein Vorarbeiter (zu 1 Mark/Stunde) auf je 13 Mann inbegriffen und außerdem 15%  
 für Bauunkosten, nicht aber Geschäftunkosten oder Gewinn.

Ein Zweispänner mit Fuhrmann gilt hinsichtlich der Kosten gleich 3 Mann.

Einzelarbeiten	Zeitbedarf (als Einmannszeit)		Lohn	
	Durch- schnitts- arbeiter	Rasche Arbeiter	Durch- schnitts- arbeiter	Rasche Arbeiter
	Minuten	Minuten	Mark	Mark
<b>Sieben des Sandes und Kieses</b>				
	pro cbm loses Material			
Sand sieben, um Steinchen zu entfernen, pro cbm gesiebter Sand	51	36	0,57	0,40
Kies sieben, um grobe Steine zu entfernen, pro cbm gesiebter Kies	69	48	0,76	0,53
Kies sieben, um Sand zu entfernen, pro cbm gesiebter Kies . .	122	85	1,35	0,94
<b>Transport des Sandes</b>				
Schubkarren beladen*) . . . . .	36	25	0,39	0,27
Schubkarren von 85 l Inhalt, 30 m weit fahren einschl. Rückkehr	12,4	8,9	0,14	0,10
<b>Transport von Schotter oder Kies</b>				
Kies mit dem Pickel lösen . . . . .	8,6	6,0	0,09	0,07
Schubkarren beladen*) . . . . .	46	32	0,50	0,35
Schubkarren fahren wie oben . . . . .	12,4	8,9	0,14	0,10
<b>Transport des Zementes</b>				
	pro 100 kg Zement			
Zementsäcke auf Fuhrwerk laden**) . . . . .	2,2	1,5	0,024	0,018
Zement im Zweispänner fahren pro km . . . . .	6,0	5,1	0,068	0,057
Zementsäcke vom Fuhrwerk abladen und 10 m weit tragen**) .	1,7	1,2	0,018	0,012
Zementsäcke 30 m tragen . . . . .	3,5	2,5	0,038	0,029
Zementsäcke auf Rollgestellen in den Lagerschuppen fahren .	2,1	1,5	0,024	0,018
Zementsäcke im Lagerschuppen aufstapeln . . . . .	2,1	1,5	0,024	0,018

\*) Gilt nur, wenn der Karrenschieber allein ladet; wenn zwei Mann laden und der Karrenschieber nicht, sind 35% zuzuschlagen; wenn ein Mann dem Karrenschieber laden hilft, sind 25% zuzuschlagen.

\*\*) Bei Entfernungen unter 3/4 km sind zum Zeitbedarf für Auf- und Abladen 50% wegen des wartenden Fuhrwerks zu addieren.

Tafel VIII.

**Zeitbedarf für Auf- und Abladen von Sand und Kies bei Zweispännerfuhrwerk.**

Ein Zuschlag für Störungen und Pausen ist inbegriffen. Der Zeitverlust des wartenden Fuhrwerks während des Aufladens ist inbegriffen. Ein Zweispänner mit Fuhrmann gilt hinsichtlich der Kosten gleich 3 Mann.

Anordnung der Schaufler	Große Ladung				Durchschnittliche Ladung			
	Sand		Kies		Sand		Kies	
	Durchschnitts- arbeiter	Rasche Arbeiter	Durchschnitts- arbeiter	Rasche Arbeiter	Durchschnitts- arbeiter	Rasche Arbeiter	Durchschnitts- arbeiter	Rasche Arbeiter
	Zeitbedarf für Auf- und Abladen zusammen pro cbm							
	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.
Fuhrmann allein . . . . .	89	66	129	93	92	68	131	96
Ein Mann . . . . .	118	86	170	122	120	89	174	126
Fuhrmann und 1 Mann . . . . .	66	50	93	69	69	53	96	73
Zwei Mann . . . . .	81	62	114	85	85	66	119	90
Fuhrmann und 2 Mann . . . . .	60	47	82	62	64	51	87	67
Drei Mann . . . . .	71	55	98	74	75	60	103	79

als Wartezeit des Fuhrmanns die Zeit für das Wagenwechseln plus der Schaufelzeit dividiert durch die Anzahl der Schaufler, diese Summe multipliziert mit dem Fuhrwerksäquivalent. Die Anzahl von Minuten, die man so erhält, hat zwar keine unmittelbar sinnfällige Bedeutung und ist nur eine theoretische Konstruktion, sie braucht aber nur mit dem Lohn eines Arbeiters pro Minute multipliziert zu werden, um sofort die gesamten Arbeitskosten für das Verladen eines Kubikmeters Material zu geben. Die Formel ändert sich natürlich, wenn der Fuhrmann laden hilft. Auf solche Weise berechnet sich aus Tabelle VI die Tabelle VIII. Die dort angegebenen Zahlen sind etwa 20 % größer als bei umfangreichen Erdarbeiten, weil man diese besser und gründlicher organisieren kann. In besonderen Fällen können diese 20 % an den Tabellenwerten noch in Abzug gebracht werden.

Die Fuhrwerktransporte werden in lange und kurze eingeteilt, je nachdem das Fuhrwerk oder die Lader ausgenützt sind. Für volle Hinfahrt und leere Rückfahrt, aber ohne Laden und Kippen, wird pro 100 m Entfernung drei Minuten gerechnet, was einer mittleren Reisegeschwindigkeit von 1/4 Stunde pro Kilometer entspricht. Gute Pferde brauchen bloß 2 1/2 Minuten für 100 Meter Entfernung hin und zurück.

Bei den kurzen Transporten empfiehlt es sich, die Pferde umzuspannen anstatt auf das Laden zu warten; bei den langen Transporten wird in der Regel der Fuhrmann allein laden. Als normale Tagesleistung eines Pferdes, die über die ganze

Woche eingehalten werden kann, werden 27 1/2 km halb mit leerem, halb mit vollem Fuhrwerk gerechnet; bei sehr guten Straßen kann sie sich bis zu 32 km steigern. Dabei ist das Tier aber bloß 6 2/3 Stunden unterwegs, die übrige Zeit entfällt auf Ruhe und kann für Laden usw. verwendet werden. Die Zahlen der Tafel VI für den Wageninhalt gelten bei gewöhnlichen Straßenverhältnissen; auf guten Straßen kann man Aufsatzbretter oder Wagen von besonderer Bauart verwenden, welche 1,2 cbm Sand oder 1,1 cbm Kies zu laden gestatten. Die Zahlen für „Große Ladung“ der Tafel VI werden dann noch um 15 % unterschritten. Auf städtischen Straßen und erstklassigen Landstraßen kann man ohne die Pferde zu überanstrengen bis zu 1,7 cbm auflegen. Dann wird jedoch bereits wegen des hohen Werfens das Beladen erschwert und man sollte für mechanisches Beladen von Rutschen aus sorgen. Auch hier werden für die verschiedenen möglichen Anordnungen Formeln entwickelt und alle vorkommenden Größen für die verschiedenen Materialien, Fuhrwerksleistungen usw. in Tabellen gegeben. Für die Anwendung ist noch zu beachten, daß höchstens 5 Mann gleichzeitig auf dasselbe Fuhrwerk schaufeln können. Die Leistung des Arbeiters pro Stunde ist bei Taylor unabhängig davon, ob die tägliche Arbeitszeit 8 oder 10 Stunden beträgt, dagegen kann das Gespann in beiden Fällen den gleichen Weg pro Tag zurücklegen.

Daß man mit diesem erschöpfenden Material in einem gegebenen Beispiel leicht die möglichen Anordnungen vergleichen und die billigste

heraussuchen kann, ist klar. Bei einem Fuhrwerktransport über 300 m zum Beispiel müßte das Fuhrwerk 45 mal hin- und herfahren, damit die Pferde ihren ganzen Tagesweg machen; dann sind aber die Pausen zu kurz, als daß 5 Mann mit dem Laden fertig würden; man muß also die Pferde länger warten lassen, als sie zum Ausruhen nötig hätten, und das Fuhrwerk kann nach genauer Rechnung bloß 20 mal hin- und hergehen. Die tägliche Leistung und deren Kosten sind hiernach leicht auszurechnen, ebenso die Zeit, die der Fuhrmann mit Warten verliert; die Ladeleute dagegen sind ausgenutzt, vorausgesetzt, daß ein Wechselwagen da ist. In einem anderen Beispiel wird ein Fuhrwerktransport über 7 km ins Auge gefaßt. Das Pferd kann nur zweimal hin- und herfahren, um seine Tagesleistung nicht zu übertreiben; die Zwischenpausen sind so reichlich, daß der Fuhrmann allein laden und kippen kann, und die Aufgabe löst sich sehr einfach.

Beim Schubkarrentransport ist es am besten, wenn jeder Mann seinen Karren allein ladet, und man soll nach Möglichkeit immer so viel Platz schaffen, daß dies geschehen kann. Gegenüber dem Pferdefuhrwerk ist der Schubkarrentransport im allgemeinen bis zu 75 Meter Entfernung wirtschaftlich.

Als Kalkulationsmaterial gibt Taylor beim Transportkapitel einmal verschiedene Diagramme der üblichen Art, aus denen man die Transportkosten für verschiedene Entfernungen direkt ablesen kann; doch sind dabei immer noch eine Anzahl Kurven für die verschiedenen möglichen Anordnungen der Leute gegeben. Wichtiger sind die Zahlentabellen, aus denen wir als auszugswese Muster unsere Tafeln VI bis IX umgerechnet haben.

Eine Reihe von Beispielen zeigen wie bei allen Kapiteln die Verwendung der Tabellen, die durchaus nicht auf ein mechanisches Aufschreiben und Addieren der Ziffern hinausläuft, sondern sehr viel Sachkenntnis und Geschick erfordert, um alle Möglichkeiten auszunutzen. Wenn zum Beispiel eine praktische Anordnung verlangt wird für den Fall, daß Kies aus dem Flußbett ausgehoben, gesiebt und auf 0,9 km gefahren wird bei vorgeschriebener Tagesleistung von 50 cbm, so sind vier verschiedene Gruppen von Arbeitern nötig. Für das Lösen genügt ein Mann, wovon man sich durch Vergleichen der Einheitszeit, der verlangten Leistung und der Dauer der Arbeitszeit überzeugt. Auf dem gleichen Wege rechnet man, daß 10 Mann für die Bedienung der Siebe nötig sind. Für das Laden dividiert man zunächst wieder die verlangten Kubikmeter in die 600 Minuten Arbeitszeit. Vom Resultat müssen zunächst  $2\frac{1}{2}$  Minuten pro Kubikmeter subtrahiert werden für das Auswechseln der Wagen, der Rest wird in die Zeit dividiert, die ein Mann zum Laden braucht und ergibt 4,1 als erforderliche Zahl von Lademännern.

Man wird nur 4 Mann hinstellen und der eine Mann, der das Lösen des Kiesel besorgt und ohnedies nicht voll beschäftigt ist, kann ausheilen. Ähnliche Erwägungen kommen bei der Anordnung der Fuhrwerke, die sich zunächst auf  $3\frac{1}{2}$  berechnen. Nimmt man dann drei Fuhrwerke, so wird die Leistung geringer und die Verloader müssen warten, oder man stellt 4 Fuhrwerke ein, die dann nicht alle ausgenutzt sind. Besser aber ist, man beschäftigt einen weiteren Schauler, oder man beschäftigt beim Laden höher bezahlte Leute, die besser schaffen müssen als die Durchschnittsarbeiter oder aber man häuft die Fuhrwerke und bringt Seitenbretter an. Alle diese Möglichkeiten lassen sich mit dem gegebenen Zahlenmaterial der Tabellen genau untersuchen und vergleichen.

Ein anderes Beispiel behandelt die Frage: Was ist billiger, den Kies von der einen Kiesbank aus 0,8 km Entfernung auf mäßig guten Straßen zu fahren, wobei überschüssiger Sand ausgesiebt werden muß oder von einer anderen Kiesbank aus 1,6 km Entfernung auf guter Straße zu fahren und die darin vorkommenden großen Steine auszusieben? — Im ersten Fall kommen folgende Einheitsleistungen in Betracht:

Kies sieben, um Sand zu entfernen,  
nach Tafel VII . . . . . 1,35 Mark/cbm,  
Kies laden und fahren bei 0,8 km  
Entfernung (Fuhrmann und zwei  
Mann) bei durchschnittl. Ladung  
nach Tafel IX durch Interpolieren  
 $188 \times \left(50 + \frac{100}{13}\right) \times 1,15 : 60 = 2,08$  „  
Gesamtkosten im ersten Fall . . 3,43 Mark/cbm.

Im zweiten Fall sind die Einheitsleistungen:  
Kies sieben, um grobe Steine zu  
entfernen, nach Tafel VII . . . . 0,76 Mark/cbm,  
Kies laden und fahren bei  
1,6 km Entfernung (Fuhrmann u.  
ein Mann) bei großer Ladung  
nach Tafel IX durch Interpolieren  
253 Min.  $\times$  0,1106 Pfennige/Min. 2,80 „  
Gesamtkosten im zweiten Fall . . 3,56 Mark/cbm.

Im zweiten Fall kostet also der Kies frei Baustelle um 13 Pfennige/cbm mehr.

Bei uns hat man solche Aufgaben üblicherweise durch Schätzung gelöst und es kam auf das Geschick des Bauführers an, ob eine billige Anordnung getroffen wurde oder eine kostspielige. Es ist selbstverständlich ein großer Fortschritt, wenn nicht jeder einzelne erst durch eigenes Probieren den Weg herauszufinden braucht, auf dem er die richtige Lösung finden kann, sondern wenn er genau angeben findet, wie er die Einheitszeiten zu beobachten und daraus einen zweckmäßigen Arbeitsvorgang aufzubauen hat.

Das Handmischen des Betons, wozu wir nun kommen, ist trotz der vielfachen Maschinenverwendung immer noch sehr wichtig, besonders dort, wo die Betonmassen klein sind, wo sie weit auseinander liegen und wo man anfangen muß, bevor die Maschinen eintreffen. Die Qualität des Betons kann auch bei Handmischung eine erstklassige sein, besonders wenn man ihn nicht so naß macht, als dies in Amerika bei der Maschinenmischung üblich ist. Taylor unterscheidet fünf Methoden beim Handmischen: man kann zunächst Zement und Sand trocken mischen und über den Kies ausbreiten, oder umgekehrt den Kies über das Gemisch von Zement und Sand ausbreiten; beides ist auch möglich, wenn man Zement und Sand vorher mit Wasser zu einem Mörtel angemacht hat, was jedoch etwas teurer

kommt; schließlich kann man auch abwechselnd Lagen der drei Stoffe aufschütten. Das wiederholte Durchschaufeln der Gesamtmasse unter Wasserzugabe ist immer das gleiche und kann mit länglicher oder mit runder Haufenform vorgenommen werden. Zweckmäßig ist es, wenn 4 Mann die Materialien zufahren und mischen, während 2 den Beton wegfahren und einbringen; Taylor legt deren Einzelarbeiten an Hand der Tafel X für eine Mischung 1:2:4 in der nachstehenden Weise fest; dabei sind alle Minutenzahlen auf die einzelne Mischung bezogen, der 3 Sack = 150 kg Zement zugrunde liegen; da diese, wie aus Tafel II zu berechnen ist, ein gestampftes Volumen von  $3:6,2 = 0,48$  cbm ergeben, so betragen alle Einheitszeiten der folgenden Rechnung das 0,48 fache der Tabellenwerte:

Tafel IX.

**Zeitbedarf für Transportieren von Sand und Kies mit Pferdefuhrwerk**

(Summe der Zeiten für Aufladen, Fahren, Abladen und Rückkehr als „Einmannszeit“ pro cbm).

Ein Zuschlag für Störungen und Pausen ist inbegriffen.

Der Weg des Pferdes im 10-Stunden-Tag ist zu 27,4 km angenommen.

Ein Zweispänner mit Fuhrwerk gilt hinsichtlich der Kosten gleich 3 Mann.

Anordnung beim Aufladen	Ladung	Kies						Sand					
		Transportweite											
		0,4 km		1,2 km		2,0 km		0,4 km		1,2 km		2,0 km	
		Durchschnitts- arbeiter	Rasche Arbeiter										
Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.		
Fuhrmann allein . . . . .	groß	165	130	238	205	312	281	124	101	195	172	264	263
	durchschn.	178	143	271	236	364	345	135	110	221	196	319	319
Ein Mann . . . . .	groß	207	160	280	236	355	310	153	120	224	191	292	284
	durchschn.	220	173	312	265	405	376	164	131	250	217	348	338
Fuhrmann und 1 Mann	groß	130	106	204	183	301	294	102	85	175	168	280	275
	durchschn.	143	119	236	224	369	352	115	96	209	201	335	329
Zwei Mann . . . . .	groß	150	122	228	200	327	311	116	97	188	182	293	286
	durchschn.	166	136	260	241	388	379	128	107	224	213	350	340
Fuhrmann und 2 Mann	groß	119	99	203	191	314	302	94	81	179	175	285	280
	durchschn.	135	111	240	232	379	370	106	93	216	208	343	334
Drei Mann . . . . .	groß	135	111	217	203	327	315	107	90	191	185	297	290
	durchschn.	149	134	256	243	394	382	118	102	225	216	353	343

Wenn der Weg des Fuhrwerks 32,2 km in 10 Stunden betragen darf anstatt 27,4 km wie angenommen, so sind alle angegebenen Zahlen mit 0,85 zu multiplizieren; wenn der Fuhrwerksweg von 27,4 km in 8 Stunden geleistet wird anstatt in 10 Stunden, so sind alle Zahlen mit 0,80 zu multiplizieren.

Posten 1: 2 Mann messen den Kies mittels Holzrahmen $\frac{32,8}{2} =$	16,4 Min.,
Posten 2: 2 andere Mann messen den Sand $\frac{8,3}{2} =$	4,1 " ,
Posten 3: Diese gleichen 2 Mann holen und entleeren den Zement $\frac{7,9}{2} =$	4,0 " ,
Posten 4: Diese gleichen 2 Mann mischen Sand und Zement $\frac{7,5}{2} =$	3,8 " ,
Posten 9: Diese gleichen 2 Mann für verschiedene Nebenarbeiten $\frac{9,1}{2} =$	4,5 " ,
	<hr/> 16,4 Min.
Posten 5: 4 Mann breiten zusammen den Mörtel über den Kies aus $\frac{4,1}{4} =$	1,0 " ,
Posten 6: 4 Mann nassen und mischen den Beton (2mal wenden) $\frac{2}{3} \cdot \frac{30,0}{4} =$	5,0 " ,
Posten 6: 2 Mann mischen den Beton (drittes Wenden) $\frac{1}{3} \cdot \frac{30,0}{2} =$	5,0 " ,
Posten 7: 2 andere Mann schaufeln gleichzeitig Beton an seinen Platz	
Posten 7: 4 Mann schaufeln den Rest des Betons weg $\frac{15,7 - 2 \cdot 5,0}{4} =$	1,4 " ,
Gesamtzeit pro Mischung einschließl. Pausen und Störungen . . . . .	28,8 Min.

Diese Partie Leute sollte also in 10 Stunden  
600:28,8 = 21 Mischungen oder  $21 > 0,48 = 10$  cbm  
herstellen. Für Planieren und Stampfen genügt  
1 weiterer Mann.

Für Mischpartien von 6 oder 8 Mann wird auf  
dieselbe Weise die Austeilung der Einzelarbeiten  
berechnet. Zum Abmessen von Kies und Sand  
sind Kästen oder Fässer ohne Boden, insbeson-  
dere aber Rahmen von 20 cm Höhe, die jedoch  
sorgfältig abgestrichen werden müssen, zweck-  
mäßig. Diese Rahmen sind sehr leicht zu füllen,  
nämlich ohne Hochwerfen, und das nachherige  
Ausbreiten ist einfacher. Daß die Baustoffe  
so nah als möglich an der Mischtenne abgeladen  
werden, ist selbstverständlich; Taylor weist aber  
darauf hin, daß es entgegen unseren Gepflogen-  
heiten wichtiger ist, den Kies und Sand möglichst  
nah zu haben als den Zement, weil jene die  
größere Masse bilden.

Als Einführung in das genaue Studium be-  
spricht Taylor nun zunächst 6 verschiedenartige  
typische Betonierbetriebe; er gibt bei jedem alle  
wichtigen Umstände an, bespricht die Zusammen-  
setzung der Mannschaft und die Beschäftigung  
jedes einzelnen und berichtet über die tatsächlich  
erzielten Leistungen; sodann stellt er die ent-  
sprechenden Einheitsarbeiten aus seinen Tabellen  
zusammen und weist stets eine gute Überein-

stimmung nach, bemerkt aber auch noch, daß  
diese ganz beliebig ausgewählten Betriebe im  
einzelnen wohl noch einer Verbesserung fähig  
gewesen wären.

Für den Transport der Materialien und  
des Betons gelten die schon früher entwickelten  
Grundsätze. Es soll möglichst vermieden werden,  
daß die Leute mit dem Beton auf der Schaufel  
gehen und soll nie über 4 m hinaus zugelassen  
werden. 4 m auf der Schaufel tragen kostet  
soviel, wie 30 m im Schubkarren fahren. Das  
Verkarren des Betons ist eine besonders anstren-  
gende Arbeit und man muß hierbei den Leuten  
reichlich Ausrast gönnen. Den Zeitaufwand für  
den Transport pro cbm Beton macht Taylor  
nicht abhängig vom Mischungsverhältnis, weil  
das für den Transport ausschlaggebende Gewicht  
immer das gleiche ist. Der Prozentsatz  
für Störungen, Ausschlaufen usw., ist bei den  
Betonarbeiten zu 28% beobachtet, außer beim  
Einbringen und Stampfen, wo 11% genügen.

Die Tabellen geben nun hauptsächlich die  
Einheitszeiten für eine große Reihe von ty-  
pischen Arbeitseinheiten, die beim Handbetonieren  
vorkommen. Hieraus haben wir die fast immer  
beim Betonieren auftretenden Arbeiten in der  
Tabelle X zusammengestellt. Im Original ist  
noch bei jeder einzelnen Position die Seitenzahl  
bemerkt, auf welcher der betreffende Vorgang  
näher beschrieben ist; auf diese Weise verliert  
man es nie aus dem Auge, daß es stets die  
Hauptsache ist, die einfachste und zweckmäßigste  
Ausführungsart der einzelnen Arbeiten heraus-  
zufinden und festzuhalten und daß die Kenntnis  
des Zeitbedarfes erst in zweiter Linie kommt als  
einfache Folgerung aus jenem ersten Punkt und  
als Kontrolle desselben. Eine weitere Tabelle  
gibt der einfacheren Benützung halber die  
Gesamtzeiten für 18 verschiedene Kombinationen  
der vorher genannten Einzelarbeiten, wie sie  
häufig vorkommen. An diesen Zahlen sieht man  
recht gut, wie stark der Lohnaufwand selbst für  
das Handmischen von den örtlichen Verhältnissen  
abhängt. Bloß Mischen und Einbringen ohne  
Transport kostet bei 50 Pfennig Stundenlohn  
ohne die unentbehrlichen Zuschläge für Geschäfts-  
unkosten und Gewinn 2,60 Mark/cbm, aber  
es kann auch einschließl. Sieben und größeren  
Transporten bis zu 9 Mark/cbm kosten. Bei  
der Tabelle X ist besonders zu beachten, daß  
alle Angaben, auch die, welche sich auf einen  
einzelnen Baustoff beziehen, sich pro Kubikmeter  
Beton verstehen; z. B. ist für den Zuschlag  
bei größerer Transportweite des Kieses die Zahl  
pro gestampften Kubikmeter Beton gegeben und  
nicht die Zahl pro Kubikmeter Kies. Es sind  
also keine diesbezüglichen Umrechnungen mehr  
nötig. Im Gegensatz zu dem früher beschriebenen  
Kies- und Sandtransport ist beim Verkarren

**Tafel X. Zeitbedarf und Kosten des Handmischens.**

Die Zahlen verstehen sich für den Kubikmeter gestampften Beton. Ein Zuschlag für Störungen und Pausen ist inbegriffen.  
In den Kosten ist der Vorarbeiter und 15% Baukosten inbegriffen, nicht aber Geschäftsumkosten oder Gewinn.

Posten Nr.	Einzelarbeiten												
	Mischung 1:2:3 oder 1:2½:4 oder 1:3:5 (wenn Sand > ½ Kies)				Mischung 1:2:4 oder 1:1½:3 oder 1:3:6 (wenn Sand = ½ Kies)				Mischung 1:2:5 oder 1:1:3 oder 1:2½:6 (wenn Sand < ½ Kies)				
	Einzelzeiten (als Ein- mannszeiten)	Einzelkosten (zu 50 Pf/Std)	Durch- schnitts- Arbeiter	Min.	Einzelzeiten (als Ein- mannszeiten)	Einzelkosten (zu 50 Pf/Std)	Durch- schnitts- Arbeiter	Min.	Einzelzeiten (als Ein- mannszeiten)	Einzelkosten (zu 50 Pf/Std)	Durch- schnitts- Arbeiter	Min.	
1	59,4	0,65	41,6	0,46	68,3	47,8	0,75	53	75,6	0,84	53,0	0,84	0,58
2	20,2	0,22	14,1	0,16	17,3	12,0	0,19	10,7	15,3	0,17	10,7	0,17	0,12
3	19,0	0,21	13,4	0,15	16,4	11,5	0,18	14,5	14,5	0,16	10,2	0,16	0,11
4	18,4	0,20	12,8	0,14	15,7	11,0	0,18	14,0	14,0	0,16	9,8	0,16	0,11
5	9,9	0,11	6,9	0,08	8,6	6,0	0,10	7,6	7,6	0,09	5,4	0,09	0,06
6	62,1	0,69	43,6	0,48	62,4	43,7	0,69	44,4	63,3	0,70	44,4	0,70	0,49
7	32,7	0,36	22,9	0,26	32,7	22,9	0,36	22,9	32,7	0,36	22,9	0,36	0,26
8	69,3	0,77	48,5	0,54	69,3	48,5	0,77	48,5	69,3	0,77	48,5	0,77	0,54
9	19,0	0,21	13,4	0,14	19,0	13,4	0,21	14	19,2	0,21	13,6	0,21	0,15
10	310,0	3,42	217,2	2,41	309,7	216,8	3,43	2,39	311,5	3,46	218,6	3,46	2,42
11	12,2	0,14	8,5	0,09	10,5	7,3	0,12	0,08	7,1	0,08	5,0	0,08	0,05
12	3,1	0,03	2,2	0,03	3,5	2,5	0,04	0,03	4,2	0,05	2,9	0,05	0,03
13	1,8	0,02	1,3	0,01	1,6	1,0	0,02	0,01	1,6	0,02	1,0	0,02	0,01
14	33,2	0,37	23,1	0,26	33,2	23,1	0,37	0,26	33,2	0,37	23,1	0,37	0,26
15	5,1	0,06	3,5	0,04	5,1	3,5	0,06	0,04	5,1	0,06	3,5	0,06	0,04

des Betons angenommen, daß der Mann, der den Karren schiebt, ausruhen darf, während andere Arbeiter den Karren beladen, weil das Betonfahren im Schubkarren eine besonders harte Arbeit ist.

Noch mehr als bei den Transporten kommt es hier zur Geltung, daß eigentlich erst die Kenntnis der Einheitszeiten für alle Arbeiten es ermöglicht, auf zahlenmäßiger Grundlage ein genaues Arrangement der Ausführung zu treffen und für die volle Beschäftigung jedes Mannes zu sorgen. Jetzt kann man auf dem Papier den ganzen Arbeitsgang abbilden, einerseits den Zeitbedarf aller in einem bestimmten Fall erforderlichen Einzelarbeiten aufstellen und andererseits die Leistungen so auf die Leute aufteilen, daß jedem sein richtiges Maß zufällt. Das oben angeführte Zahlenbeispiel für die Anordnung von 4 Mann zur Herstellung einer Mischung zeigt das Verfahren an einem einfachen Fall.

Über das Kapitel der Maschineneinrichtungen für das Betonieren kann ich hier rasch hinweggehen, da uns dasselbe nichts wesentlich Neues bietet. Besonderes Gewicht legt Taylor auf die automatische Abmessung der Materialien vor der Mischung. Selbstverständlich verlangt er, was ja auch bei uns schon gemacht wird, daß die ganze Anlage auf dem Papier entworfen, berechnet und festgelegt wird, bevor man sie in die Wirklichkeit übersetzt. Dabei sind besonders auch die Kosten der Einrichtung zu prüfen, und eine Anlage ist nur dann richtig getroffen, wenn die Summe der auf den Kubikmeter Beton bezogenen Werte der Anlagekosten, Betriebskosten und Löhne ein Minimum darstellt.

Für den allgemeinen Entwurf der Maschineneinrichtung sind drei Punkte bestimmend:

1. die Konstruktion des Betonbauwerkes,
2. die geforderte Tagesleistung,
3. die Gesamtmasse des Betons, der mit der Anlage hergestellt werden soll.

Beim ersten Punkt handelt es sich vor allem darum, wie die Betonmassen örtlich verteilt sind, ob sie auf eine kleine Fläche konzentriert oder in die Länge gezogen oder über eine große Fläche verteilt sind, weil man dementsprechend entweder eine große stationäre oder eine große fahrbare Anlage oder eine Gruppe von kleinen transportablen Anlagen vorzusehen hat. Die Detailkonstruktion hat sich aufs genaueste den örtlichen Verhältnissen anzupassen; dabei ist zu beachten, auf welchem Wege die Rohstoffe am besten zugeführt werden, ferner die Gestaltung des Geländes, auf welchem die Anlage zu erstellen ist, die Zeit, welche für die Aufstellung zur Verfügung steht, die verfügbaren Geldmittel, die vorhandenen Maschinen und Konstruktions-

materialien, die örtlichen Kosten des Baumaterials für Gerüste usw.

Die Einschaltung von Zwischenbehältern ist nötig, um die einzelnen Betriebsteile voneinander unabhängig zu machen und sollte besonders am Auslauf der Mischmaschine nicht vergessen werden. Für den Transport der Rohstoffe und des Betons werden anscheinend in Amerika häufig Transportbänder benützt, was man auch bei uns früher schon versucht hat. Eine weitgehende Verwendung finden Rutschen und Rinnen; von dem Schwerkraftsystem, das drüben von einer eigenen Unternehmungsgesellschaft auf den Baustellen eingerichtet wird, hat man vor einiger Zeit in deutschen Zeitschriften verschiedenes gelesen.

Bei der Kostenberechnung der Anlagen ist die jährliche Ausnutzungsdauer der Maschinen sehr wichtig. Bei einer der größten Betonbaugesellschaften der Union sind die Mischmaschinen durchschnittlich 160 Tage im Jahr gelaufen. Man soll aber besser auch für Maschinen, die auf den meisten Baustellen Verwendung finden, nur 100 Tage rechnen; bei anderen muß man noch vorsichtiger sein. Die jährliche Abschreibung wird mit 25%, die Verzinsung mit 6% vom Anschaffungswert belastet. Taylor gibt weiterhin eingehende Beschreibungen einer Reihe von typischen Betoniereinrichtungen mit Konstruktionszeichnungen, Leistungs- und Kostenangaben und gibt auch Tabellen für die Anschaffungskosten von Antriebs- und Mischmaschinen und von Seilbahnen, Transportriemen und Kranen und deren Kraftbedarf.

In welcher Weise nun Taylor den Betonierbetrieb der maschinell eingerichteten Baustelle untersucht, das kann man sich nach dem Bisherigen schon gut vorstellen. Die Prozentsätze, die zu den unmittelbar beobachteten Einheitszeiten für Störungen und sonstige Pausen zu addieren sind, um die Dauerleistung berechnen zu können, betragen für Karrenschieben 10% für Beschicken und Entleeren der Mischmaschinen 50% (nur bei Betrieben, die auf Grund von Zeitstudien genau ineinandergreifend angeordnet sind, genügt ein geringerer Prozentsatz), für das Arbeiten der Aufzüge und Kranen 30% und für das Verkarren des Betons 40%; sie sind aber auch noch von der Organisation und der Beaufsichtigung der Arbeit abhängig. Bei den Betonarbeiten für Hochbauten pflegt der Zeitbedarf für den Transport der Rohstoffe (insbesondere für die Posten 3 bis 6 der Tafel XI) viel größer zu sein, als im streng geordneten Betrieb, so daß hierfür zu den angegebenen Zahlen 50% addiert werden müssen.

Die üblichen Trommelmischer brauchen für das Mischen allein ohne Beschicken 0,7 Min.

Tafel XI.

**Einheitszeiten beim Maschinenmischen.**

Die mit E bezeichneten Zeilen geben Einmannszeiten, die mit M bezeichneten geben die einfache Zeitdauer der Arbeit an und sind mit der Anzahl der beteiligten Mann zu multiplizieren, um den Lohnaufwand zu ergeben.

Die Zahlen für „rasche Arbeiter“ sind aus den nachstehenden Zahlen für Durchschnittsarbeiter durch Multiplizieren mit 0,7 zu erhalten.

Die Tafel XI bezieht sich nur auf die Ausgaben für Löhne; nicht für Maschinenbenützung.

Posten Nr.	Einzelarbeiten	Leistungseinheit	Reine Arbeitszeit Min.	Zuschlag für Pausen und Störungen %	Gesamter Zeitbedarf Min.
<b>Geschwindigkeit des Arbeiters mit Last</b>					
1	Mann mit Traglast gehend, Hinweg oder leerer Rückweg . . . . .	100 m	1,52	30	1,97
2	Schubkarren schieben, Hinweg oder leerer Rückweg	100 „	1,58	10	1,74
<b>Plateauwagen ausladen</b>					
3	Sand abladen mit der Schaufel von offenen Plattwagen ohne Seitenbretter . . . . .	E cbm	6,3	30	8,2
4	Kies oder Schotter abladen mit der Schaufel von offenen Plattwagen ohne Seitenbretter . . . . .	E „	9,6	30	12,4
5	Sand vom Wagen über die Seitenbretter weg auf den Haufen oder in einen Behälter schaufeln. . . . .	E „	17,0	30	22,0
6	Kies oder Schotter vom Wagen über die Seitenbretter weg auf den Haufen oder in einen Behälterschaufeln	E „	24,5	30	31,7
<b>Sand zur Mischmaschine fahren in Schubkarren von 85 l Inhalt</b>					
7	Karren bereitstellen zum Einschaufeln. . . . .	E cbm	1,7	50	2,6
8	Sand in die Karren schaufeln. . . . .	E „	8,9	50	13,2
9	100 m fahren einschließlich leerer Rückfahrt . . . . .	E „	37	10	41
10	Den Karren kippen. . . . .	E „	1,0	50	1,5
<b>Kies oder Schotter zur Mischmaschine fahren in Schubkarren von 85 l Inhalt</b>					
11	Karren bereitstellen zum Einschaufeln . . . . .	E cbm	1,9	50	2,8
12	Kies oder Schotter in die Karren schaufeln . . . . .	E „	12,3	50	18,5
13	100 m fahren einschließlich leerer Rückfahrt . . . . .	E „	37,2	10	40,8
14	Den Karren kippen . . . . .	E „	1,4	50	2,1
<b>Sand und Kies oder Schotter zur Mischmaschine zufahren in Rollwagen auf Gleis</b>					
15	Sand in den Wagen schaufeln . . . . .	E cbm	19,5	50	29,2
16	Kies oder Schotter in den Wagen schaufeln . . . . .	E „	24	50	36
17	Wagen fertig stellen zum Abfahren . . . . .	M Wag.	0,31	50	0,46
18	Wagen auf Gleis 100 m weit schieben einschließlich Rückfahrt. . . . .	M „	5,1	50	7,7
19	desgl. als Einmannszeit . . . . .	E cbm	20	50	30
20	Wagen mit 0,85 cbm trockenem Inhalt kippen in Behälter oder Aufzugkasten . . . . .	M „	2,4	50	3,6

Posten Nr.	Einzelarbeiten	Leistungseinheit	Reine Arbeitszeit Min.	Zuschlag für Pausen und Störungen %	Gesamter Zeitbedarf Min.
<b>Zement zugeben</b>					
21	Einen Zementsack auf die Schulter nehmen . . . . .	Sack	0,30	50	0,45
22	desgl. 100 m weit tragen einschl. Rückkehr	"	3,9	30	5,0
23	Den Strick aufschneiden . . . . .	"	0,11		
24	Den Zementsack 1/2 m herziehen . . . . .	"	0,08		
25	Den Zementsack in den Kasten oder Behälter kippen	"	0,13	50	0,20
<b>Beschicken der Mischmaschine von einem Behälter aus oder mittels Materialaufzug</b>					
26	Den Aufzugskasten hochziehen . . . . .	M Mischg.	0,21	50	0,32
27	Mischtrommel von 420 l Inhalt durch Kippen des Aufzugskastens oder aus einem Behälter füllen . . .	M "	0,22	50	0,33
28	desgl. . . . .	M cbm	0,75	50	1,13
29	Kippen der Mischtrommel in einem Zug . . . . .	M Mischg.	0,18	50	0,27
<b>Beton hochziehen im Vertikalaufzug</b>					
30	Den Aufzugskasten an der Mischmaschine füllen . .	M cbm	0,92	30	1,19
31	desgl. hochziehen für je 3 m Höhe . . . . .	M Kasten	0,08	30	0,10
32	Kippen des Aufzugskastens in einen Behälter . . . .	M cbm	0,87	30	1,13
33	Herunterlassen des Aufzugskastens für je 3 m Höhe	M Kasten	0,03	30	0,04
<b>Verfahren des Betons in Schubkarren von 37 l Fassungsvermögen (für nassen Beton)</b>					
34	Den Karren unter den Behälteraustauslauf stellen . . . .	Karren	0,10	40	0,14
35	desgl. aus dem Behälter füllen . . . . .	"	0,06	40	0,08
36	100 m fahren, einfacher Weg . . . . .	"	1,58	10	1,74
37	Den Karren entleeren. . . . .	"	0,20	40	0,28
38	Den leeren Karren umwenden . . . . .	"	0,06	40	0,08
39	Den Karren aus dem Behälter füllen einschl. Hinstellen	E cbm	4,4	40	6,1
40	100 m fahren einschl. Rückkehr. . . . .	E "	86	10	94
41	Den Karren entleeren . . . . .	E "	5,5	40	7,7
42	Den leeren Karren umwenden . . . . .	E "	1,6	40	2,3
<b>Beton fahren in Wagen auf Gleis</b>					
43	Wagen füllen an der Mischmaschine (850 l) . . . . .	M Wagen	0,60	40	0,84
44	" bereitstellen zum Wegfahren . . . . .	M "	0,31	40	0,43
45	" auf Gleis 100 m schieben einschl. Rückfahrt . .	M "	2,6	40	3,6
46	" entleeren . . . . .	M "	0,55	40	0,77
<b>Einbringen des Betons</b>					
47	Beton vom Boden in Schubkarren schaufeln . . . . .	E cbm	19,6	30	25,5
48	" " " " Rollwagen schaufeln . . . . .	E "	27,0	30	35,1
49	Plastischen Beton ausbreiten und stampfen . . . . .	E "	53	30	69
50	Ein Gleisstück von 3 1/2 m Länge rücken . . . . .	E "	2,9	30	3,8

was man keinesfalls verkürzen darf. Für Mischmaschinen, die auf einmal entleert werden, muß der Betonwagen mindestens ebenso viel Fassungsraum haben als die Trommel, da sonst durch das Zurückkippen und Wagenwechseln sehr viel Zeit verloren geht. Bei den Betonauflügen hat man in Amerika das alte System, bei welchem die ganzen Wagen auf eine Plattform gesetzt und hochgezogen werden, aufgegeben und benützt allgemein Kübel, die unten gefüllt werden und oben selbsttätig kippen. Wenn möglich, wird natürlich direkt in die Betonrinnen gekippt, so daß dort die Bedienung überflüssig wird. Verstellen der Einrichtung, Verlegen der Gleise usw. muß außerhalb der regelmäßigen Arbeitszeit gemacht werden. Zum Einbringen des Betons braucht man bei plastischem Beton für je  $8\frac{1}{2}$  cbm pro Tag einen Mann, bei nassem Beton für je 14 cbm. Im Eisenbetonhochbau werden meist 4 Mann dafür angestellt.

Die Haupttabelle gibt auch hier zunächst den Zeitbedarf aller vorkommenden Einzelarbeiten, wie aus dem beistehenden Auszug (Tafel XI) zu ersehen ist.

Aus dieser Haupttabelle sind nun verschiedene andere aufgebaut. Die nächste Tabelle gibt die reine Zeitdauer, in der die Mischmaschine und die für den zugehörigen Betrieb erforderliche Mannschaft eine Mischung herstellen kann, und daraus die größte mögliche Dauerleistung der Mischmaschine für eine Reihe von verschiedenen Transportverhältnissen. Wenn man beispielsweise Beton 1 :  $2\frac{1}{2}$  : 5 mit einer Maschine mischt, bei der jede Füllung ein gestampftes Betonvolumen von 293 l ergibt, so berechnet sich die Leistung unter der Annahme, daß die Maschine selbst ihren Materialaufzug antreibt und daß in einen Behälter oder in genügend große Rollwagen auf Gleis gekippt wird, folgendermaßen (Zeiten für Durchschnittsarbeiter einschließlich Zuschlägen für Pausen und Störungen nach den angedeuteten Posten der Tafel XI):

26. Den Aufzugskasten hochziehen . . . . .	0,32 Min.
27. Mischtrommel füllen . . . . .	0,33 „
Mischen und nassen $1,5 \times 0,7 =$ . . . . .	1,05 „
29. Kippen der Mischtrommel . . . . .	0,27 „
Je nach Maschinentype evt. noch	
Einstellen des Auslaufs und Zurück-	
kippen $2 \times 0,18 =$ . . . . .	0,36 „
Zeitbedarf für eine Mischung. . . . .	2,33 Min.
Anzahl der Mischungen pro Stunde $60 : 2,33 =$	25,7,
Anzahl der gemischten Kubikmeter pro Stunde	$25,7 \times 0,293 = 7,5$ cbm gestampftes Volumen.

Werden oberhalb der Mischmaschine Vorratsbehälter für die Rohstoffe angeordnet, aus welchen diese direkt in die Mischtrommel rutschen können, so fällt das Hochziehen des Aufzugskastens weg, während die übrigen Zeiten die gleichen bleiben; der Zeitbedarf pro Mischung wird dann 2,01 Min.,

die Anzahl der Mischungen pro Stunde 29,85, was 8,7 gestampften cbm pro Stunde entspricht.

Die weiteren Tabellen geben in sinnreicher Weise stärkere Zusammenfassungen, sodaß man die Maschinenkosten, den Lohnaufwand, die Gesamtkosten und die Leistungen für verschieden gruppierte Verhältnisse, für verschiedene Maschinengrößen, für verschiedene Ausnutzung der Maschine, verschiedene Mischungsverhältnisse usw., sofort entnehmen kann.

Alle diese Tabellen, die für die praktische Benutzung auf der Baustelle und bei der Kalkulation zugerichtet sind, wurden aus den vorher gegebenen Einheitszeiten aufgebaut; das ist das Wichtigste an der Sache. Das weitläufige Material der Zeitstudien ist die einzig mögliche Grundlage, um solche Tabellen aufzustellen, die sich nun durch einfaches Kombinieren ergeben. Aus den bisher üblichen Gesamtzeiten und Durchschnittswerten hätte man solche Tabellen nie zusammenbringen können, und wenn, so wären sie nur Anhaltspunkte gewesen, die man nach jeder neuen Beobachtung hätte korrigieren müssen. Wenn wir die Taylorschen Tabellen, beziehungsweise ähnliche Ausarbeitungen aus eigenen Beobachtungen haben, dann sind die der feste Maßstab, nach dem wir die tatsächlichen Gesamtleistungen als gut oder schlecht beurteilen. Ich glaube, gerade an den Taylorschen Tabellen für den Maschinenbetonierbetrieb mit ihrem stufenweisen Aufbau und fortschreitender Kombination läßt sich recht deutlich erkennen, daß das vorgeschlagene Verfahren das einzig richtige ist. Es wird wohl klar sein, daß es nun auf dem vorgezeichneten Weg der Leistungsstudien fast eine einfache Aufgabe geworden ist, auch einen komplizierten Betrieb so zu organisieren, daß alles richtig ineinandergreift und jeder Mann seine genau bestimmte und richtige Maß Arbeit zu tun hat. Viele Möglichkeiten des Betriebes lassen sich hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit schon jetzt mit dem vorhandenen Material (unsere Tafel XI ist ein Auszug aus einer dreimal so langen Liste Taylors) genau beurteilen.

Über das Kapitel, das sich mit den Eiseneinlagen befaßt, können wir rascher weggehen. Taylor gibt außer den üblichen Eisentabellen noch eine andere Anordnung, wie sie bei uns nicht eingeführt ist und wie ich sie früher schon selber versucht habe: nämlich für fortschreitende Bruchteile von Quadratzentimetern die möglichen Eisenanordnungen zusammenzustellen, für Platten und Balken getrennt.

Bei der Berechnung der Löhne für Biegen, Flechten und Einlegen stellt Taylor vor allem das für uns neue Prinzip auf: Die Berechnung der Löhne pro Kilogramm Eisen ist willkürlich und ungenau; man muß die Kosten pro Konstruktionsteil angeben. Tatsächlich gibt Taylor in ausführlichen

Tabelle XII.

**Zeitbedarf zur Herstellung von Säulenarmierung in Minuten pro Stück Säule.**

(Biegen, auf Böcken flechten und einlegen).

Die Angaben beziehen sich auf Durchschnittsarbeiter und enthalten bereits den Zuschlag für Störungen und Pausen.

Bügel sind in 30 cm Abstand angenommen. Andere Säulenhöhen sind zu interpolieren.

Durchmesser d. Längseisen m m	Durchmesser d. Bügeleisen mm	4 Längseisen			8 Längseisen		
		Säulenhöhe in m					
		1,80	3,60	5,40	1,80	3,60	5,40
12	5	45	79	120	71	125	186
18	6 1/2	49	95	140	79	149	220
25	8	62	118	180	100	188	276
32	9 1/2	73	139	208	120	228	336
38	9 1/2	84	163	240	144	273	401

Tabellen die Kosten der Eisenarbeit pro Stück Säule und pro Stück Träger, für verschiedene Längen, verschiedene Armierungen und verschiedene Ausführungsweisen (in der Schalung flechten oder fertige Gerippe einlegen). Bei der Plattenarmierung wird der Lohn pro Quadratmeter angesetzt. Ähnlich wird auch die Wandarmierung betrachtet, und schließlich wird die Knüpfarbeit noch getrennt behandelt, um besondere Anforderungen in dieser Richtung beachten zu können. Für den Eisentransport von Hand gibt Taylor Tabellen, aus denen sofort abzulesen ist, wieviel Stäbe von gegebenem Durchmesser und gegebener Länge auf ein Bündel gehen, das für 1, 2 oder 3 Mann eine angemessene Traglast bildet; die Last pro Mann ist dabei zu 27 kg angenommen.

Wenn man das erste Mal hört, daß Taylor die Eisenlöhne nicht pro Kilogramm sondern pro Konstruktionsteil angibt, dann ist man mißtrauisch hinsichtlich der Durchführungsmöglichkeit. Wenn man sich aber richtig darein versetzt, so kann man nicht genug staunen über die Richtigkeit und selbstverständliche Treffsicherheit, mit der hier diese Punkte behandelt sind. Und wenn wir aufrichtig sein wollen: Hat man dieses fertige Material vor sich, sieht man, wie dieser Mann aus seinen Tabellen heraus bei jeder vorkommenden Bauarbeit auf vollkommen exakte Weise und alle Einflüsse berechnend sagen kann, wie lange der Arbeiter daran zu schaffen hat und was sie dem gutgeleiteten Betrieb kosten wird und kosten darf, dann hat man das Gefühl, das wir bisher blind und ohnmächtig herumgetappt sind.

Aus den Tabellen ist natürlich auch ersichtlich, daß es bei den Säulen billiger kommt, auf den Böcken fertig zu flechten als in der

Tabelle XIII.

**Zeitbedarf zur Herstellung von Trägerarmierung in Minuten pro Stück Trägerfeld.**

(Biegen, einlegen und flechten).

Die Angaben beziehen sich auf Durchschnittsarbeiter und enthalten bereits den Zuschlag für Pausen und Störungen.

Andere Trägerlängen sind zu interpolieren.

Durchmesser der Längseisen mm	Durchmesser der Bügeleisen mm	Anzahl der Längseisen	Gerade Stäbe	Beiderseits aufgebogen	Trägerlänge zwischen den Säulachsen			Angenommene Bügelanzahl	Angenommene Bügellänge cm
					3 m	6 m	9 m		
					12	6 1/2	3		
		3	1	2	33	45	52	4	61
		4	2	2	46	56	67	6	71
		5	2	3	53	67	82	6	76
		6	3	3	66	82	98	8	86
		8	4	4	92	110	134	12	102
18	6 1/2	3	2	1	71	92	102	14	89
		3	1	2	59	74	89	8	89
		4	2	2	85	105	125	14	102
		5	2	3	96	123	149	14	114
		6	3	3	122	156	188	20	127
		8	4	4	167	211	254	28	145
25	9 1/2	3	2	1	83	109	136	12	122
		3	1	2	69	100	126	6	122
		4	2	2	99	137	172	12	142
		5	2	3	122	153	210	12	158
		6	3	3	145	201	253	16	173
		8	4	4	201	277	350	22	203
32	12	3	2	1	99	138	175	10	152
		3	1	2	95	136	175	6	152
		4	2	2	126	178	225	10	173
		5	2	3	155	222	281	10	196
		6	3	3	190	267	338	14	216
		8	4	4	261	378	487	20	248

Schalung zu flechten, während es bei den Trägern umgekehrt ist. Für die Detailkonstruktion der Armierung gelten in der Union die Vorschriften einer Fachvereinigung; die Träger bekommen nur eine geringe Anzahl Bügel in der Nähe der Auflager. Die Armierung ist durchweg kräftig und einfach und weist größere Durchmesser und größere Abstände auf wie bei uns, was ein exakteres Einlegen erlaubt und weniger Beschädigungen des fertigen Geflechtes zur Folge hat. Dadurch erklären sich auch die sehr niedrigen Zahlen, die Taylor als Durchschnitt für den Gesamtlohn auf Armierung pro Gewichts-

einheit gibt, beispielsweise 1,5 Pf. pro Kilogramm für normale Eisenbetonkonstruktionen (bei 50 Pf. Stundenlohn).

Der allgemeine Eindruck, den Taylor von der Eisenarbeit auf den Baustellen hatte, lautet wörtlich, daß durch systematisches Arrangement „ein ganz schrecklicher Fortschritt“ möglich ist.

Tafel XIV.

**Zeitbedarf zur Herstellung von Plattenarmierung in Minuten pro 10 qm.**

Die Angaben enthalten bereits den Zuschlag für Pausen und Störungen und gelten für Durchschnittsarbeiter; für rasche Arbeiter braucht man nur  $\frac{2}{3}$  der angegebenen Zeiten.

Als Verteilungseisen sind überall Eisen von 9 mm  $\varnothing$  in 60 cm Abstand angenommen.

Säulenabstand m	1 Trägerfeld pro Säulenfeld (4 Biegungen pro Säulenfeld)			2 Trägerfelder pro Säulenfeld (8 Biegungen pro Säulenfeld)			3 Trägerfelder pro Säulenfeld (12 Biegungen pro Säulenfeld)		
	Durchmesser der Trageisen in mm								
	9	12	16	9	12	16	9	12	16
<b>10 cm Abstand der Trageisen</b>									
3,0	147	170	212	212	234	280	261	290	352
4,5	128	152	192	172	196	240	208	237	289
6,0	115	139	178	145	170	212	172	202	247
9,0	104	128	165	125	138	189	143	171	213
<b>15 cm Abstand der Trageisen</b>									
3,0	101	118	142	139	160	190	180	200	234
4,5	89	106	128	118	135	162	146	164	194
6,0	82	97	118	102	119	143	122	140	168
9,0	71	87	111	85	100	127	97	116	144
<b>20 cm Abstand der Trageisen</b>									
3,0	75	86	109	125	142	166	132	151	180
4,5	67	78	98	100	115	138	105	123	148
6,0	60	71	91	84	99	120	87	103	126
9,0	55	66	85	70	84	105	71	91	109

Der Höhepunkt seines Buches ist die Behandlung der Schalung; hier ist sein System am besten ausgebaut. Er sagt selbst, daß die Anwendung auf diesen Teil am leichtesten und am erfolgreichsten möglich ist. Bei den Rüstungen für Bogen und Kanäle beschränkt er sich darauf, eine Reihe von sehr guten Ausführungsbeispielen abzubilden und zu besprechen. Es fällt uns auf, daß er empfiehlt, bei den Keilen die Gleitflächen zu hobeln und einzufetten. Bei einer von mehre-

ren Bogenrippen getragenen Brücke von 85 m Spannweite kam ein eiserner Dreigelenkbogen als Gerüst zur Anwendung, der von einer Rippe zur nächsten verschoben wurde. Taylor beschreibt überhaupt viel Interessantes an fahrbaren Rüstungen und eisernen Schalungen. Die Kosten der Bogenrüstungen setzt er proportional der Summe von Höhe und Spannweite und gibt auf empirischer Grundlage eine Kurve für die benötigte Holzmenge, aus der wir die folgenden Werte entnehmen:

Summe von Spannweite und Höhe in Metern . . . .	10	20	30	40	50
Erforderliche Kubikmeter Rüstholz pro Meter Bogenbreite	2,0	4,0	8,0	16,6	25,6.

Bei den Eisenbetonschalungen hat sich Blech wegen der geringen Steifigkeit bei mäßigen Stärken nicht einbürgern können; eher könne man Wellblech benützen. Taylor schlägt vor, alles Schalholz beiderseits hobeln und an den Rändern säumen zu lassen; Feder und Nut sei sehr üblich. Hinsichtlich der Brettstärke bemerkt er, daß nach seinen genauen Beobachtungen für Säulen Schalholz von 25 mm Dicke beim Vorrichten um 16% und beim Aufstellen um  $7\frac{1}{2}\%$  billiger kommt als 38 mm starkes; für mehrmalige Verwendung ist jedoch das dickere vorzuziehen, da es öfter wieder benutzt werden kann, auch darf man den Querhölzern einen größeren Abstand geben. Im allgemeinen soll man 25 mm-Ware für Plattenschalung und für die Seitenflächen der Träger verwenden, 50 mm für Trägerböden, 38 mm für die Säulen. Taylor zieht grundsätzlich altes Holz, soweit es noch nicht beschädigt ist, dem neuen vor. Die Bestellung soll auf genaue Längen und Breiten auf Grund eines Verzeichnisses erfolgen, das aus der Schalungszeichnung herausgezogen ist. Für die vorherige Abschätzung des Holzbedarfes dagegen soll man den Bedarf an Querhölzern und Sprießen durch schätzungsweise Annahme einer größeren Brettstärke, von 5 bis 12 cm, berücksichtigen, kann man die gleiche Schalung bei Mauern etwa 16mal, bei Säulen und Trägern 10mal, bei Deckenschalungen 6mal verwenden, 25 mm-Bretter vorausgesetzt. Bei Hochbauten solle man im allgemeinen damit rechnen, daß man das  $1\frac{1}{2}$ fache der Stockwerkschalung braucht. Dies genüge bei gutem Wetter, wenn man für die Herstellung jedes Stockwerks eine Woche Zeit hat. Einige große Unternehmer

würden sogar grundsätzlich bloß eine Stockwerk-schalung und weiteres Holz für Trägerböden und Sprieße verwenden. — In Stuttgart habe ich es erlebt, daß bei einem Fabrikgebäude von 7 Stockwerken die Bauleitung erst verlangte, man müsse den Keller und das ganze Haus voll in der Schalung stehen lassen, bis das Dach betoniert sei, und wie wir am dritten Stock bauten, mußten wir bitten, daß man uns den Keller ausschalen ließ, und dann mußten noch die Träger unter-sprießt bleiben. Daß dieser Bau ein ganz unheimliches Holz gekostet hat, ist klar. Eine Revision der bei uns üblichen Anschauungen in diesem Punkte dürfte wesentlich dazu beitragen, unsere Eisenbetonbauten zu verbilligen. In der kalten Jahreszeit muß man natürlich mit langen Ausschallfristen rechnen; dies ist bei Winterbauten schon in der Kalkulation zu berücksichtigen und von einem allgemein gültigen Preis für den Quadratmeter Schalung kann deshalb gar keine Rede sein. Taylor gibt als normale Ausschallfristen bei gutem Sommerwetter folgende Zahlen: Mauern 1 Tag, oder bis man mit dem Daumen keinen Eindruck mehr machen kann; dünne Mauern 2 Tage, Säulen 2 Tage, Deckenplatten bis 2 m Spannweite und Trägerseiten 6 Tage, Trägerböden 2 Wochen, Bögen 1—4 Wochen. Auch hängt die Ausschallfrist vom Verhältnis von Eigen-gewicht und Nutzlast ab.

Die Herstellung der Schalungen hat immer nach genauer Zeichnung zu geschehen, und wenn auch ein erfahrener Zimmerpolier besser ist wie ein schlechter Zeichner, so darf man doch die Konstruktion der Schalung nicht dem Polier allein überlassen, weil sonst viel zu viel Holz verschwendet wird. Beim Entwurf ist darauf zu achten, daß die einzelnen Teile der Schalung in nachstehender Reihenfolge entfernt werden können:

1. Säulen,
2. Trägerseiten,
3. Plattenschalung,
4. Trägerböden.

Schalungen für Mauern zwischen Pfeilern macht man am besten aus zwei Teilen, Deckenfelder aus vier Teilen, damit sie nicht hängen bleiben. Will man die Trägerschalungen in einem Stück abnehmen, so soll man sie oben etwas weiter machen als unten. Die Stockwerkhöhen sollen womöglich für das ganze Gebäude konstant bleiben und bei den Säulen soll man lieber mit der Armierung stark wechseln, als den Durch-messer ändern. In einem Fall wurde bewiesen, daß die Verringerung des Säulendurchmessers für das nächste Stockwerk zwar an Beton eine Ersparnis von 9,70 Mark, an Schalungskosten aber einen Mehraufwand von 24 Mark pro Säule zur Folge hatte. Überdies ändern sich auch noch die Längen der Trägerschalungen.

Bei der Berechnung der Deckenschalungen wird die Belastung durch den Baubetrieb mit 365 kg/qm in Rechnung gestellt. Für die Säulen- und Wandschalung ist es wichtig, wie lange der Seitendruck des Betons bei zu-nehmender Erhärtung und gleichzeitigem Höher-einfüllen wächst. Der größte auftretende Druck hängt natürlich von der Temperatur und von der Geschwindigkeit ab, mit der das Betonieren nach oben fortschreitet. Ein Major Shunk hat hierüber genaue Messungen angestellt und Taylor druckt dessen Tafel ab. Wenn man beispiels-weise 1,2 m pro Stunde an Höhe einfüllt, so ist der größte auftretende Seitendruck bei 16° C 4,8 t/qm, bei 60 cm Höherrücken pro Stunde nur 2,9 t/qm, bei 2½ m Fortschritt in der Höhe dagegen fast 7 t/qm. Bei geringerer Temperatur sind diese Zahlen noch viel größer, bei 4° C beispielsweise sind die Drucke um 30—45 % größer als die eben angegebenen für 16° C. Für diesen Druck müssen natürlich die Säulen- und Wand-schalungen berechnet werden. Daß die Ver-steifungen und Absprießungen der Schalung, wenn man sie auf diesem Wege genau berechnet, oft ganz anders aussehen, als unsere Poliere sie machen, liegt auf der Hand.

Die Arbeit beim Vorbereiten der Schalung muß so systematisch als möglich arrangiert werden. Die gleichen Leute sollen möglichst immer die gleichen Teile herstellen; die vor-gerichteten Stücke müssen nach einem genau festgelegten und schon in den Plänen an-gegebenen System bezeichnet werden. Der Zimmermann schafft ständig an seiner Werkbank, das Hinbringen des Holzes und das Wegholen der fertigen Stücke wird von einer getrennten Gruppe von Tagelöhnern besorgt. Das Umarbeiten der Schalung auf veränderte Abmessungen soll auf der Decke oben gemacht werden, damit man das Holz nicht hinauf- und herunterschaffen braucht. Natürlich muß dann auch die Kreissäge immer von einem Stockwerk zum nächsten ver-setzt werden. An Gerüsten und Treppen soll ja nicht gespart werden; von besonderer Wichtig-keit ist es, daß die Schalungen beim Vorrichten so genau gearbeitet werden und daß sie beim ersten Aufstellen so genau ins Senkel und in die Richtung gestellt werden, daß alles Nach-arbeiten wegfällt. Nur das Unterkeilen der Sprieße und das Durchnivellieren und Nach-ziehen der Keile vor dem Betonieren wird man nie entbehren können. Den Balken soll man einen Stich geben von 2 mm pro m Spannweite. Sehr praktisch sind Nägel mit doppeltem Kopf, einem, der wie gewöhnlich die Grenze für das Eintreiben gibt, und einem überstehenden; sie sind sehr bequem auszuziehen und können auf der Luftseite der Schalung überall Verwendung finden. Das Ölen der fertig aufgestellten Scha-

lungen, das in Amerika anscheinend allgemein gemacht wird des leichteren Ausschalens wegen und das sicher der Nachahmung wert wäre, muß von Tagelöhnern besorgt werden und nicht von Zimmerleuten.

Das Vorbereiten der Schalungsformen kann durchaus nach Werkstättenart organisiert werden. Genaue Zeichnung mit Nummerierung

arbeitet ein Mann, die übliche Gruppierung zu zweien verwirft Taylor. Rohmaterial und fertige Tafeln werden im rechten Winkel zur Werkbank aufgestapelt.

Taylor gibt nun Konstruktionszeichnung und detaillierteste Beschreibung von 7 verschiedenen Formen für rechteckige Innensäulen; die in beistehender Figur dargestellte Schalung soll nach den Zeitstudien eine der besten und wirtschaftlichsten Formen sein. Sie ist rasch aufzustellen und leicht zu entfernen, braucht wenig Nagelung und läßt sich insbesondere leicht auf andere Querschnittsgrößen verändern. Taylor zeichnet weiter verschiedene Anordnungen für Außensäulen,

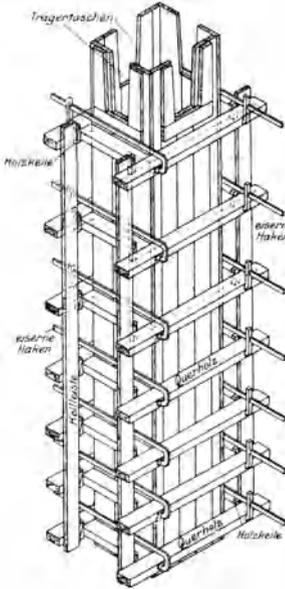


Fig. 1.  
Säulenschalung mit eisernen Haken und Keilleiste.

aller Teile und entsprechenden Stücklisten, Bestellung der Hölzer auf genaues Maß, entsprechendes Herrichten der Werkbänke, Zusammenfassung aller gleichartigen Stücke sind die wichtigsten Regeln hierfür. Um die einzelnen Tafeln herzustellen, werden auf die Arbeitsbänke (vergl. Fig. 1 und 2\*) Leisten genagelt, zwischen welche die Querhölzer zu liegen kommen, ohne daß der Zimmermann sich um ihre richtige Lage zu kümmern braucht; auf die Querhölzer werden die Schalbretter gelegt und auch durch Anschläge so geführt, daß sie von selbst richtig zu liegen kommen; dann wird systematisch genagelt und die fertige Tafel beiseite gelegt. An jeder Bank

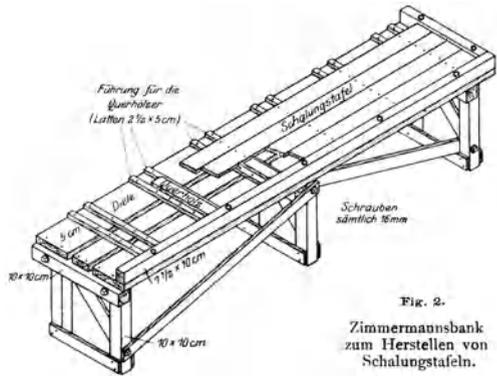


Fig. 2.  
Zimmermannsbank zum Herstellen von Schalungstafeln.

Achtecksäulen, verschiedene Träger- und Plattenschalungen usw. Bei den von Stockwerk zu Stockwerk abnehmenden Säulenschalungen ist es zweckmäßig an einem Rand jeder Tafel einige schmale Brettstreifen nebeneinander zu nageln, von denen man später nach jedem Stockwerk einen entfernt, um die Abnahme in der Seitenbreite zu erzielen. Neben das offengelassene Reinigungsloch am Fuße der Säule nagelt man gleich das Ersatzbrett lose an, damit es beim Beginn des Betonierens zur Hand ist. Bei den Säulenschalungen werden drei Seiten zusammengesetzt und die vierte erst nach dem Aufstellen angebracht, dann vermeidet man das Hochheben über die heraufstehenden Säuleneisen. Bei den Trägerschalungen soll die Bodendiele die gleiche Breite haben wie der Träger und die Seitenteile sollen nach unten vorstehen, damit sie leicht zuerst entfernt werden können. Die Anordnungen der Ausschnitte in den Seitenteilen der Unterzüge für die Einmündung der Nebenträger usw. werden im Detail besprochen. Die Plattenschalung wird bei manchen Anordnungen gar nicht auf die Unterstützungshölzer festgenagelt. Wenn die Balken in den oberen Stockwerken schmaler werden benutzt man die gleichen Tafeln

\*) Die beiden Figuren entnehme ich den Tafeln, welche mir von den Herren Frederick W. Taylor und Sanford E. Thompson für den Vortrag zur Verfügung gestellt wurden.

für die Deckenplatten wie unten und überdeckt die Lücken mit einem Streifen von Zinkblech. Besonders einfach ist die Schalung der trägerlosen Decken; die Säulenkapitäre werden hierbei aus Blechformen gebildet. Auf die schwierige Herstellung und komplizierte Absprißung von Hauptgesimsen wird besonders aufmerksam gemacht. Bleibende Gerüste, zumal Aufzugsgerüste, sollen ganz mit einer charakteristischen Farbe gestrichen werden, damit, auch wenn sie zerlegt sind, kein Stück davon weggenommen werden kann.

Eine Reihe von Tabellen behandelt zunächst den wirtschaftlichen Entwurf der Schalung. Der Berechnung ist meist ein Biegemoment von  $p l^2 : 10$  oder eine Durchbiegung von  $\frac{3}{384} \cdot \frac{p l^4}{E J}$  zugrunde gelegt, wobei als größte Biegespannung 84 kg/qcm und als größte Durchbiegung 3 mm zugelassen werden. Eine Tabelle gibt zunächst den zulässigen Abstand der Querhölzer: Dabei wechselt die freie Länge und der Querschnitt der Querhölzer sowie die Stärke der Eisenbetonplatte. Eine andere Tabelle gibt den Abstand der Unterzüge oder Streichhölzer, die unter Querhölzern von gegebener Stärke und gegebener Belastung erforderlich werden, eine andere den Abstand der Sprieße unter den Balken. Schließlich werden noch ausführliche Diagramme für den Abstand der Säulenkränze auf Grund der oben berührten Seitendrucke des Betons für verschiedene Holzstärken und Säulenabmessungen gegeben. Wir verzichten auf die Wiedergabe derartiger Tabellen, da man ähnliche jederzeit leicht berechnen kann.

Der Holzbedarf für die Schalung wird meist unterschätzt. Im Durchschnitt müsse man rechnen, daß einschließlich der Absprißung das  $\frac{3}{2}$ fache an Holzvolumen nötig ist als die Schalbretter allein ausmachen. Ich glaube, dieser Durchschnittswert wird auch bei uns jedermann überraschen. Taylor gibt noch genaue Tabellen für den Holzbedarf pro Stück Träger, Säule und Platte unter den verschiedenen möglichen Annahmen. Diese Tabellen sind denen für das Gewicht der Gesamtarmierung der Konstruktionsteile ganz analog, haben aber natürlich nur dort einen Zweck, wo alle Schalung systematisch konstruiert und nach Zeichnung gearbeitet wird.

Um nun endlich auf den Arbeitslohn bei der Schalung zu kommen, so gilt hier zunächst ähnlich wie bei der Eisenarbeit der Satz: Den Schalungsaufwand vom Betonvolumen abhängig zu machen ist schlecht; diese Anschauung ist auch bei uns geläufig. Aber es ist auch schlecht ihn von der Quadratmeterzahl der Oberfläche abhängig zu machen, und das ist bei uns noch

durchaus Sitte. Wir müssen die Schalung pro Konstruktionsglied, also pro Stück rechnen, sagt Taylor und das ist ohne weiteres als das einzig Richtige anzuerkennen. Hierfür sind auch die Tabellen im Taylorschen Buch eingerichtet.

Eine Reihe von Tafeln beschäftigt sich zunächst mit den kleinen Arbeitselementen, die beim Vorbereiten und Aufstellen der verschiedenen Schalungssorten vorkommen. Um welche Einzelheiten, um welche Bruchteile von Minuten es sich dabei handelt, ist aus unserer Tafel XVIII zu ersehen. In langen Listen wird für 260 Posten der Zeitbedarf bei verschiedenen Holzstärken und bei verschiedener Arbeiterqualität angegeben; gleichzeitig wird angedeutet, bei welchen Schalungsarten die einzelnen Posten vorkommen. Unzweifelhaft ist damit die Sache restlos erschöpft, besonders wenn für jedes einzelne dieser Elemente durch gründliche Studien die beste Ausführungsart, die zweckmäßigsten Bewegungen ausfindig gemacht und festgelegt sind.

Natürlich sind aus diesen Tafeln wieder andere, weniger detaillierte aufgebaut. Zunächst solche, aus welchen der Zeitaufwand für das Vorbereiten oder das Aufstellen der Säulen-, Träger- oder Plattenschalung je nach den Abmessungen des Eisenbetons und der Brettstärke unter Voraussetzung eines streng systematisch organisierten Betriebes zu entnehmen ist. Andere Tabellen nach Art unserer Tafeln XV—XVII geben das Kalkulationsmaterial für den üblichen Betrieb, wobei Durchschnittsarbeiter vorausgesetzt sind; jedoch ist angenommen, daß der Transport der Hölzer durch Tagelöhner besorgt wird, so daß die Zeit hierfür nur mit dem halben Betrag eingesetzt ist und die angegebenen Zeitsummen mit dem Zimmermannslohn zu multiplizieren sind. Vorsichtigerweise soll man aber nochmal 10% aufschlagen, um den gewöhnlichen Verhältnissen am Bau Rechnung zu tragen. Die Herleitung dieser Zeitangaben ist aus Tafel XVIII zu ersehen; der letzte Aufschlag von 27% ergibt sich aus folgender Zusammenstellung:

Ausgabeposten	Prozentsatz zu den Einheitszeiten zu addieren	
	Herstellen	Aufstellen der Schalung
Poliere und Vorarbeiter . . . . .	7,5%	7,5%
Werkzeuge schärfen und ähnliche Arbeiten . . . . .	4,0	4,0
Arbeit auf der Kreissäge für Nebenarbeiten . . . . .	3,0	1,0
Herstellung der Werkbänke, Schablonen usw. . . . .	10,0	1,0
Für Hilfsgerüste und ähnliches Störungen durch das Wetter und sonstige Zufälle . . . . .	—	1,0
	2,5	2,5
	27,0%	17,0%

Tafel XV.

**Zeitbedarf zur Herstellung von Säulenschalung in Stunden pro Stück Säule.**

Vorausgesetzt ist Anordnung der Schalung entsprechend der Fig. 1 auf S. 36 mit eisernen Haken.

Beim Vorbereiten der Schalung ist Verwendung von neuem Holz vorausgesetzt; wenn altes Schalholz benützt wird, sind 90% zu den Zahlen der 2. bis 4. Spalte zu addieren.

Die angegebenen Werte gelten für 25 mm-Bretter (vor dem Hobeln gemessen); falls 50 mm-Dielen zur Verwendung kommen, sind beim Vorbereiten 30%, beim Aufstellen und Entfernen 20% zuzuschlagen.

Betonquer- schnitt der Säule  cm	Vorbereiten der Schalung bei verschiedenen Säulenhöhen			Erstmaliges Aufstellen und Entfernen			Wiederholtes Aufstellen und Entfernen bei gleichen Ab- messungen			Umarbeiten auf kleinere Ab- messungen samt Aufstellen und Ent- fernen		
	1,80	3,60	5,40	1,80	3,60	5,40	1,80	3,60	5,40	1,80	3,60	5,40
20 × 20	1,1	1,8	2,8	5,6	7,4	9,6	4,7	6,0	8,0	6,4	8,8	11,7
25 × 25	1,2	1,9	2,9	5,7	7,7	9,9	4,8	6,1	8,2	6,5	8,9	11,9
30 × 30	1,2	2,0	3,1	5,9	8,0	10,4	5,0	6,3	8,5	6,7	9,2	12,2
40 × 40	1,4	2,3	3,5	6,3	8,6	11,1	5,4	7,0	9,3	7,1	9,7	12,9
50 × 50	1,5	2,6	4,0	6,8	9,2	11,9	5,9	7,5	10,1	7,5	10,3	13,7
60 × 60	1,7	2,9	4,4	7,4	9,8	12,8	6,4	8,1	10,9	7,9	10,8	14,5
70 × 70	2,1	3,5	5,3	8,1	11,0	14,4	7,0	8,9	11,9	8,6	11,8	15,6
80 × 80	2,3	3,8	5,8	8,6	11,6	14,9	7,4	9,5	12,7	9,0	12,3	16,4
90 × 90	2,5	4,1	6,3	9,0	12,0	15,8	7,9	10,0	13,5	9,4	12,9	17,1

Tafel XVI.

**Zeitbedarf zur Herstellung von Hauptträgerschalung in Stunden für das Stück Hauptträgerfeld.**

Vorausgesetzt sind 2 Nebenträgerkreuzungen pro Hauptträgerfeld.

Beim Vorbereiten der Schalung ist Verwendung von neuem Holz vorausgesetzt; wenn altes Schalholz benützt wird, sind 90% zu den Zahlen der 2. bis 4. Spalte zu addieren.

Die angegebenen Werte gelten für 25 mm-Bretter (vor dem Hobeln gemessen); falls 50 mm-Dielen zur Verwendung kommen, sind beim Vorbereiten 15%, beim Aufstellen und Entfernen 20%, beim Umarbeiten 25% zuzuschlagen.

Trägerquer- schnitt unter- halb der Decke  cm	Vorbereiten der Schalung bei verschiedenen Trägerlängen			Erstmaliges Aufstellen und Entfernen			Wiederholtes Aufstellen und Entfernen bei gleichen Ab- messungen			Umarbeiten auf kleinere Ab- messungen samt Aufstellen und Ent- fernen		
	3 m	6 m	9 m	3 m	6 m	9 m	3 m	6 m	9 m	3 m	6 m	9 m
10 × 20	1,1	1,7	2,8	3,5	5,0	7,1	2,8	4,1	5,8	4,5	6,1	8,3
15 × 30	1,3	1,9	3,2	3,8	5,6	7,8	3,0	4,4	6,2	5,0	6,8	9,2
20 × 40	1,4	2,1	3,5	4,2	6,0	8,6	3,3	4,8	6,9	5,4	7,3	9,9
25 × 50	1,5	2,3	3,9	4,5	6,6	9,3	3,6	5,2	7,4	5,9	7,9	10,7
30 × 60	1,8	2,8	4,6	4,8	7,1	9,9	3,8	5,6	8,0	6,3	8,5	11,6
35 × 70	2,0	3,0	5,0	5,3	7,5	10,7	4,1	6,0	8,5	6,8	9,1	12,4
40 × 80	2,1	3,2	5,3	5,6	8,1	11,4	4,4	6,4	9,1	7,2	9,7	13,2

Die Zeitangaben nach Art der Tafel XV werden für die verschiedenen vorher beschriebenen Konstruktionstypen vollständig durchgeführt; man kann hieraus ersehen, welche der dargestellten Konstruktionen den kleinsten Arbeitsaufwand er-

fordert, wieviel Löhne man spart, wenn man alte Schalung ohne Verändern wieder verwenden kann, wieviel Mehrlöhne es kostet, wenn man eine alte Schalung umarbeitet anstatt eine neue zu machen usw. An Beispielen ist das alles

Tafel XVII.

**Zeitbedarf zur Herstellung von Plattenschalung in Stunden pro 10 qm.**

„3 Felder“ bedeutet die Anordnung, bei welcher der Nebenträgerabstand gleich dem Drittel des Säulenabstandes in gleicher Richtung ist.

Beim Vorbereiten der Schalung ist Verwendung von neuem Holz vorausgesetzt; wenn altes Schalholz benützt wird, sind 90 % zu den Zahlen der 1. bis 3. Spalte zu addieren.

Vorbereiten der Schalung			Erstmaliges Aufstellen und Entfernen			Wiederholtes Aufstellen und Entfernen bei gleichen Abmessungen			Umarbeiten auf kleinere Abmessungen samt Aufstellen u. Entfernen		
1 Feld	2 Felder	3 Felder	1 Feld	2 Felder	3 Felder	1 Feld	2 Felder	3 Felder	1 Feld	2 Felder	3 Felder
25 mm - Schalholz											
1,51	1,38	1,26	4,56	4,31	4,04	3,50	3,23	2,96	3,85	3,50	3,15
30 mm - Schalholz											
1,62	1,48	1,29	4,75	4,49	4,21	3,64	3,36	3,08	4,06	3,64	3,27

Tafel XVIII.

**Einzelarbeiten für Vorbereiten der Schalung.**

Beispiel: Für eine 3,60 m hohe Säule von 55 × 55 cm Querschnitt sollen nach Fig. 1 auf Seite 36 die 4 Schalungstafeln vorbereitet werden.

Schalbretter 25 mm stark und 15 cm breit.

Querhölzer 5 × 10 cm.

An Kränzen von Querhölzern sind nach statischer Berechnung 7 Stück erforderlich.

Einzelarbeiten	Stückzahl	Einzelzeit	Zeitbedarf pro Säule
Dreikantleisten durchschlitzen	4	Min. 1,47	5,88
Querhölzer			
5 × 10 cm auf Länge sägen	4 × 7	0,24	6,72
15 m weit zur Werkbank tragen	28	0,12	3,36
auf der Werkbank anlegen	28	0,13	3,54
Schalbretter			
an beiden Enden zurechtsägen ausschneiden für die Trägertaschen . . . . .	32	0,19	6,08
von 3,60 m Länge auf der Kreissäge säumen . . . . .	8	1,24	9,92
15 m weit tragen . . . . .	4	2,94	11,76
auf der Werkbank zurechtlegen . . . . .	16	0,30	4,80
mit Holzkeilen zusammenreiben . . . . .	16	0,40	6,40
	16	0,30	4,80

Einzelarbeiten	Stückzahl	Einzelzeit	Zeitbedarf pro Säule
Nagelstellen einmessen und anmerken . . . . .	16	0,05	0,80
Schalbretter auf die Querhölzer festnageln . . . . .	28	0,83	23,24
Schalungstafeln beiseitelegen auf den Haufen . . . . .	4	0,53	2,12
Besonderer Zeitbedarf für Herstellung des Reinigungsloches . . . . .	1	2,20	2,20
Brettstücke für die Trägertaschen			
2 1/2 × 10 cm zurechtsägen . .	12	0,12	1,44
15 m zur Werkbank tragen . .	4	0,09	0,36
auf den Schalungstafeln zurechtlegen . . . . .	4	0,30	1,20
festnageln . . . . .	4	0,74	2,96
Summe der Zeiten für vollständige Herstellung einer Säulenschalung			97,68 Min.,
Für unvermeidliche Störungen, weniger geschicktes Angreifen der Arbeit usw.		30 % =	29,30 „ „
			126,98 Min.,
Zuschlag für Aufsicht, Herstellung der Werkbänke, Witterungseinflüsse usw.		27 % =	34,28 „ „
			161,26 Min.
Gesamtzeit der Herstellung = 2,69 Stunden,			
was mit dem entsprechenden Wert der Tafel XV (durch Interpolieren) übereinstimmt.			

reichlich und in interessantester Weise erklärt. Endlich gibt noch eine große Tabelle ähnlich wie beim Eisen die Anzahl Hölzer von gegebenem Querschnitt und gegebener Länge, die 1 bzw. 2 Mann tragen können.

---

Die Tabellen, die Taylor noch für das Betonvolumen bei gegebenem Querschnitt und gegebener Länge eines Konstruktionsgliedes gibt, sind eigentlich in erster Linie wegen des komplizierten englischen Maßsystems nötig und hätten bei uns weniger Berechtigung.

---

Ein Schlußkapitel behandelt die Aufmachung der Kalkulationen. Der Massenauszug aus den gegebenen Plänen muß so abgefaßt werden, daß die im einzelnen beschriebenen Berechnungsweisen des Materiales und der Löhne bequem anzuwenden sind. Dann kommt ganz von selbst der häufige Fehler in Wegfall, daß man ohne Rücksicht auf die Art der Konstruktion grob geschätzte Einheitspreise annimmt. Man braucht nun nicht zu glauben, daß eine Kostenberechnung nach dem Taylorschen Verfahren besonders umständlich wäre. Für einen sechsstöckigen Eisenbetonbau von 2000 qm Deckenfläche kann aus gegebenen Plänen je nach deren Einfachheit in 3 bis 12 Stunden eine genaue Kostenberechnung aufgestellt werden. Nach einer Besprechung der

allgemeinen Unkosten des Unternehmers gibt Taylor noch eine Art Rezept für den Arbeitsgang beim Aufstellen der Kostenberechnung und ein Muster für Massenberechnung und Kalkulation auf passendem Formular.

---

Ich glaube hiermit einigermaßen ein Bild davon gegeben zu haben, was Taylor uns lehren will. Die Baubetriebe in Deutschland zeigen, miteinander verglichen, eine sehr wechselnde Durchbildung, fast so wechselnd, wie unsere Submissionspreise. Aber ausnahmslos ist ihre Organisation eine weit primitivere als die, welche Taylor uns vor Augen führt. Die Richtung unserer künftigen Fortschritte ist uns also gewiesen. Wir müssen langsam der Besserung zustreben und ein gründlich verändertes Bild wird sich erst nach Jahren ergeben. Angriffspunkte wissen wir ja genug. Es ist dabei wichtig, daß wir die vorhandenen Errungenschaften benützen, und es wäre unwirtschaftlich, das noch einmal von vorn tun zu wollen, was schon getan und in der Literatur niedergelegt ist. In diesem Sinne möchte ich mit meinem Referat einen Dienst erwiesen haben, wenn er auch nur darin besteht, daß ich auf das Vorhandensein dieser Bücher aufmerksam gemacht habe. Denn das Studium dieser Bücher ist ein guter Anfang für die weitere Entwicklung