

Kostenberechnung im Ingenieurbau

von

Hugo Ritter

Kostenberechnung im Ingenieurbau

von

Dr.-Ing. Hugo Ritter



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1922

ISBN 978-3-662-23423-5 ISBN 978-3-662-25475-2 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-25475-2

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.**

Copyright 1922 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
Ursprünglich erschienen bei Julius Springer in Berlin 1922.

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1922

Vorwort.

Die Kostenberechnung eines Baues vor seiner Inangriffnahme bildet ohne Zweifel eine der wichtigsten Arbeiten des Bauingenieurs; lassen sich doch erst auf Grund einer Preisberechnung Schlüsse über die Wirtschaftlichkeit einer Anlage bzw. die Möglichkeit oder Zweckmäßigkeit ihrer Ausführung ziehen und bildet sie in weitaus den meisten Fällen auch die Grundlage der Arbeitsübertragung an den bauausführenden Unternehmer.

Leider zeigt die Erfahrung immer wieder, daß diese Vorausbestimmung der Baukosten häufig eine recht unsichere ist, daß die von verschiedener Seite berechneten Preise nicht selten weit auseinander gehen und daß die Preise auch oft mit den bei der Ausführung später tatsächlich entstehenden Kosten nicht übereinstimmen. Wenn dies auch zum großen Teil in der außerordentlichen Verschiedenheit der Verhältnisse, unter denen Bauarbeiten zur Ausführung gelangen können und in der Verschiedenheit der Beurteilung derselben begründet ist, so liegt die Schuld doch auch in nicht unbedeutendem Maße in der Unkenntnis hinsichtlich des Wesens der Preisbildung und dem Mangel an geeigneten Unterlagen für eine Kostenberechnung.

Zur Aufstellung eines Voranschlages genügt es eben nicht, daß eine Sammlung von Preisen für Materialien, Arbeitsleistungen, Maschinen usw. zur Verfügung steht, auf Grund einer solchen allein lassen sich die Baukosten ebensowenig ermitteln wie mit Formeln und theoretischen Überlegungen, und auch Beispiele ausgeführter Bauten können nur bedingungsweise und nur in einzelnen Fällen ohne weiteres zur Veranschlagung herangezogen werden. Um eine den tatsächlichen Verhältnissen auch wirklich entsprechende Kalkulation durchführen zu können, benötigt man — abgesehen natürlich von praktischer Erfahrung — vor allem eine gründliche Kenntnis der Entstehung der Preise aus ihren Elementen sowie der Bedeutung, welche die verschiedenen den Preis beeinflussenden Faktoren auf denselben haben. Erst wenn diese Kenntnisse vorhanden sind, lassen sich die zur Verfügung stehenden Zahlenwerte richtig anwenden. —

Aus dieser Überlegung entstand die vorliegende Arbeit. Sie beabsichtigt also in erster Linie, eine Anleitung zum richtigen und zweckmäßigen Veranschlagen der verschiedenen, im Ingenieurbau vorkommenden einzelnen Arbeiten zu geben. Es soll gezeigt werden, aus welchen Elementen sich die Einheitspreise von Bauarbeiten zusammensetzen, ferner wie diese Teilbeträge selber entstehen, welche

Momente auf dieselben von Einfluß sind, welche Wirkung die Teilbeträge auf den Gesamtpreis haben, und schließlich, in welcher Weise Arbeits- bzw. Materialaufwand am zweckmäßigsten zu der Leistung in Beziehung gebracht werden.

In zweiter Linie wird sodann eine Reihe von Zahlenwerten zur Berechnung der Einheitspreise der verschiedenen Bauarbeiten angeführt und besprochen werden.

Diese Zahlenwerte wird durchwegs in Materialbedarf bzw. Arbeitsaufwand ausgedrückt und nicht, wie dies bisher so oft geschehen, in Geldwert, da sich Erfahrungsdaten ja nur dann nutzbringend verwerten lassen, wenn dieselben vollständig unabhängig von den fortwährend wechselnden Materialkosten und Löhnen sind.

Natürlich kann das Zahlenmaterial nicht Anspruch auf Vollständigkeit erheben, dazu sind die Verhältnisse im Bauwesen eben zu vielseitig. Auf alle die vielen möglicherweise eintretenden Fälle einzugehen, hätte jedoch zu weit geführt. Die Zahlen sollen ja auch in der Hauptsache als Anhalt zur Berechnung der Kosten dienen; sie sind durchwegs als Mittelwerte anzusehen, die, je nachdem die Verhältnisse liegen, noch mehr oder weniger zu erhöhen bzw. zu erniedrigen sein werden. Die Zahlen dürfen daher auch nicht blindlings angewandt werden, sondern es müssen stets die besonderen Umstände, unter denen die betreffende Arbeit auszuführen ist, gebührend beachtet und natürlich auch immer die eigenen praktischen Erfahrungen zu Rate gezogen werden.

Um eine Grundlage zur Beurteilung der Zahlen zu schaffen und einen Vergleich mit anderen Erfahrungswerten zu ermöglichen, wurde bei Festsetzung derselben durchwegs die Leistungsfähigkeit von Arbeitskräften und Maschinen, wie sie vor dem Kriege bestand, zugrunde gelegt und ferner eine durchschnittliche Fähigkeit von Arbeitern, Handwerkern wie Aufsichtspersonal angenommen. Die vorliegenden Werte sind also auch mit Rücksicht hierauf evtl. noch abzuändern, wobei insbesondere die gegenüber der Vorkriegszeit verringerte Leistungsfähigkeit der Arbeitskräfte zu berücksichtigen sein wird. —

Mit vorliegender Arbeit ist, wie aus dem Gesagten ersichtlich, in erster Linie beabsichtigt, dem Praktiker ein Hilfsmittel zur Aufstellung seiner Kostenberechnungen an die Hand zu geben, doch soll sie außerdem auch den Studierenden in die Einzelheiten dieses so wichtigen Gebietes der Ingenieurwissenschaft einführen.

Im weiteren bezweckt die Arbeit aber auch die Wege zu weisen, die beim Sammeln von Erfahrungswerten sowie bei Einrichtung der technischen Betriebsbuchführung zu beschreiten sind. Gerade diese letzteren Arbeiten verdienen in weit höherem Maße die Beachtung, als dies im allgemeinen geschieht, lassen sich doch lediglich auf Grund einer in zweckmäßiger Art und Weise durchgeführten Nachkalkulation brauchbare Unterlagen für Kostenvoranschläge beschaffen, wie auch eine wirksame Kontrolle der Bauausführung hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit erzielen.

Und schließlich sollen die vorliegenden Ausführungen es ermöglichen, in jedem zweifelhaften Falle die zweckmäßigste und daher billigste Arbeitsweise zu ermitteln, was, wie leicht einzusehen, nur auf Grund einer eingehenden Preisberechnung möglich ist.

Möge daher dieses Buch nicht nur dem mit den wirtschaftlichen Fragen sich befassenden Bauingenieur eine Erleichterung und Unterstützung bei der Veranschlagung seiner Arbeiten sein, sondern in letzter Linie auch dazu beitragen, das wirtschaftliche Bauen, das heutzutage mehr denn je zur Notwendigkeit geworden ist, zu fördern.

Frankfurt a. M., Mai 1922.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
1. Einleitung	1
2. Allgemeine Angaben	5
3. Transportkosten	12
A. Baugeräte und Maschinen	13
B. Bau- und Verbrauchsmaterialien	14
4. Antriebsmaschinen	19
5. Erdarbeiten	25
A. Einfaches Werfen des Bodens mit der Schaufel	27
B. Schubkarrenbetriebe	27
C. Muldenkipperbetriebe	29
D. Fuhrwerksbetriebe.	35
E. Lokomotivbetriebe	35
F. Baggerbetriebe	45
G. Nebenarbeiten	52
6. Ausschachten tiefer Baugruben	55
A. Bodenaushub von Hand	55
B. Bodenaushub mittels maschineller Einrichtungen	59
7. Felsarbeiten	62
8. Rammarbeiten	72
9. Betonarbeiten	79
10. Maurerarbeiten	90
11. Zimmererarbeiten	95
12. Pflasterarbeiten	99
13. Wasserhaltungsarbeiten	101
14. Allgemeine Kosten	105
Anhang	113

1. Einleitung.

Unter Veranschlagen eines Baues versteht man die Ermittlung des für die Ausführung desselben voraussichtlich aufzuwendenden Geldbetrages, und zwar auf Grund von Erfahrungen, die bei der Ausführung anderer Bauten ähnlicher Natur gesammelt worden sind.

Je nach dem Zwecke, welchem die Kostenberechnung dienen soll, wird sich der Gang der Arbeit hierbei verschieden gestalten, und je nach der Art der zur Verfügung stehenden Erfahrungswerte wird auch das Resultat der Berechnung ein mehr oder weniger genaues und den wirklichen Verhältnissen entsprechendes sein.

Handelt es sich lediglich darum, überschläglich festzustellen, wie hoch die Kosten für die Ausführung einer baulichen Anlage sich voraussichtlich stellen werden und ob die aufzuwendenden Mittel im richtigen Verhältnis zu dem zu erreichenden Nutzen stehen, so genügt eine schätzungsweise Feststellung der Kosten auf Grund bekannter Kosten von ähnlichen bereits ausgeführten Bauwerken. Soll aber ein genauer Kostenvoranschlag aufgestellt werden, wie er z. B. als Grundlage für die Vergebung bzw. Übernahme eines Baues im allgemeinen erforderlich ist, so genügt eine derartige angenäherte Kostenermittlung nicht mehr, und die Berechnung fordert das Eingehen auf Einheiten sowie die Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse, unter denen die Arbeit ausgeführt werden muß. Im vorliegenden soll uns lediglich die letztere Art der Kostenberechnung interessieren.

Diejenige Methode, die in der Vorkriegszeit zur Ermittlung von Preisen fast ausschließlich zur Anwendung gelangte und der man auch heute noch häufig begegnet, besteht darin, daß die Preise aus einer Reihe von Teilbeträgen gebildet werden, und zwar im allgemeinen derart, daß die Baustoffkosten aus Materialbedarf und Einheitspreis berechnet werden, die Kosten etwa zur Verwendung gelangender Maschinen aus Betriebskosten und Leistung, daß für die Kosten des Arbeitsaufwandes Geldbeträge und für alle anderen Aufwendungen Pauschalen bzw. prozentuale Zuschläge in die Berechnung eingeführt werden.

Wenn es mittels einer derartigen Berechnungsmethode auch möglich ist, dem unter den verschiedenen Verhältnissen auch verschiedenen Bedarf an Baustoffen und den wechselnden Materialpreisen Rechnung zu tragen, so können doch andere wichtige Einflüsse, wie diejenigen der örtlichen Verhältnisse, ferner der Lohnschwankungen, der Leistungsfähigkeit der Arbeitskräfte und anderes mehr nur schätzungsweise berücksichtigt werden. In der Vorkriegszeit ließen sich bei den da-

maligen einigermaßen stabilen Verhältnissen mit genügender Erfahrung trotzdem befriedigende Resultate erzielen. Heute aber dürfte dies so gut wie ausgeschlossen sein, da die ganzen Verhältnisse sich gegenüber früher in zu hohem Maße verschoben haben und Erfahrungswerte aus der Vorkriegszeit sich nur noch bedingungsweise verwenden lassen, außerdem ist ein Teil der maßgebenden Faktoren, vor allem der Arbeitslohn, zur Zeit auch noch zu starken Schwankungen unterworfen.

Will man heutzutage einigermaßen richtige Kosten ermitteln, so müssen sich dieselben vor allem auf Werte aufbauen, die durchweg in ihrer ursprünglichen Form unabhängig sind von Materialpreisen und Löhnen, und außerdem muß die Gliederung der Preise in ihre Elemente in noch weit höherem Maße durchgeführt werden, als es bei der oben beschriebenen Methode geschieht.

Vor allem dürfen die Werte, die den Arbeitsaufwand ausdrücken, die betreffenden Arbeiten nicht in ihrem Gesamtumfange in sich schließen (bei Erdarbeiten z. B. alle zur Vollendung der Bodenbewegung erforderlichen Einzelleistungen), sondern es müssen Werte benutzt werden, welche für die einzelnen Teilarbeiten gelten; denn nur dann kann man der Mannigfaltigkeit der Verhältnisse einigermaßen Rechnung tragen, und nur dann lassen sich auch Erfahrungen, die bei der Ausführung eines Baues gesammelt wurden, bei anderen, unter verschiedenen Umständen zu bewirkenden Arbeiten wieder verwenden.

Aber auch die aus der Benutzung von Maschinen und Baugeräten erwachsenden Kosten müssen aus ihren kleinsten Teilen aufgebaut werden, nämlich aus den für den Betrieb erforderlichen Aufwendungen (Kosten von Brennstoffen, Schmier- und Putzmaterialien, sowie Löhnen), aus den Transport- und Installationskosten, den aus der Instandhaltung erwachsenden Auslagen und anderem mehr. Und schließlich sind auch die Kosten allgemeiner Natur, die im Interesse mehrerer oder aller Teilarbeiten eines Baues zu bewirken sind, einzeln zu berechnen, soweit dies möglich, ebenfalls aus ihren Teilbeträgen zusammensetzen. Dies letztere gilt insbesondere bei allgemeinen Installationen, größeren Rüstungen, Transportanlagen usw.

Durch Einführen der in dem besonderen Falle maßgebenden Materialpreise, Löhne, Gerätekosten usw. in die Rechnung, erhält man dann ohne Schwierigkeit die gesuchten einzelnen Preise. In welcher Art diese Geldwerte unter den verschiedenen Verhältnissen zu beschaffen sind, soll hier nicht näher untersucht werden. Auch von einer Wiedergabe derartiger Werte wird abgesehen werden, da dieselben ja doch ganz von Ort und Zeit abhängig sind, —

Es dürfte ohne weiteres einleuchten, daß lediglich bei einer Berechnungsmethode, wie sie im vorstehenden skizziert ist, die vielen Faktoren, die auf die Preisbildung von Einfluß sein können, sich richtig erfassen und berücksichtigen lassen, so daß einigermaßen befriedigende Ergebnisse erzielt werden können. Eine absolute Genauigkeit wird man natürlich aber auch auf diese Weise niemals erreichen, dazu ist die Unsicherheit und die Mannigfaltigkeit der Verhältnisse eine viel zu große. Man muß sich eben auch hier, wie bei so manchen bautechnischen Problemen, damit zufrieden geben, wenigstens die größt-

möglichste Genauigkeit angestrebt zu haben, was sich aber jedenfalls dadurch am ehesten erreichen läßt, daß die Preise in der beschriebenen Art aus ihren kleinsten Teilbeträgen aufgebaut werden.

Im weiteren bietet eine derartige Berechnungsmethode aber auch noch den großen Vorteil, jeweils die billigste Arbeitsweise feststellen oder auch die zweckmäßigste Maschine bestimmen zu können. Dies ist insbesondere dann von Nutzen, wenn man im Zweifel darüber ist, ob man bei einer Bauausführung zum Hand- oder zum maschinellen Betrieb greifen soll. Ferner ermöglicht es diese Berechnungsart in bester Weise, bei der Bauausführung eine bis ins kleinste gehende Baukontrolle durchzuführen, indem die Leistungen sowohl von Arbeitern und Handwerkern wie auch Maschinen auf der Baustelle fortlaufend bis ins kleinste mit den der Berechnung zugrunde gelegten Annahmen verglichen und Mißstände auf diese Weise leicht festgestellt werden können.

Natürlich fordert eine solche Kostenberechnung ein gewisses Maß von Arbeit, das man aber mit Rücksicht auf die großen Vorteile, welche dieselbe bietet, in keinem Falle scheuen sollte.

Übrigens ist der Umfang der Arbeit auch lange nicht so bedeutend, wie er auf den ersten Blick erscheinen mag. Man wird sehr bald feststellen können, daß es in den meisten Fällen immer nur einige wenige Teilbeträge sind, die auf den Gesamtpreis ausschlaggebenden Einfluß haben, und zwar werden dies im allgemeinen die Kosten der Baustoffe und die Lohnanteile sein, evtl. noch die Gerätekosten und maschinellen Betriebskosten. Die übrigen Preisanteile dagegen, z. B. die aus den Transporten und Installationen von Maschinen, aus der Abnutzung des Handwerkszeuges usw. erwachsenden Kosten werden — wohlverstanden einzeln betrachtet — von untergeordneter Bedeutung sein. Dadurch, daß man der Berechnung der ersteren Beträge die Hauptaufmerksamkeit schenkt und die letzteren mehr oder weniger schätzungsweise bestimmt oder durch prozentuale Zuschläge in die Berechnung einführt, kann man die ganze Arbeit wesentlich verringern und überdies auch das Maß der Genauigkeit erhöhen. Außerdem lassen sich häufig immer wiederkehrende Beträge, wenn sie einmal berechnet sind, wiederholt verwenden, z. B. die stündlichen Betriebskosten von bestimmten Maschinen, die Kosten von Mörtelbereitung usw. Allerdings hat dies stets mit einiger Vorsicht zu geschehen.

Eine wichtige Grundlage für jede Kostenberechnung ist stets, sofern es sich nicht um Arbeiten ganz geringen Umfanges handelt, ein gut durchgearbeitetes Bauprogramm, da ohne ein solches sich zu leicht Irrtümer in die Berechnung einschleichen und einzelne Teilbeträge vergessen werden.

Unter Bauprogramm ist die Disposition der gesamten Bauausführung innerhalb eines bestimmten Zeitraumes zu verstehen. Im allgemeinen wird dieser Zeitraum vom Bauherrn festgesetzt und bildet dann eine der Bedingungen der Bauübertragung an den Unternehmer, der dieselbe seiner Kostenberechnung zugrunde zu legen hat. Aus der fixierten Bauzeit ergeben sich zunächst die im Durchschnitt täglich zu leistenden Massen und hieraus die Art der Bauausführung, Größe

und Art der erforderlichen Maschinen und Baugeräte, Umfang der Installationen und schließlich Zahl und Zusammensetzung der erforderlichen Arbeitskräfte. Erst wenn man sich auf diese Weise einen Überblick über die ganze Bauausführung verschafft hat, kann man an die Veranschlagung der einzelnen Bauarbeiten gehen. —

In welcher Weise alle die vorstehenden Überlegungen in die Praxis umgesetzt werden, soll in den nachfolgenden Kapiteln besprochen werden. Es werden dabei jeweils zunächst Angaben hinsichtlich des Bedarfs an Baugeräten, sofern solche zur Ausführung der Arbeit in Frage kommen, gemacht werden. Auf Grund dieser Angaben lassen sich dann die zweckmäßigsten Maschinen und Baugeräte bestimmen und die verschiedenen aus deren Verwendung erwachsenden Kosten berechnen. Anschließend daran werden die aus der eigentlichen Bauarbeit und den zu ihrer Ausführung notwendigen Baumaterialien erwachsenden Kosten sowie die Betriebskosten von Maschinen und maschinellen Einrichtungen besprochen und Angaben zu ihrer Berechnung gemacht werden.

Im Zusammenhange mit den Kosten der einzelnen Bauarbeiten bzw. direkt im Anschluß daran sind bei jeder Kalkulation stets die allgemeinen Kosten zu berechnen, deren Summe auf die besonderen Kosten zu verteilen ist. Welche Auslagen hierunter zu verstehen sind, ist aus dem letzten Kapitel zu ersehen, in welchem sämtliche möglicherweise auftretenden Kosten allgemeiner Natur zusammengestellt worden sind. In welchem Umfange diese, wie auch die einzelnen Teilkosten der verschiedenen Bauarbeiten, zu berücksichtigen sein werden, muß natürlich von Fall zu Fall entschieden werden.

Ob die Verteilung der allgemeinen Kosten proportional den besonderen Kosten oder nach anderen Gesichtspunkten erfolgen soll, ist in jedem Falle neu zu bestimmen. Im allgemeinen wird man natürlich die Verteilung derart vornehmen, daß diese Kosten in der Hauptsache auf diejenigen Bauarbeiten entfallen, für welche sie auch in erster Linie aufgewandt werden müssen.

Zu den so erhaltenen Werten schlägt man als letzten Betrag den Prozentsatz für Verwaltungskosten sowie denjenigen für Unternehmerrisiko und Unternehmergewinn hinzu. Auch dieser letztere Zuschlag kann entweder gleichmäßig oder in verschiedener Höhe, unter Berücksichtigung der aus den einzelnen Arbeiten entspringenden besonderen Gefahren gemacht werden.

Die auf Grund vorstehender Berechnungsart sich schließlich ergebenden Geldwerte umfassen nun sämtliche dem Bauunternehmer entstehenden Kosten einschließlich Verdienst und stellen somit seine Offertpreise dar. Dem Bauherrn erwachsen natürlich außer diesen Kosten noch weitere Auslagen, z. B. aus den Projektierungsarbeiten, dem Geländeerwerb, der Bauleitung, Geldbeschaffung und anderem mehr. Um die Gesamtkosten der Bauausführung zu erhalten, muß er diese letzteren Auslagen zu dem Angebot des Unternehmers noch hinzufügen.

2. Allgemeine Angaben.

Die Kosten von Ingenieurbauten setzen sich stets aus folgenden Beträgen zusammen: Aus den Löhnen, den Kosten der Baustoffe und der Verbrauchsmaterialien, den Gerätekosten und den Auslagen für verschiedene Aufwendungen.

Diese einzelnen Beträge faßt man bei der Kalkulation zweckmäßigerweise in zwei Gruppen zusammen: in die besonderen Kosten und die allgemeinen Kosten. Unter den ersteren sind alle diejenigen Aufwendungen zu verstehen, die für die einzelnen Arbeiten, z. B. eine Erdbewegung, die Herstellung von Mauerwerk usw., allein erforderlich werden, unter den letzteren diejenigen, die für mehrere oder alle diese Einzelarbeiten einer Bauausführung zusammen zu bewirken sind.

Als besondere Kosten sind also anzusehen: Löhne, Kosten für Baustoffe, Betriebskosten und andere Aufwendungen für Maschinen bzw. maschinelle Einrichtungen, soweit dieselben für die einzelnen Bauarbeiten erforderlich sind. Unter die allgemeinen Kosten entfallen: Auslagen zur Herstellung von Hilfseinrichtungen allgemeiner Natur, Kosten der allgemeinen maschinellen Anlagen, ferner Gehälter, Wohlfahrtseinrichtungen usw.

Zu diesen einzelnen Posten seien zunächst folgende allgemeingültige Angaben gemacht:

1. **Löhne.** Bei allen Bauausführungen entstehen weitaus die größten Kosten aus den Löhnen und der Beschaffung von Baustoffen. Diesen beiden Teilbeträgen ist daher bei der Kalkulation jeweils auch in erster Linie die Aufmerksamkeit zu widmen. Während aber die Kosten der Baustoffe sich verhältnismäßig leicht feststellen lassen, da die erforderlichen Massen in den meisten Fällen mit ziemlicher Genauigkeit bestimmt und die Einheitspreise jeweils seitens der Lieferanten bezogen werden können, verursacht die Bestimmung des Lohnanteils am Gesamtpreis meist nicht unwesentliche Mühe. Denn gerade auf die Kosten der Handarbeit hat die außerordentliche Verschiedenheit der Verhältnisse, unter denen Bauarbeiten ausgeführt werden können, besonderen Einfluß. Hier gilt daher auch das hinsichtlich des Aufbaus der Preise aus ihren Teilbeträgen Gesagte in besonderem Maße.

Die Kosten des Arbeitsaufwandes können von zwei verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet werden, und je nachdem die Verhältnisse liegen, ist bald die eine, bald die andere Art der Berechnung zu wählen.

Handelt es sich um Arbeiten, für deren Ausführung die Arbeitskräfte nicht in bestimmter Zahl und Zusammensetzung erforderlich sind, wie dies im allgemeinen der Fall ist (beispielsweise bei Erd- oder Betonarbeiten), so legt man der Berechnung die zur Ausführung der Leistungseinheit erforderliche Anzahl Arbeitsstunden von Arbeitern bzw. Handwerkern zugrunde und multipliziert diese Werte mit den jeweiligen Löhnen. Im anderen Falle, wo es sich um Arbeitsgruppen von bestimmter Zusammensetzung handelt, wie z. B. bei der Vorortmannschaft im Tunnelbau, berechnet man dagegen

die Lohnsumme dieser Gruppe pro Stunde bzw. Schicht und dividiert diesen Betrag durch die Arbeitsleistung in der gleichen Zeit, woraus sich wieder der Preis für die Einheit der Leistung ergibt.

Als Lohnsätze führt man die während der Bauausführung zu erwartenden Durchschnittswerte ein, die stets mit Vorsicht festgesetzt werden müssen, besonders wenn es sich um Bauausführungen von längerer Dauer handelt. Das gleiche gilt übrigens auch hinsichtlich der Materialpreise.

Im Zusammenhange mit den Löhnen lassen sich bequem einige Nebenleistungen in die Berechnung mit aufnehmen, die den Löhnen genau oder doch angenähert proportional sind. Es sind dies die Beiträge des Arbeitgebers für Arbeiterversicherung und Krankenkasse, sowie die Kosten für den Verschleiß und Verlust an Handwerkszeug (einschl. Taue, Ketten, Mörtelkübel usw.). Beide Beträge lassen sich, da sie im Verhältnis zu der Höhe der Löhne unbedeutend sind, genügend genau als Prozentsatz der betreffenden Löhne ausdrücken. Sie betragen für

Arbeiterversicherung und Krankenkasse im Durchschnitt	6%
bei gefährlichen Arbeiten	7—8%
Verschleiß und Verlust an Handwerkszeug, je nach Art der Arbeit	2—6%
bei Wasserarbeiten jedoch bis	8%

Die Kosten der Aufsicht kann man bei der ersteren Art der Lohnberechnung leicht derart berücksichtigen, daß man die Größe der Arbeitsgruppen schätzt und daraus denjenigen Prozentsatz der Arbeiter- bzw. Handwerkerstunden erhält, der an Aufseherstunden für die Leistungseinheit erforderlich sein wird. Erhöht man diesen Satz noch im Verhältnis des Aufseherlohnes zum Arbeiter- bzw. Handwerkerlohn, so ergibt sich der Zuschlag, der für Aufsicht zu den Arbeiter- bzw. Handwerkerstunden gemacht werden muß. Bei der letzteren Art der Bestimmung des Lohnanteils werden die Aufsichtskosten gleich in den Gesamtbetrag der ganzen Arbeitsgruppe mit aufgenommen und brauchen daher nicht besonders berechnet zu werden.

Die Kosten, welche durch die allgemeine Aufsicht entstehen, d. h. die Auslagen für die höheren Aufsichtsbeamten, werden zweckmäßigerweise unter dem Posten „Gehälter“ bei den allgemeinen Kosten berücksichtigt. Das gleiche gilt für diejenigen Arbeiter usw., die allgemeine Funktionen besitzen, wie Wächter, Magazinpersonal usw. Zur Deckung der Versicherungsbeiträge hat man zu dieser Summe 6% zuzuschlagen.

2. Kosten der Baustoffe. Wie bereits erwähnt, lassen sich diese Kosten ohne große Schwierigkeiten aus den erforderlichen Mengen und den Einheitspreisen feststellen.

Bei der Bestimmung der Menge sind die Materialverluste zu berücksichtigen, die aus dem Transport (bei Sand, Zement, Kohle usw.) bzw. aus der Bearbeitung (bei Holz, Werksteinen) entstehen, oder die durch die Ausführung bedingt sind, wie z. B. durch das Abschneiden der über Grundwasser hinausragenden Teile von Pfählen und Spundwänden.

Zu dem Einkaufspreis der Baustoffe bzw. den Beschaffungskosten schlägt man am besten gleich alle diejenigen Kosten hinzu, die aus den Transporten bis dicht zur Verwendungsstelle entstehen, also die Frachten (sofern diese im Preis noch nicht enthalten sind), die Umladekosten und die Kosten des Transportes nach der Baustelle und auf dieser selbst (siehe Kapitel 3). Die für das Umladen bzw. Transportieren über Land erforderlich werdenden Installationen berücksichtigt man aber nicht an dieser Stelle, sondern besser unter den allgemeinen Kosten, da sie meist auch zum Transportieren von Baugeräten und Maschinen dienen werden.

Natürlich gelten diese Bemerkungen nicht nur für die Baustoffe, sondern auch für die zum Betrieb von maschinellen Anlagen erforderlichen Verbrauchsmaterialien, wie Kohlen, Benzin, Schmieröl usw., ebenso für die zum Bau von Hilfseinrichtungen und Installationen erforderlichen Baustoffe (Holz, eiserne Träger usw.).

Bei diesen letzteren ist außerdem noch zu berücksichtigen, daß sie nach Baubeendigung im allgemeinen wieder verfügbar sein werden und entweder verkauft oder an anderer Stelle wieder verwandt werden können. Von den Beschaffungskosten sind daher diejenigen Beträge, die aus einer solchen Abgabe später gewonnen werden können, gleich in Abzug zu bringen. Die Höhe dieser Einnahmen wird natürlich sehr verschieden sein und nicht nur von dem Zustande der wieder gewonnenen Materialien, sondern auch von der Verkaufsmöglichkeit abhängen. Außerdem sind hierbei auch diejenigen Kosten in Berücksichtigung zu ziehen, die aus dem Transport der Materialien bis zur Abgabestelle entstehen, sowie natürlich die Verluste, die infolge örtlicher Verhältnisse bzw. aus dem Abbruch der Hilfseinrichtung erwachsen werden.

3. Betriebskosten. Sämtliche Kosten, die aus dem Betriebe von Maschinen bzw. maschinellen Anlagen entstehen, faßt man zweckmäßigerweise zu einem Posten zusammen und berechnet daraus unter Berücksichtigung der jeweiligen Leistung der Einrichtung den Anteil am Einheitspreis der betreffenden Arbeit, für welche die Anlage errichtet worden ist.

Diese Betriebskosten setzen sich zusammen aus den Löhnen der gesamten Bedienungsmannschaft, zu der man nicht nur Maschinist und Heizer zählt, sondern auch die an dem Baugerät außerdem noch beschäftigten Arbeiter, und den Kosten der Betriebs- bzw. Verbrauchsstoffe, wie Kohlen, elektrischen Strom, Schmiermaterialien usw. Als Zeiteinheit legt man dieser Berechnung im allgemeinen zweckmäßigerweise die Stunde zugrunde, und nicht den Tag bzw. die Schicht, da letztere infolge von Störungen und Witterungseinflüssen häufig verschieden lang sind.

Hinsichtlich der Betriebskosten siehe zunächst das in Kapitel 4 über „Antriebsmaschinen“ Gesagte, das sinngemäß auch auf andere Baumaschinen, wie Bagger, Rammen usw. angewandt werden kann.

Was die Leistung betrifft, so ist deren Vorausbestimmung in den meisten Fällen nicht leicht und erfordert, da sie im allgemeinen von sehr vielen Faktoren beeinflußt wird, reichliche Erfahrung und Überlegung. — Zunächst ist wohl ohne weiteres ersichtlich, daß nicht die

mögliche Leistung einer Maschine bzw. eines Baugerätes in die Berechnung eingeführt werden darf, sondern die voraussichtlich im Durchschnitt tatsächlich erreichbare, die nicht selten wesentlich hinter ersterer zurückbleiben wird.

Auf die Leistung einer Maschine sind in erster Linie die örtlichen Verhältnisse von Einfluß, dann aber auch Zustand und Alter der Geräte, sowie die Sorgfalt der maschinellen Bedienung. Schließlich ist auch stets zu beachten, daß zu Beginn und zu Ende einer Arbeit die Maschine meist nicht voll ausgenutzt werden kann und die Leistung in diesen Zeiten hinter dem Durchschnitt zurückbleibt. —

Außer den Betriebskosten entstehen aus der Verwendung von Baugeräten und maschinellen Einrichtungen dann noch folgende Kosten:

4. Auslagen für Gerätebeschaffung. Müssen für eine Bauausführung Maschinen oder Baugeräte von dritter Seite leihweise übernommen werden, so ergeben sich die Kosten hierfür aus Mietpreis und Mietdauer. Letztere ist stets reichlich lang anzunehmen und die Zeiten für An- und Rücktransport nicht zu vergessen. Werden die Geräte während der Mietdauer voraussichtlich längere Zeit stilliegen, z. B. infolge Arbeitsunterbrechungen durch die Wintersperre usw., so wird man für diese Zeit mit einem niedrigeren Satz rechnen können.

Steht dem Unternehmer eigenes Baugerät zur Verfügung, so hat er die aus der Tilgung und Verzinsung der Anschaffungskosten entstehenden Beträge in die Berechnung einzuführen. Außerdem ist in diesem Falle zu beachten, daß die Geräte häufig nach Baubeendigung kürzere oder längere Zeit unbenutzt liegen bleiben, bis sie wieder bei einem anderen Bau Verwendung finden können. Während in solchem Falle für die Zeit der Nichtbenutzung von einer Abschreibung abgesehen oder dieselbe doch in geringerem Maße berechnet werden kann, läuft natürlich die Verzinsung des Anlagekapitals weiter und muß für die ganze Zeit berücksichtigt werden.

Für die Verzinsung ist der bankmäßige Zinsfuß zu rechnen, und zwar für den jeweiligen abgeschriebenen Wert des Inventarstückes. Die Prozentsätze, die für die Tilgung der Beschaffungskosten anzunehmen sind, müssen sich in erster Linie nach der voraussichtlichen Lebensdauer der Maschinen und Geräte, außerdem aber auch nach dem Maße der Entwertung infolge von Neuerungen und Verbesserungen an denselben richten. Sie sollen derart festgesetzt werden, daß sie der jeweiligen Wertminderung des Inventars entsprechen. Dies erreicht man angenähert, wenn man im ersten Betriebsjahr 20—25% der Anschaffungswerte, in den darauffolgenden zwei Jahren 10—20% und in den weiteren 5—15% dieser Werte rechnet, und zwar derart, daß die Geräte nach einer Benutzungsdauer von 6 bis 12 Jahren getilgt sein werden. Bei Rollwagen und Rammen z. B. kann man mit einer Lebensdauer von sechs Betriebsjahren rechnen, während stationäre Maschinen, wie elektrische Motore usw., im Durchschnitt erst nach etwa zwölf Jahren gänzlich wertlos sein werden. (Siehe hierüber die Tabelle des Anhanges.)

Hierbei ist angenommen, daß die Geräte jährlich an etwa 230 Tagen in Benutzung sind (siehe Abschnitt 11), und ferner natürlich, daß die abgenutzten Maschinen- und Geräteteile stets nach Bedarf durch neue ersetzt werden.

5. Transportkosten. Hierüber siehe das nächste Kapitel.

6. Installationskosten. Unter Installationen versteht man das Montieren sowie das Demontieren von Maschinen und Baugeräten, gegebenenfalls auch das während des Baues erforderlich werdende teilweise Abbrechen und Wiederaussetzen derselben, einschließlich Unterfangungen, Überdachungen usw.

Da die Installationskosten einzeln im allgemeinen nur einen kleinen Anteil des Gesamtpreises ausmachen, genügt meist eine schätzungsweise Festsetzung derselben auf Grund von Erfahrungen.

Als Anhalt hierfür sind in den nachfolgenden Kapiteln für die verschiedenen Maschinen und Geräte Zahlenwerte angeführt, welche die zur Ausführung der betreffenden Arbeit von Arbeitern und Handwerkern zusammen aufzuwendenden Arbeitsstunden wiedergeben. Multipliziert man diese Werte mit einem durchschnittlichen Stundenlohn von Arbeitern und Handwerkern, zu welchem man zwecks Berücksichtigung der unter 1. erwähnten Nebenkosten und des Verschleißes an Montage-material noch etwa 10% hinzuschlägt, so erhält man die angenäherten, unter normalen Verhältnissen aufzuwendenden Kosten des Aufstellens und Abbrechens der verschiedenen Maschinen und Baugeräte.

In den genannten Zahlenwerten dürften auch die Kosten kleiner Unterfangungen und Unterstützungen, wie hölzerner Schwellen usw., berücksichtigt sein. Alle größeren Unterfangungen dagegen, insbesondere auch betonierte und gemauerte Fundamente, sowie alle Schuppen und Maschinenhäuser, müssen besonders veranschlagt und ihre Kosten zu den aus vorstehendem sich ergebenden hinzugefügt werden.

Es ist ferner angenommen, daß vor der Montage an den Maschinen keinerlei Reparaturen und Instandsetzungsarbeiten vorgenommen werden müssen, und daß ferner die einzelnen Stücke derselben lediglich zusammengesetzt bzw. für den Abtransport auseinandergenommen zu werden brauchen, also keinerlei Transporte in Frage kommen. Die aus diesen Arbeiten entstehenden Auslagen berücksichtigt man besser bei der Berechnung der Reparatur- bzw. Transportkosten.

7. Reparaturkosten. Hierunter entfallen alle diejenigen Aufwendungen, die aus der Unterhaltung der Maschinen und Baugeräte während des Baubetriebes, sowie deren gründlichen Instandsetzung nach Baubeendigung erwachsen, also sowohl Löhne wie Auslagen für Reparaturmaterialien und Ersatzteile. Die Höhe dieser Reparaturkosten kann natürlich in weiten Grenzen schwanken und wird abhängig sein von der Nutzungsdauer, der Art, dem Alter und Zustand der Geräte, sowie von der Sorgfalt der Bedienung und Unterhaltung derselben.

Am besten werden diese Kosten derart ermittelt, daß man die Aufwendungen in Beziehung zum Verkehrswert der betreffenden Gegenstände bringt. Dies geschieht in der Weise, daß man auf Grund von Erfahrungen Prozentsätze des derzeitigen Wertes für die

verschiedenen Arten von Maschinen und Geräten ermittelt, welche die gesamten Reparaturkosten während eines Jahres von 230 Betriebstagen ausdrücken, und zwar einmal für neue und sodann für gebrauchte Geräte. Die Kosten, die an einem Tage entstehen werden, findet man dann leicht, indem man die sich so ergebenden Zahlenwerte durch 230 dividiert.

In der Tabelle des Anhanges sind Prozentsätze für die verschiedenen in Frage kommenden Geräte und Maschinen angeführt. Die Zahlen für „neue Geräte“ gelten ungefähr für das erste evtl. noch für das zweite Betriebsjahr, diejenigen für „gebrauchte Geräte“ für den Rest der Benutzungsdauer, und sind somit als Durchschnittswerte anzusehen.

Da die Reparaturkosten im Vergleich zu den übrigen Kostenanteilen stets gering sind, braucht man auf eine genaue Vorausbestimmung derselben, die sich übrigens auch kaum erreichen lassen dürfte, keine besondere Mühe zu verwenden, und die vorstehend beschriebene einfache Art der Berechnung dürfte im allgemeinen vollständig befriedigende Resultate ergeben.

Nicht enthalten sind in diesen Sätzen die Kosten der kleinen laufenden Reparaturen, die von dem Bedienungspersonal der Maschine in den Betriebspausen ausgeführt werden können. Diese Auslagen werden unter den Betriebsauslagen Berücksichtigung finden. Dagegen kann man annehmen, daß die aus der Beschaffung von Treibriemen, Packungsmaterial usw. entstehenden Kosten in obigen Werten eingeschlossen sind.

8. Allgemeine Kosten. Sämtliche Aufwendungen, die zur Vollendung eines Baues erforderlich werden, und die bei der Berechnung der einzelnen Arbeiten nicht berücksichtigt worden sind, faßt man unter dem Titel „Allgemeine Kosten“ zusammen und verteilt die sich auf diese Weise ergebende Summe auf sämtliche Einzelarbeiten. Im Kapitel 14 sollen diese allgemeinen Kosten näher behandelt werden. Für diese gilt das im vorstehenden über Löhne, Baustoffe, Betriebskosten usw. Gesagte natürlich in gleicher Weise wie für die besonderen Arbeiten.

9. Verwaltungskosten. Hat man sämtliche besondere und allgemeine Kosten ermittelt, so ist als letzter Posten allgemeiner Natur noch derjenige zu berücksichtigen, der dem Unternehmer aus der Verwaltung entsteht, d. h. die Auslagen, welche die Geschäftszentrale, die allgemeinen Lagerplätze usw. verursachen.

Diesen Betrag drückt man am besten in Prozenten der Angebotssumme aus. Der Satz muß auf Grund jährlicher Zusammenstellungen ermittelt werden und wird natürlich mit dem Umfange der ausgeführten Arbeiten schwanken, d. h. in arbeitsreichen Jahren niedrig, in arbeitsarmen hoch sein.

10. Unternehmerrisiko und Unternehmergeinn. Zu den gesamten voraussichtlich entstehenden Kosten eines Baues hat der Unternehmer schließlich noch einen Zuschlag für seinen Verdienst und für das Risiko, das er bei Ausführung der Arbeit läuft, zu machen. Auch dieser Betrag wird, da eine direkte Berechnung ja nicht möglich ist, am besten als

Prozentsatz der eigentlichen Auslagen bzw. der Angebotssumme ausgedrückt.

Für Verdienst kann durchschnittlich 10% gerechnet werden, für Risiko je nach der Art der Arbeit 5—15%, bei verhältnismäßig gefahrlosen Arbeiten kann dieser letztere Posten auch in Wegfall kommen.

11. Bauprogramm. Zum Schlusse seien noch einige Bemerkungen über die bereits in der Einleitung erwähnte Arbeit des Aufstellens eines Bauprogrammes gemacht, die jeder Veranschlagung voranzugehen hat, sofern es sich nicht um Arbeiten von ganz geringem Umfang handelt. Wie schon gesagt, hat diese Arbeit auf das gewissenhafteste durchgeführt zu werden, da nur in diesem Falle eine den wirklichen Verhältnissen entsprechende Kostenberechnung möglich ist.

Bei Festsetzung der Zeiten, welche zur Ausführung der einzelnen Bauausführungen zur Verfügung stehen, ist als erstes darauf Rücksicht zu nehmen, daß das Einrichten der Betriebe (Antransportieren und Aufstellen der Maschinen, Legen von Gleisen usw.) stets eine gewisse Zeit erfordert, die von der ganzen Bauzeit zunächst in Abzug zu bringen ist. Sodann werden Verkürzungen der Arbeitszeit durch Regen- und Feiertage eintreten, so daß man nur mit durchschnittlich etwa 5 Arbeitstagen pro Woche im Sommer und $4\frac{1}{2}$ Tagen im Winter rechnen darf, d. h. 22 bzw. 20 Tage im Monat, bei reiner Handarbeit im Durchschnitt je etwa $\frac{1}{2}$ Tag mehr, d. h. 24 bzw. 22 Tage pro Monat.

Schließlich müssen die meisten Bauarbeiten in den Wintermonaten infolge starker Kälte zeitweise eingestellt werden, vor allem natürlich die Beton- und Maurerarbeiten. Diese Winterpause wird je nach der Gegend und der Strenge des Winters verschieden lang sein; in Deutschland kann man durchschnittlich mit zusammen etwa 20 Tagen rechnen (während der Monate Dezember, Januar und Februar). Hierbei ist übrigens zu berücksichtigen, daß während dieser Pausen eine ganze Anzahl Angestellter, vor allem die Bedienungsmannschaften der Maschinen gehalten werden müssen, aber nicht in vollem Maße nutzbringend beschäftigt werden können, wodurch oft nicht unbedeutende Unkosten entstehen.

Nach vorstehendem kann angenommen werden, daß maschinelle Betriebe in Deutschland jährlich an $12 \cdot 21 - 20 = \text{rd. } 230$ Tagen im Gang sein werden.

Von größter Wichtigkeit ist bei Aufstellen des Bauprogrammes natürlich die richtige Festsetzung der durchschnittlichen täglichen Leistung von Arbeitskräften wie Maschinen. Hierüber ist oben bereits einiges erwähnt (Abschnitt 3). Außer auf den Umstand, daß zu Beginn und gegen Ende einer Arbeit die Leistung fast immer hinter dem Durchschnitt zurückbleibt, ist vor allem auch darauf zu achten, daß durch örtliche Verhältnisse die Leistungsfähigkeit von maschinellen Anlagen und Baugeräten ganz wesentlich verringert werden kann, wie dies z. B. bei Erdarbeiten infolge einer engen Entnahmestelle, einem verhinderten regelmäßigen Abtransport des Bodens oder einer komplizierten Kippe eintreten kann, bei Rammarbeiten durch kompliziert angeordnete Spundwände u. a. m.

Bei Arbeiten, die nicht nach ein und derselben Baumethode ausgeführt werden können, ist eine möglichst genaue Berechnung der nach den verschiedenen Ausführungsarten zu leistenden Mengen erforderlich, und außerdem ist der richtigen Reihenfolge der einzelnen Arbeiten und dem richtigen Ineinandergreifen derselben besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Schließlich ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Arbeitskräfte während des ganzen Baues möglichst gleichmäßig ausgenutzt werden, und daß die Arbeiten derart disponiert werden, daß auch die Baustofflieferung mit demselben Schritt zu halten vermag.

3. Transportkosten.

Unter Transportkosten sind sämtliche Auslagen zu verstehen, die aus Transporten von Baugeräten, Baustoffen und anderen Materialien mit Bahn, Schiff, Fuhrwerk usw. erwachsen, sowie die Kosten, die das Auf-, Ab- und Umladen derselben verursachen. Hierbei sind außer den Antransporten vom Lagerplatz bzw. der Übernahmestelle bis zum endgültigen Verwendungsort vor und während der Bauausführung auch die evtl. Rücktransporte nach Baubeendigung zu berücksichtigen.

Da diese Kosten infolge der großen Verschiedenheit der zu transportierenden Gegenstände und Materialien wie auch der örtlichen Verhältnisse in weiten Grenzen schwanken können, empfiehlt es sich, dieselben stets getrennt von den übrigen Baukosten zu berechnen und sodann zu diesen hinzuzufügen. Hierbei wird man zweckmäßigerweise die einzelnen Transportarbeiten, d. h. das eigentliche Transportieren, sowie das Auf-, Ab- bzw. Umladen jeweils getrennt voneinander betrachten.

Im vorliegenden Kapitel sollen hierfür Anleitungen gegeben werden, und zwar zunächst für Baugeräte und Maschinen, und sodann für Bau- und Verbrauchsmaterialien. Bevor jedoch auf Einzelheiten eingegangen wird, seien einige Bemerkungen allgemeiner Natur gemacht:

Die für die Transporte erforderlichen Baugeräte (in der Hauptsache Wagen und Gleise) werden meist im Laufe der Bauausführung auch für andere Transporte, besonders Erdbewegungen, gebraucht. Da sie im allgemeinen für letztere Arbeiten in erster Linie beschafft werden, berechnet man deren Umfang zweckmäßigerweise auf Grund dieser Bauarbeiten und verteilt auch die Kosten lediglich auf diese. Nur wenn größere Baustofftransporte während der Bauausführung in Frage kommen, für welche besondere Baugeräte erforderlich werden, oder wenn es sich um längere Anschlußgleise handelt, sind deren Umfang und Kosten für die Transportarbeiten zu ermitteln.

Der Rücktransport von Baugeräten und Installationsmaterial nach Baubeendigung wird nicht selten geringere Kosten verursachen als der Antransport, da dann bessere Transport- und Verladegelegenheiten zur Verfügung stehen werden. Dies ist bei der Berechnung der Transportkosten evtl. zu beachten.

Die Kosten der Aufsicht berechnet man bei Transportarbeiten wie im vorhergehenden Kapitel, Abschnitt 1, beschrieben; der Zuschlag, den man hierfür zu den Stunden der Arbeiter machen muß, beträgt im allgemeinen etwa 10%.

Die aus dem Bau von Transportstegen, Verladevorrichtungen, Wegeverbesserungen usw. erwachsenden Auslagen werden unter den allgemeinen Kosten berücksichtigt.

A. Baugeräte und Maschinen.

Die Kosten, die der Transport von Baugeräten und Maschinen verursacht, berechnet man stets unter Zugrundelegung der Gewichte und der Kosten für die Gewichtseinheit. Erstere sind in den tabellarischen Zusammenstellungen der nachfolgenden Kapitel bzw. der Tabelle des Anhangs enthalten, zur Ermittlung letzterer mögen folgende Angaben dienen:

1. **Bahntransporte.** Hierfür liegen bestimmte Tarife vor, auf Grund deren die Kosten von Fall zu Fall leicht berechnet werden können.

2. **Schifftransporte.** Die hieraus entstehenden Kosten können sehr verschieden hoch sein. Es empfiehlt sich daher stets, bei Schiffseignern Angebote darüber einzuholen.

3. **Fuhrwerktransporte.** Fuhrwerke und Kraftwagen kommen für Transporte in Städten bzw. über Land in Frage. Die Transportkosten sind hier abhängig von der Entfernung, den Steigungsverhältnissen der Straßen bzw. Fahrwege, der Art und dem Zustand derselben, ferner von der ortsüblichen Größe, Beschaffenheit und dem Eigengewicht der Fuhrwerke, und schließlich von der Fahrgeschwindigkeit derselben.

Die Kosten berechnet man am besten aus dem jeweiligen Lademaß, der Anzahl Touren, welche das Fuhrwerk bzw. der Kraftwagen pro Tag machen kann, und dem Tagespreis des Transportgerätes.

Zu beachten ist stets, daß das Lademaß, speziell bei Baugeräte-transporten, häufig nicht voll ausgenutzt werden kann, insbesondere wenn es sich um sperrige Gegenstände handelt, wodurch die Transportkosten natürlich erhöht werden. Die Zahl der täglichen Touren ergibt sich aus der Entfernung, der Fahrgeschwindigkeit und der Dauer der Aufenthalte auf jeder Tour.

Die stündliche Fahrgeschwindigkeit beträgt durchschnittlich:

Art der Straße	Für Pferdefuhrwerke	Für Kraftwagen
Gute Pflasterstraßen und Chausseen	km 5,0	km 14
Harte Erdwege und Kopfsteinpflaster . .	4,0	10
Feldwege	3,5	6

Aufenthalte entstehen beim Auf- bzw. Abladen, und bei längeren Transporten auch noch als Rasten unterwegs. Im allgemeinen kann die Summe dieser Zeitverluste genügend genau geschätzt werden.

Für den Transport schwerer Maschinen bzw. Maschinenteile, wie Lokomotiven, Baggerkessel usw., berechnet man sich zweckmäßigerweise Pauschalbeträge, indem man die für den betreffenden Transport voraussichtlich erforderliche Zahl von Gespannen und Arbeitskräften, sowie die notwendige Zeit schätzt und hierzu die evtl. noch entstehenden besonderen Kosten für Spezialwagen usw. hinzufügt.

4. Tragtiertransporte. Sind starke Steigungen zu überwinden, so treten an Stelle der Fuhrwerke Tragtiere. Diese können durchschnittlich mit 80 kg beladen werden (bei sperrigen Gütern natürlich wesentlich geringer) und legen in einer Stunde ca. 4 km bzw. bei sehr steilen Wegen ja nach deren Beschaffenheit 3—400 m Höhenunterschied zurück. Auf Grund dieser Daten lassen sich die Kosten in gleicher Weise, wie für Fuhrwerkstransporte beschrieben, berechnen.

5. Handtransporte. Nicht selten müssen die Baugeräte vom Ende des Fahrweges bzw. von der Bahnstation bis zur Verwendungsstelle noch von Hand transportiert werden, und zwar entweder auf Gleitbahnen, oder bei größeren Entfernungen auf vorhandenen bzw. besonders hierfür zu legenden Gleisen. Auch die hieraus entstehenden Kosten soll man der besseren Übersicht wegen stets zu den Transportkosten rechnen und nicht mit den Installationen zusammenziehen. Sie können unter Umständen eine nicht unbedeutende Höhe erreichen, besonders, wenn es sich um schwere Gegenstände handelt.

Bei Transporten mittels Pritschenwagen auf Gleisen lassen sich die Kosten gemäß den unten für Baustoffe gemachten Angaben berechnen; anderenfalls müssen sie, wie oben beschrieben, geschätzt werden.

6. Auf-, Ab- bzw. Umladen. Die Kosten dieser Arbeiten können auf Grund folgender Werte berechnet werden. Es erfordert durchschnittlich

Aufladen	2,0—2,5	Arb.-Std./t
Ab- bzw. Umladen	1,5—2,0	„

Hierbei gelten die kleineren Werte für niedrige Transportgeräte wie Pritschenwagen, die höheren für Eisenbahnwaggonen. Es ist vorausgesetzt, daß die Baugeräte bzw. ihre einzelnen Teile vom Lagerplatz direkt auf die Transportwagen geladen werden können, oder doch wenigstens nur wenige Meter an diese heranzubringen sind, und daß sie auch beim Abladen bzw. Umladen nicht noch transportiert zu werden brauchen.

Kommen schwere oder unhandliche Stücke in Frage, so gelten diese Werte nur noch für den Fall, daß gute Umladevorrichtungen (Kräne) zur Verfügung stehen, anderenfalls werden die Kosten wesentlich höher sein und müssen wieder geschätzt werden.

B. Bau- und Verbrauchsmaterialien.

Im allgemeinen werden bei Bau- und Verbrauchsstoffen die Transportkosten mit Ausnahme der Bahn- und Schiffsfrachten im Vergleich zu den Werten bzw. Einkaufspreisen derselben gering sein, es sei denn, daß es sich um ganz billige Materialien handelt, bzw. um solche, die im Eigenbetrieb gewonnen werden, und für welche die Transportkosten einen Hauptanteil des ganzen Preises darstellen (z. B. bei Sand

oder Bruchsteinen). In letzterem Falle müssen die Transportkosten natürlich mit möglicher Genauigkeit ermittelt werden. Aber auch im ersteren Falle empfiehlt es sich, dieselben stets zu berechnen, wobei allerdings auf eine besonders genaue Ermittlung kein allzu großer Wert gelegt zu werden braucht.

Der Berechnung der Transportkosten sollen der besseren Übersicht wegen stets dieselben Einheiten zugrunde gelegt werden, für welche die Einkaufspreise gelten. Bei Sand, Kies usw. ist hierbei zu beachten, daß diese Preise sich auf das im Wagen bzw. im Haufen gemessene Volumen beziehen und nicht auf das Material in gewachsenem Zustand, und daß also auch die Transportkosten — im Gegensatz zu den Erd- und Felsarbeiten — für das gelockerte Material ermittelt werden müssen. Ferner ist bei derartigen Materialien auf das Einrüttlungsmaß Rücksicht zu nehmen und stets zu unterscheiden zwischen dem Volumen vor und demjenigen nach dem Transport.

1. Bahntransporte. Auch für Bau- und Betriebsstoffe gelten besondere Tarife, die der Berechnung der Bahntransportkosten zugrunde gelegt werden können.

2. Schifftransporte. Hierüber siehe das oben Gesagte.

3. Fuhrwerktransporte. Auch bei Berechnung dieser Transportkosten ist das im vorstehenden unter 3. Gesagte zu beachten.

In gleicher Weise wie die Kosten der Fuhrwerktransporte lassen sich auch diejenigen von Lokomotivtransporten mit Kastenkippern, die jedoch seltener zur Anwendung gelangen, berechnen (hierüber siehe Kapitel 5).

4. Tragtiertransporte. Siehe das oben Gesagte.

5. Handtransporte. Häufiger noch als Baugeräte müssen Baumaterialien und Verbrauchsstoffe auf der Baustelle selber kürzere oder längere Strecken von Hand transportiert werden, sei es von einem allgemeinen Lagerplatz nach der Verwendungsstelle, oder von einer Arbeitsstelle nach einer anderen usw. Im allgemeinen kommen für derartige Transporte Schubkarren, Muldenkipper oder Pritschewagen in Betracht, die ersteren allerdings nur bei ganz kurzen Transporten. Sind lange Strecken zu überwinden, so werden wie bei den Erdarbeiten vorteilhafterweise Pferdevorspann oder gar Lokomotiven benutzt.

Die aus derartigen Transporten erwachsenden Kosten lassen sich im Prinzip in genau gleicher Weise berechnen, wie dies im Kapitel 5 für die Erdbewegungen entwickelt ist. Es sei daher zunächst auf das dort Gesagte hingewiesen. Für die einzelnen Baustoffe lassen sich sodann auf Grund jener Ausführungen folgende Berechnungsunterlagen ableiten:

a) Sand, Kies, Schotter, Bruch- und Pflastersteine. Nimmt man den Fassungsraum eines Schubkarrens mit 0,075 cbm, denjenigen eines Muldenkippers mit 0,80 cbm an, so kostet 1 cbm derartiger Materialien in Schubkarren 20 m weit zu transportieren 0,15 Arb.-Std., und in Muldenkippern 50 m weit 0,07 Arb.-Std. (siehe S. 28 u. 32). Nimmt man ferner die Aufenthalte in ersterem Falle mit etwa $1\frac{1}{2}$ Minuten, in letzterem mit 5 Minuten pro Tour an, so ergeben sich für die

Berechnung der Transportkosten von 1 cbm Material in losem Zustande folgende Formeln:

Schubkarrentransport:

$$\frac{L}{50} \cdot 0,15 \text{ Arb.-Std.},$$

wobei L die virtuelle Länge, d. h. Transportweite + Steigung $\cdot 15$ (bzw. Gefälle $\cdot 10$) + 40 m, bedeutet.

Muldenkippertransport:

$$\frac{L}{50} \cdot 0,07 \text{ Arb.-Std.},$$

wobei $L =$ Transportweite + Steigung $\cdot 50 + 150$ m .

b) Kohlen. Für diese läßt sich der Transportpreis pro Tonne leicht ermitteln, indem man die aus obigen beiden Formeln sich ergebenden Werte durch das spezifische Gewicht der Kohlen (z. B. für Steinkohle durchschnittlich 0,8) dividiert.

c) Steine, Holz, Eisen. Werksteine, Quader, Konstruktionsholz, Pfähle, eiserne Träger usw. werden auf Pritschenwagen transportiert, wobei je nach Größe und Form der einzelnen Stücke 1 bzw. 2 Wagen benutzt werden. Der Berechnung nachstehender Formeln legt man zweckmäßigerweise zunächst das Gewicht der zu transportierenden Materialien zugrunde.

Nimmt man an, daß 1 Mann auf leichtem Muldenkippergleis 1—1¼ t zu schieben vermag (S. 32), und daß das Gewicht eines Pritschenwagens etwa 0,6 t beträgt, so findet man, daß zum Transport von Lasten unter ca. ½ t ein, für Lasten bis zu 2 t zwei Mann erforderlich sind. Die Kosten werden nun natürlich ganz davon abhängen, welche Last bzw. welche Materialmenge auf einem oder zwei Wagen Platz hat und gleichzeitig, d. h. auf einem Transport befördert werden kann, denn vorstehende Maximalwerte dürften nur selten gerade erreicht werden. Je kleiner und leichter die Stücke sind, die einzeln transportiert werden müssen, um so höher wird sich der Kubikmeter- bzw. Tonnenpreis natürlich stellen.

Gemäß dem auf S. 32 Gesagten kostet der Transport eines Muldenkippers oder Pritschenwagens auf 50 m Entfernung, wenn ein Mann damit beschäftigt ist, $\frac{1}{36} =$ rund 0,03 Arb.-Std. Multipliziert man diesen Wert mit der Anzahl der für den Transport erforderlichen Leute und dividiert durch das Gewicht bzw. das Volumen der mit einem Transport beförderten Menge, so findet man den Preis für 1 t bzw. 1 cbm auf 50 m Distanz.

Man kann nun annehmen, daß von einem Arbeiter durchschnittlich etwa 0,75 t geschoben bzw. gezogen werden. Bei Langholz, Pfählen, Trägern u. dgl. wird man allerdings nur mit etwa 0,6 t rechnen können, da mit Rücksicht auf das Führen der Wagen bei derartigen Gegenständen mehr Leute erforderlich sind.

Die Aufenthalte, die auf jeder Tour entstehen, kann man — ausschließlich der Auflade- und Entladezeit — bei kurzen Transportstrecken

mit 2, bei längeren mit 3 Minuten annehmen, was einer Transportweite von ca. 50 bzw. 100 m entspricht.

Unter Berücksichtigung des spezifischen Gewichtes von Holz und Stein findet man schließlich folgende Formeln zur Berechnung der Transportkosten der Materialeinheit:

$$\text{Eisen} \dots \dots \dots \frac{L}{50} \cdot 0,05 \text{ Arb.-Std./t,}$$

$$\text{Holz} \dots \dots \dots \frac{L}{50} \cdot 0,04 \text{ Arb.-Std./cbm,}$$

$$\text{Stein (Quader)} \dots \dots \frac{L}{50} \cdot 0,10 \text{ Arb.-Std./cbm,}$$

wobei $L = \text{Transportweite} + 50 \cdot \text{Steigung} + (50 - 100 \text{ m})$.

Die auf Grund dieser Formeln berechneten Kosten werden in den meisten Fällen vollständig genügend genau sein, da die Transportkosten bei diesen Materialien, wie bereits erwähnt, im Verhältnis zu den hohen Werten derselben stets gering sein werden.

d) Ziegel. Ziegel werden nach Stück bezahlt, weshalb auch die Transportkosten nach dieser Einheit berechnet werden müssen. Nimmt man an, daß in einem Haufen von 1 cbm lose aufeinandergesetzter Ziegel etwa 400 Stück enthalten sind, so findet man unter Berücksichtigung des vorstehend Gesagten die Transportkosten für 1000 Stück Ziegel

bei Schubkarrentransport zu

$$\frac{L}{20} \cdot 0,38 \text{ Arb.-Std.,}$$

wobei $L = \text{Transportweite} + \text{Steigung} \cdot 15$ (bzw. Gefälle $\cdot 10$) $+ 40 \text{ m}$,
bei Muldenkipper oder Pritschenwagentransport zu

$$\frac{L}{50} \cdot 0,20 \text{ Arb.-Std.,}$$

wobei $L = \text{Transportweite} + \text{Steigung} \cdot 50 + (50 - 100 \text{ m})$.

e) Zement. Nimmt man an, daß auf einem Pritschenwagen bzw. in einem Muldenkipper, die für Zementtransporte in der Hauptsache in Frage kommen, etwa 15 Sack Zement à $56\frac{2}{3}$ kg gleichzeitig befördert werden können, so ergeben sich nach obigem die Transportkosten für 100 Sack

$$\frac{L}{50} \cdot 0,35 \text{ Arb.-Std.}$$

oder für 1000 kg

$$\frac{L}{50} \cdot 0,06 \text{ Arb.-Std.,}$$

wobei $L = \text{Transportweite} + \text{Steigung} \cdot 50 + (50 - 100 \text{ m})$.

6. Aufladen von Baustoffen usw. Die Kosten, welche diese Teilarbeit verursacht, sind abgesehen von der Art des Materials in der Hauptsache abhängig von der horizontalen Entfernung und dem

Höhenunterschied zwischen Lagerplatz und Transportgerät. Es soll angenommen werden, daß erstere Entfernung ganz gering sei, daß also die zu schaufelnden Materialien mit einem Wurf in die Wagen befördert werden können und andere höchstens etwa 5 m, Zement höchstens 10—20 m herangebracht werden müssen. Ferner sei vorausgesetzt, daß die Transportwagen auf gleicher Höhe mit dem Lagerplatz stehen.

Unter diesen Annahmen findet man für die Berechnung der Aufładekosten folgende Werte, von denen die kleineren jeweils für niedrige Transportgeräte, wie Schubkarren und Muldenkipper, die großen für hohe Eisenbahnwagen gelten.

Sand	0,6— 0,8 Arb.-Std./cbm		
Kies	0,8— 1,0	„	„
Schotter	1,0— 1,2	„	„
Bruchsteine	1,0— 1,4	„	„
Zement	4,0— 6,0	„	/100 Sack
„	0,7— 1,0	„	/Tonne
Ziegel	5,0— 7,0	„	/1000 Stück
Werksteine	8,0—12,0	„	/cbm
Pflastersteine	1,4— 1,8	„	„
Bauholz	1,2— 1,6	„	„
Hölzerne Pfähle	1,5— 2,0	„	„
Eisen (Träger, Schienen usw.)	1,5— 2,0	„	/Tonne
Kohlen	1,2— 1,5	„	„

Hierbei ist angenommen, daß zum Aufladen schwererer Stücke, die von Hand nicht mehr leicht gehoben bzw. (wie z. B. Rundpfähle) gerollt werden können, Kräne zur Verfügung stehen. Dies gilt insbesondere für Werksteine und eiserne Träger. Sind solche Hebevorrichtungen aber nicht vorhanden, so werden obige Werte unter Umständen wesentlich überschritten werden und müssen dann geschätzt werden.

Auch wenn die Materialien noch eine kurze Strecke an die Transportgeräte herangeschafft werden müssen, sind obige Werte schätzungsweise zu erhöhen. Bei größeren Transporten empfiehlt es sich aber, die hieraus entstehenden Kosten besonders zu berechnen.

7. Abladen von Baustoffen usw. Diese Arbeit ist im allgemeinen etwas billiger als das Aufladen. Nimmt man wieder an, daß die Materialien nach dem Entladen nicht noch weiter fortgeschafft werden müssen, sondern dicht neben den Transportgeräten aufgehäuft bzw. gestapelt werden können, so kann man je nach Art der Wagen und den örtlichen Verhältnissen mit folgenden Werten rechnen:

Sand	0,5—0,6 Arb.-Std./cbm		
Kies	0,6—0,8	„	„
Schotter	0,8—1,0	„	„
Bruchsteine	0,8—1,2	„	„
Zement	4,0—6,0	„	/100 Sack
„	0,7—1,0	„	/Tonne
Ziegel	5,0—7,0	„	/1000 Stück
Werksteine	6,0—8,0	„	/cbm
Pflastersteine	1,2—1,6	„	„
Bauholz	0,8—1,2	„	„
Hölzerne Pfähle	1,0—1,5	„	„
Eisen (Träger, Schienen usw.)	1,3—1,8	„	/Tonne
Kohlen	1,0—1,2	„	„

Bei den Materialien, die geschaufelt werden, gelten die niedrigen Werte für den Fall, daß die Baustoffe nur ausgeschaufelt zu werden brauchen, die hohen für den Fall, daß sie außerdem noch etwas aufgehäuft werden müssen. Lassen sich die Materialien zum Teil mit den Schaufeln aus dem Wagen hinauschieben, so ermäßigen sich die Werte um etwa $\frac{1}{3}$. Werden sie übrigens in Kippwagen antransportiert und einfach gekippt, so entstehen überhaupt keine besonderen Entladekosten, da diese Arbeit dann zusammen mit dem Transport berechnet wird.

Schließlich sei noch bemerkt, daß sämtliche im vorstehenden aufgeführten Werte für Mengen von einigem Umfange gelten und durchweg etwas erhöht werden müssen, sofern es sich um das Transportieren bzw. Ab- oder Aufladen von kleinen Massen handelt, da hier, wie ja auch bei anderen Arbeiten geringen Umfanges, die Zeitverluste der Arbeiter für Hin- und Hergehen merkbar ins Gewicht fallen.

4. Antriebsmaschinen.

Bei Betrachtung der im Baubetriebe zur Verwendung gelangenden Maschinen kann prinzipiell unterschieden werden zwischen Antriebsmaschinen, angetriebenen Maschinen und solchen, bei denen diese beiden Arten vereinigt sind (Bagger, Rammen, Lokomotiven usw.).

In diesem Kapitel soll lediglich die erstere dieser drei Kategorien betrachtet werden, für alle übrigen Maschinen werden in den nachfolgenden Abschnitten bei Besprechung der einzelnen Bauarbeiten die zur Kostenberechnung erforderlichen Angaben gemacht werden.

Als Antriebsmaschinen werden im Ingenieurbau verwendet:

1. Dampfmaschinen (Lokomobilen),
2. Verbrennungsmaschinen (in der Hauptsache Benzin- und Benzolmotore),
3. Elektromotore.

Die Frage, welcher dieser drei Arten von Antriebsmaschinen der Vorzug zu geben ist, kann natürlich nicht allgemein beantwortet werden, es wird sich dies ganz nach den jeweiligen Verhältnissen richten und muß von Fall zu Fall entschieden werden.

Die Übertragung der Kraft von der Antriebsmaschine auf die anzutreibende Maschine geschieht im allgemeinen mittels Treibriemen, evtl. unter Zwischenschaltung eines Vorgeleges. In einzelnen Fällen, z. B. bei Kompressoren, kommt auch direkte Dampfübertragung in Frage, die besonders bei großen Maschinen der Riemenübertragung mit Rücksicht auf die bessere Kraftausnutzung und bessere Regulierungsmöglichkeit vorzuziehen ist.

Aus der Verwendung von Antriebsmaschinen entstehen nun folgende Kosten:

1. Tilgung und Verzinsung der Anschaffungskosten. Hierüber siehe das in Kapitel 2 Gesagte, sowie die Tabelle des Anhanges.

2. Transportkosten. Zunächst sei auf Kapitel 3 verwiesen. Die Gewichte der verschiedenen Maschinen können, falls keine genauen

Angaben hierüber vorliegen sollten, aus folgenden Tabellen entnommen werden, die Durchschnittswerte enthalten.

Dampfmaschinen:

Stärke in PS.	10	20	30	40	50	60	80	100
	t	t	t	t	t	t	t	t
Fahrbar	3,5	4,5	6,0	7,5	9,5	12	15	18
Stationär	3,0	4,0	5,5	7,0	9,5	12	15	18

Verbrennungsmaschinen (Benzin- und Benzolmotore):

Stärke in PS.	5	10	15	20	25
	t	t	t	t	t
Fahrbar	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Stationär	0,5	1,2	1,8	2,5	3,0

Elektromotore:

Stärke in KW.	5	10	20	25	50	100
	t	t	t	t	t	t
Motor und Anteil an der Schalt- anlage usw.	0,2	0,4	0,7	0,8	1,3	2,8

Es sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß die Transportkosten von Lokomobilen verschieden hoch sein werden, je nachdem die Maschine auf Tragfüßen steht oder Räder besitzt. Im ersteren Falle werden z. B. bei Überlandtransporten meist besondere Transportwagen erforderlich sein, was die Kosten nicht unwesentlich erhöhen wird.

3. Installationskosten. Unter Berücksichtigung des im Kapitel 2 über das Aufstellen und Abbrechen von Installationen Gesagte sind für die verschiedenen in Frage kommenden Maschinen und maschinellen Anlagen folgende Stundensätze ermittelt worden, die der Berechnung der Installationskosten unter normalen Verhältnissen zugrunde gelegt werden können.

Fahrbare Lokomobilen bis etwa 30 PS.	50—100 Std.
Stationäre Lokomobilen mit Auspuff	bis 50 PS. 150—250 „
„ „ „ „	über 50 „ 250—350 „
„ „ „ „ Kondensation	bis 50 „ 300—400 „
„ „ „ „	über 50 „ 400—600 „
Schornstein einschl. Aufstellen und „ Abbrechen des Montagegerüsts bis ca. 15 m Höhe	200—300 „
Für weitere 10 m	200—300 „
Verbrennungsmotore einschl. Kühlwasserleitungen . . .	100—200 „
Elektromotore einschl. Zubehörteile der Schaltanlage und Leitungen	80—250 „
Vorgelege ausschl. Fundamente für 1 laufenden Meter .	20—30 „
Pumpenanlage zur Wasserversorgung bestehend aus Pumpe, Leitungen und Reservoir auf Gerüst	120—250 „

Wie bereits einleitend erwähnt, sind diese Zahlen nur als durchschnittliche Grenzwerte zu betrachten und sollen lediglich als Anhalt zur

Berechnung der Installationskosten dienen. Die Kosten von größeren Unterfangungen und Fundamenten, sowie Maschinenschuppen und Maschinenhäusern sind in diesen Werten nicht enthalten; hierüber siehe „Maurer- und Zimmererarbeiten“, sowie „allgemeine Kosten“.

4. Reparaturkosten. Siehe das in Kapitel 2 Gesagte und die Tabelle des Anhanges. Außerdem ist noch zu berücksichtigen, daß bei Lokomobilen die Höhe der Reparaturkosten wesentlich von der Güte des Speisewassers beeinflußt wird.

Um den Anteil am Einheitspreise zu erhalten, ist die Summe der Kosten, welche sich aus den vorstehend angeführten Aufwendungen ergeben, durch die Gesamtmenge derjenigen Arbeit zu dividieren, für welche die maschinelle Anlage errichtet worden ist. Natürlich sind hierzu auch die Kosten der angetriebenen Maschinen zu addieren.

5. Betriebskosten. Im allgemeinen nehmen die Betriebskosten den Hauptanteil an den aus der Verwendung von Maschinen entstehenden Auslagen für sich in Anspruch, es sei denn, daß es sich um Betriebe von ganz kurzer Dauer handelt, bei denen dann natürlich auch die Transport- und Installationskosten merklich ins Gewicht fallen werden.

Die aus dem Betriebe von Maschinen entstehenden Kosten setzen sich zusammen aus den Löhnen der Bedienungsmannschaft und den Kosten der Verbrauchsmaterialien. Um den Anteil dieser Kosten am Einheitspreis der Arbeit zu erhalten, bildet man die Summe derselben für eine Betriebsstunde und dividiert diese durch die stündliche Leistung, wobei natürlich das Leistungsmittel aus der ganzen Betriebszeit zu nehmen ist und nicht etwa die Leistung während einer Stunde ununterbrochenen Betriebes. Dient eine Maschine oder eine maschinelle Anlage verschiedenen Bauarbeiten, so ist die Summe auf alle diese Arbeiten zu verteilen.

Die Höhe der Betriebskosten ist abhängig von Zahl und Stärke der Antriebsmaschinen, diese aber werden ihrerseits durch den Kraftbedarf der angetriebenen Maschinen bestimmt. Was diesen Kraftbedarf betrifft, sei auf das in den nachfolgenden Kapiteln über die verschiedenen Baumaschinen Gesagte verwiesen. Außerdem wäre noch folgendes zu erwähnen:

Die Übertragung der Kraft von der Antriebs- zur angetriebenen Maschine verursacht immer einen gewissen Kraftverlust. Bei einfacher Riemenübertragung kann man diesen Verlust mit etwa 3—5% der zu übertragenden Kraft annehmen. Bei Zwischenschaltung einer Transmission kommen hierzu noch weitere ca. 8—10% für Kraftabfall in der Transmission selber, so daß in diesem Falle mit einem Gesamtverlust von 15—20% zu rechnen ist.

Ferner ist zu beachten, daß ältere und abgenutzte Baumaschinen zu ihrem Antrieb immer eine größere Kraft bedürfen als neue Maschinen, und daß natürlich auch bei den Antriebsmaschinen selber die Leistung mit zunehmendem Alter allmählich fällt. Die in den nachfolgenden Kapiteln für den Kraftbedarf angegebenen Zahlenwerte gelten für neue Maschinen und sind somit von Fall zu Fall entsprechend zu erhöhen.

Im allgemeinen läßt sich der Kraftbedarf im Baubetriebe jedoch nie ganz genau feststellen, da er von zu vielen Faktoren beeinflußt wird, man muß ihn stets mehr oder weniger schätzen. Dies gilt insbesondere für die periodisch unterbrochenen Betriebe, wie Aufzüge und dergleichen. Dieser Umstand ist jedoch nicht von allzu großer Bedeutung, da die Höhe der aufzuwendenden Kraft lediglich die Kosten der Brennstoffe beeinflußt, während der Kostenanteil für die Bedienung auch bei verschieden hoher Belastung der Maschine gleich, und derjenige für die Schmiermaterialien nahezu gleich bleibt. Außerdem machen die Betriebskosten von Antriebsmaschinen an und für sich meist nur einen kleinen Bruchteil der Gesamtkosten aus, weshalb eine Ungenauigkeit in ihrer Berechnung nicht wesentlich ins Gewicht fallen wird. Immerhin wird man natürlich auch hier die Höhe der aufzuwendenden Kraft stets so genau wie möglich zu ermitteln versuchen.

Mit Rücksicht auf diese Unsicherheit in der Festsetzung des Kraftbedarfes werden die Antriebsmaschinen meist stärker gewählt, als sie eigentlich zu sein brauchen. Nicht selten werden auch Antriebsmaschinen bereits zur Verfügung stehen und müssen, da sie nun einmal vorhanden sind, verwandt werden, auch wenn ihre Stärke den Kraftbedarf wesentlich übersteigt. Man kann daher annehmen, daß im Baubetriebe die Antriebsmaschinen fast immer nur zu einem Teile belastet sind, was bekanntlich auf die Höhe des Brennstoffverbrauches von Einfluß ist.

Zur Berechnung der Betriebskosten der verschiedenen Antriebsmaschinen mögen folgende Angaben dienen:

a) Dampfmaschinen. Für die Bedienung einer Lokomobile genügt im allgemeinen ein Heizer oder Maschinist, evtl. kommt noch ein zweiter Mann hinzu. Mit Rücksicht auf die von der Bedienungsmannschaft außerhalb der eigentlichen Betriebszeit und an Ruhetagen auszuführenden Arbeiten, wie Schmieren und Reinigen der Maschinen, Anheizen der Kessel und Vornahme kleinerer Reparaturen, sind die Bezüge dieser Leute zu erhöhen. Man kann rechnen, daß im Durchschnitt für die genannten Arbeiten 2 Stunden pro Betriebstag aufgewandt werden müssen, was bei achtstündiger Betriebsdauer einem Zuschlage von $\frac{1}{4}$ entsprechen würde.

Der Berechnung des Kohlenverbrauches legt man am besten den Verbrauch für eine Pferdekraftstunde der Dampfmaschine zugrunde. Dieser richtet sich nach der Art und Größe der Maschine, wird aber auch vom Alter derselben und dem Belastungsgrade beeinflußt. Nachstehende Zahlen können als Mittelwerte angesehen werden; neue Maschinen werden etwas weniger, alte und stark abgenutzte dagegen mehr Kohlen verbrauchen. Die hohen Werte gelten jeweils für kleinere, die niedrigen für größere Maschinen. Es ist, wie übrigens auch bei den für andere Baumaschinen, wie Bagger, Rammen usw., gemachten Angaben angenommen, daß Kohlen mit einem Heizwerte von ca. 7500 W.-E. zur Verwendung gelangen, und daß es sich ferner um einen normal laufenden Betrieb handelt.

Wird die Lokomobile nicht ausgenutzt, so steigt der Kohlenverbrauch für 1 PS.-Std. allmählich, da mit abnehmender Belastung

einer Maschine der spezifische Wärmeverbrauch steigt. Bei $\frac{3}{4}$ Belastung ist er ca. 10 — 15 %, bei halber Belastung, die nicht selten vorkommt, ungefähr 30—50% höher als bei ganzer; steigt die Leistung dagegen über den normalen Betrag, so bleibt der Kohlenverbrauch für die PS.-Std. ungefähr derselbe.

Es verbrauchen durchschnittlich bei normaler Belastung:

Lokomobilen bis ca. 50 PS. mit Auspuff . . .	1,4—1,2 kg/PS.-Std.
„ über „ 50 „ „ „ „ . . .	1,2—1,0 „
„ bis „ 50 „ „ Kondensation	1,0—0,8 „
„ über „ 50 „ „ „	0,8—0,6 „

Der Verbrauch an Schmiermaterial und Putzwolle ist je nach der Art und der Sorgfalt der Schmierung verschieden hoch. Da die hieraus entstehenden Kosten jedoch stets verhältnismäßig gering sind, können mit genügender Genauigkeit folgende Durchschnittswerte in die Berechnung eingeführt werden:

Maschinen- und Zylinderöl	0,2—0,4 kg/Betriebsstd.
Putzwolle	i. M. 0,1 „

Die Kosten, die für die Beschaffung des Speise- und Kondensationswassers aufgewandt werden müssen, sind im allgemeinen von untergeordneter Bedeutung. Wenn irgend möglich, wird im Baubetrieb das Wasser an Ort und Stelle mittels einer von der Maschine selber angetriebenen Pumpe gewonnen. Man kann daher die Kosten der Wasserbeschaffung am besten dadurch berücksichtigen, daß man zu dem Kraftbedarf der übrigen angetriebenen Maschinen einen kleinen Zuschlag von etwa 1—3 PS. macht. Muß das Wasser aus bestehenden, z. B. städtischen Wasserleitungen bezogen werden, so werden die Aufwendungen allerdings etwas höher sein. Vielfach werden die Verhältnisse auch derart liegen, daß das Wasser von einer allgemeinen Pumpenanlage bezogen wird, deren Kosten dann für sich zu berechnen und unter die Allgemeynkosten einzureihen sind.

b) Verbrennungsmaschinen. Maschinen mit flüssigem Brennstoff gelangen im Baubetriebe im allgemeinen nur bis etwa 25 PS. zur Anwendung.

Zur Bedienung von Verbrennungsmotoren ist immer nur ein Maschinist erforderlich, der gleichzeitig auch mehrere Maschinen überwachen kann, wenn dieselben nahe beieinander stehen. Sein Lohn ist, wie der der Bedienungsmannschaft von Dampfmaschinen, mit Rücksicht auf das Arbeiten außerhalb der eigentlichen Betriebszeit, um ein Viertel zu erhöhen.

Der Verbrauch an Brennstoff ist auch hier abhängig von der Art und der Größe des Motors sowie von seinem Alter und dem Grade der Belastung. Die nachstehenden Zahlenwerte, die auch hier am zweckmäßigsten für die PS.-Std. gewählt werden, können — wie vor — als praktische Mittelwerte für gebrauchte Maschinen angesehen werden. Bei voller Belastung verbrauchen:

Motoren	bis 10 PS.	von 10—25 PS.
	kg/PS.-Std.	kg/PS.-Std.
Benzin . . .	0,35	0,32
Benzol . . .	0,32	0,29
Spiritus . . .	0,45	0,42
Rohöl . . .	0,22	0,20

Auch hier ist angenommen worden, daß es sich um einen normal laufenden Betrieb handelt. Bei $\frac{3}{4}$ Belastung muß man mit etwa 10% (Rohöl 4%) Zuschlag zu diesen Werten rechnen, bei halber Belastung mit etwa 30% (Rohöl 15%).

Den Bedarf an Schmiermaterial kann man mit durchschnittlich 8% des Brennstoffgewichtes annehmen; die Kosten der Putzwolle können vernachlässigt werden.

Der Kühlwasserverbrauch beträgt durchschnittlich etwa 25 l/PS.-Std.

Betriebsunterbrechungen haben bei Verbrennungsmaschinen im Gegensatz zu den Dampfmaschinen einen nicht unwesentlichen Einfluß auf die Höhe der Betriebskosten, da für die Dauer des Stillstehens des Motors keine Verbrauchsmaterialien benötigt werden. Auch bei Dampfmaschinen werden natürlich in solchen Fällen etwas weniger Kohlen gebraucht, doch ist der Minderverbrauch im allgemeinen so gering, daß er nicht merklich ins Gewicht fällt und man daher besser keine Rücksicht darauf nimmt. Sind also Betriebsunterbrechungen bei Verbrennungsmaschinen zu erwarten, so muß man den stündlichen Verbrauch an Brennstoff den Pausen entsprechend ermäßigen und diesen reduzierten Wert in die Kalkulation einführen. Hinsichtlich der Leistung ist in solchen Fällen das oben bereits Gesagte zu beachten.

c) Elektromotoren. Elektromotoren brauchen keine besondere Bedienung, im allgemeinen kann der Aufseher, der die in der Nähe beschäftigten Arbeiter überwacht, die wenigen erforderlichen Handgriffe am Motor ausführen. Dagegen erfordert die angetriebene Maschine eine gewisse Wartung. Meist ist hierfür jedoch auch nicht ein Mann während des ganzen Tages nötig, und man hat daher bei der Kalkulation je nach den Verhältnissen einen kleineren oder größeren Bruchteil einer Maschinistenstunde einzusetzen.

Bei Berechnung der erforderlichen Energiemenge, die dem Motor zum Antriebe der Baumaschine zugeführt werden muß, sind die Verluste im Motor zu berücksichtigen. Die im Durchschnitt von der Baumaschine benötigte Kraft ist zunächst durch den Wirkungsgrad des Motors, d. h. 0,90—0,95, und bei Drehstrom außerdem noch durch den Leistungsfaktor (0,70—0,85), der um so geringer ist, je schlechter der Motor ausgenutzt wird, zu dividieren. Da ferner die zum Antrieb des Motors aufzuwendende Leistung in Kilowatt ausgedrückt wird, ist die nach vorstehendem sich ergebende Anzahl von PS. noch mit 0,736 zu multiplizieren, um die erforderliche Anzahl KW. zu erhalten. Dieser Wert mit dem Preise einer Kilowattstunde multipli-

ziert, ergibt schließlich die stündlichen Kosten für den Stromverbrauch des Motors.

Der Bedarf an Schmiermaterial usw. ist so gering, daß seine Kosten vernachlässigt werden können.

Hinsichtlich der Betriebsunterbrechungen und ihres Einflusses auf die Kosten kann das für Verbrennungsmaschinen Gesagte auch auf Elektromotore angewandt werden.

5. Erdarbeiten.

Unter Erdarbeiten versteht man das Ausheben von Erdmassen, das Transportieren derselben und das Abladen an anderer Stelle. Diese Arbeiten können auf die mannigfaltigste Weise ausgeführt werden, wobei die jeweiligen örtlichen Verhältnisse, der Umfang der zu bewegendenden Masse, die Transportweite, Bodenart und anderes mehr bei Wahl der anzuwendenden Methode von Einfluß sein werden. Im allgemeinen wird man auf Grund praktischer Erfahrungen die zweckmäßigste Methode ohne weiteres bestimmen können; im Zweifelsfalle dagegen empfiehlt es sich, eine vergleichende Kostenberechnung aufzustellen.

Sehr oft werden die Verhältnisse derart liegen, daß die ganze Arbeit nicht auf ein und dieselbe Art und Weise ausgeführt werden kann, wie dies z. B. bei größeren Erdarbeiten fast immer der Fall ist, bei denen zur Vorbereitung des maschinellen Hauptbetriebes oder auch nach Beendigung desselben kleine Handbetriebe eingerichtet werden müssen. In solchen Fällen muß man die einzelnen Bodenmengen möglichst genau bestimmen, für dieselben die Einheitspreise berechnen und daraus den durchschnittlichen Preis der ganzen Arbeit ermitteln.

Auf die Kosten der Erdarbeit ist natürlich die Art des Bodens in hohem Maße von Einfluß. Entsprechend dem Widerstande, welchen der Boden dem Lösen entgegengesetzt, kann man zwischen leichtem, mittelschwerem, schwerem und sehr schwerem Boden unterscheiden, und zwar entfallen unter diese vier Bodenkategorien folgende Bodensorten:

1. Leichter Boden: Humus, loser Sand und Kies, lose Dammerde, d. h. Erdsorten ohne inneren Zusammenhang.

2. Mittelschwerer Boden: Festgelagerter Sand und feiner fester Kies, leichter oder sandiger Lehm, Torf, nasser Sand, d. h. Erdsorten mit geringem inneren Zusammenhang (Stichboden).

3. Schwerer Boden: Grober, festgelagerter Kies, schwerer Lehm und Ton, Mergel, loses Geröll, Tribsand, d. h. Erdsorten mit starkem inneren Zusammenhang (Hackboden).

4. Sehr schwerer Boden: Schwerer Mergel, Trümmergestein, weicher mit Spitzhacke noch zu lösender Fels, nasser Lehm.

Nasser Boden ist immer bedeutend schwerer zu bewegen als Boden in trockenem Zustande, insbesondere nasser feiner Sand, Schlack und Ton, und zwar verursacht nicht nur das Lösen und Laden größere Arbeit, sondern auch das Transportieren und Kippen. Die nassen Bodensorten muß man daher stets in höhere Bodenklassen einreihen als die trockenen.

Bei der Kostenberechnung von Erdarbeiten wählt man stets als Einheit den Kubikmeter Boden in gewachsenem Zustand, also im Abtrag, und nicht etwa in den Transportgefäßen oder in der Anschüttung gemessen.

Zur Berechnung der Transportkosten braucht man dann aber noch das Auflockerungsmaß des Bodens, d. h. die Volumenvergrößerung infolge der Ausschachtung. Dies Maß ist je nach der Bodenart verschieden und beträgt etwa bei:

Sand und Dammerde . . .	10 %
Kies und sandigem Lehm . .	20 %
Lehm, Ton und Geröll . . .	30 %
Mergel und leichtem Fels. .	40 %

d. h. 1 cbm gewachsener Boden ergibt im Fördergefäß gemessen 1,10 bis 1,40 cbm losen Boden. Bei schwerem Lehmboden kann unter Umständen eine noch größere Auflockerung eintreten, z. B. wenn der Boden mit Löffelbaggern gelöst wird und in einzelnen großen Stücken in die Wagen gelangt.

Das Aufstellen eines Bauprogramms ist bei Erdarbeiten, speziell bei den großen maschinellen Betrieben, von besonderer Wichtigkeit und sollte stets auf das genaueste durchgeführt werden. Sehr oft läßt sich erst auf Grund des Bauprogrammes die für den betreffenden Fall sich am besten eignende Ausführungsweise sowie die zweckmäßigsten Baugeräte ermitteln, deren Größe wie Anzahl überhaupt nur an Hand einer richtig durchgearbeiteten Baudisposition bestimmt werden können.

Je nach der Art und Weise, in welcher der Boden gelöst, ausgehoben und transportiert wird, kann man bei Erdarbeiten die folgenden sechs verschiedenen Betriebe unterscheiden; der besondere Fall, in welchem der Boden aus einer tiefen Baugrube gefördert werden muß, soll im folgenden Kapitel für sich behandelt werden.

Bei Wahl des Erdbetriebes kann als Grundsatz gelten: Je größer die zu bewegende Erdmasse ist und je größer die Transportweite, um so größer sollen auch die Fördergefäße und infolgedessen natürlich auch die Maschinen, insbesondere die Lokomotiven gewählt werden, und um so stärker das Gleis.

Der Natur der Arbeit entsprechend setzen sich die Kosten von Erdarbeiten stets aus folgenden Teilbeträgen zusammen: Kosten für Lösen und Laden des Bodens, für Transportieren desselben und für Kippen, wobei die letzteren beiden Arbeiten auch zusammengefaßt werden können.

Auf die Höhe der ersteren Teilarbeit sind — ganz allgemein — in der Hauptsache von Einfluß die Bodenart und die Ladeverhältnisse. Je größeren Widerstand der Boden dem Lösen entgegengesetzt und je höher (bei Handarbeit) der Boden in die Fördergefäße geworfen werden muß, um so teurer wird die Arbeit sein.

Die Höhe der Transportkosten wird bedingt durch den Inhalt der Fördergefäße, d. h. den Laderaum, ferner durch das Auflockerungsmaß, die Transportweite, das Gefälle bzw. die Steigung der Förderbahn und die Transportgeschwindigkeit. Unter Transportweite ist hierbei stets die Entfernung zwischen den Mittelpunkten von Abtrag und Auftrag zu

verstehen, für das Gefälle bzw. die Steigung jedoch gilt nicht die Höhen differenz dieser beiden Punkte, sondern der Unterschied zwischen dem mittleren Anfangs- und mittleren Endpunkt der Förderbahn. Kommen Gegensteigungen in Frage, so sind dieselben noch zu diesem Höhenmaß hinzuzufügen.

Die Arbeit des Kippens wird natürlich je nach der Art des Bodens und der Art der Kippe verschieden teuer sein. Häufig muß der gekippte Boden auch noch ausgebreitet und gestampft oder gewalzt werden, eine Arbeit, die man aber stets getrennt von der des Kippens betrachten soll (siehe Abschnitt G).

A. Einfaches Werfen des Bodens mit der Schaufel.

Diese Art der Bodenbewegung kann vorkommen beim Ausheben kleiner Gräben, bei Herrichten eines Gleisplanums oder im Zusammenhange mit anderen Erdarbeiten. Ein Arbeiter wirft den Boden etwa 2—3 m weit und gleichzeitig bis etwa 1 m hoch. Diese Arbeit der Beförderung des Bodens zusammen mit dem Lösen desselben entspricht ungefähr dem im Abschnitt E für Lokomotivbetrieb angeführten und mit „Lösen und Laden“ bezeichneten Arbeitsaufwand.

Ist der Boden jedoch bereits gelöst und soll lediglich durch Schaufelarbeit weiter befördert werden, so kann man für jeden Wurf von 2—3 m Weite bei den verschiedenen Bodenarten ungefähr folgenden Arbeitsaufwand rechnen:

Gelöster Boden	Schaufeln von der Erde oder von Haufen	Schaufeln von glatter Unterlage
	Arb.-Std./cbm	Arb.-Std./cbm
1. Leichter Boden	0,5—0,8 i. M. 0,7	i. M. 0,6
2. Mittelschwerer Boden	0,8—1,2 „ 1,0	„ 0,8
3. Schwerer Boden	1,2—1,6 „ 1,4	„ 1,0
4. Sehr schwerer Boden	1,6—2,2 „ 1,9	„ 1,2

Im allgemeinen wird der einmal geworfene Boden höchstens noch ein zweites Mal auf diese Weise bewegt; sobald die Entfernung größer ist, verwendet man vorteilhafter Transportgeräte.

B. Schubkarrenbetriebe.

Schubkarren finden im allgemeinen nur bei ganz geringen Transportweiten und kleinen Mengen Verwendung, z. B. bei Vorarbeiten für größere Erdbetriebe, Ausschachten kleiner Baugruben usw., und da, wo die örtlichen Verhältnisse die Verwendung von Muldenkippern nicht zulassen.

Die aus der Verwendung der Baugeräte, d. h. der Schubkarren entstehenden Auslagen, sowie die Kosten der Karrbohlen können im allgemeinen vernachlässigt werden, da sie gegenüber den Kosten der eigentlichen Arbeit verschwindend klein sind. Diese letzteren Kosten lassen sich wie folgt berechnen:

1. Lösen und Laden des Bodens. Man kann rechnen, daß das Lösen von Boden und Laden in Schubkarren ungefähr folgenden Arbeitsaufwand erfordert:

1. Leichter Boden . . .	0,5—0,8, i. M.	0,6 Arb.-Std./cbm		
2. Mittelschwerer Boden	0,9—1,4	„	1,2	„
3. Schwerer Boden . . .	1,5—2,1	„	1,8	„
4. Sehr schwerer Boden	2,2—3,5	„	2,8	„

2. Transportieren und Kippen. Der Inhalt eines Schubkarrens beträgt, bis zu seinem oberen Rande gemessen, im allgemeinen etwa 70 l. Meist wird der Karren gehäuft geladen. Wenn man dies berücksichtigt, sowie die Auflockerung des Bodens in Rechnung zieht, so kann man folgende Lademengen gewachsenen Bodens für einen Schubkarren annehmen:

Auflockerungsmaß	10 %	20 %	30 %	40 %
Lademenge	0,068 cbm	0,063 cbm	0,058 cbm	0,053 cbm

Die Fahrgeschwindigkeit eines Schubkarrens auf horizontaler Bahn beträgt, beladen oder unbeladen, durchschnittlich etwa 60 m/Min.

Den Einfluß von Steigung bzw. Gefälle in der Fahrbahn, d. h. den dadurch bedingten größeren Kraftaufwand bzw. das verringerte Lademaß berücksichtigt man am besten durch eine entsprechende Verlängerung der Transportweite, und zwar kann man für 1 m Steigung etwa 15 m, für 1 m Gefälle etwa 10 m rechnen. Auf jeder Tour entstehen an Lade- und Entladestelle — ausschließlich der Zeit für das Laden — Aufenthalte, die zusammen etwa $1\frac{1}{2}$ Minuten, bei größeren Distanzen oder schwer kippbarem Boden etwa 2 Minuten ausmachen werden. Auch diese Zeitverluste kann man durch eine Verlängerung der Transportweite berücksichtigen, und zwar wird dem ersteren Zeitverlust eine Länge von etwa 40 m, dem letzteren eine solche von etwa 60 m entsprechen.

Unter Zugrundelegung dieser Werte berechnen sich die Transportkosten für 1 cbm Boden nun wie folgt:

In 1 Minute transportiert 1 Arbeiter 3 Schubkarren je 20 m weit, in 1 Stunde unter Berücksichtigung des Rückweges also 90 Schubkarren, d. h. je nach der Grösse des Auflockerungsmaßes 6,10—4,75 cbm gewachsenen Boden. Es kostet somit:

Art der Arbeit	Auflockerungsmaß			
	10 %	20 %	30 %	40 %
	Arb.-Std.	Arb.-Std.	Arb.-Std.	Arb.-Std.
1 cbm Boden 20 m weit horizontal zu bewegen	0,16	0,18	0,19	0,21
1 m Steigung zu überwinden	0,13	0,14	0,15	0,16
1 m Gefälle zu überwinden	0,08	0,09	0,10	0,11
Aufenthalte für 1 cbm Boden	0,32—0,48	0,36—0,54	0,38—0,57	0,42—0,63

Unter Zugrundelegung der virtuellen Länge
 $L = \text{Transportweite} + \text{Steigung} \cdot 15$ (bzw. $\text{Gefälle} \cdot 10$) + (40–60 m)
 kostet 1 cbm Boden zu bewegen

$$\frac{L}{20} \text{ (0,16–0,21) Arb.-Std.}$$

3. Aufsicht. Zur Berechnung der Aufsichtskosten kann angenommen werden, daß durchschnittlich auf etwa 15 Arbeiter 1 Aufseher bzw. Vorarbeiter entfällt. Für Aufsicht sind daher an Aufseherstunden etwa 7% aller Arbeiterstunden, oder unter Berücksichtigung des höheren Lohnes des Aufsehers, wie er gegenwärtig bezahlt wird, etwa 8% der Arbeiterstunden zu rechnen.

Auf der Kippe ist meist noch ein Mann zum Einebnen des Bodens und Verschieben der Karrbohlen beschäftigt. Nimmt man die Arbeitsgruppe wieder mit etwa 15 Mann an, so kann man diesen Arbeiter durch eine weitere Erhöhung der Arbeiterstunden um etwa 7% berücksichtigen, oder die Kosten dieses Mannes zusammen mit der Aufsicht durch einen Zuschlag von rund $\frac{1}{7}$ der Arbeiterstunden.

Durch Addition der sich aus vorstehendem ergebenden Teilbeträge findet man schließlich den Gesamtarbeitsaufwand bzw. den Gesamtpreis für die Bodenbewegung.

4. Durchschnittliche Gesamtkosten. Nimmt man an, daß die vier Auflockerungsmaße den vier verschiedenen Bodenklassen entsprechen, was angenähert der Fall sein dürfte, so kann man folgende Durchschnittswerte für die Kosten von Schubkarrenbetrieb berechnen, wobei eine Transportweite von 40 m bzw. eine solche von 25 m + 1 m Steigung zugrunde gelegt wurde:

Bodenart	Lösen und Laden	Transportieren und Kippen	Aufsicht usw.	Zusammen
	Arb.-St./cbm	Arb.-St./cbm	Arb.-St./cbm	Arb.-St./cbm
1. Leichter Boden	0,6	0,6	0,2	1,4
2. Mittelschwerer Boden	1,2	0,7	0,3	2,2
3. Schwerer Boden	1,8	0,8	0,4	3,0
4. Sehr schwerer Boden	2,8	0,9	0,6	4,3

C. Muldenkipperbetriebe.

Bei nicht allzu großen Massen und geringer Transportweite sind die sogen. Muldenkipperbetriebe die gebräuchlichsten. Der Muldenkipper wird im allgemeinen von zwei Arbeitern geladen und stets — auch bei leichtem Boden — von zwei Mann zur Kippe geschoben; meist werden beide Arbeiten von denselben Leuten ausgeführt. Als Grenze der Transportweite können bei reiner Handarbeit etwa 20 und 300 m gelten. Bei größeren Entfernungen empfiehlt es sich im allgemeinen, zur Förderung Zugtiere bzw. Lokomotiven zu verwenden.

1. Bedarf an Baugeräten. An Baugeräten werden benötigt: Muldenkipper und Gleis, letzteres entweder bestehend aus fertig auf eisernen Schwellen montierten Schienen, sogen. Rahmengleis, oder — jedoch seltener — aus Schienen auf hölzernen Schwellen.

Die Anzahl der benötigten Wagen kann man auf Grund der im nachstehenden angeführten Zahlenwerte und folgender Überlegung berechnen:

Vorausgesetzt, daß mit Lösen und Laden des Bodens stets nur zwei Mann pro Wagen beschäftigt sind, fordert diese Arbeit je nach der Bodenart einen Zeitaufwand von durchschnittlich 0,35, 0,65, 1,00 bzw. 1,60 Std./cbm (siehe Abschnitt 6). Das Befördern eines Muldenkippers zur Kippe und zurück benötigt bei einer virtuellen Länge von L Metern (siehe Abschnitt 7) einen Zeitaufwand von $\frac{L}{30}$ Minuten und 1 cbm somit

$$\frac{L}{30 \cdot 60 (0,75 - 0,60)} = \frac{L}{1350 - 1080} \text{ Stunden.}$$

Auf Grund dieser Werte ergeben sich die Bodenmengen, die mit einem Muldenkipper pro Stunde gefördert werden können, wenn man wieder für die vier verschiedenen Bodenklassen die vier Auflockerungsmaße in gleicher Reihenfolge annimmt, zu:

- | | | |
|-------------------------|-----------------------------------|-----------|
| 1. Leichter Boden | $\frac{1}{0,35 + \frac{L}{1350}}$ | cbm/Stde. |
| 2. Mittelschwerer Boden | $\frac{1}{0,65 + \frac{L}{1260}}$ | cbm/Stde. |
| 3. Schwerer Boden | $\frac{1}{1,00 + \frac{L}{1170}}$ | cbm/Stde. |
| 4. Sehr schwerer Boden | $\frac{1}{1,60 + \frac{L}{1080}}$ | cbm/Stde. |

Aus der täglichen Leistungsfähigkeit eines Muldenkippers und der täglich zu fördernden Bodenmenge findet man dann leicht die erforderliche Anzahl Wagen, zu der als Reserve, d. h. für in Reparatur befindliche Wagen etwa 15% zugeschlagen werden müssen.

Das erforderliche Gleismaterial bestimmt man am besten an Hand eines Lageplanes, in welchen man die Gleisanlage einzeichnet. Bei Projektierung dieser Anlage ist zu berücksichtigen, daß die Steigung für Muldenkippergleis nicht größer als 1 : 25 sein soll, besser aber nur 1 : 50.

Aus der Verwendung dieser Baugeräte entstehen nun folgende, auf die ganze Erdarbeit zu verteilende Kosten:

2. Tilgung und Verzinsung der Gerätebeschaffungskosten. Hierüber siehe Kapitel 2 und die Tabelle des Anhanges. Über die Kosten von Schienen, hölzernen Schwellen usw. siehe das im nächsten Abschnitt Gesagte.

3. Transportkosten. Diese lassen sich auf Grund des in Kapitel 3 Gesagten und den Gewichtsangaben der Tabelle des Anhanges berechnen.

4. Installationskosten. Diese bestehen meist nur in den Kosten für das Legen und Wiederaufnehmen des Gleises, eine Arbeit, die durchschnittlich folgenden Arbeitsaufwand erfordert:

Rahmengleis	0,6 Arb.-Std./lfdm.
Schienen auf hölzernen Schwellen 1,0—1,4	„ „

In diesen beiden Werten können als eingeschlossen betrachtet werden: Kurze Antransporte der Gleismaterialien, geringe Planierungsarbeiten, die durch Weichen und Drehscheiben bedingten Mehrarbeiten, sowie der Zuschlag für Aufsicht. Weichen sind hierbei stets als doppeltes Gleis zu rechnen.

Kommt das Gleis auf weichen Boden zu liegen, so ist für das Einbauen von Unterfangungen, bestehend aus Balken, Schwellen usw., und für den Verlust an solchen Materialien ein Zuschlag zu obigen Werten zu machen, der im Durchschnitt ungefähr in gleicher Höhe, wie die Installationskosten von Gleis mit hölzernen Schwellen angenommen werden kann.

Werden Transport- oder Schüttgerüste erforderlich, so lassen sich die Kosten derselben auf Grund der unter Zimmerarbeiten, Kapitel 11, gemachten Angaben betreffend Holzbedarf und Arbeitsaufwand für Aufstellen und Abbrechen von leichten Gerüsten ermitteln.

5. Reparaturkosten. Hierüber siehe Kapitel 2 und die Tabelle des Anhanges.

Die Kosten der eigentlichen Erdarbeiten setzen sich zusammen aus:

6. Lösen und Laden des Bodens. Für das Lösen von Boden und Laden in Muldenkipper kann man zusammen folgende Werte annehmen:

1. Leichter Boden . . .	0,5—0,9, i. M. 0,7 Arb.-Std./cbm.
2. Mittelschwerer Boden	1,0—1,6 „ 1,3 „ „
3. Schwerer Boden . .	1,7—2,4 „ 2,0 „ „
4. Sehr schwerer Boden	2,5—4,0 „ 3,2 „ „

Diese Werte gelten für den Fall, daß der Boden von Gleishöhe aus geladen werden kann. Muß derselbe aus größerer Tiefe herauf in die Wagen geworfen werden, so sind dieselben, solange es sich noch um einen Wurf handelt, je nach Bodenart und Wurfhöhe um 0,1—0,5 Arb.-Std. zu erhöhen. Kann der Boden dagegen von oben herunter geladen werden, so wird sich die Arbeit etwas billiger stellen.

7. Transportieren und Kippen. Der Inhalt eines Muldenkippers, wie er bei Handtransporten üblich ist, beträgt — gestrichen voll — 0,75 cbm. Da die Wagen meist gehäuft voll geladen werden, kann man

unter Berücksichtigung des Auflockerungsmaßes annehmen, daß in einem Wagen je nach der Bodenart untergebracht werden können:

Auflockerungsmaß . . .	10 %	20 %	30 %	40 %
Gewachsener Boden . .	0,75 cbm	0,70 cbm	0,65 cbm	0,60 cbm

Sollten die Wagen aus irgend einem Grunde nicht voll geladen werden können, so verringern sich diese Mengen natürlich entsprechend, wenn sie z. B. nur gestrichen voll sind, um ca. 10%.

Vorstehenden Zahlenwerten entspricht ein Bruttogewicht des beladenen Wagens von etwa 1,5—2,0 t. Da ein Mann, unter der Annahme einer Zugkraft von 12 kg (d. h. $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ seines Eigengewichtes) und eines Reibungswiderstandes zwischen Wagen und Muldenkippergleis von 10—12 kg im Durchschnitt 1—1 $\frac{1}{4}$ t auf der Horizontalen zu ziehen oder zu stoßen vermag, genügen in allen Fällen, auch bei schwerstem Boden, für horizontale Transporte zwei Mann.

Die Fahrgeschwindigkeit eines Muldenkippers beträgt wie bei Schubkarren durchschnittlich 60 m/Min.

Sind Steigungen in der Fahrbahn zu überwinden, so muß, falls dadurch der Widerstand für zwei Arbeiter zu groß wird, entweder das Lademaß verringert oder ein dritter Mann zum Stoßen angesetzt werden. Bei den leichteren Bodensorten wird dies jedoch, wie aus obigem ersichtlich, erst bei stärkerer Steigung erforderlich sein. Man berücksichtigt diesen Umstand bei der Kostenberechnung am besten dadurch, daß man die Transportweite entsprechend verlängert, und zwar indem man für jeden Meter Steigung 50 m horizontale Bahn annimmt, während ein Gefälle im Transportgleis, sofern es nicht sehr groß ist, außer acht gelassen werden kann, da ein solches keinen übermäßigen Kraftaufwand fordert, auch nicht bei der Rückfahrt.

Die Aufenthalte, die der Betrieb erleidet, kann man mit etwa 2 Minuten pro Tour auf der Ladestelle und je nach der Art des Bodens und der Kippe mit 3—5 Minuten (unter Umständen auch mehr) auf der Entladestelle annehmen. Auf jeder Tour entstehen also im allgemeinen etwa 5—7 Minuten Aufenthalte, worin auch diejenigen Zeitverluste als eingeschlossen angesehen werden können, die durch Entgleisen von Wagen unterwegs oder Umfallen auf der Kippe ab und zu entstehen.

Die Teilbeträge der Transportkosten ergeben sich nun in ähnlicher Weise wie bei Schubkarrenbetrieb. Es erfordert, stets unter der Annahme, daß jeder Wagen von zwei Leuten geschoben wird:

Art der Arbeit	Auflockerungsmaß			
	10%	20%	30%	40%
1 cbm Boden 50 m weit horizontal zu bewegen oder 1 m Steigung zu überwinden	0,074	0,080	0,085	0,093
Aufenthalte für 1 cbm Boden	0,222- 0,310	0,240- 0,336	0,255- 0,357	0,279- 0,390
i. M.:	0,27	0,29	0,31	0,33

Oder es kostet 1 cbm Boden zu bewegen unter Berücksichtigung der virtuellen Länge

$$L = \text{Transportweite} + \text{Steigung} \cdot 50 + (150 - 210 \text{ m})$$

$$\frac{L}{50} (0,074 - 0,093) \text{ Arb.-Std.},$$

wobei geringe Steigungen in der Bahn bei leichten Bodensorten nicht besonders berücksichtigt zu werden brauchen.

Auf der Kippe sind ein paar Arbeiter erforderlich, um beim Kippen und Entleeren der Wagen behilflich zu sein, ferner den gekippten Boden vom Gleis fortzuschaukeln und das Gleis zu verschieben. Bei hohen Kippen und leichtem Boden genügt für einen Schacht von etwa 20 Mann ein Arbeiter, bei flachen Kippen, die häufiges Rücken des Gleises erfordern und bei schwerem Boden werden 2–3 Mann erforderlich sein, also etwa $\frac{1}{20} - \frac{1}{7}$ der Schachtmannschaft. Die Kosten der Kippe betragen somit 5–15%, oder durchschnittlich 10% der aus Lösen, Laden und Transportieren sich ergebenden Kosten.

8. Aufsicht. Für die Überwachung der Arbeit sind an Aufseherstunden durchschnittlich etwa 4% aller Arbeiterstunden zu rechnen, da ein Aufseher bei derartigen Betrieben etwa 20–30 Mann beaufsichtigen kann; oder man schlägt, unter Berücksichtigung des höheren Lohnes der Aufseher, zu den gesamten Arbeiterstunden durchschnittlich 5% hinzu.

9. Zugtiertransporte. Ist der Boden weiter als etwa 300 m zu bewegen, oder ist die Fahrbahn auf eine längere Strecke geneigt, so verwendet man für den Transport der Muldenkipper vorteilhafterweise Zugtiere. Die Kosten, welche aus einem derartigen Transport entstehen, werden in analoger Weise berechnet wie bei Handtransporten.

Die Fahrgeschwindigkeit beträgt bei Pferde- oder Maultiertransporten durchschnittlich etwa 70 m/Min. Auf guter horizontaler Bahn kann ein Zugtier im allgemeinen 4 Muldenkipper à $\frac{3}{4}$ cbm Inhalt (bzw. 3 à 1 cbm) ziehen, auf geneigter Bahn, die im Maximum 1:30, besser aber nur 1:70 betragen soll, jedoch nur noch 2–3 Wagen à $\frac{3}{4}$ cbm Inhalt. Die genaue Anzahl Wagen läßt sich für die verschiedenen Verhältnisse und Bodensorten auf Grund der Zugkraft eines Zugtieres und dem Reibungswiderstand zwischen Wagen und Gleis in gleicher Weise berechnen, wie dies oben für Handtransporte beschrieben ist. Die Zugkraft eines Pferdes kann hierbei mit 70 kg angenommen werden. Zwei Zugtiere ziehen nicht ganz das Doppelte wie eines. Mit Rücksicht auf die Anlage des Gleises lassen sich zwei Tiere aber meist schlecht ansetzen, weshalb im allgemeinen einspännig gefahren wird.

Die Aufenthalte auf jeder Tour sind größer als bei Handtransporten, einmal weil auf der Entnahmestelle die vollen Wagen nicht immer gerade bereitstehen werden, wenn die leeren zurückkommen, und ferner, weil auf der Ablagerungsstelle die Wagen von einer kleinen Kippmannschaft entladen werden müssen. Man muß daher mit etwa 6 bis 15 Minuten oder durchschnittlich 10 Minuten Aufenthalt pro Tour rechnen.

Hiernach findet man folgende Durchschnittsdaten zur Berechnung der Transportkosten:

Art der Arbeit	Auflockerungsmaß			
	10 %	20 %	30 %	40 %
1 cbm Boden 50 m weit zu bewegen auf horizontaler Bahn (4 Wagen à $\frac{3}{4}$ cbm Inhalt)	Gespannstd. 0,008	Gespannstd. 0,0085	Gespannstd. 0,009	Gespannstd. 0,010
1 cbm Boden 50 m weit zu bewegen auf geneigter Bahn (2–3 Wagen à $\frac{3}{4}$ cbm Inhalt)	Gespannstd. 0,013	Gespannstd. 0,014	Gespannstd. 0,015	Gespannstd. 0,016

Hierbei sind unter „Gespannstunde“ die Kosten eines Gespannes, bestehend aus einem Zugtier nebst Treiber während einer Stunde, zu verstehen.

Die Aufenthalte berücksichtigt man am einfachsten dadurch, daß man die Transportweiten um 2–500 m, i. M. also 350 m verlängert.

Zu beachten ist noch, daß die Wagen sehr oft im Schacht erst ein Stück weit von Hand geschoben werden müssen, bevor die Zugtiere vorgespannt werden können. In solchen Fällen sind die Transportkosten für diese Strecke nach den früheren Angaben zu berechnen, wobei die Kosten für Aufenthalte jedoch halbiert werden können. Für den übrigen Teil der Strecken ergeben sich die Kosten auf Grund obiger Daten.

Auf der Kippe ist zum Entladen der Wagen bei Zugtiertransporten eine besondere Arbeiterkolonne erforderlich, da zur Ausführung dieser Arbeit die Transportleute natürlich fehlen. Die Kosten des Kippens lassen sich daher nicht mehr in gleicher Art wie beim Handtransport ermitteln.

Die Größe der Kippkolonne wird sich nach der täglich zu befördernden Bodenmenge sowie nach der Art der Kippe richten. Am besten drückt man die Kosten des Kippens wie beim Lokomotivtransport durch Arbeiterstunden pro Leistungseinheit aus, und zwar kann man rechnen, daß im allgemeinen für diese Arbeit 0,2–0,4 Arb.-Std./cbm gewachsenen Boden erforderlich sind (siehe S. 45). Müssen die Wagen auf der Kippe von der Kippmannschaft erst noch ein Stück weit von Hand geschoben werden, so sind diese Zahlenwerte etwas zu erhöhen.

Die Anzahl der bei Zugtiertransporten benötigten Wagen läßt sich mit genügender Genauigkeit nach den oben für Handtransport angeführten Formeln berechnen.

10. Vorspann. Ist die Fahrbahn für Handtransporte nicht zu lang, besitzt aber auf eine kürzere Strecke eine starke Neigung, die von Hand nicht mehr gut überwunden werden kann, so empfiehlt es sich, Vorspann zu benutzen, d. h. für die betreffende Strecke Zugtiere zu verwenden. Da es sich in einem solchen Falle aber nicht um einen reinen Zugtiertransport handelt, sondern lediglich um eine Unterstützung des Handtransportes, und die Transportleute auch auf die ganze Strecke mitgehen, sind die Kosten zunächst nach dem in Abschnitt 7 Gesagten zu berechnen. Für den Vorspann ist alsdann noch ein Zuschlag zu machen, der sich am besten aus der Anzahl und Stärke der benötigten Gespanne, deren Tageskosten, sowie der täglichen Leistung berechnet.

D. Fuhrwerksbetriebe.

Sind kleine Bodenmengen auf große Entfernung zu transportieren, z. B. Mauersand oder Betonkies aus der Grube nach der Verwendungsstelle, oder verbieten die örtlichen Verhältnisse das Legen von Gleisen, wie z. B. in Städten, so kommt Transport des Bodens in Fuhrwerken oder Kraftwagen in Frage. Da diese Art der Bodenbewegung gegenüber den anderen Methoden aber immer sehr teuer zu stehen kommt, wird man sie, wenn irgend möglich, zu vermeiden suchen.

1. **Bedarf an Baugeräten.** Dieser ergibt sich aus der täglich zu befördernden Bodenmenge und der Leistungsfähigkeit eines Fuhrwerks.

2. **Tilgung und Verzinsung der Gerätebeschaffungskosten.** Hierüber siehe Kapitel 2 und die Tabelle des Anhanges.

3. **Reparaturkosten.** Auch hierüber siehe Kapitel 2 und die Tabelle des Anhanges.

4. **Lösen und Laden des Bodens.** Diese Teilarbeit wird im allgemeinen teurer sein als bei den vorstehend beschriebenen Betrieben, da die leeren Fuhrwerke nicht immer so rechtzeitig zur Verfügung stehen werden, daß die Lademannschaft ununterbrochen beschäftigt sein wird. Zu den Sätzen für Muldenkipperbetriebe (S. 31) sind daher je nach den Verhältnissen Zuschläge bis zu 30% zu machen. Ist der zu ladende Boden bereits gelöst, so kommen die Sätze auf S. 27 gleichfalls mit einem Zuschlage in Frage.

5. **Transportieren.** Die Transportkosten werden wie auch bei anderen Fuhrwerkstransporten durch das Lademaß des Fuhrwerks, die Transportweite und die Fahrgeschwindigkeit bestimmt. Man berechnet die Kosten in gleicher Weise, wie dies in Kapitel 3, Abschnitt 3 (S. 13) entwickelt wurde. Bei Berechnung des Lademaßes auf Grund der Tragfähigkeit von Wagen kann man ein spezifisches Gewicht des Bodens in gelockertem Zustand von 1,3—2,0 annehmen, je nach der Größe des Auflockerungsmaßes, dem Feuchtigkeitsgrad und dem Gewicht der Erde.

6. **Entladen.** Hieraus entstehen ungefähr folgende Kosten für Boden in gewachsenem Zustande gerechnet:

1. Leichter Boden . . .	0,4	Arb.-Std./cbm
2. Mittelschwerer Boden	0,5	„
3. Schwerer Boden . . .	0,6	„
4. Sehr schwerer Boden	0,8	„

Sind die Fuhrwerke derart gebaut, daß aller Boden ausgeschaufelt werden muß, so sind diese Werte um etwa 50% zu erhöhen. Werden die Fuhrwerke von den Fuhrleuten selber entladen, so fallen die Entladekosten weg, da der Lohn des Fuhrmannes bereits im Transportpreis enthalten ist; nur ist in solchen Fällen der Aufenthalt an der Entladestelle entsprechend länger anzunehmen.

E. Lokomotivbetriebe.

Als Lokomotivbetriebe sind diejenigen Erdbewegungen zu bezeichnen, bei welchen der Boden noch von Hand gelöst und geladen wird, dessen Transport aber durch Lokomotiven bewirkt wird. Da ein derartiger Betrieb wesentlich größere Installationskosten verursacht als die bisher

beschriebenen, wird er sich auch nur dann wirtschaftlich gestalten, wenn größere Erdmassen zu bewegen sind, oder wenn bei kleineren Massen die Transportweite zu groß ist, als daß sie noch durch Zugtiere rationell überwunden werden könnte.

Im allgemeinen gelangen im Baubetrieb Dampflokomotiven zur Anwendung, seltener Benzin- oder elektrische Lokomotiven. Die nachstehenden Ausführungen beziehen sich daher zunächst auf die erstere Maschinenart, doch lassen sie sich sinngemäß auch auf Betriebe mit anderen Transportmaschinen anwenden.

Der Transport erfolgt stets auf Gleisen und zwar mit Spurweiten von 600—1000 mm. Am gebräuchlichsten sind die Spurweiten von 600 mm (für Wagen mit 1 cbm Inhalt) und 900 mm (für Wagen von 2—4 cbm Inhalt).

Das Laden wie das Kippen des Bodens wird durch besondere Arbeitskolonnen bewirkt.

1. Bauprogramm. In weit höherem Maße als die bisher beschriebenen Erdbetriebe fordert ein Lokomotivbetrieb die gründliche Durcharbeitung eines Bauprogramms, da die Verhältnisse, unter denen derartige Erdbewegungen ausgeführt werden außerordentlich verschieden sein können und sich meist ohne eine genaue Baudisposition nicht in allen Teilen übersehen lassen. Dies gilt insbesondere für diejenigen Fälle, in welchen der Boden auf größere Entfernung befördert werden muß.

Am zweckmäßigsten wird bei Lokomotivbetrieben die Baudisposition zeichnerisch dargestellt, indem man sich einen graphischen Fahrplan aufträgt, aus welchem in übersichtlicher Weise die verschiedenen Fasen des ganzen Betriebes in die Erscheinung treten. Die zur Aufstellung eines solchen Fahrplanes erforderlichen Daten und Angaben sind im folgenden Abschnitt bei Berechnung des Bedarfs an Baugeräten aufgeführt, der natürlich stets Hand in Hand mit der Aufstellung der Baudisposition ermittelt werden muß.

Die richtige Festsetzung der täglichen Leistung ist bei einem Lokomotivbetriebe für die ganze Baudisposition von besonderer Wichtigkeit. Bei Bestimmung der zur Verfügung stehenden Bauzeit bzw. der täglich zu leistenden Bodenmenge ist zunächst darauf zu achten, daß, bevor der Erdbetrieb überhaupt beginnen kann, die Gleisanlage hergestellt werden muß. Es ist dies eine Arbeit, die unter Umständen nicht unwesentliche Zeit in Anspruch nehmen wird, besonders wenn größere Planierungsarbeiten oder gar der Bau von Transportbrücken damit verbunden sind.

Im weiteren ist, wie bereits früher erwähnt, darauf Rücksicht zu nehmen, daß zu Baubeginn und gegen Ende der Arbeit die tägliche Leistung fast immer hinter dem Tagesdurchschnitt zurückbleiben wird. In den meisten Fällen kann sich ein größerer Erdbetrieb nur nach und nach entwickeln, sei es, daß zu Anfang nur eine beschränkte Zahl Wagen gleichzeitig beladen werden kann, oder daß andere Umstände hindernd einwirken. Am Schlusse der Arbeit aber wird häufig viel Zeit durch Rest- und Putzarbeiten verloren gehen. In welchem Umfange beides der Fall sein wird, läßt sich meist nur schätzen, doch können die

nachfolgenden Daten betr. die Lademöglichkeit von Wagen hierbei als Anhalt dienen.

Auf Grund dieser Überlegungen wird zunächst die während der ganzen Betriebszeit erforderliche durchschnittliche Leistung ermittelt, und sodann diejenige Leistung, die erreicht werden wird, wenn der Betrieb in vollem Gange ist und die man speziell für die Bestimmung des Bedarfs an Baugeräten benötigt.

In jedem Falle muß natürlich untersucht werden, ob diese letztere Leistung überhaupt bewirkt werden kann, oder ob nicht die örtlichen Verhältnisse dies verunmöglichen, indem z. B. der Schacht auch im günstigsten Falle nur für eine beschränkte Zahl Wagen Platz bietet. Ferner muß geprüft werden, ob ein oder mehrere Entnahmestellen eingerichtet werden müssen bzw. können.

Zur Beurteilung dieser Fragen muß zunächst diejenige Bodenmenge bekannt sein, die stündlich bzw. täglich auf die Länge eines Wagens geladen werden kann, außerdem muß man wissen, wie viele Wagen in einem Zuge Platz haben und welches dessen zulässige größte Länge ist.

Nimmt man an, daß an jedem Wagen zwei Mann laden (wie dies üblich ist), und daß bei den schwereren Bodenklassen 3 und 4 noch ein bis zwei weitere Arbeiter zum Lösen des Bodens angesetzt werden, so ergeben sich auf Grund der Zahlenwerte für „Lösen und Laden“ (S. 43) bei den verschiedenen Bodenklassen folgende Stundenleistungen, wobei die kleinen Pausen im Laden, die während des Rangierens der Züge entstehen, berücksichtigt worden sind.

Falls die Hilfskräfte bei den Bodenklassen 3 und 4 nicht verwandt werden, verringern sich die Leistungen auf die in Klammern beigefügten Zahlenwerte.

Bodenmenge pro Wagen	Bodenklasse			
	1	2	3	4
Durchschnittlich	cbm/Std. 2,2	cbm/Std. 1,3	cbm/Std. 1,2	cbm/Std. 0,9
bzw.			(0,8)	(0,5)

Die Längen der verschiedenen Wagentypen betragen durchschnittlich:

- Muldenkipper mit 1 cbm Inhalt 2,00 m
- Kastenskipper mit 2—4 cbm Inhalt 3,00—3,50 m

Hinsichtlich der Zuglänge siehe das unter 2. Gesagte.

Wichtig ist bei Lokomotivbetrieben natürlich, daß man die ganze Arbeit derart einrichtet, daß ein ununterbrochener Betrieb entsteht, daß also vor allem die Ladezeit eines Zuges stets gleich derjenigen Zeit wird, die für das Transportieren und Kippen erforderlich ist. Auf Grund der unten für die verschiedenen Teilarbeiten angeführten Zeiten sowie dem Fassungsvermögen eines Wagens läßt sich diese Disposition ohne Schwierigkeit vornehmen.

2. Bedarf an Baugeräten. Dieser Bedarf muß, wie bereits gesagt, stets im Zusammenhang mit der Baudisposition ermittelt werden.

An Baugeräten werden benötigt: Wagen, Lokomotiven, Gleis und Wasserstationen.

a) Wagen und Lokomotiven. Mit Rücksicht auf die Vielseitigkeit der Verhältnisse empfiehlt es sich, den Umfang der benötigten Wagen und Lokomotiven bei diesen Betrieben stets neu zu ermitteln und nicht, wie dies häufig geschieht, nach Formeln zu berechnen, da man in diesem Falle nur selten richtige, den Verhältnissen entsprechende Werte erhalten wird.

Maßgebend für die erforderliche Anzahl Wagen und Maschinen ist einerseits die täglich zu bewegende Bodenmenge, und zwar die während des Vollbetriebes zu leistende Masse und nicht etwa die durchschnittliche, und andererseits diejenige Erdmenge, die mit einem Wagen pro Stunde gefördert werden kann, sowie die Anzahl Wagen, welche eine Maschine gleichzeitig zu ziehen vermag. Zur Ermittlung dieser Daten mögen die folgenden Ausführungen dienen:

Je nach der Größe der Fördergefäße unterscheidet man 1-, 2-, 3- und 4-cbm-Wagen. Diese Zahlen geben den Fassungsraum der betreffenden Wagen an, und zwar bis zum oberen Rande gemessen. Meist werden die Wagen aber gehäuft voll geladen, d. h. um etwa 5–10% über das nominelle Maß hinaus. Bei den Kastenkippern, d. h. den 2–4 cbm fassenden hölzernen Kastenwagen, gelangen häufig sogen. Aufsatzbretter zur Verwendung, die es ermöglichen, den Wagen um etwa 10% mehr zu beladen. Berücksichtigt man diesen Umstand, sowie die auf S. 26 angegebenen Auflockerungsmaße der verschiedenen Bodenarten, so ergeben sich folgende Mengen gewachsenen Bodens, die in einem Wagen Platz finden, vorausgesetzt natürlich, daß derselbe auch wirklich voll geladen werden kann:

Wagen	Fassungsraum	Boden mit Auflockerung von			
		10 %	20 %	30 %	40 %
Muldenkipper mit 1 cbm Inhalt	1,10	1,0	0,90	0,85	0,80
Kastenkipper					
mit 2 cbm ohne Aufsatzbretter	2,10	1,90	1,75	1,60	1,50
" " " mit " "	2,20	2,00	1,80	1,70	1,55
" mit 3 cbm ohne " "	3,15	2,90	2,60	2,40	2,25
" " " mit " "	3,30	3,00	2,75	2,55	2,35
" mit 4 cbm ohne " "	4,20	3,80	3,50	3,20	3,00
" " " mit " "	4,40	4,00	3,65	3,40	3,15

Die Zeiten, die notwendig sind, um den Boden zu laden, zu transportieren und zu kippen, lassen sich nach folgendem berechnen:

Das Laden des Bodens erfordert nach dem oben Gesagten für:

Bodenklasse	1	2	3	4
	Std./cbm gewachsenen Boden			
Durchschnittlich	0,5	0,8	0,8	1,1
bzw.			(1,2)	(1,9)

Diese Zahlen mit vorstehenden Wageninhalten multipliziert ergeben die Zeiten, die zum Beladen eines Wagens bzw. eines Zuges erforderlich sind, wobei wie früher angenommen wird, daß die vier verschiedenen Bodenarten mit den vier Auflockerungsmaßen in gleicher Reihenfolge übereinstimmen.

Die Zeiten für Transportieren und Kippen sind natürlich abhängig von der Entfernung zwischen Entnahme- und Kippstelle sowie den örtlichen Verhältnissen. Die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit eines Bauzuges (Mittel aus der Hin- und der Rückfahrt) beträgt:

bei 600 mm Spurweite ca. 160 m/Min. = 10 km/Std.
 „ 900 „ „ „ 200 „ = 12 „

Hieraus und aus der Entfernung zwischen den Mitten des Schachtes und der Kippe findet man die Fahrzeit, wobei die Distanz natürlich doppelt zu rechnen ist. Steigungen der Transportbahn brauchen, sofern genügend starke Maschinen zur Verwendung gelangen, hierbei nicht berücksichtigt zu werden, da in diesem Falle nur eine geringe Verlangsamung der Fahrgeschwindigkeit in den Steigungen eintreten wird, die durch die raschere Bewegung auf der Rückfahrt, d. h. im Gefälle, wieder ausgeglichen werden dürfte.

An Aufenthalten entstehen:

An der Entnahmestelle bzw. auf der Kippe durch Rangieren und evt. Warten auf das Beladen des Zuges	ca.	5 Min.
Durch Aufnehmen von Wasser und Kohlen (falls dies nicht während einer anderen Wartezeit erfolgen kann)	ca.	10 „
An jeder Kreuzung durch Warten auf den Gegenzug (jedoch nur bei langen Transporten und nur auf einem Wege). je	ca.	5 „
Auf der Kippe je nach Art derselben und der Kippbarkeit des Bodens pro Wagen	ca.	1—1½ „
ausnahmsweise	ca.	2 „

Die etwa entstehenden kleineren Zeitverluste infolge von Störungen auf der Strecke kann man als in den 5 Minuten Wartezeit an den Kreuzungen eingeschlossen betrachten. Der Einfluß größerer Störungen auf die Kosten muß durch den Risikozuschlag berücksichtigt werden.

Die Länge der Züge, d. h. die Anzahl Wagen, welche eine Lokomotive gleichzeitig zu befördern vermag, ist abhängig einerseits von der Stärke der Maschine und andererseits von dem Gewicht eines beladenen Wagens und den Steigungsverhältnissen in der Fahrbahn.

Das Gewicht eines Wagens beträgt in leerem Zustande durchschnittlich:

Muldenkipper mit 1 cbm Inhalt	0,7 t
Kastenskipper „ 2 „ „	1,8 t
„ „ 3 „ „	2,1 t
„ „ 4 „ „	2,4 t

Das Gewicht des Wageninhaltes ergibt sich aus dem Fassungsraum des Wagens (siehe obige Tabelle) multipliziert mit dem spezifischen Gewicht des gelockerten Bodens, das von dem Auflockerungsmaß, dem Feuchtigkeitsgrad und dem Gewicht der Erde abhängig ist und zwischen 1,3 und 2,0 schwankt; oder man findet das Gewicht aus dem

Wageninhalt ausgedrückt in Menge gewachsenen Bodens (siehe gleichfalls obige Tabelle) multipliziert mit dem spezifischen Gewicht des betreffenden Materials.

Die Last, welche einer Lokomotive angehängt werden kann, ist abhängig von ihrer Zugkraft und dem Reibungswiderstand zwischen Wagen und Gleis. Aus einer größeren Anzahl Lokomotiven verschiedener Fabrikate ergaben sich folgende Mittelwerte für die Bruttolast, die eine Lokomotive auf der Geraden zu befördern imstande ist (ausschließlich ihres Eigengewichtes). Die Spurweite spielt hierbei keine wesentliche Rolle, wohl aber die Güte des Gleises, die begreiflicherweise einen großen Einfluß auf die Größe der Last hat. Die nachstehenden Zahlen gelten durchwegs für sehr gut verlegtes Rollbahngleis und müssen, bei weniger gut liegendem Gleis nicht unwesentlich verringert werden, was besonders für die Werte auf der Horizontalen gilt, die allerdings in den seltensten Fällen zur Anwendung gelangen dürften.

Eine Lokomotive vermag zu ziehen:

Lokomotiv- stärke	Zugkraft	bei einer Steigung von				
		0‰	5‰	10‰	20‰	30‰
PS.	kg	t	t	t	t	t
30	800	150	70	45	25	15
40	1100	200	100	65	35	20
50	1300	250	120	80	45	25
60	1700	330	165	105	55	30
80	2100	390	190	120	65	35
100	2600	480	235	150	85	50
125	3200	600	300	190	105	70
160	3700	680	340	225	125	80
200	4100	750	380	250	140	90
Verhältniszahlen i. M.		1	1/2	1/3	1/3,5	1/3

Hieraus und aus dem Gewichte eines beladenen Wagens ergibt sich leicht die größte Wagenzahl, die eine Maschine auf gegebener Strecke zu ziehen vermag. Von den Steigungen, die in der Fahrbahn vorkommen, ist natürlich stets die größte zu berücksichtigen.

Kurven verringern die Leistungsfähigkeit einer Maschine in gleicher Weise wie Steigungen. Man wird es daher, wenn irgend möglich, zu vermeiden suchen, Kurven in Steigungen anzuordnen, oder doch wenigstens, wenn sich dies nicht vermeiden läßt, die Steigung auf der betreffenden Kurvenstrecke so weit zu ermäßigen, daß der Widerstand nicht größer wird als auf der übrigen Steigungsstrecke.

Aus dieser Berechnung ergibt sich, besonders bei horizontaler Bahn, häufig eine sehr große mögliche Wagenzahl. Man wird die Länge eines Zuges natürlich stets so groß wie irgend angängig machen, um die Maschine gut ausnutzen zu können, doch sollte man die Zahl der Wagen mit Rücksicht auf das Entgleisen derselben nicht höher annehmen als

15 Wagen bei 600 mm Spurweite
 25 „ „ 900 „ „

Unter Umständen empfiehlt es sich, im Schacht eine Rangierlokomotive zu verwenden, die im allgemeinen schwächer sein kann als die Transportmaschine.

An Reserven für defekte Baugeräte muß man bei den Wagen etwa 15% rechnen und bei Lokomotiven je nach der Größe der Arbeit 1–3 Stück.

b) Gleise. Zur Ermittlung der erforderlichen Gleismaterialien trägt man am besten die ganze Gleisanlage mit allen Ausweichstellen, Schacht- und Kippgleisen in einen Lageplan ein und entnimmt diesem dann die gesamte Gleislänge sowie die Zahl der Weichen.

Bei Projektierung der Gleisanlage ist zu beachten, daß die Transportbahn keine größere Steigung als etwa 30‰ haben soll, mit Rücksicht auf die mit der Steigung rasch fallende Leistungsmöglichkeit der Maschine (siehe obige Tabelle) besser aber nicht mehr als 10‰. Der Krümmungshalbmesser von Kurven soll nicht kleiner sein als etwa 12 m bei Gleisen mit 600 mm Spur, 20 m bei solchen mit 750 mm und 30–45 m bei 900–1000 mm Spur (je nach Größe der Maschine).

Die Gesamtlänge des Gleises einschließlich aller Ausweichen und anderer Gleise beträgt angenähert

bei geringen Transportweiten etwa $1,3 L$

bei großen Transportweiten etwa $1,2 L$

wo L die Distanz zwischen den Mittelpunkten von Entnahme- und Kippstelle bedeutet.

Für 1 lfd. m Gleis wird benötigt:

Material	Spurweite	
	600 mm	900 mm
Schienen, einschließl.	2 à 15–20 kg = 30–40 kg	2 à 20–30 kg = 40–60 kg
Laschen	1,3 Stck à i. M. 12/14, 1,40 m lang	1,3 Stck. à i. M. 14/18, 1,70 m lang
Schwellen		
Laschenbolzen (je nach Schienenlänge) . . .	0,6–0,8 Stck. à 0,20 kg = 0,12–0,16 kg	0,6–0,8 Stck. à 0,40 kg = 0,24–0,32 kg
Schienennägel	6 Stck. à 0,09 kg = 0,54 kg	6 Stck. à 0,15 kg = 0,9 kg

In diesen Mengen ist sowohl der Mehrbedarf an Schwellen in den Weichen und Kurven, wie auch der Verlust an Kleineisenzeug beim Legen des Gleises berücksichtigt.

Die erforderliche Schienenstärke kann man auf Grund der Formel $g = 10 \sqrt[3]{P^2}$ berechnen, wo g das Schienengewicht für 1 lfd. m und P den größten Raddruck bedeuten (siehe Förster: Taschenbuch für Bauingenieure, 2. Aufl., S. 1257).

c) Wasserstationen. Zahl und Größe der Wasserstationen richten sich natürlich ganz nach dem Umfange des Betriebes und der Länge des Transportes. Bei Wahl des Aufstellungsortes dieser Stationen hat man nicht nur auf die möglichst leichte Wasserbeschaffung zu achten sondern auch auf eine gute Anfuhrmöglichkeit für die Kohlen, da diese stets gleichzeitig mit dem Wasser von den Maschinen gefaßt werden sollen.

Aus dem Bedarf der Baugeräte entstehen nun zunächst folgende auf die ganze Erdarbeit zu verteilende Kosten:

3. Tilgung und Verzinsung der Gerätebeschaffungskosten. Hierüber siehe zunächst wieder Kapitel 2 und die Tabelle des Anhanges.

Von den Gleismaterialien werden nur die Schienen und Laschen als Inventar betrachtet, die Schwellen und das Kleineisenzeug dagegen behandelt man mit Rücksicht auf deren kurze Lebensdauer zweckmäßigerweise als Verbrauchsstoffe. Die Kosten, die aus diesen letzteren entstehen, findet man aus der Differenz der Beschaffungskosten und dem Erlös bei Abgabe bzw. Verkauf nach Baubeendigung (siehe S. 7).

4. Transportkosten. Siehe Kapitel 3 und die Tabelle des Anhanges.

Kommen Überlandtransporte in Frage, so wird die Beförderung der Baulokomotiven häufig nicht unwesentliche Kosten verursachen, da entweder besondere Gleise hierfür gelegt, oder Spezialwagen benutzt werden müssen. Nicht selten sind auch Straßen und Wegebrücken für derartige Transporte erst noch zu verstärken.

Die Gewichte, die bei Berechnung der Transportkosten für Dampflokomotiven in Betracht kommen, betragen durchschnittlich:

Stärke PS.	30	40	50	60	80	100	125	160	200
Leergewicht	t 5,7	t 6,3	t 7,0	t 8,5	t 10,5	t 13,0	t 14,2	t 15,5	t 17,0

5. Installationskosten. Hierunter entfällt in der Hauptsache das Legen und Wiederaufnehmen des Transportgleises. Diese beiden Arbeiten erfordern zusammen durchschnittlich etwa:

bei Gleis mit 600 mm Spurweite 1,0—1,4 Arb.-Std./lfd. m
 „ „ „ 900 „ „ 1,2—1,8 „ „ „ „

Hierbei ist angenommen, daß nur kurze Antransporte der Gleismaterialien und geringe Planierungsarbeiten erforderlich sind. Die Mehrkosten für das Legen von Weichen (die als doppeltes Gleis zu rechnen sind) sowie die Kosten für Aufsicht sind in obigen Werten eingeschlossen, ebenso das evtl. erforderlich werdende Abschneiden und Neubohren einzelner Schienen.

Muß das Gleis auf weichem, z. B. sumpfigem Boden verlegt werden, so sind mit Rücksicht auf die erforderlichen Unterfangungen des Gleises an den betreffenden Stellen die Gleislegekosten je nach den Verhältnissen zu verdoppeln oder zu verdreifachen, wobei dann aber auch ein normaler Verlust an Unterfangungsmaterial berücksichtigt sein dürfte.

Bedingen die örtlichen Verhältnisse ein wiederholtes Aufnehmen und Neulegen einzelner Gleisstrecken (z. B. auf der Kippe), so ist für die betreffende Strecke jedesmal ungefähr obiger Arbeitsaufwand zu rechnen. Das einfache Rücken von Gleisen dagegen braucht natürlich nicht besonders berechnet zu werden.

Sind zur Herrichtung des Gleisplanums besondere Erdarbeiten von einigem Umfange erforderlich, so sind dieselben besonders zu ver-

anschlagen. Auch die notwendig werdenden Transportstege, Überbrückungen und Schüttgerüste sind besonders zu kalkulieren, wobei die in Kapitel 11 für starke Transportgerüste usw. gemachten Angaben zu verwenden sind. Bei Schüttgerüsten, die von den Lokomotiven nicht befahren werden, können die daselbst für leichte Gerüste angeführten Zahlenwerte in die Berechnung eingefügt werden.

Für das betriebsfertige Herrichten einer Lokomotive kann man etwa 30—50 Stunden rechnen (siehe S. 9), und für das Herrichten eines hölzernen Kastenkippers etwa 5—10 Stunden.

Die Kosten des Aufstellens und Wiederabbrechens einer Wasserstation berechnet man sich unter Zugrundelegung der in Kapitel 4 Abschnitt 3 für derartige Arbeiten angeführten Zahlenwerte.

6. Reparaturkosten. Hierüber siehe Kapitel 2 und die Tabelle des Anhanges. Außerdem wäre noch zu berücksichtigen, daß beim Arbeiten in Sandboden die Abnutzung der Fahrzeuge, besonders der Lager, eine wesentlich größere ist als bei anderen Bodenarten, und daß somit auch größere Reparaturkosten entstehen werden. Bei Lokomotiven ist ferner auf die Qualität des Speisewassers zu achten, die gleichfalls von Einfluß auf den Umfang der entstehenden Reparaturen ist.

Die Kosten der eigentlichen Bodenbewegung lassen sich auf Grund nachstehender Angaben berechnen:

7. Lösen und Laden des Bodens. Bei Verwendung von Muldenkippern mit 1 cbm Inhalt kann man für diese Arbeit die bei den Muldenkipperbetrieben angeführten Werte annehmen. Muß der Boden jedoch in die höher gebauten Kastenkipper geladen werden, so werden sich die Kosten etwas erhöhen, und zwar kann man dann mit folgenden Zahlen rechnen:

1. Leichter Boden . . .	0,6—1,1, i. M.	0,9 Arb.-Std./cbm
2. Mittelschwerer Boden	1,2—1,8 „	1,5 „
3. Schwerer Boden . . .	1,9—2,8 „	2,4 „
4. Sehr schwerer Boden	3,0—4,5 „	3,8 „

Diese Zahlenwerte gelten für das Laden des Bodens von Gleishöhe aus. Kann der Boden von oben herunter in die Wagen geworfen werden, so werden sich die Kosten etwas verringern, wenn er dagegen aus größerer Tiefe herauf geladen werden muß (jedoch immer noch mit einem Wurf bis in den Wagen), so sind sie je nach Bodenart und Wurfhöhe ungefähr um 0,1—0,5 Arb.-Std. zu erhöhen.

Die Kosten der Aufsicht für das „Lösen und Laden“ berücksichtigt man, indem man die Zahl der erforderlichen Arbeitsstunden um 3—4% erhöht. Hierbei ist angenommen, daß etwa 30—40 Arbeiter von einem Aufseher (Schachtmeister) beaufsichtigt werden.

8. Transportieren. Die Kosten des Transportierens findet man bei Lokomotivbetrieben am einfachsten derart, daß man die Summe sämtlicher während eines Tages oder einer Betriebsstunde aus dieser Teilarbeit entstehenden Kosten durch die Leistung in derselben Zeit dividiert. Hierbei ist natürlich nicht, wie bei Ermittlung des Gerätebedarfs, die maximale Dauerleistung zu nehmen, sondern die während

der ganzen Betriebszeit voraussichtlich entstehende durchschnittliche Leistung.

Die Betriebskosten setzen sich, wie bekannt, zusammen aus den Löhnen und den Kosten für Verbrauchsmaterialien.

Löhne sind zu rechnen für 1 Maschinisten, 1 Heizer und 1 bis 2 Bremser pro Maschine bzw. Zug. Die Löhne für Maschinisten und Heizer muß man, um deren Mehrarbeit außerhalb der eigentlichen Betriebszeit Rechnung zu tragen, wie bei der Bedienungsmannschaft von Antriebsmaschinen bei achtstündigem Betrieb um etwa $\frac{1}{4}$ erhöhen (siehe S. 22).

Ferner berücksichtigt man an dieser Stelle zweckmäßigerweise auch gleich die Kosten für die übrigen mit dem Transport des Bodens in Zusammenhang stehenden Arbeitsleistungen, nämlich diejenigen der:

Weichensteller, jedoch nur bei größeren Erdbetrieben und nur an den

Weichen im Schacht und auf der Kippe,

Wächter an Kreuzungen des Transportgleises mit Straßen und anderen Gleisanlagen,

Bedienungsmannschaft der Wasserstationen: bei Handpumpen für jede Station 1—2 Arbeiter, bei maschinell betriebenen Pumpen je 1 Maschinist und evtl. noch 1 Arbeiter,

Wagenschmierer: auf etwa 50 Wagen 1 Mann,

Gleisstopfkolonne, die, aus 1 Vorarbeiter und etwa 8 Mann bestehend, je nach der Güte, d. h. Festigkeit des Gleisplanums etwa 3—10 km Gleis unterhalten kann, so daß also auf 1 km Gleis 1—3 Arbeiter zu rechnen wären.

Die Kosten der Kohlen kann man, wie bei Dampfmaschinen, auf Grund des Verbrauchs pro PS.-Std. berechnen, doch erhält man auf diese Weise nur angenäherte Werte, da eine Lokomotive während des Betriebes in sehr verschieden hohem Maße beansprucht wird und außerdem täglich kürzere oder längere Zeit still steht. Im Durchschnitt kann man den Kohlenverbrauch mit etwa 1,8 kg/PS.-Std. (wirklich ausgeübte Anzahl Pferdekräfte) annehmen, bzw. je nach der Inanspruchnahme der Maschine mit 0,6—1,0 kg/PS.-Std. (nominelle Stärke).

Wesentlich genauere Resultate ließen sich erzielen, wenn man der Kostenberechnung den Verbrauch pro geleisteten Bruttotonnenkilometer zugrunde legen würde. Leider stehen uns hierfür noch keine Erfahrungswerte zur Verfügung; doch könnten solche auf Grund von genauen Beobachtungen ohne große Schwierigkeit ermittelt werden.

Zu diesem Zwecke müßten die Anzahl der täglich oder stündlich geleisteten Bruttotonnenkilometer aus der in dieser Zeit beförderten Anzahl Züge, deren Leer- bzw. Vollgewicht und der Transportweite berechnet werden. Hierbei wären sowohl Steigungen wie Krümmungen in der Fahrbahn zu berücksichtigen, was am besten durch ein Umrechnen derselben in Längen der Fahrbahn geschehen würde. Den Zahlenwerten der Tabelle auf Seite 40 zufolge kann man bei Steigungen bis etwa 20‰ für jeden Meter Steigung eine Länge von 200 m, bei Steigungen von $20\text{—}30\text{‰}$ eine solche von 250 m rechnen. Natürlich wären die Steigungen sowohl auf der Hin- wie auf der Rückfahrt zu berücksichtigen. Der

Einfluß der Kurven kann je nach Krümmungsradius und Gleisgüte sehr verschieden hoch sein. Man kann ihm durch ein Verdoppeln bis Vervielfachen der Krümmungstrecke Rechnung tragen.

An Schmier- und Putzmaterialien verbraucht:

eine Lokomotive je nach ihrer Größe und der Sorgfalt der Bedienung:

Zylinder- und Maschinenöl	etwa	0,2—0,4	kg/Betriebsstd.
Putzwolle	i. M. etwa	0,1	„

ein Rollwagen:

Lorenöl	i. M. etwa	0,1	kg/Betriebstag
---------	------------	-----	----------------

Werden die Wasserstationen maschinell betrieben, z. B. durch Lokomobilen, so sind natürlich auch die hierfür erforderlichen Verbrauchsmaterialien zu berücksichtigen, wobei das in Kapitel 4 Gesagte zugrunde zu legen ist.

9. Kippen. Die durch das Kippen des Bodens und der übrigen hiermit in Zusammenhang stehenden Arbeiten erwachsenden Kosten werden je nach Bodenart und Gestaltung der Kippe verschieden hoch sein. Die Größe der Wagen hat keinen wesentlichen Einfluß auf die Höhe dieser Kosten, wohl aber auf die Größe der Kippmannschaft, die bei kleineren Wagen je nach der Art des Bodens und der Kippe aus 10—15 Mann, bei großen Wagen aus 20—30 Mann zuzüglich Aufseher bestehen wird.

Bei flachen Kippen sowie bei schlecht kippbarem, klebrigem Boden kommt es häufig vor, daß ein Teil des Bodens von Hand aus dem Wagen ausgeschaufelt werden muß, was die Kosten natürlich wesentlich erhöht. Der Arbeitsaufwand, der für das Kippen von 1 cbm Boden (in gewachsenem Zustande gemessen) erforderlich ist, beträgt einschließlich aller Nebenarbeiten, wie Gleis heben, rücken und reinigen, jedoch ausschließlich Ausbreiten und evtl. Stampfen des Bodens (hierüber siehe Abschnitt G) bei:

leicht kippbarem Boden (trockener Sand und Kies, Dammerde usw.)	0,10—0,20, i. M. 0,15	Arb.-Std./cbm;
mittelschwer kippbarem Boden (nasser Sand und Kies, Trümmergestein, Mergel, trockener Lehm)	0,20—0,35	„ 0,27
schwer kippbarem Boden (nasser Lehm und Ton)	0,35—0,45, „	0,40

Hierbei gelten die Grenzwerte für sehr hohe bzw. ganz flache Kippe.

Die Kosten für Aufsicht kann man, da auf 10—30 Arbeiter 1 Aufseher (Kippmeister) entfällt, durch ein Erhöhen obiger Werte um 10 bis 4% berücksichtigen.

F. Baggerbetriebe.

Handelt es sich um die Bewegung größerer Erdmassen, so verwendet man zum Lösen und Laden des Bodens vorteilhafterweise an Stelle von Menschenkraft maschinelle Einrichtungen, d. h. Bagger.

Im vorliegenden sollen lediglich die sogen. „Trockenbagger“, d. h. die Eimer- und Löffelbagger, besprochen werden.

Bis auf das Lösen und Laden des Bodens entsprechen Baggerbetriebe den im vorstehenden Abschnitt besprochenen Lokomotivbetrieben, weshalb die daselbst gemachten Angaben auch auf die vorliegenden Erdbewegungen angewandt werden können. Im einzelnen wäre hierzu noch folgendes zu bemerken:

1. Bauprogramm. Bei Festsetzung der für die eigentliche Erdbewegung zur Verfügung stehenden Zeit ist außer der vorbereitenden Arbeit des Gleislegens auch das Aufstellen des Baggers zu berücksichtigen. Besonders bei den großen Eimerbaggern erfordert diese Arbeit einen nicht unbedeutenden Zeitaufwand, und zwar je nach Größe etwa 12—20 Arbeitstage. Löffelbagger sind rascher montiert, und zwar in durchschnittlich 8—12 Tagen. Natürlich wird man das Aufstellen der Bagger, wenn irgend möglich, gleichzeitig mit dem Legen des Gleises vornehmen. Kommen Überlandtransporte in Frage, so ist auch für den Antransport der Baggerteile ein genügend lang bemessener Zeitraum vorzusehen.

Bei der Verwendung von Eimerbaggern kann es ferner vorkommen, daß das Gelände, bevor der Bagger in Betrieb gesetzt werden kann, zuerst noch hierfür vorbereitet werden muß. Die in solchen Fällen erforderlichen Erdbewegungen sind besonders zu veranschlagen und gegebenenfalls die hierfür erforderliche Zeit bei Aufstellung des Bauprogrammes zu berücksichtigen.

Bestimmend auf den ganzen Betrieb wird stets die Leistungsfähigkeit des Baggers sein. Nach dieser haben sich nicht nur Größe und Umfang der übrigen Baugeräte zu richten, sondern auch der ganze Transport des Bodens und die Kippe, wenigstens soweit dies die örtlichen Verhältnisse zulassen. Natürlich wird man stets einen möglichst ununterbrochenen Betrieb anstreben, um auf diese Weise den Bagger voll auszunutzen und den ganzen Betrieb rationell gestalten zu können.

2. Bedarf an Baugeräten. a) Bagger. Größe, Art und Zahl der zur Verwendung gelangenden Bagger haben sich nach den jeweiligen Verhältnissen zu richten, nämlich nach dem Gesamtumfange der Arbeit, der täglich zu fördernden Bodenmenge, den örtlichen Verhältnissen u.a.m. Es ist von Fall zu Fall zu entscheiden, ob vorteilhafterweise der Eimer- oder der Löffelbagger verwandt wird, und welche Größe gewählt werden soll. Auf diese Fragen soll hier nicht näher eingegangen werden. Hinsichtlich der möglichen Leistung eines Baggers sei auf die nachstehenden Tabellen und das hierzu Gesagte verwiesen.

Bei Auswahl des Baggers hat man außer auf dessen Leistungsfähigkeit auch stets darauf zu achten, daß die auszuhebenden Bodenmassen von demselben auch nach Möglichkeit in vollem Umfange erreicht werden können, und daß also kleine Nebenbetriebe, bzw. ein Heranwerfen des Bodens in den Bereich des Baggers tunlichst vermieden werden. Lassen sich derartige Nebenbetriebe aber nicht vermeiden, so sind die auf diese Art zu bewegenden Bodenmassen möglichst genau zu ermitteln und diese Arbeiten besonders zu veranschlagen.

Man sieht also, daß man schon bei der Kalkulation eines Baggerbetriebes über die Abmessungen und die Konstruktion der in Frage kommenden Bagger orientiert sein muß, um die Arbeit richtig veranschlagen zu können.

b) Wagen und Lokomotiven. Über Anzahl und Größe dieser Geräte siehe zunächst das unter E, 2. Gesagte. Bei Baggerbetrieben hat man außer auf die dort angeführten Faktoren auch noch auf die Größe und Leistungsfähigkeit des Baggers Rücksicht zu nehmen, welche insbesondere die Größe der Wagen bestimmen. Bei Löffelbaggern sollen, wenn irgend möglich, Wagen von solcher Größe verwandt werden, daß darin ein, besser zwei Löffelinhalte gerade Platz haben. Die bei Eimerbaggern am vorteilhaftesten zu benutzenden Wagen sind in der Tabelle auf S. 50 enthalten.

Was die Zeiten betrifft, welche die einzelnen Teilarbeiten erfordern, so wird der zum Laden des Zuges erforderliche Zeitaufwand natürlich wesentlich geringer sein als bei Handladung. Man kann sich denselben leicht aus der stündlichen Leistung des Baggers, dem Fassungsvermögen eines Wagens, sowie der Zuglänge berechnen.

Je nach der Art der Verhältnisse wird zum Verschieben der Wagen und Züge am Bagger eine Rangierlokomotive gebraucht. Bei Löffelbaggern ist dies meist, bei Eimerbaggern nicht selten der Fall. In solchen Fällen werden alsdann die 5 Minuten Zeitverlust für Rangieren und Warten im Schacht (siehe S. 39) für die Transportlokomotive natürlich in Wegfall kommen.

c) Gleise. Bei Baggerbetrieben ist auf eine wohldurchdachte Gleisanordnung, d. h. auf ein richtiges Anlegen der Weichen und Kippgleise in noch höherem Maße Wert zu legen, als bei Lokomotivbetrieben, damit das vom Bagger geförderte Material auch in vollem Umfange abtransportiert und gekippt werden kann und Betriebsstörungen nach Möglichkeit vermieden werden.

Außer dem Transportgleis ist noch das für die Bewegung des Baggers erforderliche Baggergleis herzustellen. Bei Eimerbaggern besteht dieses aus zwei bis drei, bei Löffelbaggern aus zwei kräftigen Schienen auf durchgehenden starken Schwellen. Die Länge des Gleises wählt man im ersteren Falle, um ein leichtes Rücken desselben während des Betriebes zu ermöglichen, ungefähr gleich der dreifachen Länge eines Transportzuges, d. h. etwa 150—250 m. Bei Löffelbaggern verlegt man normalerweise (d. h. bei Schlitzarbeit) nur ganz kurze Gleisstücke von etwa 15—20 lfd. m Länge, doch kann bei Seitenentnahme auch die Verwendung eines längeren Baggergleises in Frage kommen.

Die Kosten für 1 lfd. m Baggergleis lassen sich auf Grund nachstehender Angaben und dem auf S. 41 für Transportgleise Gesagten berechnen:

Das Gewicht der Schienen und Laschen beträgt 40—50 kg/ld. m.

Für die Schwellen wählt man im allgemeinen Rundhölzer von etwa 30 cm Durchmesser, die zweiseitig beschnitten sind, eine Höhe von 20—22 cm und je nach der Baggergröße verschiedene Länge haben, z. B. bei B-Baggen 5,00—5,50 m, bei Löffelbaggen (Type G 20) 3,50 m. Sie liegen in Entfernungen von 0,6—1,0 m je nach Festigkeit des Bodens und Schienenstärke. Bei Löffelbaggen und Schlitzarbeit werden die Schwellen aber dicht bei dicht gelegt und bilden dann mit den Schienen zusammen kräftige Schwellenroste, die als Ganzes vom Bagger selber aufgenommen und vorgestreckt werden.

Die Schienennägel sollen 15 cm lang sein und wiegen rund 0,30 kg pro Stück.

d) Wasserstation. Diese wird bei Baggerbetrieben zweckmäßigerweise nahe dem Schacht eingerichtet, damit man von derselben auch den Bagger bequem mit Speisewasser versorgen kann. Die Größe der Wasserstation muß unter Berücksichtigung des Mehrbedarfs an Wasser für den Bagger dimensioniert werden.

Aus der Verwendung vorstehend aufgeführter Geräte entstehen nun folgende Kosten:

3. Tilgung und Verzinsung der Gerätebeschaffungskosten. Siehe das im vorhergehenden Abschnitt unter 3. Gesagte.

Das Baggergleismaterial muß natürlich in gleicher Weise behandelt werden, wie dasjenige des Transportgleises.

4. Transportkosten. Wie die Lokomotiven, so erfordern auch die schweren Baggerteile bei Überlandtransporten häufig besondere Vorrichtungen und verursachen dadurch nicht selten wesentliche Kosten, was bei der Berechnung zu berücksichtigen ist. Im übrigen siehe die Angaben unter Abschnitt E, 4.

Die Gewichte der Bagger sind in den nachfolgenden Tabellen enthalten.

5. Installationskosten. Zunächst siehe Abschnitt E, 5.

Das Legen und Wiederaufnehmen des Baggergleises erfordert ungefähr 2,0—3,0 Arb.-Std./lfd. m.

Für das Aufstellen und Wiederabbrechen eines Baggers kann man je nach Größe und Art desselben rechnen:

Eimerbagger	2000—3000 Std.
Löffelbagger	600—1000 „

6. Reparaturkosten. Die Reparaturkosten des Baggers werden genau wie diejenigen der Lokomotiven und Wagen durch die Einwirkung feinen, scharfen Sandes sowie unreinen Speisewassers erhöht. Außerdem hat natürlich auch schwerer Boden im allgemeinen, sowie das Vorkommen von Hindernissen im Boden, wie Steine, Wurzelwerk usw., einen ungünstigen Einfluß auf die Höhe der Reparaturkosten.

Die Kosten der eigentlichen Bodenbewegung berechnen sich wie folgt:

7. Lösen und Laden. Diese Kosten ergeben sich, wie bei allen maschinellen Betrieben, am einfachsten dadurch, daß man die stündlichen Betriebskosten durch die durchschnittliche stündliche Leistung dividiert, wobei — wie bei der Berechnung der Transportkosten — natürlich das Leistungsmittel aus der ganzen Betriebszeit zu nehmen ist und nicht etwa eine durchschnittliche maximale Leistung.

Betriebskosten wie Leistung hängen in hohem Maße ab von der Größe des Baggers, der zu fördernden Bodenart, den örtlichen Verhältnissen und nicht zuletzt von der Bauart des Baggers. Hinsichtlich der letzteren ist bei der Berechnung der Kosten auch zwischen Dampf-

baggern und elektrisch angetriebenen Geräten zu unterscheiden. In der Hauptsache werden im Baubetrieb die ersteren verwandt, da Elektrizität nur dann vorteilhafterweise als Betriebskraft in Frage kommt, wenn keine kostspieligen Leitungsanlagen erforderlich werden.

Hinsichtlich der Betriebskosten siehe zunächst das in Kapitel 4 über Antriebsmaschinen Gesagte. Im weiteren ist noch folgendes zu bemerken:

a) Eimerbagger. Die Bedienungsmannschaft setzt sich je nach Größe und Bauart des Baggers zusammen:

bei Dampftrieb aus Baggermeister, Maschinist, Heizer und ein, bei B-Baggern älterer Konstruktion zwei Klappenzieher, bei kleinen Baggern nur aus Baggermeister, Maschinist und Klappenzieher, bei elektrischem Antrieb aus Baggermeister, und bei großen Baggern noch Klappenzieher.

Die Lohnsumme dieser Leute ist mit Rücksicht auf deren Arbeiten außerhalb der Betriebszeit wie bei anderen Maschinenbedienungen um etwa $\frac{1}{4}$ zu erhöhen (siehe S. 22).

Außerdem sind am Bagger mit Nebenarbeiten, wie Gleisrücken, Aufladen des neben die Wagen gefallen Bodens, Heranschaffen von Kohlen und Wasser und evtl. Heranwerfen kleinerer Bodenmengen an die Eimerleiter des Baggers noch erforderlich ein Aufseher und 10–30 Arbeiter (je nach der Baggergröße, den örtlichen Verhältnissen und der Bodenart), deren Kosten man am besten gleich im Zusammenhang mit denen der Bedienungsmannschaft des Baggers berücksichtigt.

Der Kohlenverbrauch eines Baggers ist außer von der Größe desselben noch abhängig von seiner täglichen Leistung, sowie der Bodenart, bei Eimerbaggern außerdem noch von der Förderhöhe. Die in nachfolgender Tabelle angeführten Kohlenmengen gelten für mittel-schweren Boden, mittlere Verhältnisse und die in der Tabelle angeführten Leistungen. Sinken diese unter die genannten Zahlenwerte, so ermäßigt sich auch der Kohlenverbrauch, allerdings lange nicht im gleichen Maße. Schließlich ist angenommen, daß eine Kohle bester Qualität zur Verwendung gelangt (S. 22).

Die unten angeführten Verbrauchsmengen von Schmier- und Putzmaterialien dürfen nur als Durchschnittswerte angesehen werden, sie können in ziemlich weiten Grenzen schwanken; doch werden die Gesamtkosten dadurch nicht wesentlich beeinflusst.

Auf die Höhe der Leistung eines Baggers wirken, wie bereits erwähnt, eine größere Anzahl Umstände bestimmend ein, weshalb ihre Voraussage nicht leicht ist und reichliche Erfahrung fordert. In erster Linie ist natürlich die zu baggernde Bodenart auf die Leistung von Einfluß, sowie die örtlichen Verhältnisse, dann aber auch die Konstruktion und der Zustand des Baggers, die Geschicklichkeit der Bedienung und anderes mehr.

Im nachstehenden sind für die seitens der Lübecker Maschinenfabrik gebauten üblichen Baggertypen neben einer Reihe wichtiger Daten auch Leistungen angegeben. Diese Zahlen sind als Durchschnittswerte bei flott gehendem Betrieb anzusehen, die unter Um-

ständen auch noch überschritten (aber höchstens um etwa 10%), dagegen häufig unterschritten werden. Die tatsächliche Leistung wird z. B. stets dann unter diesen Zahlen zurückbleiben, wenn der Betrieb durch Hindernisse im Boden oder kleinere Betriebsstörungen wiederholt unterbrochen wird, oder wenn kleine regelmäßig wiederkehrende Betriebspausen entstehen, wie dies beispielsweise der Fall ist, wenn die für das Transportieren und Kippen des Bodens erforderliche Zeit etwas größer ist als die Ladezeit. In solchen und ähnlichen Fällen sind je nach der Dauer der Betriebsunterbrechungen die angeführten Zahlenwerte zu ermäßigen. Außerdem ist natürlich bei Festsetzung der durchschnittlichen Leistung auch auf die bereits erwähnten Betriebseinschränkungen Rücksicht zu nehmen, die zu Beginn und am Ende der Arbeit und evtl. noch während des Betriebes infolge lokaler Verhältnisse eintreten können.

Ist der Boden sehr naß oder muß er sogar aus dem Wasser gebaggert werden, so ist die Leistung gleichfalls wesentlich zu ermäßigen, da in solchem Falle stets ein gewisses Quantum Wasser mit gefördert werden muß.

	Type				
	B	A	O	C	F
Eimerinhalt l	250	180	140	100	60
Konstruktionsgewicht (Dampfbagger) . . t	80	58	42	35	22
Stärke der Dampfmaschine bzw. des Motors etwa PS.	120—150	80—90	55—60	45—50	30—35
Baggerfahrbahn gleisig	3	3	2	2	2
Empfehlenswerte Transportwagengröße cbm	3—4	2—3	2	1,5—2	$\frac{3}{4}$ —1
Bedienungspersonal Mann	2—5	2—3	2—3	2—3	1—2
Für Nebenarbeiten 1 Schachtmeister + Mann	20—30	16—22	12—18	10—15	8—10
Kohlenverbrauch kg/Std.	150	125	85	55	40
Zylinder- u. Maschinenölverbrauch kg/Std.	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20
Putzwolleverbrauch kg/Std.	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
Maximalleistungen in leichtem					
Boden cbm/Std.	180	125	90	70	45
„ in mittelschwerem Boden cbm/Std.	140	100	70	50	30
„ in schwerem Boden cbm/Std.	90	70	45	30	20

Für sehr schweren Boden ist die Leistung nicht mehr angegeben, da solcher Boden ohne vorhergehende Auflockerung von Eimerbaggern nicht mehr gefördert werden kann, weshalb eine Verwendung derselben in diesem Falle unrationell wird.

b) Löffelbagger. Zur Bedienung eines Löffelbaggers sind ein Baggerführer, ein Maschinist und ein Löffelzieher erforderlich (bei der Type G 20 in neuester Konstruktion nur noch Baggerführer und Maschinist). Bei elektrischem Antrieb erübrigt sich natürlich der Maschinist. Auch hier sind die Löhne dieser Leute um etwa $\frac{1}{4}$ zu erhöhen.

Zur Ausführung der bereits bei den Eimerbaggern aufgeführten Nebenarbeiten werden je nach Größe des Baggers 3—5 Mann benötigt, wenn noch Böschungsarbeiten auszuführen sind, 5—8 Mann.

Hinsichtlich des Verbrauchs und der Kosten von Kohle, Schmier- und Putzmaterialien gilt das oben für Eimerbagger Gesagte.

Auch was die Leistung betrifft, sei zunächst auf das für Eimerbagger Bemerkte hingewiesen. Außerdem ist bei Löffelbaggern noch zu beachten, daß die Art des Betriebes, die sehr verschieden sein kann, auf die Leistung einen nicht unwesentlichen Einfluß hat. Beim Arbeiten vor Kopf wird die Leistung insbesondere in hohem Maße von der Bereitschaft der leeren Wagen beeinflusst, sowie davon, ob der Bagger jeweils nur einen Wagen oder zwei hintereinanderstehende ohne Rangieren beladen kann.

Der nachstehenden Tabelle sind die seitens der Firma Menck & Hambrock, Altona, gebauten Bagger zugrunde gelegt. Die für die Leistungen angeführten Zahlenwerte gelten wie bei den Eimerbaggern für einen gutgehenden Betrieb ohne wesentliche Unterbrechung und sind bei ungünstigeren Verhältnissen mehr oder weniger zu verringern, bei günstigeren — was aber nur ausnahmsweise vorkommen wird — bis etwa 10% zu erhöhen.

	Type			
	G 20	F 2	F 1	E
Löffelinhalt cbm	2,0—2,5	1,6	1,3	1,0
Konstruktionsgewicht (Dampf- bagger) t	55	39	33	27
Stärke der Hubmaschine (Höchst- leistung) PS.	81	68	58	50
Stärke der Vorschubmaschine (Höchstleistung) PS.	57	32	27	23
Bedienungspersonal Mann	1—3	2—3	2—3	2—3
Für Nebenarbeiten „	5—8	4—7	3—6	3—5
Kohlenverbrauch kg/Std.	110	90	75	60
Zylinder- und Maschinenöl- verbrauch kg/Std.	0,40	0,30	0,25	0,20
Putzwolleverbrauch „	0,15	0,10	0,10	0,08
Maximalleistungen				
in leichtem Boden cbm/Std.	110	80	70	55
„ mittelschwerem Boden „	90	70	55	45
„ schwerem Boden „	60	45	30	—
„ sehr schwerem Boden „	45	25	—	—

8. Transportieren und Kippen. Da diese Arbeiten von der Art des Ladens unabhängig sind, kann das für die Lokomotivbetriebe Gesagte ohne weiteres auch auf die Baggerbetriebe angewandt werden. Es sei deshalb auf die im vorigen Abschnitt unter Nr. 8 und 9 gemachten Angaben verwiesen.

G. Nebenarbeiten.

Im Zusammenhange mit Erdarbeiten sind häufig noch die im nachstehenden aufgeführten Nebenarbeiten auszuführen, für welche vom Unternehmer entweder besondere Preise abgegeben, oder die in die eigentlichen Erdbewegungen eingerechnet werden müssen. In beiden Fällen sind die aus derartigen Arbeiten entstehenden Kosten besonders zu ermitteln. Zu diesem Zwecke mögen die folgenden Angaben dienen:

1. Rasen und Mutterboden abdecken. Vor Inangriffnahme von Ausschachtungen muß meist der auf den abzugrabenden Bodenpartien lagernde Rasen bzw. Mutterboden abgedeckt und zwecks späterer Wiederverwendung gesondert gelagert werden. Die Ablagerungsfläche für diese Bodenmassen wählt man natürlich stets möglichst nahe der Gewinnungs- bzw. Wiederverwendungsstelle, weshalb in den meisten Fällen nur kurze Transporte in Frage kommen.

Rasen und Mutterboden kann als leichtere Sorte von mittelschwerem Boden angesehen werden. Da es sich stets um flache Abgrabungen handelt und der Boden fast immer vom Gleisplanum aus in die Fördergefäße geladen werden kann, wird man die Kosten des Lösens und Ladens im allgemeinen richtig einschätzen, wenn man hierfür die Durchschnittswerte für mittelschweren Boden wählt, d. h. je nach der Größe der Transportgefäße 1,2—1,5 Arb.-Std./cbm. Meist kommen für den Transport Schubkarren und Muldenkipper in Frage, nur in seltenen Fällen Fuhrwerke, und nur bei großen Massen Kastenkipper mit Lokomotivbetrieb.

Die Kosten des Transportierens und Kippens, sowie diejenigen der Aufsicht ergeben sich auf Grund der in den vorstehenden Abschnitten gemachten Angaben.

Müssen die einzelnen ausgestochenen Rasenstücke an der Ablagerungsstelle noch aufgestapelt werden, so ist noch etwa 1,0 Arb.-Std./cbm zuzuschlagen.

Durch Addition der Teilwerte findet man dann den Kubikmeterpreis für die ganze Arbeit und durch Multiplikation mit der Stärke der abzugrabenden Schicht (i. M. 0,25 m) den Preis für den Quadratmeter Fläche. Dieser letztere wird im allgemeinen bei Transportweiten bis etwa 50 m zwischen 0,4 und 0,5 Arb.-Std./qm schwanken, evtl. zuzüglich 0,3 Arb.-Std. für Aufstapeln der Rasenstücke.

Hinsichtlich des Bedarfs an Baugeräten und hinsichtlich der Installationskosten sei auf die vorhergehenden Abschnitte verwiesen.

Zu bemerken ist noch, daß die Mehr- bzw. Minderkosten des Rasen- oder Mutterbodenabdeckens gegenüber den Kosten der eigentlichen Bodenbewegung nur dann auf die letzteren von Einfluß sein werden, wenn es sich um verhältnismäßig flache Abgrabungen handelt. Bei Ausschachtungen von über etwa 2 m Stärke wird dieser Einfluß jedoch verschwinden, und die Kosten dieser Nebenarbeit können dann vernachlässigt werden.

2. Mutterboden andecken. Mutterboden, der von einer seitlichen Ablagerung entnommen wird, kann als leichter bis mittelschwerer (gewachsener) Boden bezeichnet werden. Für Lösen und Laden sind daher entsprechend den verschiedenen Transportgefäßen 0,9 bis 1,2 Arb.-Std./cbm zu rechnen.

Die Kosten des Transportierens und Kippens findet man wieder auf Grund der Ausführungen der vorhergehenden Abschnitte.

Für das Ausbreiten des Bodens (durchschnittlich in einer Stärke von 0,30 m) kann man je nach der Größe der Wagen 0,1—0,3 Arb.-Std./cbm rechnen. Muß der Mutterboden in dünne Schichten ausgebreitet werden, wie dies z. B. für die Unterlage unter Rasen erforderlich ist, so werden die Kosten natürlich höher sein, und zwar wachsen sie angenähert im umgekehrten Verhältnis zur Stärke. Wird der Boden in Schubkarren angefahren, so können die Kosten des Ausbreitens jedoch, da verhältnismäßig gering, vernachlässigt werden.

Die Arbeit, die das Einebnen der anzudeckenden Fläche vor Aufbringen des Mutterbodens verursacht, kann man durchschnittlich mit 0,2 Arb.-Std./qm annehmen.

Aus diesen Teilkosten findet man schließlich den Gesamtpreis für den Quadratmeter anzudeckende Fläche. Dieser wird bei 0,30 m starker Andeckung und bei kurzen Schubkarren- bzw. Muldenkippertransporten, wie dies im allgemeinen der Fall ist, etwa 0,6—1,0 Arb.-Std./qm betragen. Für Böschungflächen stellen sich die Kosten mit Rücksicht auf das schwierige Heranbringen und Ausbreiten des Mutterbodens allerdings nicht unwesentlich höher.

Auch hier sei hinsichtlich des Bedarfs an Baugeräten usw. auf die früheren Abschnitte verwiesen.

3. Rasen andecken. a) Flachrasen. Seitlich aufgestapelte Rasenstücke laden, transportieren und auf der zu bekleidenden Fläche nebeneinandersetzen, erfordert etwas mehr Arbeit als Mutterboden gewinnen, transportieren und in einer Stärke von 0,30 m andecken, also bei kurzen Transportweiten etwa 0,7—1,2 Arb.-Std./qm, bei Böschungflächen entsprechend mehr.

b) Kopfrasen. Da Kopfrasen ungefähr doppelt so stark ausgeführt wird wie Flachrasen, muß man auch ungefähr die doppelten Kosten rechnen wie für diesen.

4. Steinpackungen usw. Hierüber siehe die Angaben in Kapitel 12.

5. Ausroden von Wurzeln usw. Die Kosten dieser Arbeit können sehr verschieden hoch sein je nach der Stärke des auszurodenden Wurzelwerkes bzw. der Baumstümpfe, sowie der Dichtigkeit, in welcher dieselben vorhanden sind. Im allgemeinen wird der Arbeitsaufwand etwa zwischen 0,3 und 1,0 Arb.-Std./qm zu rodende Fläche schwanken. Hierin dürften außer der eigentlichen Rodungsarbeit auch das Abtransportieren und Stapeln der Wurzeln usw. enthalten sein.

6. Stampfen und Walzen von Boden. Bei Herstellung von Kanaldämmen, Deichen und Staudämmen muß der angeschüttete Boden zwecks Erzielung einer größeren Dichtigkeit gestampft oder gewalzt werden. Zu diesem Zweck ist der gekippte

Boden zunächst in Schichten auszubreiten, eine Arbeit, die, wie bereits früher erwähnt, stets getrennt vom eigentlichen Kippen berechnet werden sollte.

Die aus dem eigentlichen Stampfen bzw. Walzen des Bodens entstehenden Kosten werden je nach der Bodenart, der Stärke der Lagen, dem geforderten Dichtigkeitsgrade und der Größe der Fördergefäße sehr verschieden hoch sein. Außerdem werden sie auch in hohem Maße durch die Witterung beeinflußt und steigen bei nassem Wetter infolge der stark sinkenden Leistungen von Stampfern und Walzen nicht unwesentlich. Die nachfolgenden diesbezüglichen Angaben können daher lediglich als Anhalt zur Berechnung der Kosten dienen. Das Stampfen bzw. Walzen erfolgt von Hand oder mittels maschinell betriebener Walzen.

a) Handarbeit. Hierfür können ungefähr folgende für 1 cbm Boden — ausnahmsweise im fertigen Damm gemessen — gültige Werte der Berechnung zugrunde gelegt werden:

	Ausbreiten von 1 cbm Boden bei Transport in		Walzen bzw. Stampfen von 1 cbm Boden durchschnittlich
	Muldenkippern	Kastenkippern	
	und Schichtstärke von 0,2—0,5 m		
	Arb.-Std.	Arb.-Std.	Arb.-Std.
1. Leichter Boden . .	0,1—0,0	0,3—0,1	0,5
2. Mittelschwerer Boden	0,2—0,1	0,5—0,2	1,0
3. Schwerer Boden . .	0,5—0,2	0,8—0,3	1,5
4. Sehr schwerer Boden	0,7—0,3	1,0—0,4	2,5

b) Maschinelle Arbeit. Im allgemeinen werden hierfür Motorwalzen verwandt. Man findet die Kosten für 1 cbm gewalzten Boden, indem man die stündlichen Betriebskosten durch die stündliche Leistung dividiert und, wie bei den übrigen maschinellen Betrieben, den Preisanteil aus Tilgung und Verzinsung der Gerätebeschaffungskosten, Transport- und Reparaturkosten hinzufügt.

Zur Berechnung dieses letzteren Preisanteils sei auf die Kapitel 2 und 3, sowie die Tabelle des Anhangs verwiesen; Installationskosten entstehen keine.

Der Bedarf an Baugeräten ergibt sich aus den örtlichen Verhältnissen, der gesamten täglich zu walzenden Bodenmenge und der Leistungsfähigkeit einer Walze.

Die Betriebskosten setzen sich zusammen aus den Löhnen des Walzenführers (mit $\frac{1}{4}$ Zuschlag, siehe S. 22) und 1—2 Arbeitern zur Hilfeleistung (z. B. bei nassem Boden), sowie aus den Kosten der Verbrauchsstoffe, deren Höhe auf Grund der Walzenstärke und der Angaben in Kapitel 4 berechnet werden kann.

Die Leistung einer Walze ermittelt man am besten derart, daß man sich auf Grund von Erfahrungen vergegenwärtigt, wie viele Walzen in dem besonderen Falle erforderlich sein werden, um die antransportierten Bodenmengen zu verarbeiten. Im Durchschnitt wird man für

eine 5-t-Walze bei den vier verschiedenen Bodenarten ungefähr mit folgenden Leistungen rechnen können:

1. Leichter Boden . . .	30	cbm	gewalzter	Boden/Std.
2. Mittelschwerer Boden	20	„	„	„
3. Schwerer Boden . . .	15	„	„	„
4. Sehr schwerer Boden	10	„	„	„

Sowohl bei der Berechnung der Kosten, wie auch bei der Disposition der Arbeit hat man wohl zu berücksichtigen, daß bei Regenwetter nicht gewalzt werden kann.

6. Ausschachten tiefer Baugruben.

In diesem Kapitel sollen diejenigen Erdbewegungen behandelt werden, bei welchen der Boden aus größerer Tiefe entweder durch Handarbeit, oder mittels Kränen, Greifern usw. gehoben werden muß, bevor er abtransportiert werden kann, wie dies bei der Herstellung von Fundament-Baugruben, Kanalgräben usw. vorkommen kann. Da es sich hierbei im allgemeinen um verhältnismäßig kleine Bodenmengen handelt, kommen zum Abtransport des Bodens meist Schubkarren oder Muldenkipper bzw. Fuhrwerke in Betracht.

Je nach der Art der Förderung aus der Baugrube unterscheidet man Bodenaushub von Hand und Bodenaushub mittels maschineller Vorrichtungen.

A. Bodenaushub von Hand.

1. Über den Bedarf an Baugeräten, Tilgung und Verzinsung der Gerätebeschaffungskosten, Transportkosten, Installations- und Reparaturkosten siehe das im vorhergehenden Kapitel Gesagte. Die Kosten, die aus der Errichtung von Wurfpritschen entstehen, können im allgemeinen vernachlässigt werden.

Die Aufwendungen für die eigentliche Bodenbewegung ergeben sich aus folgendem:

2. **Lösen, Werfen und Laden des Bodens.** Zu dem „Lösen und Laden“ des vorhergehenden Kapitels kommt im vorliegenden Falle noch das Werfen des Bodens hinzu. Bei Betrachtung dieser Einzelbewegungen faßt man am besten die ersteren beiden Arbeiten zusammen und berechnet die Kosten des Werfens des Bodens für sich.

Bei dieser letzteren Arbeit kann man annehmen, daß ein Arbeiter trockenen Boden etwa 1,8—2,0 m, nassen etwa 1,6 m hoch zu werfen vermag. Aus der mittleren Tiefe der Baugrube und diesen Wurfhöhen findet man leicht die zur Förderung der ganzen Ausschachtungsmasse aufzuwendende durchschnittliche Zahl der Würfe, indem man die Wurfzahlen der einzelnen Bodenpartien addiert und das Ergebnis durch die Anzahl dieser Partien dividiert.

Der Einfachheit halber legt man der Berechnung der Kosten für „Lösen und Laden“ die für Muldenkipperbetriebe angeführten Mittel-

werte zugrunde (S. 31). Infolgedessen hat die Einteilung der Baugrube in die einzelnen Bodenpartien für Muldenkipper und für Fuhrwerkstransporte vom oberen Rande aus, für Schubkarrenbetriebe jedoch etwa $\frac{3}{4}$ m unter diesem zu beginnen.

Im weiteren kann angenommen werden, daß obige Wurfhöhen noch bis auf eine horizontale Entfernung von etwa 2 m erreicht werden können, daß also der Boden bei Baugrubenweiten bis zu 2 m direkt auf die erste Pritsche bzw. den Baugrubenrand geworfen werden kann. Ist die Baugrube aber breiter, so muß der Boden teilweise zunächst noch horizontal geworfen werden. Im allgemeinen wird aber höchstens noch ein solcher Wurf ausgeführt, da bei größerer Baugrubenbreite, d. h. über etwa 5 m, mit Rücksicht auf die alsdann vorhandenen größeren Bodenmassen meist maschinelle Förderung angewandt werden wird.

Die Kosten des ganzen Bodenaushubes können nun auf Grund folgender Werte berechnet werden:

Bodenart		Lösen und Laden	Einmal werfen
		Arb.-Std./cbm	Arb.-Std./cbm
1. Leichter Boden	i. M.	0,7	0,6
2. Mittelschwerer Boden	„	1,3	0,8
3. Schwerer Boden	„	2,0	1,0
4. Sehr schwerer Boden	„	3,2	1,2

Hierbei ist der Umstand vernachlässigt worden, daß der Boden beim ersten Wurf im Mittel nur um die Hälfte einer Staffel gefördert werden muß.

In engen Baugruben ist mit Rücksicht auf das unbequeme Arbeiten und die schwierige Beaufsichtigung der Arbeiter zu obigen Werten noch ein Zuschlag von etwa 10–15% zu machen.

3. Transportieren und Kippen. Die aus dieser Arbeit entstehenden Kosten lassen sich auf Grund der im vorhergehenden Kapitel gemachten Angaben berechnen. Mit Rücksicht auf die unvermeidlichen Unterbrechungen, die aus dem Zusammenarbeiten einer Förderkolonne und einer Transportkolonne entstehen, und die außerdem durch das Anbringen der Baugrubenaussteifung verursacht werden, empfiehlt es sich, den Zeitverlust beim Abtransport mit Schubkarren bzw. Muldenkipper um mindestens 1–2 Minuten pro Tour zu erhöhen.

4. Aufsicht. Hierfür sind (siehe Kapitel 5, Abschnitt C, 8) bei breiten Baugruben etwa 5, bei engen etwa 7% der Arbeiterstunden zu rechnen.

5. Absteifen der Baugrube. Tiefe Baugruben müssen, falls sie nicht bereits durch Spundwände eingeschlossen sind, im allgemeinen fortschreitend mit der Ausschachtung ausgesteift werden, damit ihre Wände nicht einstürzen. Meist werden hierbei zwei gegenüberliegende Wände unter Verwendung von Rundhölzern gegeneinander abgestützt, bei weiten Baugruben kommt auch ein Abstützen gegen stehengelassene Erdkörper in Frage.

Die Verkleidung der abzusteifenden Wand kann bestehen: entweder aus horizontalen Bohlen mit davorgestellten vertikalen Kanthölzern, sogen. Bohlenwand, oder aus senkrecht stehenden, unten zugespitzten Bohlen, die zwischen horizontalen Kanthölzern (Zangen) der Ausschachtung folgend nach und nach eingetrieben werden, sogen. Stülpwand, oder schließlich aus I-Trägern, die vor Beginn der Ausschachtung gerammt werden und zwischen welchen während der Ausschachtung nach und nach kurze Bohlenstücke gesetzt werden, sogen. Trägerwand. Die erstere Verkleidungsart ist die weitaus am häufigsten angewandte.

Die Kosten der Baugrubenaussteifung können je nach dem Materialbedarf und je nach der aus Anbringen und Wiederentfernen der Aussteifung erwachsenden Arbeit in ziemlich weiten Grenzen schwanken. Sie werden durch den Umfang bestimmt, in welchem eine Aussteifung erforderlich sein wird, der Materialbedarf außerdem noch durch den Umfang derjenigen Flächen, die gleichzeitig abgesteift sein müssen, sowie durch den Materialbedarf eines Quadratmeters Schalung.

Die Flächen, die gleichzeitig verkleidet sein müssen, findet man angenähert auf Grund des Bauprogrammes. Bei kurzen Baugruben, wie z. B. für Pfeilerfundamente, müssen natürlich sämtliche Wände gleichzeitig eingeschalt und abgestützt sein, während dies bei den langgestreckten Baugruben von Kanalisationsarbeiten im allgemeinen nur stückweise erforderlich sein wird. Die Länge dieser Stücke ist abhängig von den örtlichen Verhältnissen, unter Umständen auch von der Stärke des Wasserandranges. Die Anzahl der Angriffsstellen, d. h. die Zahl solcher Strecken wird durch die geforderte tägliche Leistung und die Zeiten bedingt, die zur Ausführung der einzelnen Teilarbeiten, wie Ausschachten, Herstellen des Bauwerkes und Wiedereinfüllen der Baugrube auf die Länge einer solchen Strecke notwendig sind. Diese Zeiten ergeben sich aus der Leistungsfähigkeit der Arbeitskräfte und der maschinellen Einrichtungen. Natürlich muß der Arbeitsvorgang stets ein derartiger sein, daß in der Ausführung der einzelnen Teilarbeiten, besonders in der Herstellung des eigentlichen Bauwerkes, keine Unterbrechungen entstehen.

Hat man unter Berücksichtigung aller dieser Umstände Zahl und Länge derjenigen Strecken bestimmt, die gleichzeitig eingeschalt sein müssen, so ist im weiteren festzustellen, ob die Schalung auf die ganze Tiefe der Baugrube erforderlich sein wird, wie z. B. bei nassem oder drückendem Boden, oder nur in den oberen Partien, oder ob es schließlich genügen wird, wenn nur in gewissen Abständen einzelne Bohlen mit Steifen angebracht werden. Diese Frage läßt sich natürlich nur auf Grund praktischer Erfahrungen in den verschiedenen Bodenarten beantworten.

Der Materialbedarf für 1 qm abgesteifte Fläche ergibt sich wie folgt:

Bohlen- und Stülpwände, bestehend aus 5 cm starken Bohlen, einschl. der Kanthölzer bzw. Zangen und Keile im Durchschnitt:

0,06 cbm Holz + 0,8 Stück halbe Steifen.

Man kann also für die zur Absteifung der Wand notwendigen Kant-hölzer etwa 1 cm Wandfläche rechnen. Die Stärke der Steifen richtet sich nach ihrer Länge und schwankt bei 2–5 m langen Steifen zwischen 12 und 25 cm.

Trägerwände einschließlich Zangen und Steifen:

auf Grund statischer Berechnungen und Zeichnungen.

Die Kosten des Kleineisenzeugs (Klammern, Bolzen usw.) können in allen Fällen, da von nebensächlicher Bedeutung, vernachlässigt werden.

Das Absteifholz kann natürlich wiederholt verwandt werden. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß durch Bruch und Verschnitt beim jedesmaligen Umsteifen Verluste entstehen, und daß ferner sehr oft ein Teil der Absteifung nach Vollendung des Bauwerkes nicht mehr aus der Baugrube herausgebracht werden kann. Diese letzteren Mengen sind bei der jedesmaligen Verwendung zunächst in Abzug zu bringen. Für den Rest des Holzes ist eine den örtlichen Verhältnissen, der Bodenart und vor allem auch dem Wasserandrang entsprechende Wertverminderung zu rechnen. Hierbei kann angenommen werden, daß Steifholz bis 10mal, meist aber nur etwa 5mal benutzt werden kann, bis es gänzlich unbrauchbar geworden ist.

Wird das Material aber weniger oft gebraucht, etwa nur 2–3 mal, so ist der Wert desselben nicht etwa diesen und obigen Zahlen entsprechend, sondern in höherem Maße zu reduzieren, da bei Verkauf bzw. Abgabe an Dritte altes Steifholz stets wesentlich unter dem eigentlichen Werte taxiert wird. Die Steifen übrigens haben nach Bau- beendigung mit Rücksicht auf ihre fixierte Länge im allgemeinen überhaupt nur noch Brennholzwert.

Die nach vorstehendem bestimmten voraussichtlichen Altwerte des Holzes bringt man von den Anschaffungswerten gleich in Abzug und verteilt die sich so ergebenden mittleren Kosten des Aussteifungs- materials auf die ganze Länge der Baugrube bzw. die ganze auszuschach- tende Bodenmenge.

Den Lohnanteil der Aussteifungskosten kann man auf Grund folgender durchschnittlicher Zahlenwerte berechnen:

Bohlenwand herstellen, abbrechen und zur Wieder- verwendungsstelle transportieren für 1 qm Wand . . 1,5–2,5 Arb.-Std.

Stülpwand wie vor, bei leichtem Boden bis etwa 3 m Tiefe für 1 qm Wand 2,0–3,0 „

bei größerer Tiefe 4,0–5,0 „

bei schwererem Boden entsprechend mehr.

Trägerwand: Rammen der Träger, siehe Kapitel 8.

Zurechtschneiden, Einsetzen und Wiederentfernen der Bohlenstücke und Keile zwischen den Trägern für 1 qm Wand } 2,0 Zimm.-Std.
+ 1,0 Arb.-Std.

Einsetzen und Wiederentfernen langer Streifen je nach deren Länge und den örtlichen Verhältnissen für 1 Stück } 3–8 Zimm.-Std.
+ 12–30 Arb.-Std.

B. Bodenaushub mittels maschineller Einrichtungen.

Sobald es sich um die Förderung größerer Erdmengen handelt, werden zum Heben des Bodens aus der Baugrube vorteilhafterweise maschinelle Einrichtungen verwandt. Hierbei ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen solchen Maschinen, welche die von Hand geladenen Fördergefäße einfach heben, und solchen, welche den Boden außerdem auch noch lösen. Zu ersterer Klasse gehören die Kräne, Aufzüge und schiefen Ebenen mit Windwerk, zu letzterer die Greifbagger. Welcher Maschinenart jeweils der Vorzug zu geben ist, muß natürlich von Fall zu Fall entschieden werden.

1. Bedarf an Baugeräten. Außer der eigentlichen Fördereinrichtung werden an Baugeräten noch Wagen und Gleise für den Abtransport des Bodens benötigt, bei breiten Baugruben unter Umständen die gleichen Geräte auch noch zum Heranschaffen des Bodens an die Aufzugsvorrichtung in der Baugrube. Hinsichtlich des Bedarfes sei auf das im vorhergehenden Kapitel Gesagte hingewiesen insbesondere auch auf die allgemeinen Bemerkungen betreffend Bagger. Über die Leistungsfähigkeit von maschinellen Fördereinrichtungen siehe unten Näheres.

Aus der Verwendung von Baugeräten entstehen folgende Kosten:

2. Tilgung und Verzinsung der Gerätebeschaffungskosten. Hierüber siehe Kapitel 2 und die Tabelle des Anhanges, ferner das in Kapitel 5 Gesagte.

3. Transportkosten. Siehe Kapitel 3 und die Tabelle des Anhanges.

4. Installationskosten. Zunächst siehe das im vorhergehenden Kapitel über die Gleiskosten usw. Gesagte. Die Installationskosten von Fördereinrichtungen lassen sich auf Grund folgender Angaben angenähert berechnen:

Es kostet das Aufstellen und Wiederabbrechen von

Kränen	300—400 Stunden
Greifbaggern	400—800 „
Aufzugsvorrichtungen für Fahrstähle, schiefe Ebenen usw.	100—300 „

Die Kosten der Gerüste, die zum Aufstellen von Kränen und Greifbaggern, sowie für die Einrichtung, von Aufzügen usw. im allgemeinen erforderlich werden, berechnet man zweckmäßigerweise stets getrennt von der maschinellen Einrichtung, und zwar auf Grund von Zeichnungen sowie der Angaben des Kapitels 11. Hinsichtlich der Kosten von Aufzugseisen siehe das vorhergehende Kapitel.

Die Kosten der eigentlichen Arbeit ergeben sich auf Grund nachstehender Angaben:

5. Lösen, Laden und Heben des Bodens. a) bei maschinellen Einrichtungen mit Handladung. Hierbei ist zunächst festzustellen, welche Bodenmassen direkt in die Fördergefäße geladen werden können, und welche zuerst noch durch Werfen oder mittels Wagen an die-

selben herangeschafft werden müssen. Die Kosten lassen sich dann auf Grund der im vorhergehenden Kapitel gemachten Angaben für Lösen und Laden des Bodens, für Werfen, sowie für Transportieren in Schubkarren und Muldenkippern leicht berechnen.

Die Preise, welche sich hieraus ergeben, müssen aber um etwa 10—20% erhöht werden, da bei derartigen Betrieben infolge kleinerer immer wiederkehrender Unterbrechungen und Stockungen des Betriebes die Arbeitskräfte nie vollständig ausgenutzt werden können.

Die Kosten des Hebens ergeben sich wie üblich aus den stündlichen Betriebskosten und der stündlichen Leistung der Einrichtung, wobei natürlich wieder das Leistungsmittel aus der ganzen Betriebszeit zu nehmen ist.

Sowohl die Betriebskosten wie die Leistungen hängen ganz von der Art und Ausführung der Hebevorrichtung sowie den örtlichen Verhältnissen ab und sind von Fall zu Fall neu zu ermitteln. Hierfür möge das Folgende als Anhalt dienen:

Die Bedienungsmannschaft einer Aufzugsvorrichtung besteht im allgemeinen aus dem Maschinist bzw. Führer und evtl. noch einem Arbeiter für Kohlen- und Wassertransport. Hierzu kommen meist noch 1—2 Arbeiter zum Führen der Fördergefäße beim Entleeren in die Wagen (bei Kränen), bzw. zum Abnehmen der Transportwagen von der Aufzugsvorrichtung und beim Ausschachten enger Baugruben, ferner 1 Arbeiter zum Dirigieren der Fördergefäße durch die Aussteifung hindurch. Bei längeren schiefen Ebenen werden unter Umständen noch weitere Hilfskräfte benötigt. Die Löhne von Maschinist und einem Arbeiter sind entsprechend dem früher Gesagten (S. 22) um ein Viertel zu erhöhen.

Die Höhe des Verbrauchs an Betriebsstoffen richtet sich nach der Größe der Maschine bzw. der von dieser aufzuwendenden Kraft und der Art des Betriebes. Im allgemeinen wird die Maschine nur während eines Teiles der ganzen Zeit in Anspruch genommen sein, d. h. nur während des Hebens der Last, bzw. Hebens und Schwenkens (also etwa $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ der Zeit), und hat während des Ablassens der leeren Kübel bzw. Wagen und während der Wartezeit keine Kraft aufzuwenden. Dies ist bei Festsetzung des durchschnittlichen Brennmaterial- bzw. elektr. Stromverbrauchs zu berücksichtigen. Hierüber siehe die Angaben des Kapitels 4.

Die Leistung der Aufzugsvorrichtung läßt sich aus der voraussichtlichen Anzahl Touren pro Stunde und der in einer Tour beförderten Menge gewachsenen Bodens berechnen. Erstere muß im allgemeinen von Fall zu Fall neu ermittelt werden, indem man die für die einzelnen Bewegungen (Heben, evtl. Schwenken, Ablassen und Warten) erforderlichen Zeiten berechnet oder schätzt. Hierbei ist stets ein genügend langer Zeitraum für die kleinen, aber immer wiederkehrenden, aus dem Zusammenarbeiten der verschiedenen Arbeitsgruppen entspringenden Betriebsunterbrechungen zu berücksichtigen. Ferner ist zu überlegen, ob in der Baugrube überhaupt soviel Leute zum Laden angesetzt werden können, daß die Aufzugsvorrichtung ununterbrochen zu arbeiten vermag.

Die in einem Fördergefäß enthaltene Bodenmenge ergibt sich aus dem Inhalt des Gefäßes bzw. Wagens und dem Auflockerungsmaß des Bodens. (Siehe S. 26.)

Es empfiehlt sich stets, außer der Masse auch das Gewicht des vollen Fördergefäßes zu berechnen (über spezifisches Gewicht des Bodens siehe S. 39) und zu prüfen, ob die Stärke der Aufzugsvorrichtung ein vollständiges Anfüllen des Gefäßes bzw. Wagens auch wirklich zuläßt, bzw. die Stärke der Maschine danach zu wählen.

b) bei Greifbaggern. Hier ergeben sich sämtliche Förderkosten bis zum Abtransport durch Division der Betriebskosten durch die Leistung. Beide Faktoren sind, abgesehen von der zu fördernden Bodenart und den örtlichen Verhältnissen, natürlich auch wesentlich abhängig von der Größe, Art und Konstruktion des Baggers. Die nachstehenden Angaben beziehen sich auf die beiden gebräuchlichsten, von der Firma Menck & Hambrock, Altona gebauten Greifbaggertypen.

	Baggergröße	
	C 1	E
Fassungsvermögen des Greiferkorbes . .	0,4 cbm	0,8 cbm
Konstruktionsgewicht	13 t	23 t
Höchste Leistung der Dampfmaschine	25 PS.	45 PS.
Bedienung des Baggers	1 Maschinist	1 Maschinist
„	—	1 Heizer
Hilfsmannschaft	1—3 Mann	1—5 Mann
Kohlenverbrauch	40 kg/Std.	60 kg/Std.
Zylinder- und Maschinenölverbrauch . .	0,20 „	0,40 „
Putzwolleverbrauch	0,10 „	0,15 „

Unter „Hilfsmannschaft“ sind zu verstehen: 1 Mann für Kohlen- und Wassertransport, evtl. 1—2 Mann zum Führen des Greiferkorbes beim Entleeren in Wagen, und evtl. 1—2 Mann zum Führen des Korbes beim Baggern aus dem Wasser. Die Löhne für Maschinist und Heizer sind wieder um etwa $\frac{1}{4}$ zu erhöhen.

Der angeführte Kohlenverbrauch bezieht sich auf einen flottgehenden Betrieb und beste Kohlen. Treten häufige Unterbrechungen ein, so wird er niedriger sein. Hinsichtlich des Verbrauchs und der Kosten von Schmier- und Putzmaterialien siehe das für Bagger S. 49 Gesagte.

Die Leistung des Baggers ergibt sich aus der Zahl der stündlichen Spiele (Touren) und der mit einem Hub geförderten Bodenmasse in gewachsenem Zustande.

Die Zahl der Touren muß meist mehr oder weniger geschätzt werden. Als Anhalt hierfür diene, daß man bei etwa 5 m Hubhöhe und 120° Schwenkwinkel in flottem Betrieb mit Baggertype C 1 etwa 35, mit Baggertype E etwa 40 Spiele pro Stunde zu machen vermag. Diese Zahlen werden aber in den meisten Fällen nicht erreicht werden können, vor allem beim Baggern aus dem Wasser, und stets dann nicht, wenn der Boden in kleine Transportwagen entleert werden muß, da in solchen Fällen bei jeder Tour kleinere Aufenthalte entstehen.

Auf das Fördermaß ist in erster Linie die Bodenart von Einfluß. Man kann annehmen, daß von dem Fassungsraum des Korbes (also bei obigen Baggern 0,4 bzw. 0,8 cbm) folgende Prozentsätze an gewachsenem Boden mit einem Hub im Durchschnitt gefördert werden können:

Bodenart	Bodenaushub	
	im Trockenen	unter Wasser
	%	%
1. Leichter Boden	80	50
2. Mittelschwerer Boden	70	40
3. Schwerer Boden	60	35
4. Sehr schwerer Boden	50	30

Zu beachten ist, daß der Bagger häufig einzelne Bodenpartien nicht direkt zu erreichen vermag, z. B. Boden unter starken Absteigungen und längs Spundwänden. In solchen Fällen entstehen aus dem Werfen dieser Bodenpartien unter den Greifer noch Nebenkosten.

6. Abtransportieren und Kippen des Bodens. Die Kosten dieser beiden Arbeiten ergeben sich genau wie bei anderen Erdbewegungen, doch hat man im vorliegenden Falle mit noch etwas größeren Unterbrechungen im Abtransport zu rechnen, wie unter A. erwähnt. Bei Muldenkipperbetrieben z. B. muß man durchschnittlich mindestens etwa 3—4 Minuten Wartezeit an der Aufzugsvorrichtung pro Tour annehmen, jedoch nur bei Vorrichtungen mit Handladung.

Bei Ausschachtungen aus dem Wasser wird man gut daran tun, die Transportkosten außerdem mit Rücksicht auf das mit dem Boden ausgehobene und zum Teil zu transportierende Wasser noch um etwa 10—20% zu erhöhen.

7. Aufsicht. Die Höhe dieser Kosten läßt sich wie bei anderen Erdbetrieben auf Grund der von einem Aufseher überwachten Arbeiterzahl leicht ermitteln.

7. Felsarbeiten.

Den Betrachtungen der vorhergehenden Kapitel wurden durchwegs Bodensorten zugrunde gelegt, die mit den üblichen Handwerksgeräten wie Schaufeln, Spaten und Pickel gelöst werden können. Überschreitet aber die Bodenfestigkeit ein gewisses Maß, so lassen sich diese Geräte nicht mehr nutzbringend verwenden, und man muß zum Lösen des Bodens Sprengmittel zu Hilfe nehmen. Die Arbeit des Lösen besteht in solchen Fällen dann im Bohren von Löchern, im Laden derselben mit Sprengstoff und im Sprengen der Felsmasse, unterscheidet sich also wesentlich von der entsprechenden Teilarbeit der Erdbewegungen. Die übrigen Teilarbeiten dagegen stimmen genau mit denjenigen von Erdbarbeiten überein, weshalb die in den beiden vorhergehenden Kapiteln gemachten diesbezüglichen Angaben sinngemäß auch auf Felsarbeiten angewandt werden können.

Im vorliegenden Kapitel sollen daher auch in der Hauptsache die Kosten des Lösens von Fels besprochen werden.

Diese Kosten können noch in viel weiteren Grenzen schwanken, als dies bei Erde der Fall ist, da sie in noch höherem Maße von der Bodenart und den örtlichen Verhältnissen abhängig sind, als dort. Sie setzen sich in der Hauptsache zusammen aus den Aufwendungen für das Bohren der Löcher und den Kosten der Sprengstoffe. Zu ihrer Berechnung muß man zunächst wissen, was das Bohren eines laufenden Meters Bohrloch kostet, sodann wieviel Meter Bohrloch zum Sprengen eines Kubikmeters Fels erforderlich sind, und schließlich, welche Sprengstoffmenge für einen Kubikmeter benötigt wird. Der erstere dieser drei Werte wird in der Hauptsache durch die Härte des Gesteins bedingt, die beiden anderen durch die örtlichen Verhältnisse und die Art des Felsens, d. h. seine Dichtigkeit, Struktur und Lagerung.

Hinsichtlich der Härte des Gesteins kann man folgende vier Felsklassen unterscheiden:

1. Weicher Fels: weicher Sandstein, Schiefer, weicher Kalkstein, Kreide usw.

2. Mittelharter Fels: Kalk- und Sandstein, Konglomerate, klebriger Fels (wie Mergel, weicher Schiefer) usw.

3. Harter Fels: harter Kalkstein, Granit, Gneis, starkklebriger Fels usw.

4. Sehr harter Fels: harter Granit und Gneis, Basalt, Quarz, Syenit, kristallinischer Schiefer usw.

Die zum Sprengen eines Kubikmeters Fels zu bohrende Anzahl Löcher, sowie deren Länge und die Stärke der Ladung können sehr verschieden sein, je nachdem es sich z. B. um das Sprengen von Felspartien an einer hohen Felswand handelt oder um das Aussprengen enger Kanäle oder Stollen.

Was die Sprengbarkeit des Felsens anbetrifft, so muß man unterscheiden zwischen

leicht schießbarem Fels: zerrissener und zerklüfteter Fels und weiches Gestein,

mittelschwer schießbarem Fels: kompakter Fels in schwachen Bänken, geschichteter Fels,

schwer schießbarem Fels: dichter Fels in starken Bänken ohne Schichtung und hartes Gestein.

Wie bei den Erdarbeiten gelten auch hier sämtliche Zahlenwerte für den Kubikmeter Fels in gewachsenem Zustand. Die Volumenvergrößerung infolge des Lösens, d. h. das Auflockerungsmaß, beträgt etwa 30—50%, so daß also 1 cbm Fels etwa 1,3—1,5 cbm Sprengtrümmer ergibt.

Im Gegensatz zu den Arbeiten in weicheren Bodenmassen läßt sich im Fels das Ausschachtungsprofil nie ganz genau herstellen, und man hat stets mit einem kleineren oder größeren Mehrausbruch zu rechnen. Dieser beträgt — einigermaßen geübte Arbeiter vorausgesetzt — je nachdem die Löcher angesetzt werden können, in kompaktem Fels durchschnittlich 5—10 cm, in zerklüftetem und zerrissenem Fels

etwa 15—25 cm. Dieser Mehrausbruch wird besonders bei kleineren Profilen auf die Kosten von nicht unwesentlichem Einfluß sein.

Wenn sich von vornherein erkennen läßt, daß die auszuhebenden Felsmassen in verschiedenen Tiefen bzw. an verschiedenen Stellen von verschiedener Härte, Struktur und Schichtung sind, oder auch, daß zwischen den Felspartien Erdmassen eingelagert sind, so berechnet man — natürlich unter möglichst genauer Bestimmung der Teilmengen — die Kosten für diese verschiedenen Bodenarten getrennt voneinander und ermittelt auf Grund dieser Werte einen Durchschnittspreis für die ganze Masse.

1. Bedarf an Baugeräten. Bei Bestimmung der für eine Felsarbeit erforderlichen Baugeräte hat man sich zunächst darüber klar zu werden, ob die Sprenglöcher von Hand oder auf maschinellem Wege hergestellt werden sollen. Im ersteren Falle werden an Baugeräten nur die zum Abtransport der Sprengtrümmer erforderlichen Gleise, Wagen usw. benötigt, über deren Größe und Umfang in den Kapiteln 5 und 6 nähere Angaben gemacht worden sind. Mit Rücksicht auf den starken Verschleiß der Wagen durch das Steinmaterial ist hier jedoch ein etwas höherer Prozentsatz für Reservegeräte zu rechnen wie dort.

Bei maschineller Bohrung kommen zu den Transportgeräten noch die maschinellen Einrichtungen der Kraftanlage und die Bohrmaschinen bzw. Bohrhämmer hinzu. Die Kraftanlage hat sich natürlich ganz nach der Anzahl der in Betrieb zu setzenden Bohrmaschinen bzw. Hämmer zu richten, sowie nach der Art derselben, d. h. darnach, ob dieselben durch Dampf, Elektrizität oder Druckluft angetrieben werden.

Im Tiefbau gelangen heutzutage in der Hauptsache Druckluftbohrhämmer zur Anwendung. Dampfbohrer sind fast gänzlich verschwunden, und elektrisch betriebene Hämmer und Maschinen werden nur dann benutzt, wenn elektrische Kraft billig erhalten werden kann und außerdem die Leitungen ohne Schwierigkeit und sicher gegen Zerstörung durch fallende Sprengtrümmer geschützt werden können.

Im allgemeinen besteht daher die Kraftanlage aus Kompressoren mit Luftkessel und Druckluftleitungen, einer Kühlwasserpumpe, sowie den Antriebsmaschinen, zu denen dann evtl. noch Elektromotoren für Beleuchtungszwecke und zum Antrieb anderer Maschinen (bei Tunnelbauten z. B. Ventilatoren) hinzukommen, deren Größe und Anzahl von Fall zu Fall bestimmt werden müssen.

Für die Anzahl der Bohrhämmer bzw. Bohrmaschinen ist maßgebend einmal die gemäß Bauprogramm täglich bzw. stündlich zu fördernde Felsmasse, ferner die Leistungsfähigkeit eines Bohrgerätes und schließlich die zum Sprengen eines Kubikmeters Fels erforderliche Bohrlochlänge. Hierbei ist aber stets zu überlegen, ob nicht etwa die Zahl der gleichzeitig arbeitenden Bohrer durch örtliche Verhältnisse begrenzt wird.

Zur Dimensionierung einer Druckluftanlage mögen folgende Angaben dienen:

Ein Bohrhämmer, wie er zum Bohren von Fels im Tiefbau im allgemeinen verwandt wird, benötigt durchschnittlich 1 cbm angesaugte

Luft pro Minute bei etwa 5 Atm. Überdruck. Mit Rücksicht auf den Druckverlust in den Leitungen müssen je nach deren Länge am Windkessel jedoch 6—7 Atm. vorhanden sein. Zur Erzielung dieses Druckes werden, wie aus folgender Aufstellung ersichtlich, für jeden Kubikmeter angesaugte Luft etwa 6—7 PS. benötigt. Die Anzahl der gleichzeitig arbeitenden Bohrhämmer ergibt sich nach vorstehendem.

	Sangleistung cbm/min.							
	2	3	4 ^{1/2}	6	8	10	15	20
Gewicht des Kompressors t	1,2	1,5	2,2	3,0	3,5	4,5	7,0	8,5
Kraftbedarf bei 6 Atm. Überdruck PS.	14	20	29	38	52	65	97	127
„ 7 „ „ „	15	21	31	42	56	70	102	135

Im allgemeinen werden natürlich nie alle Bohrhämmer gleichzeitig ununterbrochen arbeiten, sondern es werden, besonders beim Bohren vieler kleiner Löcher und bei sehr hartem Gestein, häufig wiederkehrende kleine Pausen entstehen. Der durchschnittliche Luft- und somit auch Kraftbedarf ist daher geringer als oben angegeben. Man wird jedoch gut tun, sowohl bei der Dimensionierung der Kraftanlage, wie auch bei der Berechnung der Betriebskosten hierauf kein allzu großes Gewicht zu legen. Es empfiehlt sich im Gegenteil, die Kraftanlage stets reichlich groß einzurichten, damit man jederzeit noch weitere etwa erforderliche Bohrhämmer anschließen kann.

Bei der Dimensionierung der Wasserpumpe hat man außer auf den Bedarf an Kühlwasser für die Kompressoren evtl. auch auf den Bedarf an Speisewasser für Dampfmaschinen Rücksicht zu nehmen. Der Kühlwasserbedarf ist natürlich von der Wassertemperatur abhängig, er beträgt durchschnittlich 200 l/Std. und Kubikmeter angesaugte Luft.

Die Luftleitungen müssen auf Grund der zu fördernden Luftmenge dimensioniert werden. Bei langen Leitungen wählt man den Querschnitt zu Anfang derselben etwas größer als am Ende. Im allgemeinen wird die Hauptleitung einen Durchmesser von 80—125 mm haben, während die Stärke der Zweigleitungen sich nach der Anzahl der daran hängenden Bohrhämmer richten wird und geringer sein kann.

Aus der Verwendung von Baugeräten entstehen folgende Kosten:

2. Tilgung und Verzinsung der Gerätebeschaffungskosten. Hierüber siehe Kapitel 2 und die Tabelle des Anhanges.

3. Transportkosten. Hierüber siehe Kapitel 3 und die Tabelle des Anhanges.

4. Installationskosten. Über die Kosten des Gleislegens usw. siehe Kapitel 5, über Antriebsmaschinen und Pumpen Kapitel 4. Im übrigen können folgende Werte der Berechnung zugrunde gelegt werden:

Einen Kompressor aufstellen und wieder abbauen (einschließlich Windkessel und Rohrleitungen bis zu diesem), sowie Kühlwasser-

leitungen legen und wieder aufnehmen erfordert bei Geräten mit einer minutlichen Luftleistung

bis etwa 8 cbm 150—250 Stunden
von 10—20 „ 300—400 „

Druckluftleitungen legen und wieder aufnehmen
für 100 lfd. m 20—30 Stunden.

5. Reparaturkosten. Hierüber siehe Kapitel 2 und die Tabelle des Anhangs. Über die aus den Reparaturen an den Bohrhämmern entstehenden Kosten siehe unten, Abschnitt 9.

Die Kosten der eigentlichen Felsarbeit lassen sich auf Grund folgender Angaben berechnen:

6. Bohren der Sprenglöcher. Bei Berechnung der aus dieser Teilarbeit entstehenden Kosten ist zu unterscheiden zwischen Handbohrung und maschineller Bohrung.

a) Handbohrung. Zur Herstellung von Sprenglöchern werden entweder Schlagbohrer oder Fall- bzw. Stoßbohrer benutzt, seltener, und zwar nur bei weichem Gestein, Bohrknarren. Während man mit ersteren und letzteren Werkzeugen Bohrlöcher von beliebiger Richtung herstellen kann, eignen sich die Stoßbohrer nur für abwärts gerichtete Löcher, und zwar lassen sie sich der Führung wegen auch erst von etwa $\frac{1}{2}$ m Tiefe an verwenden.

Der Arbeitsaufwand, welcher zur Herstellung von 1 m Bohrloch von 25—50 mm Durchmesser in den verschiedenen Gesteinsarten erforderlich ist, beträgt durchschnittlich:

1. Weicher Fels . . .	4—6 Mineurstunden
2. Mittelharter Fels . . .	6—10 „
3. Harter Fels . . .	10—15 „
4. Sehr harter Fels . . .	15—25 „

Die kleineren Zahlen gelten hierbei jeweils für kurze und senkrecht abwärts geschlagene, enge Löcher, die größeren für aufwärts gerichtete bzw. für tiefe und weite Löcher. Für Bohrlöcher mit über 2 m Tiefe, die aber seltener vorkommen, sind obige Höchstwerte noch zu erhöhen. Bei Berechnung der Kosten hat man also außer auf die Gesteinsart auch stets auf die vorherrschende Länge und Richtung sowie die Stärke der Löcher zu achten.

Beim Arbeiten in Stollen oder tiefen, engen Baugruben sind obige Werte durchwegs zu erhöhen (bis 30%), um der an solchen Arbeitsstellen stets geringeren Leistungsfähigkeit der Arbeiter Rechnung zu tragen.

b) Maschinelle Bohrung. Die Kosten, die bei maschineller Bohrung entstehen, setzen sich zusammen aus den Löhnen der Bedienung der Bohrhämmer bzw. Bohrmaschinen, und den Betriebskosten der Kraftanlage. Die Summe dieser Kosten durch die Leistung dividiert, ergibt den Preis für 1 lfd. m Bohrloch.

Druckluftbohrhämmer, die, wie bereits erwähnt, heutzutage am häufigsten verwandt werden, fordern im allgemeinen 1, unter Um-

ständen 2 Mann (Mineure) Bedienung. Hinsichtlich der Kosten der Maschinenanlage siehe zunächst das im Kapitel 4 Gesagte. Bei großen Maschinenanlagen ist außer dem daselbst erwähnten Bedienungspersonal evtl. noch ein Schaltbrettwärter erforderlich, und bei langen Leitungen noch ein Leitungswächter. Der Verbrauch der Kompressoren an Schmier- und Putzmaterial kann, da er ganz gering ist, vernachlässigt werden. Werden von der Maschinenanlage noch andere Baumaschinen angetrieben, so ist von den Betriebskosten natürlich nur der entsprechende Anteil in die Berechnung einzuführen.

Die Leistung eines Bohrhammers beträgt bei ununterbrochenem Betrieb, d. h. nur unter Berücksichtigung der kleinen durch das Auswechseln von Bohrern und Ansetzen an neue Löcher entstehenden Pausen:

1. Weicher Fels . .	4—5 lfd. m/Std.
2. Mittelharter Fels	2—3 „
3. Harter Fels. . .	1—2 „
4. Sehr harter Fels	0,5—1 „

Hierbei sind Bohrlöcher von 25—50 mm Durchmesser und bis zu einer Tiefe von 2 m angenommen. Bei größerer Tiefe verringert sich die Leistung rasch. Im Gegensatz zu der Handbohrung spielt hier die Richtung der Löcher keine wesentliche Rolle.

Erleidet der Bohrbetrieb, was meist der Fall ist, noch weitere Unterbrechungen als die obenerwähnten, z. B. infolge des Sprengens während der Arbeitszeit, oder infolge des Wegräumens der Sprengtrümmer, Legen von Leitungen und anderen Ursachen mehr, so können vorstehende Leistungen natürlich nicht mehr erreicht werden. Die angegebenen Werte sind somit als Höchstleistungen anzusehen, die, je nachdem die Verhältnisse liegen, mehr oder weniger zu ermäßigen sind, um die der Berechnung zugrunde zu legenden durchschnittlichen Stundenleistungen zu erhalten. Hierbei ist die Länge von regelmäßig wiederkehrenden Betriebspausen auf Grund von Erfahrungen stets so genau wie möglich zu bestimmen. Beim Arbeiten in engen Stollen und engen Baugruben ist die Leistung außerdem noch wie bei Handbohrung zu ermäßigen.

Bei Berechnung der Betriebskosten braucht man jedoch auf diese Unterbrechungen, sofern sie nicht allzu lange dauern, keine Rücksichten nehmen, da sie ja nur eine Ermäßigung des Brennstoff- bzw. elektr. Stromverbrauches bedingen, während die übrigen Betriebskosten, vor allem die Löhne, in gleicher Höhe bestehenbleiben.

Aus der Höhe der Betriebskosten, der Anzahl der im Betrieb befindlichen Bohrer, der durchschnittlichen Leistung eines Bohrers und der zum Sprengen eines Kubikmeters Felsen erforderlichen Bohrlochlänge findet man dann schließlich die Kosten, die das Bohren der Löcher pro Kubikmeter Fels verursachen.

7. Erforderliche Bohrlochlänge. Die zum Sprengen eines Kubikmeters Felsen erforderliche Summe der einzelnen Bohrlochlängen kann je nach den örtlichen Verhältnissen und der Felsart in weiten Grenzen schwanken und muß deshalb im allgemeinen von Fall zu Fall neu ermittelt werden. Zu diesem Zwecke vergegenwärtigt man sich

am besten, in welcher Anzahl und Richtung die Löcher zur Herstellung des geforderten Ausschachtungsprofils und mit Rücksicht auf die Art des Felsens am zweckmäßigsten angesetzt werden, welche Länge sie haben müssen und welche Felspartie dann entweder mit einem Schuß oder einer Schußgruppe gelöst werden kann.

Die für die verschiedenen Verhältnisse vorteilhafteste Tiefe und Anordnung der Löcher läßt sich nur auf Grund praktischer Erfahrung im voraus angeben und kann häufig auch erst an Hand von Versuchen genau bestimmt werden, weshalb die erforderliche Bohrlochlänge stets bis zu einem gewissen Grade geschätzt werden muß.

Natürlich wird man die Löcher, wenn irgend möglich, d. h. wenn die örtlichen Verhältnisse bzw. die Lagerung des Felsens keine andere Richtung fordern, parallel zur Ansichtsfläche der abzusprengenden Felspartie bohren, da in diesem Falle die Sprengwirkung am größten ist. Für diesen Fall kann als Anhalt dienen, daß bei einer Bohrlochtiefe t die Entfernung des Loches von der Ansichtsfläche der Wand $t - \frac{3}{4}t$ und die Distanz zwischen den Bohrlöchern ungefähr $1\frac{1}{4} - 1\frac{1}{2}t$ betragen soll.

Handelt es sich um das Aussprengen eines bestimmten Profils, z. B. eines Kanales oder Tunnels, so ist zu der nach vorstehendem ermittelten Bohrlochlänge stets noch ein Zuschlag für die unvermeidlichen Putzarbeiten zu machen, die nicht selten eine größere Anzahl kurzer Sprenglöcher fordern, mit denen natürlich jeweils nur eine geringe Gesteinsmenge gelöst werden kann.

Bei Sprengarbeiten an offener Wand, z. B. bei großen Felseinschnitten, bei denen die Löcher in ziemlich weiten Abständen angesetzt werden können, werden sich unter den Sprengtrümmern häufig größere Felsstücke befinden, die durch weitere Schüsse noch zerkleinert werden müssen. Bei Bestimmung der erforderlichen Bohrlochlänge ist dies gleichfalls zu beachten.

Schließlich sei noch auf die sogen. „Pfeifen“, d. h. die außerhalb des Wirkungsbereiches der Sprengung stehenbleibenden unteren Enden der Sprenglöcher aufmerksam gemacht. Diese treten fast regelmäßig bei denjenigen Sprengungen auf, bei denen die Löcher senkrecht zur Ansichtsfläche der abzusprengenden Felspartie gebohrt werden müssen, wie z. B. beim Stollenvortrieb. Man kann rechnen, daß die stehenbleibenden Bohrlochenden durchschnittlich etwa $\frac{1}{10}$ der ganzen Bohrlochtiefe betragen werden, und daß die zum Sprengen eines Kubikmeters ermittelte Bohrlochlänge hier somit noch um 10% erhöht werden muß.

Die nebenstehende Tabelle (s. S. 69) enthält einige Werte von Bohrlochlängen, die zum Sprengen eines Kubikmeters Felsen unter den verschiedenen Verhältnissen durchschnittlich etwa erforderlich sein werden, die jedoch lediglich als Anhalt bei Festsetzung dieser Länge dienen sollen.

8. Bedarf an Sprengmaterialien. Unter Sprengmaterialien sind nicht nur die eigentlichen Sprengstoffe, d. h. Pulver, Dynamit usw. zu verstehen, sondern auch die Sprengkapseln und Zündschnüre. Pulver findet heutzutage eigentlich nur noch in Steinbrüchen Ver-

Art der Sprengung	Leicht schießbarer Fels	Mittelschwer schießbarer Fels	Schwer schießbarer Fels
	lfd. m	lfd. m	lfd. m
Offene Wand	0,4	0,5	0,7
Große Baugruben, Tunnelausweitung	0,8	1,0	1,5
Enge Baugruben, Schlitz und Kanäle	1,5	2,0	3,0
Stollen und ganz flache Gräben	3,0	4,0	6,0
Einzelne Felsstücke (im Durchschnitt)	—	0,4	0,5

wendung, wo die Gewinnung großer Sprengtrümmer zur Herstellung von Bausteinen Zweck der Sprengung ist. Wird mit einer Sprengung aber eine möglichst weitgehende Zerkleinerung des Felsens angestrebt, wie dies im Tiefbau im allgemeinen der Fall ist, so verwendet man besser brisante Sprengstoffe, d. h. Dynamit oder Sicherheitssprengstoffe, und zwar wählt man das Sprengmaterial um so „schärfer“, d. h. stärker wirkend, je dichter und härter der zu sprengende Fels ist, und je mehr die auszusprengende Masse von Fels umschlossen wird.

Die zum Sprengen eines Kubikmeters Felsens erforderliche Sprengstoffmenge ist natürlich ganz von der Art des Felsens und der Form der auszusprengenden Felspartie abhängig, außerdem aber auch noch von der Güte des Sprengmaterials. Man kann diese Menge aus der zum Sprengen notwendigen Bohrlochlänge, der Ladetiefe eines Bohrloches (im allgemeinen 0,3—0,4 der Bohrlochtiefe) und dem Gewicht von 1 m Sprengladung berechnen. Man legt jedoch der Kalkulation besser Erfahrungswerte zugrunde, wie sie z. B. in nachstehender Tabelle enthalten sind. Die Zahlen dieser Tabelle sind jedoch wie oben auch nur als Durchschnittswerte für den Sprengstoffbedarf zum Sprengen von 1 cbm Felsmasse anzusehen, und zwar gelten sie für einen Sprengstoff guter Qualität.

Art der Sprengung	Leicht schießbarer Fels	Mittelschwer schießbarer Fels	Schwer schießbarer Fels
	kg/cbm	kg/cbm	kg/cbm
Offene Wand	0,2	0,3	0,5
Große Baugruben, Tunnelausweitung	0,4	0,6	1,0
Enge Baugruben, Schlitz und Kanäle	0,8	1,2	2,0
Stollen und ganz flache Gräben	1,5	2,5	4,0
Einzelne Felsstücke (im Durchschnitt)	—	0,2	0,4

An Kapseln kann man für jedes Sprengloch ein Stück rechnen, und an Zündschnur durchschnittlich 1,50 m pro Loch, in besonderen Fällen auch mehr. Die Kosten, die aus dem Verbrauch von Kapseln und Zündschnur entstehen, werden im Vergleich zu den übrigen Aus-

lagen stets gering sein und eigentlich nur dann einen merklichen Einfluß auf den Gesamtpreis haben, wenn es sich um das Lösen vieler kleiner Schüsse handelt. In diesem Falle kann man rechnen, daß ungefähr auf 1 kg Sprengladung 1—3 Kapseln und somit 1,5—4,5 m Zündschnur entfallen werden.

9. Verbrauch an Handwerkszeug. Die Kosten, die aus dem Verschleiß und Verlust von Hämmern, Pickeln und anderen Handwerksgeräten entstehen, berücksichtigt man, wie bereits in Kapitel 2 bemerkt, am besten durch einen prozentualen Zuschlag zu den Löhnen (hier etwa 5—6 %).

Die aus dem Verbrauch der Bohrhämmer nebst zugehörigen Schläuchen entstehenden Kosten dagegen berechnet man, obgleich sie auch verhältnismäßig niedrig sein werden, besser für sich. Hierbei kann man annehmen, daß ein Bohrhämmer eine Lebensdauer von etwa $\frac{3}{4}$ Jahren (Betriebszeit) hat, und daß die Kosten der während dieser Zeit erforderlichen Reparaturen und Ersatzteile ungefähr dem Altwert gleichkommen werden. Außerdem kann man annehmen, daß während dieser Zeit etwa drei Schläuche à 15 m Länge verbraucht werden. Zur Berechnung der Verbrauchskosten für 1 lfd. m Bohrloch hat man also den Neuwert eines Hammers zuzüglich des Neuwertes von rund 50 m Schlauch durch etwa 200 Arbeitstage und die durchschnittliche tägliche Leistung des Hammers in laufenden Metern Bohrloch ausgedrückt zu dividieren.

Die Kosten des Verbrauchs an Bohrerstahl werden gegenüber den anderen Kosten stets gering sein. Bei weichem und mittelhartem Fels können sie meist ganz vernachlässigt werden, bei hartem und sehr hartem Gestein kann man mit etwa 0,2—0,5 kg pro laufenden Meter Bohrloch rechnen.

10. Schärfen und Schweißen der Bohrer. Auch die aus diesen Arbeiten erwachsenden Kosten werden keinen wesentlichen Einfluß auf den Gesamtpreis der Arbeit haben. Man kann annehmen, daß für Schärfen und Schweißen von Bohrern, sowie Transportieren derselben zur Schmiede bzw. zur Arbeitsstelle zurück folgender Arbeitsaufwand, für 1 lfd. m Bohrloch gerechnet, entstehen wird:

bei weichem und mittelhartem Gestein	0,10 Schmiedestd.	+ 0,2 Arb.-Std.	
bei hartem Gestein	0,15	„	+ 0,4 „
bei sehr hartem Gestein	0,20	„	+ 0,6 „

Hierbei ist angenommen, daß bei Handbohrung das Schärfen und Schweißen von Hand, bei Maschinenbohrung jedoch auf maschinellem Wege erfolgt.

11. Laden der Sprengtrümmer. Die Kosten dieser Teilarbeit sind abhängig von der Größe der Sprengtrümmer, dem Umfange, in welchem sich diese bei der Sprengung von der Felswand gelöst haben, und davon, wie oft sie noch bewegt werden müssen, bis sie in die Fördergefäße gelangen. Die Härte des Gesteins hat hierbei keinen wesentlichen Einfluß, dagegen werden die Kosten um so niedriger sein, je mehr sich das Maß der Sprengtrümmer derjenigen Größe eines Steines nähert, der von einem Mann noch bequem gehoben werden kann.

Haben die Sprengtrümmer ungefähr dieses Maß, oder lassen sie sich mit wenigen Hammerschlägen leicht auf diese Größe zerkleinern, und sind außerdem nur ganz wenige Sprengtrümmer an der Felswand hängengeblieben, die sich leicht von derselben lösen lassen, so kann man im allgemeinen rechnen:

1 cbm Fels laden	i. M. 1,5 Arb.-Std.
bei hohen Wagen	1,8 „

Hierbei ist Arbeit im Freien angenommen und ferner vorausgesetzt, daß die Sprengtrümmer mit einem Wurf in das Transportgerät befördert werden können, und zwar von Gleichhöhe aus. Können die Sprengtrümmer von oben heruntergeworfen werden, so verringert sich dieser Arbeitsaufwand etwas, müssen sie dagegen von unten herauf geladen werden, so wird er sich um etwa 0,2—0,5 Arb.-Std. erhöhen. Handelt es sich um Arbeiten in engen Stollen oder engen Baugruben, so sind zu obigen Werten je nach den Verhältnissen 20—30% zuzuschlagen.

Wenn die Sprengtrümmer teilweise zu groß sind, um bequem geladen werden zu können, und erst noch mittels Hämmern oder Keilen zerkleinert werden müssen, so erhöhen sich die Ladekosten je nach den Umständen und dem Umfange dieser Arbeit und zwar bis 30% obigen Betrages. Dies kommt besonders beim Sprengen an offener Wand und bei zerklüftetem Gestein in Frage.

Muß ein Teil der gesprengten Felsmasse noch mittels Pickel oder Brechstangen von der Felswand gelöst werden, wie dies vorkommen kann, wenn die Sprenglöcher aus irgendeinem Grunde nur schwach geladen werden dürfen und der Fels durch die Sprengung nicht zertrümmert, sondern nur zerrissen wird, oder auch wenn beim Abteufen von Schächten und dergleichen die Sprengtrümmer auf der Sprengstelle liegenbleiben, so sind die Ladekosten gleichfalls zu erhöhen, und zwar unter Umständen bis 50% obigen Wertes.

Können die Sprengtrümmer nicht direkt in die Transportgeräte geladen werden, sondern müssen mehrmals geworfen oder an dieselben herangetragen werden, so kann man für jede 2—3 m (die größte Wurfweite) nochmals den Betrag von 1,5 Arb.-Std./cbm Fels rechnen.

Bei größeren Felsarbeiten lohnt es sich unter Umständen, die Sprengtrümmer maschinell mittels Greif- oder Löffelbagger zu laden. In solchen Fällen lassen sich die Ladekosten — das Lösen muß auch hierbei getrennt behandelt werden — auf Grund der in den beiden vorhergehenden Kapiteln gemachten Angaben berechnen.

12. Transportieren und Kippen der Sprengtrümmer. Die Transportkosten ergeben sich bei Felsarbeiten für die verschiedenen Transportarten in ganz gleicher Weise, wie dies in Kapitel 5 beschrieben wurde, man hat lediglich auf das besondere Auflockerungsmaß des Felsens zu achten.

Auch die Kippkosten ermittelt man wie bei den Erdarbeiten, wobei man Fels unter „mittelschwer kippbaren Boden“ einreihen kann (0,20—0,35 Arb.-Std./cbm).

Wird der Boden in nicht kippbaren Wagen transportiert, wie dies im Tunnelbau meist der Fall ist, so hat man für das Entladen der Sprengtrümmer, da dieselben in der Hauptsache ausgeschaufelt werden müssen, einen höheren Betrag zu rechnen, und zwar 0,8—1,0 Arb.-Std./cbm gewachsenen Fels.

Die Kosten des evtl. erforderlichen Aufstapelns der Sprengtrümmer sind hierin natürlich nicht enthalten, diese werden noch weitere etwa 1,5 Arb.-Std./cbm ausmachen.

13. Aufsicht. Die Arbeitskolonnen, die bei Felsarbeiten einem Aufseher unterstehen, werden je nach den örtlichen Verhältnissen verschieden groß sein; meist sind sie kleiner als bei Erdarbeiten. Die Aufsichtskosten lassen sich, wie üblich, aus der Größe der Kolonnen berechnen. Im allgemeinen kann man sie durch eine Erhöhung der Arbeiterstunden um etwa 6—10% berücksichtigen.

8. Rammarbeiten.

Rammarbeiten werden im Tiefbau erforderlich entweder zur Herstellung provisorischer Abschlußwände, Gerüste usw., oder zur Herstellung von Teilen des endgültigen Bauwerkes. In allen Fällen lassen sich die aus solchen Arbeiten entstehenden Kosten, trotz der großen Verschiedenheit der Verhältnisse, unter denen sie ausgeführt werden können, nach demselben, im nachstehenden entwickelten Prinzip berechnen.

Vorausgeschickt sei, daß man bei Rammarbeiten als Einheit zweckmäßigerweise für Spundwände den laufenden Meter Wand, für Pfähle das Stück zugrunde legt, und nicht, wie dies häufig geschieht, den Quadratmeter Spundwand bzw. laufenden Meter Pfahl, da in letzterem Falle, wenn dies nicht ausdrücklich bemerkt ist, stets Zweifel darüber bestehen, ob sich das Maß auf die ganze Wand bzw. den ganzen Pfahl bezieht, wie sie zur Anlieferung gelangten oder den abgeschnittenen Zustand, oder ob die in den Boden eingerammten Teile zu verstehen sind. Außerdem gestaltet sich die Kostenberechnung bei der vorgeschlagenen Art der Arbeitseinheit übersichtlicher als im anderen Falle.

1. Bedarf an Baugeräten. Je nach den Abmessungen der zu rammenden Spundbohlen und Pfähle gelangen kleinere oder größere Rammen zur Anwendung, und zwar: Handrammen, Handzugrammen, maschinell betriebene Rammen mit rücklaufendem Seil (mit oder ohne Nachlaufkatze), Rammen mit endloser Kette und Dampfbärrammen. Die Größe der Rammen bzw. ihr Bärge wicht haben sich nach der Art der auszuführenden Arbeit und dem Bodenwiderstand zu richten, die erforderliche Anzahl ergibt sich aus dem Bauprogramm, d. h. aus dem täglich geforderten Arbeitsumfang und der täglichen Leistung einer Ramme.

Aus der Verwendung von maschinell betriebenen Rammen, d. h. den Seil-, Ketten- und Dampfbärrammen, entstehen nun zunächst folgende auf die ganze Rammarbeit zu verteilende Kosten (für Hand- und Handzugrammen können diese Kosten vernachlässigt werden).

2. Tilgung und Verzinsung der Gerätebeschaffungskosten. Hierüber siehe Kapitel 2 und die Tabelle des Anhanges. Außer den Rammen selber kommen beim Arbeiten auf dem Wasser evtl. noch Fahrzeuge in Betracht.

3. Transportkosten. Hierüber siehe Kapitel 3 und nachstehende Gewichtstabelle. Zu den Gewichten der Ramme ist jeweils noch ein den Verhältnissen entsprechender geringer Zuschlag für Rammgleis, Winden usw. zu machen. Die Konstruktionsgewichte der Rammen betragen durchschnittlich:

Rammen	Bärgewicht kg				
	800	1000	1250	1500	2000
	t	t	t	t	t
Seilrammen	6,0	7,0	8,5	10,5	14,0
Kettenrammen	7,5	9,0	11,0	13,5	—
Dampfbärrammen	10,0	13,0	15,0	17,0	25,0

Unter Umständen muß die fertig montierte Ramme während des Baues auf der Baustelle selber noch transportiert werden, z. B. in eine Baugrube hinunter, oder über Bäche und sumpfiges Gelände, oder vom Land aufs Wasser. Derartige Transporte muß man, da ihre Kosten sich ganz nach den jeweiligen Verhältnissen richten werden, schätzungsweise veranschlagen, und zwar unter Zugrundelegung der voraussichtlich benötigten Zahl von Arbeitskräften und der erforderlichen Zeit.

Diejenigen Kosten aber, die aus kleineren Verschiebungen und Drehungen der montierten Ramme während des Rammens entstehen, berücksichtigt man besser bei Festsetzung der täglichen Rammleistung.

4. Installationskosten. Für Rammen kann man — unter Berücksichtigung des in Kapitel 2 Gesagten — ungefähr folgende Sätze annehmen:

Aufstellen und Abbrechen von Seil- und Kettenrammen mit Bärgewichten bis zu etwa 1000 kg	400—600	Std.
von größeren Seil- und Kettenrammen, sowie von Dampfbärrammen	600—1000	„

5. Reparaturkosten. Hierüber siehe Kapitel 2 und die Tabelle des Anhanges.

6. Kosten des Ramplateaus. Auch diese Kosten werden zweckmäßigerweise für die ganze Rammarbeit berechnet.

Bei Arbeiten auf festem Lande sind zur Herstellung des Ramplateaus lediglich das Einebnen des Geländes und das Legen und Wiederaufnehmen des Rammgleises erforderlich. Die sich hieraus ergebenden Kosten sind stets verhältnismäßig gering und können daher genügend genau geschätzt oder auch ganz vernachlässigt werden.

Muß dagegen die Ramme auf weichem, sumpfigem Boden oder über seichtem Wasser arbeiten, so erfordert die Herstellung des Ramplateaus, das dann aus Schwellenrosten bzw. aus einem je nach den Verhältnissen mehr oder weniger soliden Pfahlgerüst bestehen wird, unter Umständen nicht unwesentliche Aufwendungen. Diese

setzen sich zusammen aus den Kosten der erforderlichen Baustoffe (Pfähle, Schwellen, Balken usw.) und dem Arbeitslohn für Rammen und Wiederausziehen der Pfähle, Anbringen von Zangen und Schwellen und Abbrechen des Gerüsts.

Die Menge des benötigten, d. h. einmal anzuschaffenden Materials ergibt sich aus den Abmessungen des erforderlichen Gerüsts und dem Arbeitsvorgang der Rammung. Meist kann dasselbe wiederholt benutzt werden. Die Einheitspreise der Materialien berechnet man aus den Anschaffungskosten abzüglich dem Erlös bei Verkauf des noch vorhandenen Materials nach Baubeendigung. Die Pfähle werden entweder mittels Hand- oder Handzugrammen geschlagen; hierüber siehe das unten Gesagte. Über die Kosten des Anbringens und Wiederabbrechens von Zangen usw. siehe Kapitel 11. Für das Ausziehen der Pfähle schließlich kann man im allgemeinen ungefähr die Hälfte der Rammkosten rechnen.

Wird die Rammung in tiefem Wasser ausgeführt, so tritt an Stelle des Rammplateaus ein Fahrzeug mit entsprechendem Holzeinbau. Für ersteres berechnet man die Kosten genau wie für die Ramme selber, d. h. gemäß den Abschnitten 2—5, für letzteres ergeben sich die Kosten wieder aus Materialbedarf und Arbeit.

Diejenigen Kosten, welche zweckmäßigerweise direkt für die Rammeneinheit berechnet werden, sind die folgenden:

7. Kosten der Baustoffe. a) Hölzerne Spundwände und Pfähle. Bei hölzernen Spundwänden und Pfählen legt man der Kostenberechnung die für die Einheit erforderliche Holzmenge zugrunde, welche sich bei ersteren aus Ansichtsfläche eines laufenden Meters mal Stärke, bei letzteren aus mittlerem Querschnitt multipliziert mit der Länge ergibt. Die über die Spundwandfläche vorstehenden Teile der Bund- und Eckpfähle verteilt man hierbei gleichmäßig auf die Ansichtsfläche; die Feder der Spundbohle wird nicht extra berechnet. Hat man für Bohlen und Eck- bzw. Bundpfähle verschiedene Preise zu berücksichtigen, so trennt man natürlich die betreffenden Mengen, berechnet die beiden Kostenanteile für sich und ermittelt aus denselben einen Durchschnittspreis für den laufenden Meter Wand. Bei Pfählen soll der Inhalt wie auch der Einheitspreis des Holzes stets für den von der Rinde befreiten Stamm gelten.

Im allgemeinen werden je zwei Spundbohlen zusammen eingerammt. Für die zum Koppeln der Bohlen erforderlichen eisernen Klammern kann man ungefähr 0,15—0,30 kg/qm Wand rechnen.

Bei hartem Baugrund kommen noch die Kosten für eiserne Schuhe hinzu. Diese werden nach Gewicht berechnet. Für Spundbohlen von 12—22 cm Stärke beträgt dasselbe je nach den erforderlichen Abmessungen etwa 15—30 kg/ld. m Wand, für Pfähle von 20—38 cm Durchmesser etwa 15—30 kg/Stück. Für leichteren Boden können diese Gewichte etwas ermäßigt werden.

b) Eiserne Spundbohlen. Diese werden nach Gewicht bezahlt, weshalb die für den laufenden Meter Wand erforderliche Anzahl Kilogramm der Berechnung zugrunde zu legen ist. Die Gewichte der ver-

schiedenen Spundwandsysteme sind aus den Tabellen der betreffenden Walzwerke zu entnehmen.

Bei starken Profilen und langen Bohlen ist des hohen Gewichtes wegen für den Transport der Bohlen vom Lagerplatz zur Verwendungsstelle stets ein genügend hoher Zuschlag zum Anschaffungspreis zu machen.

c) Beton- und Eisenbetonpfähle und Spundbohlen. Hier ist zu unterscheiden zwischen Spundbohlen und Pfählen, die zwischen Schalung hergestellt und in fertiger Form gerammt werden, und solchen, die durch Einstampfen von Beton in vorbereitete Hohlräume im Boden entstehen.

Sowohl der Materialbedarf wie die aufzuwendende Arbeit lassen sich in beiden Fällen nach den in Kapitel 9 gemachten Angaben ermitteln. Bei der ersteren Art von Bohlen und Pfählen sind auch die Kosten der Schalung zu berechnen, wobei aber die fabrikmäßige Herstellung zu beachten ist.

d) Was die Dimension von Spundbohlen und Pfählen betrifft, so wird zunächst die Länge derselben sich stets nach den örtlichen Verhältnissen und dem Zwecke, welchem sie dienen sollen, zu richten haben. Hierbei ist vor allem auf die während der Bauausführung zu erwartenden Wasserstände, ferner auf die Art und Weise der Rammung und evtl. auch auf die Art der zur Verfügung stehenden Ramme Rücksicht zu nehmen.

Für die Stärke von hölzernen Bohlen und Pfählen können die Zahlenwerte nachstehender Tabelle gewählt werden, falls nicht besondere Verhältnisse oder eine statische Berechnung stärkere Dimensionen verlangt.

Hölzerne Spundbohlen		Hölzerne Pfähle	
Länge	Stärke	Länge	Stärke
m	cm	m	cm
2—3	8—10	3—4	16—18
4—5	12—14	5—9	20—24
6—8	16—18	10—14	26—30
9—11	18—20	15—19	32—34
12—14	20—22	20—25	36—38

8. Kosten der Rammarbeit. Diese Arbeit setzt sich zusammen aus:

a) Spitzen und Ringen der Spundbohlen und Pfähle. Diese vorbereitenden Arbeiten (bei Spundbohlen kommt noch das Verklammern von je zwei gleichzeitig zu rammenden Bohlen und das Bearbeiten von Paßbohlen hinzu) sind nur bei hölzernen Bohlen und Pfählen zu berücksichtigen. Die Aufwendungen hierfür betragen je nach den Abmessungen:

für 1 lfd. m Spundwand	. 5—8 Zimm.-Std.
für 1 Pfahl 2—4 „

Die Materialkosten der Kopfringe können meist vernachlässigt werden, da man die Ringe wiederholt benutzen kann.

b) Rammen der Spundbohlen und Pfähle. Die eigentlichen Rammkosten ermittelt man am besten derart, daß man die gesamten stündlichen Aufwendungen zusammenstellt und diese Summe durch die durchschnittliche stündliche Leistung dividiert.

Bei Hand- und Handzugrammen ergeben sich die Betriebskosten einfach aus den Löhnen der Bedienungsmannschaft. Handrammen werden von zwei bzw. vier Mann bedient; bei Handzugrammen besteht die Bemanning aus Rammeister und 10–20 Arbeitern, wobei man für je 15–20 kg Bärgewicht einen Mann rechnen kann. Die tägliche Leistung derartiger Rammen ist sehr verschieden und muß von Fall zu Fall auf Grund von Erfahrungen geschätzt werden.

Die Betriebskosten der maschinell betriebenen Rammen setzen sich zusammen aus den Löhnen der Bedienungsmannschaft und den Kosten für Verbrauchsmaterialien. Jene besteht aus Rammeister, Maschinist, einem Mann zum Kohlen- und Wasserholen, einem Mann zum Bedienen des Bären und je nach Größe und Art der Ramme noch weiteren 2–4 Arbeitern, welche letztere aber im allgemeinen nicht dauernd in Anspruch genommen sind.

Man kann die Bedienungsmannschaft einer Ramme also wie folgt annehmen: Rammeister, Maschinist und 3–5 Arbeiter. Beim Rammen vom Wasser aus kommen dann noch zwei Bootleute hinzu. Die Löhne von Rammeister, Maschinist und evtl. noch einem Arbeiter sind wie bei anderen maschinellen Betrieben (siehe S. 22) um etwa $\frac{1}{4}$ zu erhöhen. Bei elektrisch betriebenen Rammen kann der Maschinist und ein Mann der Bedienungsmannschaft gespart werden.

Der Verbrauch an Betriebsstoffen sowie an elektrischem Strom schwankt in ziemlich weiten Grenzen, da derselbe in hohem Maße von der Art der Rammung beeinflußt wird und insbesondere von der Zahl und Länge der beim Verschieben der Ramme und dem Einsetzen und Richten der Bohlen bzw. Pfähle entstehenden Pausen abhängig ist. Bei flottgehendem Betrieb und mittleren Verhältnissen werden bei Dampfgrammen ungefähr folgende Mengen an Betriebsstoffen benötigt:

Kohlen:	bei Seilrammen	2 ½ kg/PS.-Std.
	„ Kettenrammen	3 „
	„ Dampfbarrammen	3 ½ „

wobei die nominelle Stärke der Rammaschine einzusetzen ist.

Schmiermaterialien je nach Größe der Ramme:

Zylinder- und Maschinenöl	0,2–0,4 kg/Std.
Putzwolle	i. M. 0,1 „

Diese Zahlen dürfen, wie gesagt, nur als Durchschnittswerte angesehen werden, die, je nachdem die Verhältnisse liegen, über- bzw. unterschritten werden können. Insbesondere wird der Kohlenverbrauch unter Umständen, z. B. im Winter und beim Rammen an einer dem Wind ausgesetzten Stelle, obige Werte nicht unwesentlich übersteigen.

Bei elektrisch betriebenen Rammen muß der Stromverbrauch geschätzt werden, wobei das oben Gesagte und die Werte nachstehender Tabelle als Anhalt dienen können.

Die Stärke der Rammaschine (d. h. ihre Höchstleistung) beträgt bei den verschiedenen Rammarten und Bärgeewichten durchschnittlich:

Rammen	Bärgeewicht kg				
	800	1000	1250	1500	2000
	PS.	PS.	PS.	PS.	PS.
Seilrammen	6	6	8	10	12
Kettenrammen	6	8	10	12	—
Dampfbärrammen	8	10	12	13	14

Was die tägliche Leistung einer Ramme anbetrifft, so sind eine ganze Anzahl verschiedener Umstände auf dieselbe von Einfluß: In erster Linie natürlich die Art des Bodens und die Rammtiefe, sodann aber auch die Dimensionen und die Anordnung der Spundwände bzw. Pfähle, die Art des Rammplateaus und — nicht zuletzt — Größe, Art und Zustand der Ramme. Hindernisse im Boden, wie Steine und Wurzelwerk, ferner weit auseinanderstehende Pfähle oder kompliziert angeordnete Spundwände und schließlich auch häufige Reparaturen an alten Rammen verursachen kleinere oder größere Unterbrechungen im Rammbetrieb, wodurch die mittlere Leistung pro Betriebsstunde natürlich verringert wird. Die Voraussage der in einem besonderen Falle voraussichtlich erreichbaren Leistung ist daher nicht leicht und erfordert ein reichliches Maß von Erfahrung, und selbst wenn dieses vorhanden, muß sie noch mehr oder weniger geschätzt werden. Den sichersten Aufschluß kann man sich natürlich auf Grund von Proberammungen verschaffen, doch werden sich dieselben in den meisten Fällen mit Rücksicht auf die damit verbundenen hohen Kosten nicht vornehmen lassen.

Im allgemeinen wird die Rammleistung zwischen folgenden Grenzen schwanken:

Spundwände:

in leichtem Rammboden	2,5—4,0	qm/Std.
mittelschwerem ..	1,5—3,0	„
schwerem ..	0,5—1,5	„

Pfähle:

in leichtem Rammboden	5—8	lfd. m/Std.
mittelschwerem ..	3—5	„
schwerem ..	1—3	„

Diese Werte, die für 1 Stunde ununterbrochenen Betriebes gelten, können jedoch lediglich als Anhalt dienen und werden auch nicht selten noch unter- bzw. überschritten werden. Von einer Wiedergabe genauerer Daten mußte abgesehen werden, da die Leistung, wie gesagt, von zu vielen Faktoren beeinflusst wird und sich nicht durch allgemeingültige Zahlenwerte ausdrücken läßt.

Die Kosten des eigentlichen Rammens berechnet man sich zweckmäßigerweise zunächst für den Quadratmeter Wand bzw. laufenden Meter Pfahl, und erst anschließend daran, unter Zugrundelegung der mittleren Rammtiefe, für den laufenden Meter Wand bzw. einen Pfahl.

c) Abschneiden von Spundwänden und Pfählen. Diese Kosten können gleichfalls sehr verschieden hoch sein, und zwar je nachdem die Arbeit über oder unter Wasser, in engen Baugruben oder im Freien ausgeführt wird. Am häufigsten ist sie natürlich bei hölzernen Pfählen bzw. Spundwänden zu berücksichtigen.

Bei reiner Handarbeit vergewärtigt man sich zwecks Beurteilung der Kosten am besten, welche Leistung eine Arbeitsgruppe, d. h. im allgemeinen zwei Zimmerleute, unter den jeweiligen Verhältnissen durchschnittlich pro Stunde erreichen kann, und berechnet daraus die Kosten für 1 lfd. m Wand bzw. einen Pfahl.

Die Kosten des Abschneidens unter Wasser mit maschinell betriebener Grundsäge ermittelt man in gleicher Weise, wie die Kosten des Rammens, indem man einmal die allgemeinen und sodann die Betriebskosten der Anlage berechnet und erstere durch die Gesamtmenge, letztere durch die voraussichtliche Leistung dividiert.

Kann das Abschneiden bei abgesenktem Wasserspiegel erfolgen, so wird man dies natürlich stets dem Absägen unter Wasser vorziehen. Hierbei sind jedoch die Kosten der Wasserhaltung wohl zu berücksichtigen, einschließlich Aufstellen, Abbrechen usw. der Pumpenanlage, falls dieselbe nicht etwa auch für andere gleichzeitig zur Ausführung gelangende Bauarbeiten erforderlich sein wird.

9. Kosten von Nebenarbeiten. Im Zusammenhang mit dem Rammen von Spundwänden können unter Umständen noch einige Nebenarbeiten entstehen:

Hierunter entfällt zunächst das Liefern und Anbringen von Zangen, falls solche erforderlich werden. Die daraus entstehenden Kosten setzen sich zusammen aus den Kosten der Materialien (Holz und Schraubenbolzen) und den Löhnen für das Anbringen derselben.

Die Kosten der für das Rammen erforderlichen provisorischen Zangen sind im allgemeinen unbedeutend und können vernachlässigt werden, es sei denn, daß die Zangen verlorengehen, oder daß es sich um Wasserarbeit handelt. In solchen Fällen muß ein entsprechender Betrag in die Berechnung eingeführt werden (siehe Kapitel 11).

Im weiteren können bei schwerem Boden durch das erforderlich werdende Dichten von Spundwänden unter Umständen nicht unwesentliche Kosten entstehen, z. B. wenn einzelne Bohlen auf Hindernisse im Boden stoßen und zerschlagen werden oder aus der Wand ausweichen. Außer der direkten Arbeit und den Materialien, die für das Schließen der undichten Stellen aufgewandt werden müssen, sind in derartigen Fällen auch noch die Kosten der Wasserhaltung während der Dichtungsarbeit (siehe Kapitel 13) und evtl. auch noch die Kosten eines Aufenthaltes in der Bauausführung zu berücksichtigen. Die Höhe dieser Kosten läßt sich natürlich nur schätzen und wird vielleicht richtiger in dem allgemeinen Betrag für Verdienst und Risiko (S. 10) berücksichtigt.

9. Betonarbeiten.

Bei der Ausführung von Ingenieurbauten spielen die Betonarbeiten infolge der mannigfaltigen Verwendungsmöglichkeit dieses Baustoffes eine besonders große Rolle, und nicht selten ist der Preis dieser Teilarbeit ausschlaggebend für die Gesamtkosten des ganzen Baues. Die Kalkulation der Betonarbeiten hat daher stets mit besonderer Sorgfalt durchgeführt zu werden. Die Kosten setzen sich hierbei stets zusammen aus den Kosten der Materialien, denjenigen des Arbeitsaufwandes für Herstellung des Betons, den Schalungskosten und den aus der Verwendung von Baugeräten erwachsenden Auslagen. Im nachstehenden sollen diese einzelnen Teilbeträge des Betonpreises näher untersucht werden.

Als Einheit wählt man bei der Kostenberechnung stets den Kubikmeter. Werden Quadratmeter, bzw. laufende Meter-Preise gefordert, so lassen sich diese aus dem Kubikmeter-Preis immer leicht umrechnen.

1. Bedarf an Baugeräten. Es werden benötigt:

a) bei Handmischung lediglich die Transportgeräte für das Heranschaffen der Betonmaterialien zur Mischstelle und für die Beförderung des gemischten Betons zum Bauwerk (Schubkarren und Muldenkipper) und event. Muldenkippergleise,

b) bei maschineller Mischung außerdem noch die Mischmaschine nebst Antriebsmaschine. Hinsichtlich der zu wählenden Größe dieser beiden Maschinen siehe die Tabelle auf S. 84. Die Größe der Mischmaschine hat sich natürlich nach der programmäßig im Tag zu leistenden Betonmenge zu richten.

Anzahl der Transportgeräte und Umfang der Gleisanlage werden durch die tägliche Leistung bzw. die örtlichen Verhältnisse bestimmt. Hierüber siehe die Angaben im Kapitel 5.

Aus der Verwendung von Maschinen entstehen die folgenden Kosten.

2. Tilgung und Verzinsung der Gerätebeschaffungskosten. Hierüber siehe Kapitel 2 und die Tabelle des Anhanges.

3. Transportkosten. Siehe Kapitel 3 und Tabelle des Anhanges.

4. Installationskosten. Diese lassen sich auf Grund folgender Angaben berechnen:

Es kostet das Aufstellen und Abbrechen einer Betonmaschine nebst zugehöriger Wasserleitung bei Mischmaschinen mit Trommelfüllung

bis etwa	300 Liter	50—150 Std.
von	500—1000	„ 100—300 „

Über die Installationskosten der Antriebsmaschine sowie einer etwa erforderlichen Wasserversorgungsanlage siehe Kapitel 4, über die Kosten des Gleislegens Kapitel 5, und über die Kosten von Gerüsten, Transportstegen, Betonrutschen, Mischpritschen usw. schließlich Kapitel 11.

Die neben den vorstehend erwähnten außerdem etwa noch erwachsenden Installationskosten (z. B. für Herrichten der Lagerplätze für die Betonmaterialien) kann man im allgemeinen, da sie verhältnismäßig gering sein werden, vernachlässigen. Über den Bau von Zementschuppen siehe Näheres unter den allgemeinen Kosten.

5. Reparaturkosten. Hierüber siehe Kapitel 2 und die Tabelle des Anhanges.

Außer den vorstehenden, auf die ganze Betonarbeit zu verteilenden Kosten entstehen weitere Aufwendungen aus folgenden Leistungen bzw. Lieferungen.

6. Baustoffe. Bei Betonarbeiten kommen an Baustoffen in Frage: Zement, Sand, Kies bzw. Schotter, evtl. Eisen und Wasser. Das gegenseitige Verhältnis der miteinander zu vermengenden Materialien sowie die Mengen des einzulegenden Eisens sind abhängig von der Art der Baustoffe und der geforderten Qualität und Festigkeit des Betons bzw. dem Zwecke, welchem das Bauwerk dienen soll. Auf diese Fragen soll hier nicht näher eingegangen werden.

Im allgemeinen liegt das Mischungsverhältnis des Betons, wenn man zur Kalkulation kommt, bereits fest, und es sind zur Berechnung der Kosten lediglich diejenigen Baustoffmengen zu bestimmen, die für 1 cbm fertigen Beton dieser Mischung erforderlich sind. Diese Mengen können in ziemlich weiten Grenzen schwanken, da sie ganz von der Dichtigkeit der einzelnen Materialien, d. h. von dem Umfange der in denselben vorhandenen Hohlräume abhängen. Da aber bei Betonarbeiten die Baustoffkosten weitaus den größten Teil des ganzen Preises ausmachen, muß auf eine möglichst genaue Festsetzung dieser benötigten Mengen besonderer Wert gelegt werden.

Wenn irgend möglich, sollten diese Mengen — vor allem bei Bauten größeren Umfanges — durch Probemischungen bestimmt oder doch zum mindesten die Hohlräume in den einzelnen Materialien gemessen werden. Sind nämlich letztere bekannt, so lassen sich die erforderlichen Massen, wie unten gezeigt werden wird, wenigstens angenähert berechnen. Häufig liegen aber bei der Veranschlagung des Baues noch keine Materialproben vor, so daß auch das verhältnismäßig einfache Messen der Hohlräume nicht vorgenommen werden kann. In diesem Falle hat man sie zu schätzen, wobei folgende Zahlenwerte als Anhalt dienen mögen.

Es betragen die Hohlräume im allgemeinen bei

Zement	25—35 %	i. M.	30 %	der ganzen Masse
Sand	20—30 %	„	25 %	„
Kies	25—35 %	„	30 %	„
Kiessand (1:2)	15—25 %	„	20 %	„
Feiner Schotter (Splitt)	30—40 %	„	35 %	„
Grober Schotter	35—45 %	„	40 %	„

Diese Zahlen gelten für die Materialien in losem Zustande, wie sie vor dem Mischen in Wagen oder Kästen gemessen werden, also nicht etwa für eingerüttelten Zustand. Bei Zement bezeichnen sie die über das eingerüttelte Maß hinausgehenden Hohlräume.

Bei Festsetzung des Mischungsverhältnisses für Beton werden nun die Mengen der einzelnen Stoffe stets derart gewählt, daß eine möglichst große Dichtigkeit des Betons erzielt wird, d. h. ein möglichst vollständiges Ausfüllen sämtlicher vorhandenen Hohlräume. Es soll hier zunächst vorausgesetzt werden, daß dieser Zustand in vollem Maße erreicht wird, daß also der Zement die Hohlräume des Sandes und die Mischung von Zement und Sand zusammen die Hohlräume im Kies bzw. Schotter ausfüllen, daß die noch bleibenden Hohlräume durch das Mischen und Stampfen des Betons vollständig beseitigt werden und daß das Wasser schließlich von den Materialien, besonders dem Zement, aufgesogen wird. In diesem Falle lassen sich die benötigten Materialmengen leicht wie folgt berechnen:

Es ergeben z. B. bei einem Kiesbeton von der Mischung 1:3:6 im Mittel:

1 Teil Zement . .	1,0—0,30 =	0,70	Betonanteile
3 Teile Sand . . .	3,0—0,75 =	2,25	„
6 Teile Kies . . .	6,0—1,80 =	4,20	„
10 cbm lose Masse		= 7,15	cbm Beton

oder 1 cbm Beton erfordert 1,40 cbm lose Masse, woraus sich der Bedarf an Einzelstoffen ergibt:

$$\frac{1,40}{10} \cdot 1 = 0,14 \text{ cbm Zement}$$

$$\frac{1,40}{10} \cdot 3 = 0,42 \text{ „ Sand}$$

$$\frac{1,40}{10} \cdot 6 = 0,84 \text{ „ Kies}$$

1,40 cbm lose Masse

Bei den sogen. „fetten“, d. h. viel Zement enthaltenden Mischungen kann man annehmen, daß sämtliche Hohlräume verschwinden werden, bei „mageren“ dagegen werden im Sand noch Hohlräume verbleiben, weshalb der Bedarf an loser Masse für 1 cbm Beton etwas geringer sein wird als nach vorstehendem berechnet, z. B. bei Mischung 1:6:12 und mittleren Hohlräumen statt 1,40 cbm nur 1,32 cbm. Man wird jedoch gut daran tun, hierauf keinen zu großen Wert zu legen, da ja auch infolge des Stampfens ein Teil der Hohlräume verschwinden wird. Die im Kies bzw. Schotter vorhandenen Hohlräume dagegen werden stets durch den Mörtel ausgefüllt werden, wenn die Sandmenge ungefähr halb so groß wie diejenige des Kieses bzw. Schotters gewählt wird.

Für die oben angeführten Hohlräume der verschiedenen Baustoffe werden unter diesen Voraussetzungen (unabhängig vom Mischungsverhältnis) zur Herstellung von 1 cbm fertigem Beton benötigt bei:

Kiesbeton . .	1,30—1,50, i. M.	1,40	cbm lose Masse
Splittbeton . .	1,35—1,60	„	1,47 „ „
Schotterbeton .	1,45—1,65	„	1,55 „ „
Kiessandbeton	1,20—1,35	„	1,27 „ „

Zement wird nach Gewicht bezahlt, die Füllstoffe im allgemeinen nach Raummaß. Für ersteren ist daher bei der Kostenberechnung das spezifische Gewicht von großer Bedeutung, zumal der Zement

stets der teuerste Bestandteil der Mischung ist. Je nachdem sich das aus vorstehender Berechnung ergebende Raummaß von Zement für diesen in lose eingefülltem bzw. mehr oder weniger eingerütteltem Zustand bezieht, wird der Preis natürlich sehr verschieden sein. Liegen keine bestimmten Angaben hierfür vor, so kann man das durchschnittliche spezifische Gewicht, nämlich 1,40, der Berechnung zugrunde legen, wie dies auch bei der Angabe, daß der normale $56\frac{2}{3}$ kg wiegende Sack 42 l enthalte, ungefähr vorausgesetzt wird.

Die Kosten des Verpackungsmaterials von Zement, d. h. der Säcke und Fässer, sind in den Lieferpreisen nicht enthalten und müssen daher, falls sie in Verlust geraten, besonders bezahlt werden, hierauf ist bei der Kalkulation stets Rücksicht zu nehmen. Außerdem wird man gut daran tun, bei langen Transporten und häufigem Umladen des Zementes mit einem gewissen Streuverlust sowie einem Verlust infolge naß und daher unbrauchbar gewordenen Zementes zu rechnen.

Die aus vorstehender Berechnung sich ergebenden Raummaße der Füllstoffe gelten, wie bereits erwähnt, für die Materialien in losem Zustand. Falls sich die Preise — was ab und zu vorkommt — auf einen etwas eingerüttelten Zustand beziehen, z. B. bei Messen des Volumens in den Transportwagen nach dem Antransport, so sind die Preise entsprechend diesem Einrüttelungsmaße zu verringern.

Zur Berechnung der Frachten benötigt man noch die Gewichte der Füllstoffe. Diese sind abhängig von dem spezifischen Gewicht des Steinmaterials, aus welchem sie entstanden sind und ferner — besonders Sand — von ihrem Feuchtigkeitsgrad.

Die spezifischen Gewichte und durchschnittlichen Einrüttlungsmaße der verschiedenen Baustoffe können wie folgt angenommen werden:

Material	spez. Gewicht	Einrüttlungs- maß
Zement, lose eingefüllt . .	1,1—1,3	} 30 %
„ eingerüttelt . . .	1,6—2,1	
Sand, lose aufgehäuft . .	1,4—1,8	} 8—15 %
Kies, „ „ . . .	1,5—1,9	
Schotter, „ „ . . .	1,3—1,7	
Kiessand, „ „ . . .	1,6—2,0	

Häufig werden die Füllstoffe im Eigenbetriebe gewonnen. Wenn es sich hierbei nur um ein einfaches Ausgraben aus der Grube und Transportieren zur Verwendungsstelle handelt, so lassen sich die hierfür aufzuwendenden Kosten auf Grund der in den Kapiteln 3 und 5 gemachten Angaben berechnen. Muß Sand aber außerdem noch gesiebt oder gemahlen und Schotter aus größeren Steinen gebrochen werden, so kommen noch weitere Arbeitsleistungen hinzu, über die am Schluß dieses Kapitels noch einige Angaben gemacht werden sollen.

Die Menge der Eiseneinlagen im Beton wird in Kilogramm pro Kubikmeter ausgedrückt. Eine genaue Berechnung derselben er-

fordert detaillierte Zeichnungen. Für einen Kostenanschlag genügt aber meist eine Annäherungsrechnung, bei welcher die Eisenmenge derart ermittelt wird, daß man die aus der statischen Berechnung gefundenen, in Quadratzentimeter ausgedrückten erforderlichen Eisenquerschnitte gleich dem Eisengewicht in Kilogramm setzt. Hierdurch dürften die Mehrmengen an Eisen für Bügel und infolge der Umbiegungen und Haken berücksichtigt sein. Für einfache Eiseneinlagen ohne viel Biegungen und ohne Bügel ergibt diese Berechnungsmethode allerdings etwas zu hohe Werte, und man setzt in solchen Fällen richtiger an Stelle von 1 qcm Eisen nur 0,85—0,90 kg.

Die zum Mischen des Betons erforderliche Wassermenge beträgt je nach dem gewünschten Feuchtigkeitsgrad, der Witterung und Jahreszeit ungefähr 100—200 l/cbm. Hierzu kommen noch etwa 30 l/cbm für das Nässen des Betons während des Abbinde- und Erhärtungsprozesses sowie eine gewisse Wassermenge zum Waschen der Steinmaterialien, falls dies erforderlich sein sollte. Im allgemeinen können die Wasserkosten vernachlässigt werden, es sei denn, daß das Wasser von dritter Seite zu hohem Preise bezogen werden muß.

7. Arbeitsaufwand. Auf die Höhe der aus der Arbeit entstehenden Kosten sind von Einfluß: Art und Länge der Transporte der Baustoffe zur Mischstelle sowie des Betons nach dem Bauwerk, ferner Art des Mischens und Einbringens des Betons, und schließlich auch Form, Größe und Art des Bauwerkes.

Da die Höhe des Lohnanteils gegenüber den Baustoffkosten wesentlich zurücktritt, erhält man in den meisten Fällen genügend genaue Resultate, wenn man die Kosten sämtlicher zur Herstellung des Betons erforderlichen Teilleistungen, nämlich Antransportieren der Materialien, Mischen des Betons, Transportieren, Einbringen und Stampfen derselben zusammenfaßt, und nur die Kosten von Schalungen und etwa erforderlicher Eiseneinlagen, sowie zweckmäßigerweise auch diejenigen der Mischmaschine besonders berechnet. Nur wenn es sich um sehr große Betriebe handelt, oder in besonderen Fällen (z. B. bei maschinellen Transporten) empfiehlt es sich, die einzelnen Teilarbeiten zur Herstellung des Betons getrennt voneinander zu behandeln.

Im ersteren Falle kann man rechnen, daß für die Ausführung obengenannter Teilarbeiten je nach den Verhältnissen im allgemeinen folgender Arbeitsaufwand entstehen wird:

bei Handmischung	6—10 Arb.-Std./cbm Beton	
„ Maschinenmischung	4—7	„

Hierzu sind für Aufsicht je nach der Größe der Arbeitsgruppen, die einem Aufseher unterstehen, etwa 4—8% der Arbeiterstunden hinzuzufügen, bei ganz kleinen Gruppen natürlich mehr.

Für die Ausführung kleiner und komplizierter Betonbauwerke werden aber wesentlich höhere Lohnkosten entstehen, und zwar kann der Arbeitsaufwand unter Umständen bis auf 20 Arb.-Std. für 1 cbm Beton steigen.

Müssen Sand, Kies oder Schotter vor dem Mischen noch gewaschen werden, so sind obige Werte gleichfalls zu erhöhen.

Bei Eisenbetonkonstruktionen ist das Einbringen und Stampfen des Betons teurer als bei gewöhnlichen Betonbauwerken. Man kann annehmen, daß obige Werte bei Eisenbeton dem Herstellen, Transportieren und Einbringen des Betons entsprechen, und daß für das Stampfen zuzüglich erschwertem Einbringen des Betons außerdem noch folgende Kosten entstehen werden:

bei wenig Eiseneinlagen	3— 5	Arb.-Std./cbm.
„ Decken u. dgl. . .	5— 8	„
„ Säulen „ . .	8—10	„
event. bis	15	„

Außerdem kommt bei Eisenbeton noch das Biegen, Transportieren und Einbringen der Eiseneinlagen hinzu, Arbeiten, für die man zusammen je nach Stärke und Anordnung der Eisen ungefähr

4—8 Schmiede- und Arb.-Std./100 kg

rechnen kann. Die Kosten für 1 cbm Beton ergeben sich durch Multiplikation des hieraus gefundenen Betrages mit dem für 1 cbm benötigten Eisengewicht.

Bei Betonschüttungen unter Wasser kann ungefähr derselbe Arbeitsaufwand angenommen werden wie bei Stampfbeton. Die Löhne der Stampfer kommen hier allerdings in Wegfall, doch sind dafür einige Arbeiter zum Verschieben des Schüttrichters erforderlich, und außerdem entstehen bei derartigen Ausführungen häufiger Unterbrechungen wie bei Stampfbetonbauten, wodurch die Kosten gleichfalls etwas erhöht werden.

8. Mischmaschine. Den Kostenanteil für das Mischen des Betons mittels Mischmaschine erhält man, indem man die stündlichen Betriebskosten durch die mittlere stündliche Leistung dividiert. Unter Betriebskosten sind hierbei lediglich die Kosten der Antriebsmaschine zu verstehen. Die Kosten der wenigen Arbeiter, die außerdem noch an der Mischmaschine beschäftigt sind, berücksichtigt man besser im Zusammenhang mit den übrigen Arbeitsleistungen.

Als Grundlage zur Berechnung der Betriebskosten, sowie bei Wahl der Mischmaschinen mögen folgende durchschnittliche Zahlenwerte dienen:

	Trommelfüllung in Litern						
	75	150	250	300	500	750	1000
Leistung in fertigem Beton cbm/Std.	2	4	6	7	12	18	24
Kraftbedarf i. M. PS.	2	3	5	6	10	15	20
Konstruktionsgewicht mit Aufzug t	1,5	2,5	3,5	4,5	6,0	8,5	12,0

Die vorstehenden Angaben über Leistungsfähigkeit der Mischmaschine sind als Höchstwerte anzusehen (30 Mischungen pro Stunde), die, je nachdem kleinere oder größere Stockungen im Betrieb

zu erwarten sind (sei es infolge verzögerter Anfuhr der Materialien zur Mischmaschine oder verhinderten Abtransportes des Betons oder anderem mehr), entsprechend ermäßigt werden müssen. Insbesondere hat man sich bei Festsetzung dieser Leistung stets zu überlegen, ob die Leistung der Mischmaschine auch wirklich fortlaufend im Bauwerk eingebracht werden kann, oder ob dasselbe nicht eine derartige Gestaltung und Größe besitzt, daß dies nicht möglich ist.

9. Schalung. Betonbauwerke erfordern alle, abgesehen vielleicht von Fundamenten, zu ihrer Herstellung eine Schalung, und die Kosten, welche aus derselben entstehen, setzen sich zusammen aus den Kosten der Materialien (in der Hauptsache Holz) und den Arbeitslöhnen für Anfertigen, Aufstellen und Wiederabbrechen der Schalung.

a) Materialien. Zur Herstellung von Schalungen werden benötigt: hölzerne Bretter oder Bohlen, Kant- und Rundhölzer, Nägel, Bolzen, Draht, Blech usw. Da die Kosten des Kleineisenzeugs im allgemeinen verhältnismäßig gering sind, kann man sie der Einfachheit halber durch eine schätzungsweise Erhöhung der benötigten Holzmenge berücksichtigen. Dies ist auch aus dem Grunde zulässig, weil die Schalungskosten — vor allem mit Rücksicht auf die Unsicherheit des Altwertes — sich eigentlich nie genau berechnen lassen. Das Eisenblech, das bei der Anfertigung von Schalungsformen häufig verwandt wird, sollte man allerdings stets besonders veranschlagen.

Die Materialkosten der Schalung werden bedingt durch die Größe derjenigen Fläche, die gleichzeitig eingeschalt sein muß (im allgemeinen nur ein Teil der ganzen Betonfläche), ferner durch die Holzmenge, die ein Quadratmeter Schalung erfordert, und schließlich durch den Altwert des Materials nach Baubeendigung.

Bei Betrachtung dieser Faktoren hat man zu unterscheiden zwischen solchen Schalungen, die aus Tafeln oder Formstücken bestehen und die ohne wesentliche Änderung am selben Bauwerk wiederholt verwandt werden können, und solchen, die immer wieder von neuem aus einzelnen Brettern und Unterstützungshölzern zusammengesetzt werden müssen. Erstere Art der Schalung kommt bei Herstellung langgestreckter Bauwerke mit gleichbleibendem Querschnitt, wie Stützmauern, Kanäle usw. zur Verwendung, letztere Art bei Bauwerken mit unregelmäßigen Formen.

Im ersteren Falle läßt sich der Holzbedarf angenähert berechnen. Handelt es sich um ein Bauwerk mit geringem Querschnitt, bei welchem an jedem Tage ein bestimmtes Stück fertiggestellt werden kann, so erhält man diejenige Bauwerkslänge, für welche die Schalung beschafft werden muß, indem man die Länge dieses Stückes mit derjenigen Anzahl Tage multipliziert, während welcher die Schalung zwecks Erhärtung des Betons stehen muß und die zum Abbrechen und Wiederaufstellen einer Schalungsstrecke erforderlich sind. Besitzt das Bauwerk aber größere Abmessungen und wird eine Bauwerksstrecke während mehrerer Tage nach und nach hergestellt, so wird man zweckmäßigerweise die Länge dieser Strecke derart wählen, daß zur Herstellung derselben ebenso viel Tage erforderlich sind, wie zum Erhärten des Betons und Abbrechen, Transportieren und Wiederaufstellen der

Schalung. Wenn dies nämlich der Fall ist, so braucht man an Schalung im ganzen genau genommen nur zwei derartige Strecken zu beschaffen. Die Länge dieses in einer Partie auszuführenden Bauwerksstückes ergibt sich einfach aus dessen Querschnitt und der täglichen Leistung.

Diejenige Anzahl Tage, welche der Beton benötigt, um eine genügend große Festigkeit zu erlangen, um ohne Schalung stehen zu können, schwankt je nach der Witterung, der Jahreszeit, und natürlich auch nach der Art des Bauwerkes, er beträgt im allgemeinen 3—5 Tage, bei Eisenbetonbauwerken allerdings wesentlich mehr. Zum Abbrechen, Transportieren und Wiederaufstellen der Schalung am neuen Orte kann man im Durchschnitt einen Tag rechnen, nur bei Bauwerken mit großen Dimensionen mehr.

Man wird natürlich gut tun, die auf diese Weise ermittelte Schalungslänge mit Rücksicht auf die stets eintretenden Unregelmäßigkeiten im Baubetrieb zu erhöhen, und zwar je nach den Verhältnissen um $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$. Die so erhaltene Bauwerkslänge multipliziert man dann schließlich mit der Fläche eines laufenden Meters Bauwerk, woraus man die benötigte Schalungsfläche erhält.

Handelt es sich aber um ein Bauwerk, dessen Flächen so verschieden sind, daß einzelne Schalungsstücke nicht wiederholt verwandt werden können, und daß außerdem die Schalung an verschiedenen Stellen verschieden lang stehenbleiben muß, so kann man die Menge der erforderlichen Schalung nicht mehr rechnermäßig ermitteln, sondern muß sich mit einer Schätzung begnügen. Hierbei ist besonders auf die Art der Ausführung, d. h. den Bauvorgang, Rücksicht zu nehmen. Da bei derartigen Schalungen durch Verschnitt immer sehr viel Holz verlorengeht, empfiehlt es sich, die benötigte Schalholzmenge stets reichlich groß anzunehmen.

Bei Eisenbetonbauwerken ist zu berücksichtigen, daß die Schalung wesentlich länger stehenbleiben muß als bei gewöhnlichem Stampfbeton, und daß daher sehr oft das Material für die ganze einzuschalende Fläche eines Bauwerkes beschafft werden muß.

Was die Menge des Holzes betrifft, die für 1 qm Schalung erforderlich ist, so mögen folgende Angaben für die Berechnung dienen.

Es werden benötigt für 1 qm Schalung:

bei einfachen Schalungstafeln, bestehend aus $2\frac{1}{2}$ cm starken Brettern und $\frac{5}{10}$ cm starken Unterstützungshölzern in Abständen von etwa 60—70 cm, wenn man die Drähte und Nägel in Holzwert umrechnet, i. M.	0,05 cbm Holz
bei komplizierteren Schalungen, bei denen mit viel Verschnitt gerechnet werden muß, sonst wie vor	0,06—0,07 ..
bei Schalungen, bestehend aus 4 cm starken Bohlen, die durch ca. $\frac{14}{14}$ cm starke Kanthölzer in Abständen von etwa 1 m und Rundholzsteifen unterstützt werden	0,06—0,07 ..
bei horizontalen Schalungen (z. B. für Decken) ist außerdem noch auf je $1\frac{1}{2}$ —2 qm Fläche eine Stütze zu rechnen.	

Der Altwert des Holzes hängt von der Art der Schalung, der Benutzungsdauer und der Verkaufsmöglichkeit ab. Im allgemeinen

wird gebrauchtes Schalholz beim Verkauf sehr niedrig taxiert, meist unter seinem eigentlichen Wert. Am besten lassen sich noch einfache Bretter und Bohlen wieder verwerten und daher auch verkaufen, während Schalungsformen meist nur noch als Brennholz verwandt werden können. Für letztere darf man, da die Arbeit des Auseinanderschlagens derselben und das Ausziehen der Nägel ungefähr diesem Verkaufswert gleichkommen wird, gar keinen Altwert mehr rechnen. Für einfache Bretter, Bohlen, Kant- und Rundhölzer dagegen kann man einen nach der Häufigkeit der Benutzung sich richtenden Bruchteil des Einkaufspreises als Altwert annehmen und von jenem gleich von vornherein in Abzug bringen. Hierbei ist aber stets der bei jedem Aufstellen entstehende Holzverlust infolge Verschnittes und Verschleißes zu berücksichtigen.

b) Arbeit. Während das Schalungsmaterial im allgemeinen nur für einen Teil der ganzen einzuschalenden Bauwerksfläche benötigt wird, muß der Arbeitsaufwand natürlich, abgesehen von der Herstellung der Tafeln und Formstücke, für die Gesamtfläche berechnet werden. Auch hierbei hat man zwischen Schalungen, die in gleicher Form immer wieder benutzt werden können, und solchen, die stets von neuem aus einzelnen Holzteilen zusammengesetzt werden müssen, zu unterscheiden.

Im ersteren Falle besteht die Arbeit zunächst im einmaligen Anfertigen der Tafeln und Formstücke, und sodann im wiederholten Aufstellen, Abbrechen und Transportieren derselben, im letzteren Falle aus dem Zurechtschneiden und Zusammensetzen der einzelnen Holzstücke, dem Wiederauseinandernehmen derselben und dem Transportieren nach der neuen Verwendungsstelle. Der Arbeitsaufwand kann für diese Arbeiten wie folgt angesetzt werden:

Herstellen von Schalungstafeln und Formen für 1 qm Schalung	1,0—2,0 Zimm.-Std.
bei komplizierten Schalungen (z. B. für Turbinen- ausläufe)	bis 4,0 ..
Aufstellen, Abbrechen und Transportieren dieser Tafeln und Formen, für 1 qm Schalungsfläche	0,2—0,5 „
	+ 0,5—1,5 Arb.-Std.
Schalung aus Brettern bzw. Bohlen, Kant- und Rundhölzern zusammensetzen, wieder ab- brechen und transportieren, für 1 qm Scha- lungsfläche	0,8—1,2 Zimm.-Std. + 0,5—1,5 Arb.-Std.
Eisenbetonschalungen fordern mehr Arbeitszeit, und zwar	bis 3,0 Zimm.-Std.

10. Nebenarbeiten. Das Einbetonieren von Eisenteilen, wie Anker, Träger usw., verursacht, wenn die Eisenmengen im Verhältnis zum Beton nicht groß sind, keine wesentlichen Kosten, weshalb man sie schätzen oder auch ganz vernachlässigen kann.

Die Kosten, die aus einer Bearbeitung der Betonansichtsfläche, wie Putzen, Stocken usw., entstehen, lassen sich auf Grund der in Kapitel 10 gemachten Angaben berechnen. Auch diese Auslagen werden, wenn es sich nicht um dünne Betonbauwerke handelt,

wie z. B. Eisenbetonröhren usw., verhältnismäßig gering sein. Im letzteren Falle allerdings können sie unter Umständen einen nicht unbedeutenden Bruchteil der ganzen Arbeit ausmachen.

11. Gewinnung von Sand und Schotter im Eigenbetrieb. Bei der Kalkulation einer derartigen Beschaffung von Sand bzw. Schotter hat man getrennt voneinander zu behandeln das Antransportieren der erforderlichen Rohmaterialien, die Verarbeitung derselben und den Abtransport der gewonnenen Baustoffe. Für die Veranschlagung der ersteren und letzteren Arbeit können die in Kapitel 3 gemachten Angaben benutzt werden, die Kosten der Verarbeitung der Rohstoffe sollen hier näher besprochen werden.

Zur Berechnung der Bahn- und anderer Transportkosten benötigt man noch die Gewichte der Materialien. Diejenigen von Sand und Schotter sind bereits auf S. 82 angeführt. Das spezifische Gewicht von aufgesetzten bzw. aufgehäuften Bruch- und Feldsteinen, die zur Herstellung von Sand und Schotter verwandt werden, schwankt je nach dem Gewicht des betreffenden Gesteins im allgemeinen zwischen 1,5 und 2,0.

Die Beschaffungskosten der Rohmaterialien müssen, je nachdem dieselben von anderer Seite bezogen oder auf der Baustelle selber gewonnen werden (z. B. bei Herstellung von Felseinschnitten, Tunnels usw.), auf Grund von Offertpreisen bzw. im Zusammenhang mit den übrigen Bauarbeiten ermittelt werden. Hinsichtlich der benötigten Mengen siehe Näheres weiter unten.

a) **Sand.** Handarbeit. Das Aussieben von Sand aus Kiessand wird je nach dem Sandgehalt des Kieses verschieden teuer zu stehen kommen. Das Werfen von losem Kiessand durch das Sieb kostet (siehe S. 27) durchschnittlich etwa 0,8 Arb.-Std./cbm; enthält der Kiessand z. B. $\frac{1}{3}$ Sand, so kostet die Gewinnung von 1 cbm Sand etwa 2,5 Arb.-Std., was als Durchschnittswert angenommen werden kann.

Maschinelle Arbeit. Die Gewinnung von Sand bzw. Steingrus aus Schotter, Sprengtrümmern, kleinen Bruch- oder Feldsteinen geschieht mittels Sandmühlen. Die Kosten hierfür setzen sich, wie bei allen maschinellen Betrieben, zusammen aus den im Zusammenhang mit der Verwendung der maschinellen Anlage entstehenden Kosten (Tilgung und Verzinsung der Anschaffungskosten, Transport-, Installations- und Reparaturkosten), die auf die ganze zu beschaffende Sandmenge zu verteilen sind, und den Betriebskosten, die durch die Leistung zu dividieren sind.

Zur Berechnung der ersteren Kosten sei zunächst auf die Kapitel 2—3 und die Tabelle des Anhanges hingewiesen. Das Aufstellen und Abbrechen einer Sandmühle erfordert je nach Größe und Verhältnissen 150—300 Stunden. Die Installationskosten der Antriebsmaschine sowie die Kosten von etwa erforderlich werdenden Gerüsten, größeren Unterfangungen usw. sind wie immer extra zu berechnen (Kapitel 4 und 11). Auch die Kosten der Gleise müssen für sich ermittelt werden, wobei die Angaben in Kapitel 5 benutzt werden können.

Die Betriebskosten lassen sich auf Grund der über Antriebsmaschinen (Kapitel 4) gemachten Angaben und nachstehender Tabelle

ermitteln, wobei die Zahlen der letzteren jedoch nur als Durchschnittswerte zu betrachten sind.

	Art der Sandmühle					
	einfache Walzwerke			Sandaufbereitungsanlagen		
	Walzendurchmesser mm					
	250	400	600	400	500	700
Walzenbreite mm						
350	500	750	300	400	300	
Leistung cbm/Std.	0,8—1,2	1,5—2,2	2,5—4,0	2,0—2,5	2,5—3,5	4,0—5,0
Kraftbedarf PS.	3—4	6—8	10—14	16	20	28
Bedienung Mann	2	2—4	4	4	4	4
Konstruktionsgewicht t	1,5	4	8	8	10	14

Unter „Sandaufbereitungsanlagen“ sind Sandmühlen mit Aufzug zu verstehen.

Von den Leistungswerten gelten die kleineren jeweils für feinen Sand, der aus verhältnismäßig großen Stücken gemahlen werden muß, die größeren für groben, aus kleinen Steinen gewonnenen Sand. Alle Werte beziehen sich auf eine Stunde ununterbrochenen Betriebes, sind also als durchschnittliche Höchstwerte anzusehen, die bei Einführen in die Kalkulation ermäßigt werden müssen, sobald kleinere oder größere Unterbrechungen im Betriebe, sei es infolge langsamen Gewinnens und Antransportierens des Rohmaterials oder aus anderen Gründen, zu erwarten sind.

Die Bedienungsmannschaft der Antriebsmaschinen ist in obigen Zahlen nicht enthalten, sondern lediglich die an der Sandmühle beschäftigten Leute. Hierfür sind je nach Art, Größe und Anordnung der Anlage erforderlich: 1—2 Mann am Einwurf zum Einschieben des Rohmaterials in die Mühle und 1—2 Mann am Auslauf zur Verteilung des Sandes und Rangierens der Wagen für den Abtransport. Das Kippen der ankommenden Wagen mit dem Rohmaterial berücksichtigt man besser bei Berechnung der Transportkosten.

Es ist hierbei angenommen, daß das gekippte Material zum großen Teil direkt in den Trichter des Einlaufes fällt, und daß der Rest lediglich nachgeschoben zu werden braucht. Fordern die örtlichen Verhältnisse jedoch ein Werfen des Materials in die Öffnung mittels Schaufeln, so werden natürlich mehr Leute am Einwurf erforderlich sein. Ihre Anzahl kann man leicht aus der Leistung der Mühle und der Angabe berechnen, daß ein Mann durchschnittlich etwa das Material für 1,0—1,4 cbm Sand pro Stunde einzuwerfen vermag. Hierbei ist aber zu bedenken, daß an der Mühle im allgemeinen höchstens für 3 Arbeiter Platz zum Schaufeln vorhanden sein wird.

Der Bedarf an Rohmaterial für 1 cbm Sand beträgt beim Mahlen von

Schotter, Sprengtrümmern oder kleinen Bruch- und Feldsteinen durchschnittlich	1,0 cbm
Kies (je nach dem Sandgehalt desselben)	0,8—0,9 „

b) **Schotter.** Schotter kann entweder von Hand mit dem Hammer oder auf maschinellm Wege in Steinbrechern hergestellt werden, und zwar aus Sprengtrümmern, Bruch- oder Feldsteinen. Während das sich aus der Handarbeit ergebende Material reiner Schotter ist, liefert der Steinbrecher ein Gemenge, bestehend aus Stücken verschiedenster Größe. Durch Siebe, die am Steinbrecher meistens angebracht sind, werden zunächst die kleinsten Bestandteile, der Grus, vom eigentlichen Schotter getrennt, und auch dieser wird häufig noch nach Steingröße sortiert. Die Mengen des in dem Brechermaterial vorhandenen Schotters, Splitts und Steingruses sind je nach der Gesteinsart, aus welcher das Material gebrochen wurde, sehr verschieden.

Handarbeit. Das Schlagen von Schotter aus Feld- und Bruchsteinen mittels Hämmern kostet für 1 cbm Schotter in Haufen gemessen

bei weichem Gestein	5—8 Arb.-Std./cbm.
„ mittelhartem Gestein	10—13 „
„ hartem Gestein	15—20 „

Maschinelle Arbeit. Bei Gewinnung des Schotters auf maschinellm Wege lassen sich die Kosten in ganz gleicher Weise berechnen wie bei Sand. Zunächst berechnet man die aus der Anlage erwachsenden Kosten, die auf die gesamte Schottermenge verteilt werden, und sodann die Betriebskosten. Das Aufstellen und Abbrechen eines Steinbrechers kostet auch ungefähr 150—300 Std. Im übrigen sei auf die oben gemachten Angaben verwiesen.

Für die Berechnung der Betriebskosten diene folgende Zusammenstellung von Durchschnittswerten:

		Maulweite mm				
		250 150	300 200	400 250	500 300	600 350
Leistung	cbm/Std.	1—2	2—3	4—5	6—8	10—12
Kraftbedarf	PS.	3—4	6—8	10—12	12—16	18—22
Bedienung	Mann	2	2	2—4	4	4
Konstruktionsgewicht	t	1,8	3,5	5,0	9,0	12,0

Hinsichtlich Leistung und Bedienung siehe das für Sandmühlen Gesagte.

Der Materialbedarf zur Herstellung von 1 cbm Schotter beträgt bei der Verwendung von

Sprengtrümmern (im Wagen gemessen)	0,90—1,10 cbm
(bzw. etwa 0,70 cbm gewachsener Fels)	
aufgesetzten Bruchsteinen oder gehäuftten Feldsteinen	0,80—0,90 „

10. Maurerarbeiten.

Die bei Ausführung von Maurerarbeiten entstehenden Kosten setzen sich in der Hauptsache aus den Kosten der Materialien und den aufzuwendenden Löhnen zusammen. Außer diesen kommen dann noch Auslagen für Transporteinrichtungen, Gerüste (z. B. Lehrgerüste), Aufzüge usw hinzu, unter Umständen auch noch Kosten für Wasserhaltung.

Im vorliegenden Kapitel sollen lediglich die ersteren beiden Teilbeträge des Einheitspreises betrachtet werden; zur Berechnung der aus den übrigen Leistungen und Lieferungen entstehenden Kosten sei auf die an anderer Stelle gemachten Angaben hingewiesen (Kapitel 5, 11 und 13).

1. Baustoffe. Die zur Herstellung der Bauwerkseinheit unter den verschiedenen Verhältnissen benötigten Mengen an Steinmaterial und Mörtel sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Die für 1 cbm Mörtel erforderlichen Mengen an Bindemittel und Sand lassen sich in derselben Weise ermitteln, wie dies in Kapitel 9 für Beton beschrieben ist. Man findet also, daß

für 1 cbm Zementmörtel 1,25—1,45 i. M. 1,35 cbm lose Masse, bei fetten Mischungen (wie z. B. 1:1) etwas mehr, d. h. etwa 1,40 cbm

benötigt werden, woraus sich die Mengen der einzelnen Baustoffe für die verschiedenen Mischungsverhältnisse leicht berechnen lassen.

Bei Kalkmörtel braucht man, da gelöschter Kalk in der Grube keine Hohlräume mehr besitzt, lediglich diejenigen des Sandes zu berücksichtigen und findet dann für 1 cbm Kalkmörtel 1,20—1,30, i. M. 1,25 cbm lose Masse.

Die Einheitspreise der Baustoffe müssen von Fall zu Fall seitens der Lieferanten bezogen oder, falls dieselben im Eigenbetriebe hergestellt werden, berechnet werden. Für Sand siehe hierbei das im vorhergehenden Kapitel Gesagte. Hinsichtlich Bruchsteinen kann angenommen werden, daß 1 cbm Fels, unter Berücksichtigung des Verlustes an kleinen Sprengtrümmern (Schutt), je nach Lagerhaftigkeit des Gesteins 1,2—1,6 cbm aufgesetzte Bruchsteine ergibt.

In allen Fällen sind sämtliche aus den Transporten bis dicht zur Verwendungsstelle entstehenden Kosten noch zu den Preisen hinzuzufügen. Zur Berechnung der Transportkosten mögen die folgenden Eigengewichte der in Frage kommenden Baustoffe dienen:

Stückkalk				1,2—1,3
Hydraulischer Kalk				1,1—1,3
Zement (lose eingefüllt)				1,1—1,3
„ (eingerüttelt)				1,6—2,1
Traß				0,9—1,0
Sand (lose aufgehäuft)				1,4—1,8
Bruchsteine (aufgestapelt), je nach Lagerhaftigkeit und spez. Gewicht des Gesteins				1,6—2,0
Werksteine aus Tuffstein				1,6—2,2
„ „ Kalk				1,9—2,7
„ „ Sandstein				2,0—2,6
„ „ Granit, Syenit, Porphyry				2,2—3,0
„ „ Marmor				2,6—2,8
„ „ Basalt				2,7—3,3
Ziegel, gewöhnliche 1 Stück	2,8—3,0 kg			1,4—1,5
Klinker „	3,2—3,8 „			1,6—1,9
Kalksandsteine „	3,8 „			i. M. 1,9

Die für die verschiedenen Maurerarbeiten benötigten Mengen an Steinmaterial und Mörtel betragen:

Arbeit	Steine	Mörtel	Bemerkungen	
1. Trockenmauerwerk 1 cbm	1,3—1,5 cbm	— cbm	} Steine lose aufgesetzt. Bei gut aufgesetzten Steinen nur 1,0 bis 1,3 cbm erforderl.	
2. Bruchsteinmauerwerk, gewöhnlich bei gut lagerhaften Steinen	1,3—1,4 „	0,30—0,40 „		
„ „ „ „	1,2 „	0,25 „		
3. Werksteinmauerwerk, gewöhnlich aus Quadern	1,3—1,4 „	0,25—0,35 „	}	
„ „ „ „	siehe unten	0,20—0,30 „		
4. Bruchsteinpflaster oder Verkleidung, 20 cm stark	1 qm	0,20 cbm		
„ „ „ „	„	0,40 „		
5. Werksteinplatten	„	1,00 qm	0,03 „	
6. Ziegelmauerwerk, gewöhnlich für Gewölbe	1 cbm	400 Stück	0,28 „	} bei weichen Ziegeln etwa 5% mehr für Bruch
„ „ „ „	„	420 „	0,28 „	
„ „ „ „	1 qm	420 „	0,25 „	
„ „ „ „	„	55 „	0,04 „	
„ „ „ „	„	32 „	0,02 „	
7. Verputz, etwa 2 cm stark, auf Bruchsteinmauerwerk	„	75 „	0,05 „	} Fugen allein benötigt etwa 1/2—1/3 dieser Mörtelmengen
„ „ „ „	„	—	0,03 „	
8. Glattstrich 1/2—1 cm stark	„	—	0,02 „	
„ „ „ „	„	—	0,01 „	

Bei Werksteinmauerwerk hängen die benötigten Mörtelmengen in hohem Maße von der Größe und der Form der Werksteine ab. Je regelmäßiger die einzelnen Steine behauen sind, und je größere Dimensionen sie besitzen, um so weniger Mörtel wird natürlich benötigt. Bei Werksteinverkleidung, z. B. mittels Schichtsteinen, besitzen die Steine fast nie auf die ganze Einbandtiefe die volle Stärke der Ansichtsfläche, sondern verjüngen sich meist rasch. In solchem Falle wird natürlich wesentlich mehr Mörtel benötigt, als bei kubisch bearbeiteten Quadern, und zwar bis 0,30 cbm für 1 cbm Mauerwerk.

Das der Berechnung zugrunde zu legende Volumen von Werksteinen andererseits ist abhängig von der Art und Weise, in welcher der Inhalt der Steine für die Bezahlung ermittelt wird. Dies geschieht entweder durch Multiplikation der Ansichtsfläche mit der mittleren oder einer anderen bestimmten Einbandtiefe oder, wie es bei Quadern üblich ist, derart, daß der Inhalt des kleinsten dem Stein umschriebenen Parallelepipedes angenommen wird. Handelt es sich in letzterem Falle um unregelmäßig geformte Steine, so ergibt diese Methode unter Umständen ein wesentlich größeres Volumen, als das Mauerwerk überhaupt ausmacht. Die für 1 cbm Mauerwerk erforderliche Werksteinmenge ist daher von Fall zu Fall zu berechnen.

Der zum Fugen von Mauerwerk erforderliche Mörtel kann im allgemeinen vernachlässigt werden, da diese Menge im Vergleich zu derjenigen des Mauerwerks meist ganz gering ist.

Bei Ziegelmauerwerk sind in obiger Tabelle für Gewölbe, Rollschicht usw. etwas mehr Ziegel angegeben als für gewöhnliches Mauerwerk, da bei derartigen Ausführungen zerbrochene Steine nicht verwandt werden können. Beim Mörtelbedarf für Ziegel-Flachschicht ist ferner angenommen, daß die Ziegel in ein Mörtelbett verlegt werden und nicht nur in Sand; in letzterem Falle wird nur etwa die Hälfte des angegebenen Mörtels benötigt werden.

2. Arbeitsaufwand. Hierunter faßt man zweckmäßigerweise zusammen: das Antransportieren der Baustoffe von einem nahe gelegenen Lagerplatz zur Verwendungsstelle, das Zubereiten und Heranschaffen des Mörtels, die Herstellung des Mauerwerkes, Pflasters usw., sowie die erforderlichen kleinen Nebenarbeiten, wie Legen kurzer Transportgleise, Anbringen leichter Maurerrüstungen usw. Größere Nebenarbeiten aber sollen, wie bereits eingangs bemerkt, stets besonders veranschlagt werden.

In umstehender Zusammenstellung sind die zur Ausführung der Einheit der verschiedenen Maurerarbeiten im Durchschnitt aufzuwendenden Maurer- und Arbeiterstunden enthalten. Es ist hierbei vorausgesetzt, daß die Mörtelbereitung von Hand erfolgt; bei maschinellem Mischen des Mörtels kann ungefähr 1 Arb.-Std./cbm Mauerwerk erspart werden. Ferner ist angenommen, daß es sich um Arbeiten von einigem Umfange handelt, da bei ganz kleinen Maurerarbeiten, wie bei allen Arbeiten geringen Umfanges, stets etwas höhere Kosten entstehen.

H soll die Gesamthöhe des Mauerwerks bzw. die Höhe des Gewölbescheitels über dem Lagerplatz oder Gelände bezeichnen.

Zu den einzelnen, mit *) bezeichneten Arbeiten ist noch zu bemerken:

1.—3. Wenn die Stärke des Mauerwerks *S* geringer als 1—2 m ist, so sind noch $\frac{1}{S}$ Maurerstunden hinzuzufügen.

1a). Wenn die Materialien von oben herunter auf das Mauerwerk gebracht werden können, wie z. B. bei Fundamentmauerwerk, verschwindet natürlich der Wert 0,5 *H*.

2. Bei Fundamentmauerwerk ist wieder angenommen, daß die Materialien von oben herunter auf das Mauerwerk gebracht werden können, und zwar die Steine mittels Rutschen.

3c und d). Es ist angenommen, daß zum Transportieren und Heben der Quader geeignete Vorrichtungen vorhanden sind, andernfalls wird ein wesentlich höherer Arbeitsaufwand erforderlich sein, und zwar für 1 cbm bis 15 Maurer-Std. + (20—25) Arb.-Std.

3e). Verkleidungsmauerwerk aus Ziegeln wird größeren Arbeitsaufwand erfordern, als hierunter angegeben, da die Ziegel ausgesucht und an den Ecken evtl. zum Teil noch geschliffen werden müssen. Man muß hierfür mindestens die unter 4c) angeführten Werte, unter Umständen noch größere rechnen.

4. Wenn die lichte Weite des Gewölbes L geringer ist als 3—4 m, so sind noch $\frac{1}{L}$ Maurer-Std. zuzuschlagen.

5a) und b). Es ist eine Pflasterstärke von 25—40 cm angenommen.

Bezeichnung der Arbeit	Maur.-Std.	Arb.-Std.
1. Trockenmauerwerk aus Bruchsteinen:		
a) mit einer Ansichtsfläche 1 cbm	2,5—3,5	(3—4) + 0,5 H*
b) mit zwei Ansichtsflächen und oberer Abdeckung . . . 1 cbm	4—5	(3—4) + 0,5 H
Mörtelmauerwerk:		
2. Fundamentmauerwerk:		
a) aus Bruchsteinen 1 cbm	4—6	6—8 } *)
b) „ Ziegeln „	3—5	5—7 } *)
3. Aufgehendes Mauerwerk:		
a) aus weichen und mittelharten Bruchsteinen 1 cbm	5—7	(6—8) + 0,5 H
b) aus harten Bruchsteinen „	6—8	(6—8) + 0,5 H
c) „ kleinen Quadern . . „	6—8	(5—8) + 0,5 H } *)
d) „ großen Quadern . . „	4—6	(4—7) + 0,5 H } *)
e) „ Ziegeln „	4—6	(5—7) + 0,5 H } *)
4. Gewölbemauerwerk:		
a) aus Bruchsteinen 1 cbm	8—10	(6—8) + 0,5 H } *)
b) „ Quadern „	8—10	(5—8) + 0,5 H } *)
c) „ Ziegeln „	6—8	(5—7) + 0,5 H } *)
5. Mörtelpflaster oder Verkleidung:		
a) aus weichen oder mittelharten Bruchsteinen 1 qm	2,5—3,5	2,0—3,0 } *)
b) aus harten Bruchsteinen . „	3,0—4,0	2,0—3,0 } *)
c) „ Ziegeln: Rollschicht . „	2,0	1,5—2,0
„ „ Flachsicht . „	1,0	0,8—1,0
d) „ Kunststeinplatten . . „	2,0	2,0—2,5
Ansichtsfläche bearbeiten		
6. Fugen auskratzen und mit Zementmörtel verstreichen:		
a) bei Bruchsteinmauerwerk 1 qm	1,0	1,0
b) „ Quadermauerwerk . . „	0,8	0,5
c) „ Ziegelmauerwerk . . . „	1,2	1,0
7. Putzen mit Zementmörtel:		
a) rauher Putz auf Ziegel- oder Bruchsteinmauerwerk . 1 qm	0,5	0,5
b) Glattstrich bis 1 cm Stärke „	1—3	0,5

Zu der nach vorstehendem berechneten Lohnsumme für die Ausführung einer Maurerarbeit ist schließlich noch ein Zuschlag für Aufsicht zu machen, falls man nicht vorziehen sollte, diese Kosten unter den Allgemerkosten zu berücksichtigen (Kapitel 14, Abschnitt 5). Da ein

Aufseher bzw. Polier im allgemeinen gleichzeitig mehrere, und zwar verschiedenartige Maurerarbeiten beaufsichtigt, und die demselben unterstellten Arbeitsgruppen je nach dem Stand des Baues größer oder kleiner sein werden, werden die Aufsichtskosten am besten derart bestimmt, daß man die für die ganze Bauausführung erforderlichen Aufsichtsorgane ermittelt und die Zeit berechnet, während welcher dieselben voraussichtlich benötigt werden. Die sich hieraus ergebende Gesamtlohnsumme für das Aufsichtspersonal verteilt man dann auf die verschiedenen Maurerarbeiten und erhält so den Zuschlag, der zu dem Einheitspreise der einzelnen Leistungen gemacht werden muß.

11. Zimmererarbeiten.

Wie bei den Maurerarbeiten nehmen im allgemeinen auch bei den im vorliegenden Kapitel zu besprechenden Zimmererarbeiten die Kosten für Material und Arbeitsaufwand weitaus den größten Anteil des Gesamtpreises für sich in Anspruch. Die übrigen etwa noch für Transporteinrichtungen, Schnürboden, Hilfsrüstungen usw. entstehenden Nebenkosten sind meist unbedeutend und können auf Grund der in diesem Kapitel sowie an anderer Stelle gemachten Angaben mit genügender Genauigkeit geschätzt werden. Der Gesamtbetrag dieser Nebenkosten ist alsdann auf die ganze Arbeit zu verteilen.

Bei Zimmererarbeiten wählt man als Einheit stets den Kubikmeter Holz. Über die Berechnung der Materialkosten und Löhne ist folgendes zu sagen:

1. Baustoffe. Zur Ausführung der Zimmererarbeiten werden Holz, Kleiseisen (Bolzen, Klammern, Schuhe usw.) und evtl. noch eiserne Träger benötigt. Im allgemeinen verursacht das Holz die Hauptkosten.

Die von den einzelnen Materialien benötigten Mengen lassen sich, wenn Zeichnungen vorliegen, ohne Schwierigkeit genau ermitteln. Beim Holz hat man zu der sich nach Zeichnung ergebenden Masse für Verschnitt je nach der Art der Konstruktion noch etwa 3—5% zuzuschlagen.

Liegen bei der Kalkulation aber noch keine genauen Pläne vor, oder reicht die Zeit für einen genauen Materialauszug nicht aus, so kann man die erforderlichen Baustoffmengen auf Grund folgender Angaben wenigstens angenähert ermitteln.

Es wird an Holz (Kantholz, Rundholz, Bohlen usw.) benötigt für:

Lehrgerüste, je nach Art und Stärke des Gerüstes und den erforderlichen Holzdimensionen für 1 cbm verbauten Luftraum.	0,04—0,07 cbm
---	---------------

Unter „verbauten Luftraum“ ist hierbei derjenige Raum zu verstehen, der sich durch Multiplikation der Ansichtsfläche mit der Gewölbetiefe ergibt. Bei Sprengwerkkonstruktionen ist dabei der ganze über den Gewölbekämpfern befindliche Raum zu verstehen.

Auf 1 cbm Gewölbemauerwerk umgerechnet erhält man angenähert.	0,3—0,6, cbm
---	--------------

Transportstege, ferner Aufstellungsgerüste für eiserne Brücken u. dgl.: Bei kräftig gebauten Gerüsten, z. B. geeignet zum Befahren mit Baulokomotiven, für 1 cbm verbauten Luftraum	0,03 — 0,04 cbm
Bei leicht gebauten Gerüsten, oder kräftigen Gerüsten, deren einzelne Joche nicht miteinander verbunden zu werden brauchen	0,02 — 0,03 cbm
Unter „verbauten Luftraum“ ist hier der ganze von dem Gerüst eingenommene Raum zu verstehen. Werden für die Fahrbahn eiserne Träger erforderlich, so sind diese noch besonders zu rechnen, doch können in solchen Fällen obige Holzmenzen etwas ermäßigt werden.	
Pfahlgerüste und Pfahlstege: Für die Verzängung der Pfähle und die Abdeckung mittels Bohlen werden benötigt: Wenn die Pfähle nur an den Köpfen durch Zangen bzw. Holme miteinander verbunden werden für 1 qm Grundfläche	0,10 — 0,12 cbm
Wenn die Pfähle auch noch durch tiefer gelegene Zangen und durch Streben miteinander verbunden werden müssen	0,14 — 0,16 cbm

Der Bedarf an Baubolzen und Klammern beträgt für 1 cbm Holz bei:

Komplizierten Holzkonstruktionen, wie Lehrgerüste, hölzerne Brücken und ähnliche Bauwerke, je nach Stärke der Hölzer	20 — 35 kg
Kommen noch Anker, Schuhe usw. dazu, so kann der Bedarf steigen bis etwa	70 kg
Einfachen Holzkonstruktionen und Transportstegen mit hohen Böcken	10 — 15 kg

Das Gewicht der eisernen Träger sollte man in allen Fällen genau ermitteln, was an Hand von Zeichnungen bzw. Skizzen und einfachen statischen Berechnungen im allgemeinen leicht möglich sein wird; ein reines Schätzen des Gewichtes ergibt zu leicht ungenaue Resultate.

Bei Festsetzung der Einheitspreise für die verschiedenen Baustoffe ist zu berücksichtigen, daß für Holz je nach der Art desselben, der Qualität und den Dimensionen die Preise verschieden sind. Für eine genaue Berechnung muß man also die an Kantholz, Rundholz, beschlagenem oder zweiseitig beschnittenem Holz usw. benötigten Mengen einzeln berechnen und diese Mengen evtl. auch noch nach Stärken unterteilen. Auf Grund dieser Einzelmengen und der verschiedenen Einheitspreise erhält man dann einen Durchschnittspreis. Natürlich sind auch Stücke besonderer Holzarten, wie z. B. eichene Dübel, getrennt zu behandeln. Liegt bei der Kalkulation eine genaue Massenberechnung noch nicht vor, so ist diese Ermittlung des Durchschnittspreises zum mindesten schätzungsweise vorzunehmen.

Die Preise der Eisenteile sind natürlich auch verschieden, je nachdem es sich um Bolzen, Klammern, Flacheisenbänder, eiserne Schuhe, Anker oder Träger handelt. Auch hier muß man auf Grund der Einzelmengen und Einzelpreise einen Durchschnittspreis berechnen.

Die Gewichte der Eisenteile lassen sich, sobald Dimensionen und Längen festliegen, bei Trägern, Ankern u. dgl. leicht an Hand von Tabellen berechnen. Für Schuhe muß das Gewicht meist geschätzt

werden. Zur Berechnung des Bolzengewichtes ermittelt man am besten an Hand der Zeichnung die Summe aller Bolzenlängen, gemessen zwischen Kopf und Mutter, d. h. entsprechend den Holzstärken, und multipliziert diese Gesamtlänge mit dem Durchschnittsgewicht der Bolzen. Dieses letztere beträgt für Bolzenlängen von etwa 35—60 cm und $\frac{3}{4}$ " = 20 mm Stärke einschließlich Kopf, Mutter und Unterlagsscheiben 3,0—3,5 kg/ld. m.

Bei Holzkonstruktionen provisorischen Charakters, wie Baugerüste, Transportstege, Lehrgerüste usw., hat man außer den Beschaffungspreisen der Materialien auch noch deren Altwert bei der Kostenberechnung zu berücksichtigen. Dieser richtet sich nach der Art des Materials, der Art der Verwendung desselben, der Benutzungsdauer und nicht zuletzt der Verkaufs- bzw. Wiederverwendungsmöglichkeit. Meist muß der Altwert schätzungsweise ermittelt werden. Man bringt ihn bei der Kalkulation am besten gleich vom Beschaffungspreis des Materials, Holz wie Eisen, in Abzug, und führt diesen ermäßigten Preis in die Berechnung ein.

2. Arbeitsaufwand. Bei Ausführung von Zimmererarbeiten entstehen folgende Arbeitsleistungen: Abbinden, Aufstellen und evtl. Wiederabbrechen der Holzkonstruktionen, ferner das Transportieren der einzelnen Hölzer und Eisenteile vom Lagerplatz nach dem Schnürboden, von diesem zum Aufstellungsort und gegebenenfalls nach Abbruch wieder nach einem Lagerplatz zurück, und schließlich das Bearbeiten von Eisenteilen, wie Bohren und Verlaschen von Trägern, Herstellen von Ankern usw.

Während erstere Arbeiten lediglich von Zimmerleuten ausgeführt werden, verwendet man für die Transporte meist Arbeiter, und zur Ausführung der Eisenarbeiten Schmiede und Schlosser. Die Kosten dieser letzteren Arbeitsleistung faßt man am besten mit dem Einheitspreis der Eisenteile zusammen, so daß dieselben also unter den Materialkosten erscheinen. Zur Berechnung der übrigen Arbeitsleistungen mögen die in nachstehender Tabelle enthaltenen Werte dienen.

Wie man sieht, beziehen sich diese Daten in der Hauptsache auf 1 lfd. m Holz. Man wählt bei der Berechnung der Lohnkosten als Einheit zweckmäßigerweise zunächst das Längen- und nicht das Raumaß des Holzes, da man auf diese Weise wesentlich genauere Resultate erhält, und zwar gilt dies nicht nur bei der Verwendung langer, schwacher Hölzer, sondern auch für starke Dimensionen. Bei gleichbleibender Länge, aber wechselnden Holzdimensionen ändern sich nämlich die Arbeitskosten nur in verhältnismäßig geringem Umfange, während das Volumen dadurch sehr stark beeinflußt wird. Aus diesem Grunde schwanken die für 1 cbm berechneten Preise auch in bedeutend weiteren Grenzen als die für den laufenden Meter ermittelten, und die Kosten lassen sich daher auf Grund von Erfahrungswerten bei letzterer Masseneinheit viel genauer berechnen als unter Zugrundelegung der ersteren.

Hat man die Kosten für 1 lfd. m Holz berechnet, so läßt sich der Kubikmeterpreis auf Grund der Massenberechnung ohne große Schwierigkeit ermitteln. Liegt eine Massenzusammenstellung noch nicht vor, so sucht man sich den am häufigsten vorkommenden Holzquerschnitt

heraus bzw. schätzt den durchschnittlichen Querschnitt und dividiert den gefundenen Einheitspreis durch denselben, wodurch man den gewünschten Kubikmeterpreis wenigstens angenähert erhält.

Zur Ausführung der verschiedenen Zimmererarbeiten sind durchschnittlich folgende Arbeitsleistungen aufzuwenden:

Zimmererarbeit	Zimm.-Std.	Arb.-Std.
A. Abbinden und Aufstellen:		
1. Komplizierte Holzkonstruktionen, wie Lehrgerüste, Brücken, Kräne usw., mit Holzdimensionen von etwa 12/16—30/30 für 1 lfd. m	1,8—2,0	0,3—0,5
mit Holzdimensionen von etwa 10/10—20/20 für 1 lfd. m	1,5—1,8	0,2—0,4
2. Einfache Holzkonstruktionen, die zum Teil ohne vorhergehendes Abbinden aufgestellt werden können, sonst wie vor für 1 lfd. m bei schwächeren Dimensionen für 1 lfd. m	1,0—1,5 0,8—1,3	0,3—0,5 0,2—0,4
3. Holzkonstruktionen mit langen und nicht zu starken Hölzern und einfachen Schwellen, wie Transportstege und Aufstellungsgerüste für eiserne Brücken, bestehend aus hohen Rundholzböcken, die in der Hauptsache ohne vorhergehendes Abbinden aufgestellt werden können, mit Holzdimensionen von etwa 10/14—24/24 für 1 lfd. m	0,5—0,8	0,3—0,5
4. Dieselben, jedoch im allgemeinen schwächer, d. h. Holzdimensionen von etwa 10/10—20/20 für 1 lfd. m	0,4—0,6	0,2—0,4
5. Verzangungen von Pfahlgerüsten und Pfahlstegen und Aufbringen der Schwellen, einschließlich Zurechtziehen und Abschneiden der Pfähle. für 1 lfd. m	0,8—1,0	0,3—0,5
6. Bohlenbelag auf Gerüsten und Transportstegen anbringen für 1 qm	0,5—0,6	0,2—0,4
7. Einfaches Geländer auf Transportstegen anbringen für 1 lfd. m Geländer	1,0—1,5	0,3—0,5
B. Abbrechen:		
1. Komplizierte Holzkonstruktionen, wie oben für 1 lfd. m	0,4—0,5	} 0,2—0,4
2. Einfache Holzkonstruktionen, wie oben für 1 lfd. m	0,3—0,4	
3. Holzkonstruktionen mit langen und nicht zu starken Hölzern. für 1 lfd. m	0,2—0,3	
4. Dieselben, jedoch im allgemeinen schwächer für 1 lfd. m	0,1—0,2	
5. Verzangungen von Pfahlgerüsten usw., wie oben für 1 lfd. m	0,1—0,2	
6. Bohlenbelag, wie oben für 1 qm	0,1—0,2	
7. Einfaches Geländer, wie oben für 1 lfd. m Geländer	0,1—0,2	
Bemerkung: Bei Wasserarbeit sind alle vorstehenden Werte um etwa 20 % zu erhöhen.		

Die Kosten der Arbeitsleistungen wachsen natürlich mit den Dimensionen der Hölzer, allerdings, wie bereits erwähnt, lange nicht im selben Verhältnis wie diese. Enthalten die Gerüste besonders starke und lange Balken, so muß man für deren Verarbeitung und besonders auch für ihren Transport einen wesentlich höheren Arbeitsaufwand rechnen, als im vorstehenden angegeben ist, es sei denn, daß gut geeignete Transport- und Hebevorrichtungen vorhanden sind. Das gleiche gilt auch hinsichtlich starker eiserner Träger, deren Transport, sowie Ein- und Ausbauen unter Umständen nicht unbedeutende Kosten verursachen wird.

Die Kosten der Aufsicht können bei Zimmererarbeiten, falls sie nicht unter den Allgemeinkosten Berücksichtigung finden, in gleicher Weise wie unter „Maurerarbeiten“ beschrieben“ ermittelt werden, indem man die während des ganzen Baues voraussichtlich erwachsenden Löhne des Aufsichtspersonales berechnet und auf die verschiedenen auszuführenden Zimmererarbeiten verteilt.

12. Pflasterarbeiten.

Die Ausführung von Straßen-, Wege- und Böschungsbefestigungen mittels Pflaster, Chaussierung usw. bringt eine große Anzahl verschiedenartiger Arbeiten und Lieferungen mit sich. Auf alle diese einzelnen Leistungen näher einzugehen, würde zu weit führen; überdies wird die Ausführung derartiger Arbeiten und Lieferungen auch meist Spezialfirmen übertragen, so daß es sich im Bedarfsfalle empfehlen wird, von dieser Seite besondere Offerten einzuholen.

Im vorstehenden sollen lediglich die hauptsächlichsten, im Zusammenhange mit Ingenieurbauten zur Ausführung gelangenden Pflasterarbeiten kurz besprochen, und Anhaltspunkte zu ihrer Veranschlagung gegeben werden.

Hierbei kommen folgende Pflasterarten in Frage:

a) Kopfsteinpflaster. Bestehend aus Feldsteinen, die nur an den Seiten etwas bearbeitet sind, während der Kopf rund gelassen ist, Höhe 10—20 cm.

b) Polygonal- oder Spaltsteinpflaster. Bestehend aus Steinen mit ebener Kopffläche und beliebig vielen rauh bearbeiteten Seitenflächen, die entweder durch Spalten von Feldsteinen oder aus Bruchsteinen hergestellt werden, Höhe 15—20 cm.

c) Reihenpflaster. Bestehend aus regelrecht bearbeiteten Steinen von rechteckiger Kopffläche und gleicher Breite, Höhe 15—20 cm.

d) Kleinpflaster. Bestehend aus kleinen, regelrecht bearbeiteten Steinen mit rechteckiger Kopffläche, Höhe 6—12 cm.

Zur Herstellung des Pflasters ist stets eine Unterbettung notwendig, die in Stärke und Zusammensetzung sehr verschieden sein kann, und von der Art des Pflasters, den Anforderungen, die an dasselbe gestellt werden, sowie der Tragfähigkeit des Untergrundes abhängt. Man unterscheidet dabei:

Einfache Sandlage: Stärke 6—30 cm.

Schotter- oder Kieslage mit darüber aufgebrachtter Sandschicht: Schotter oder Kies 12—20 cm stark, Sand 5—10 cm.

Packlage. Bestehend aus hochkant gestellten Bruchsteinen, die mit der breiten Seite nach unten dicht im Verband gesetzt und deren Zwickel von oben mit grobem Schotter ausgefüllt werden, mit darüberliegender Schotter- oder Sandschicht. Packlage 10–20 cm stark, Schotter und Sand je 5–10 cm.

Betonlage. Mit darüber aufgebrachter Sandschicht, erstere 12–20 cm, letztere 3–5 cm stark.

Die Kosten, die aus der Ausführung von Pflasterarbeiten entstehen, setzen sich zusammen aus den Kosten der hierfür erforderlichen Materialien und den Löhnen für die Herstellung. Hierüber wäre folgendes zu sagen:

1. Baustoffe. Es werden nach vorstehendem benötigt: Pflastersteine, Bruchsteine für Packlagen, Schotter, Kies, Sand und schließlich Wasser. Die Einzelmengen dieser verschiedenen Materialien müssen, da sie sich ganz nach der jeweiligen Stärke und Zusammensetzung der Fahrbahn richten werden, von Fall zu Fall ermittelt werden. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der zur Herstellung der Unterbettung benötigten Baustoffe.

An Pflastersteinen und Packlage beträgt der Bedarf für 1 qm Pflasterfläche (unter Berücksichtigung untenstehender Werte für die Hohlräume) je nach der Höhe der Steine bei:

Kopfsteinpflaster 10–20 cm hoch	0,11–0,22 cbm	Steine in Haufen
Polygonalpflaster 15–20 „ „	0,18–0,24 „	gemessen
Reihenpflaster 15–20 „ „	0,20–0,27 „	„
Kleinpflaster . . . 6–12 „ „	0,07–0,13 „	„
Packlage . . . 10–20 „ „	0,11–0,22 „	„

Zu den Kaufpreisen bzw. Beschaffungskosten der Baustoffe sind, wie immer, alle aus den Antransporten bis dicht zur Verwendungsstelle erwachsenden Auslagen hinzuzufügen.

Zur Berechnung der Frachten und evtl. anderer Transportkosten benötigt man die Gewichte der Baustoffe:

Pflaster und Packlagen enthalten etwa 20–45% Hohlräume, je nachdem dieselben im fertigen Pflaster bzw im Haufen gemessen werden und je nach der Art der Steine. Um das Gewicht der Steine zu erhalten, entweder für 1 qm fertiges Pflaster oder für 1 cbm aufgehäufte Steine, müssen diese Hohlräume in Abzug gebracht werden. Man erhält die gesuchten Gewichte, indem man das spezifische Gewicht des betreffenden Steinmaterials, aus welchem die Pflaster- bzw. Packlagesteine gewonnen wurden (siehe S. 91), mit nachstehenden Zahlen — und für den Quadratmeter fertiges Pflaster auch noch mit der Pflasterstärke — multipliziert.

Steinmaterial in	1 qm fertigem Pflaster	1 cbm aufgehäuften Steinen
Kopfsteinpflaster	0,65	0,55
Polygonalpflaster	0,70	0,55
Reihenpflaster	0,80	0,55
Kleinpflaster	0,65	0,55
Packlage	0,70	0,60

Sand, Kies und Schotter. Über die Gewichte dieser Materialien siehe S. 82.

Die Kosten des Wassers können im allgemeinen vernachlässigt werden, da sie gegenüber den übrigen Materialkosten verschwindend klein sind. Nur wenn die Wasserleitung nicht bis dicht zur Baustelle reichen sollte und das Wasser herangebracht werden muß, empfiehlt es sich, einen entsprechenden Betrag in die Berechnung einzuführen.

2. Arbeitsaufwand. Zur Berechnung des Lohnanteils von Pflasterarbeiten mögen die nachstehenden, für mittlere Verhältnisse gültigen Durchschnittswerte dienen. Es kostet an Arbeitsaufwand:

Planum zur Herstellung von Pflaster regulieren	1 qm	0,3—0,4	Arb.-Std.
Sand einbringen und ausbreiten	1 cbm	0,8—1,0	„
Kies oder Schotter einbringen und ausbreiten	1 „	1,0—1,4	„
Packlage herstellen einschließlich Ausfüllen der Zwickel	1 qm	0,6 Pflast.-Std.	+ 0,4 Arb.-Std.
Betonunterlage herstellen	1 cbm	10—12	„
Pflaster in Sandbettung herstellen einschl. Abrammen desselben, Ein- schlemmen von Sand in die Fugen usw.:			
Kopfsteinpflaster	1 qm	0,8 Pflast.-Std.	+ 0,8 Arb.-Std.
Polygonalpflaster	1 „	1,0	„ + 1,0 „
Reihenpflaster	1 „	1,2	„ + 1,2 „
Kleinpflaster	1 „	1,4	„ + 1,4 „

Zu allen diesen Werten sind für Aufsicht noch etwa 8% zuzuschlagen.

13. Wasserhaltungsarbeiten.

Die aus der Beseitigung von Grundwasser während der Bauausführung erwachsenden Kosten gehören, da diese Arbeit meist für mehrere Bauarbeiten erforderlich ist, eigentlich zu den Aufwendungen allgemeiner Natur, die auf den ganzen Bau zu verteilen sind. Um diese Kosten aber besser beurteilen und berücksichtigen zu können, berechnet man dieselben im allgemeinen zweckmäßigerweise für sich und verteilt sie nur auf diejenigen Arbeiten, für welche sie wirklich aufgewandt werden müssen. Die Wasserhaltungsarbeiten sollen daher im vorliegenden Kapitel besonders besprochen werden.

Sobald man mit der Ausschachtung von Baugruben bzw. der Herstellung von Bauwerken unter den Wasserspiegel gelangt und diese Arbeiten im Trocken ausgeführt werden sollen, wird eine künstliche Absenkung des Grundwasserspiegels erforderlich. Ein solches Absenken kann man auf zwei verschiedene Arten erreichen: Entweder dadurch, daß man das Grundwasser auf der Baugrubensohle durch Dränagen nach einem etwas tiefer gelegenen Punkt hinleitet und dort mittels Pumpen aus der Baugrube entfernt, oder indem man aus einer Anzahl rings um die Baugrube angeordneten Filterbrunnen das Wasser abpumpt und auf diese Weise den Grundwasserspiegel innerhalb derselben bis auf die gewünschte Tiefe absenkt.

Im allgemeinen gelangt die erstere der beiden Wasserhaltungsarten zur Anwendung, da die letztere, die sogen. „Grundwassersenkung“, verhältnismäßig hohe Kosten verursacht, sich deshalb meist nur für

Bauten größeren Umfanges eignet und außerdem nur in gut wasser-durchlässigem Boden verwandt werden kann.

1. Bedarf an Baugeräten. Für einfache Pumpenanlagen werden im Baubetrieb heutzutage nur noch Diaphragmapumpen und Kreisel- oder Zentrifugalpumpen benutzt. Art und Größe der Pumpen werden natürlich ganz von der zu beseitigenden Wassermenge und von den örtlichen Verhältnissen bestimmt. Da die Menge des zufließenden Wassers aber im voraus niemals genau festgestellt werden kann, sondern sich nur schätzen läßt, lassen sich über die zweckmäßige Größe der Pumpe keine bestimmten Angaben machen, und sie ist daher von Fall zu Fall auf Grund praktischer Erfahrung zu wählen.

Die Art der Aufstellung der Pumpe sowie die Länge von Saug- und Druckleitung richten sich nach den örtlichen Verhältnissen und lassen sich meist an Hand von Bauzeichnungen leicht ermitteln. Hierbei ist aber zu beachten, daß die Saughöhe einer Pumpe nicht größer als 6 m angenommen werden darf.

Die Stärke der Antriebsmaschinen wird durch die Größe der Pumpe, d. h. die Leistung derselben und die zu überwindende größte Förderhöhe bestimmt. Im allgemeinen gelangen Dampfmaschinen oder Elektromotore zur Anwendung, seltener Verbrennungsmaschinen, da sich diese ihrer Empfindlichkeit in der Bedienung wegen für Wasserhaltungszwecke nicht so gut eignen als jene.

Bei Ermittlung der zweckmäßigsten Pumpenart und -größe sowie der erforderlichen Stärke der Antriebsmaschine kann man sich der beiden nachfolgenden Tabellen bedienen:

a) Diaphragmapumpen.

	Stärke		
	2½" 64 mm	3" 76 mm	4" 102 mm
Leistung (bei ununterbrochenem Pumpen): einfach wirkend cbm/Std.	6	12	20
doppelt „ „	—	24	40
Kraftbedarf: bis 4 m Saughöhe Mann	1	1	2
„ 6 m „ „	1	2	3

b) Kreiselpumpen.

	Durchmesser der Mündung mm						
	100	125	150	200	225	250	300
Leistung (bei ununterbrochenem Pumpen): i.M. cbm/Std.	45	75	110	190	240	330	420
Kraftbedarf: bei 3 m Förderhöhe PS.	1,2	2	3	5	7	8	10
„ 9 m „ „	3,5	5	7	13	17	20	28
„ 15 m „ „	5,5	8,5	13	22	28	34	47
Konstruktionsgewicht + 10 m Rohrleitung t	0,3	0,4	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5

Unter „Förderhöhe“ ist die manometrische Förderhöhe, d. h. die Summe von Saughöhe, Druckhöhe und Rohrleitungswiderstand, zu verstehen.

Bei Grundwassersenkungsanlagen werden außer den hierfür erforderlichen Kreiselpumpen und ihren Antriebsmaschinen noch Sammelleitungen und Brunnen nebst Filtern usw. benötigt. Hinsichtlich der Dimension und des Umfanges derartiger Anlagen und ihrer Einzelteile sei auf die diesbezüglichen Spezialwerke verwiesen.

In allen Fällen ist bei Wasserhaltungsanlagen stets eine ausreichende Reserve bereit zu halten, damit ein unfreiwilliges Steigen des Wasserspiegels während der Bauausführung sicher verhütet werden kann. Bei geringem Wasserandrang und kleineren Baugruben wird es meist genügen, wenn Reservepumpen bzw. -maschinen zur Verfügung stehen, bei starkem Wasserandrang dagegen sollte die Reserve schon bei Beginn des Pumpens derart betriebsfertig aufgestellt sein, daß sie jederzeit bei Versagen irgendeines Teiles der Anlage sofort in Betrieb gesetzt werden kann. Über den Umfang der Reserve muß man sich von Fall zu Fall schlüssig werden, im allgemeinen sollte sie aber etwa 50% der direkt erforderlichen Anlage betragen.

Aus der Verwendung der Pumpen entstehen folgende Kosten:

2. Tilgung und Verzinsung der Gerätebeschaffungskosten. Hierüber siehe Kapitel 2 und die Tabelle des Anhanges, hinsichtlich der Antriebsmaschinen auch Kapitel 4.

3. Transportkosten. Siehe Kapitel 3, sonst wie vor.

4. Installationskosten. Diese lassen sich auf Grund folgender Angaben angenähert berechnen:

Aufstellen und Wiederabbrechen einer Kreiselpumpe bis 200 mm Durchmesser einschl. Saug- und Druckleitungen und kleiner Unterfangungen und einschl. des Verlängerns der Saugleitung während der Bauarbeit kostet etwa	50—150 Stunden
Dieselben Arbeiten bei Pumpen mit einem Durchmesser von 225—300 mm	100—250 „

Hinsichtlich der Kosten der Antriebsmaschine, sowie etwa erforderlicher Schuppen usw. siehe Kapitel 4. Werden größere Rüstungen für das Aufstellen der Pumpenanlage erforderlich, so sind die Kosten derselben auf Grund der in Kapitel 11 gemachten Angaben zu berechnen.

Die Herstellung eines Pumpensumpfes kann unter Umständen nicht unwesentliche Kosten verursachen, besonders in schwimmendem Boden, in welchem Stülpwände eingerammt oder große Zementrohre abgesenkt werden müssen. Diese Kosten müssen geschätzt werden.

Dasselbe gilt hinsichtlich derjenigen Kosten, die evtl. aus der Lieferung und Herstellung von Dränagen auf der Baugrubensohle und von Kanälen längs Spundwänden entstehen, durch welche das Wasser nach dem Pumpensumpf geleitet werden soll, sowie durch Fassen und Ableiten von Quellen. Alle derartigen Arbeiten können sich unter Umständen recht kostspielig gestalten und sollten daher bei keiner Kalkulation außer acht gelassen werden.

Bei Grundwassersenkungsanlagen sind zunächst, wie oben, die Kosten der Kreiselpumpen und ihrer Antriebsmaschinen nebst Unterfangungen, Fundamenten und Überdachungen zu berechnen. Hierzu kommen dann noch die Kosten der Leitungen und Brunnen, über deren Höhe jedoch allgemeingültige Angaben nicht gemacht werden können, da diese Kosten zu sehr von den örtlichen Verhältnissen, insbesondere der Bodenart, abhängig sind. Sie müssen daher von Fall zu Fall auf Grund praktischer, bei anderen Ausführungen gesammelten Erfahrungen neu ermittelt werden. Außer dem Legen und Wiederaufnehmen der Leitungen einschließlich etwa erforderlicher Unterstützungen und dem Herstellen und Wiederausziehen der Brunnen sind hierbei auch die Verluste an Brunnenfiltern und der Verschleiß an Gummidichtungen usw. zu berücksichtigen.

5. Reparaturkosten. Siehe Kapitel 2 und die Tabelle des Anhanges. Zu beachten ist außerdem, daß die Abnutzung der Pumpen bei sandhaltigem Wasser wesentlich größer ist als bei lehmigem oder schlammigem Wasser.

6. Betriebskosten. Die aus dem eigentlichen Betrieb der Anlage erwachsenden Kosten berechnet man zweckmäßigerweise zunächst für die ganze Betriebszeit, indem man die täglich erwachsenden Kosten mit der voraussichtlichen Dauer des Betriebes multipliziert. Zu dem sich so ergebenden Betrag fügt man dann die aus vorstehendem gefundenen Kosten hinzu. Die Summe sämtlicher aus der Wasserhaltung erwachsenden Auslagen verteilt man schließlich auf diejenigen Arbeiten, für welche die Wasserhaltung erforderlich wird, und zwar proportional den Zeiten, während welchen dies der Fall ist.

Die täglichen Betriebskosten werden durch die Größe der Anlage sowie diejenige Zeit, während welcher dieselbe täglich in Betrieb sein muß, bestimmt.

Bei Handpumpen ergeben sich die Betriebskosten einfach aus den Löhnen der an den Pumpen beschäftigten Arbeiter (siehe obige Tabelle).

Bei maschinell betriebenen Pumpen wird außer dem Maschinisten der Antriebsmaschine meist noch ein Mann zum Reinigen und Freihalten des Saugkorbes im Pumpensumpf benötigt. Hinsichtlich der Löhne dieser Bedienungsmannschaft sowie der Kosten der Verbrauchsstoffe der Antriebsmaschine siehe Kapitel 4.

Die zum Antreiben der Pumpe aufzuwendende Kraft ist außer von der Größe der Pumpe bzw. der geförderten Wassermenge auch von der Förderhöhe abhängig. In obiger Tabelle ist der Kraftbedarf für drei verschiedene Förderhöhen angegeben, für dazwischenliegende Höhen kann er mit genügender Genauigkeit geschätzt werden. Es empfiehlt sich zur Sicherheit, wie auch der Einfachheit halber, für die ganze Dauer des Betriebes die größte Förderhöhe anzunehmen.

Bei Grundwassersenkungsanlagen treten an Stelle des obenerwähnten Mannes am Saugrohr 1—2 Leitungswächter. Die Betriebskosten der Antriebsmaschinen lassen sich hier gleichfalls auf Grund der Angaben des Kapitels 4 sowie des soeben Gesagten berechnen.

Bei Bestimmung der Zeit, während welcher voraussichtlich gepumpt werden muß, ist erstens festzustellen, ob nur während der Arbeitszeit oder auch außerhalb derselben, d. h. nachts und an Feier- und Regentagen gepumpt werden muß, was jedenfalls während der Ausführung des Bauwerks stets erforderlich sein wird, und zweitens, ob sich ein ununterbrochenes oder nur ein während des Tages ab und zu für einige Dauer einsetzendes Pumpen als notwendig erweisen wird. Während der erstere Fall natürlich sowohl die Höhe der Löhne wie der Betriebsstoffkosten beeinflusst, hat der letztere lediglich auf den Verbrauch von Kohlen bzw. elektrischer Kraft einigen Einfluß, da die Bedienungsmannschaft natürlich auch bei kürzeren Unterbrechungen des Pumpens erforderlich ist.

Die Dauer der ganzen Wasserhaltung, d. h. die Anzahl der Pumpentage, ergibt sich aus dem Bauprogramm. Wasserhaltung muß natürlich für die ganze Zeit des Arbeitens unter Wasserspiegel (also sowohl für Bodenaushub wie für die Ausführung des Bauwerks) gerechnet werden. Bei stark schwankendem Wasserstand ist der voraussichtliche Stand zu Beginn und derjenige zu Ende der Arbeit in Berücksichtigung zu ziehen. Auf evtl. mögliche Unterbrechungen in der Bauarbeit ist hierbei stets Rücksicht zu nehmen und überhaupt die Wasserhaltungszeit stets reichlich lang anzusetzen.

14. Allgemeine Kosten.

Wie bereits unter den Bemerkungen allgemeiner Natur in Kapitel 2 erwähnt, empfiehlt es sich, alle diejenigen Auslagen, welche bei der Ausführung von Bauarbeiten für mehrere Arbeitsleistungen bzw. den ganzen Bau aufgewandt werden müssen und die bei der Veranschlagung der Einzelkosten noch nicht berücksichtigt worden sind, besonders zu berechnen und unter dem Titel „Allgemeine Kosten“ zusammenzufassen. Am besten geschieht dies gleichzeitig mit der Veranschlagung der Einzelkosten bzw. gleich im Anschluß daran. Die Summe aller dieser Auslagen ist alsdann auf die verschiedenen Einzelarbeiten der Bauausführung zu verteilen.

Zur Erleichterung dieser Arbeit sind im nachstehenden sämtliche derartige Aufwendungen, die bei Ausführung eines Baues möglicherweise in Frage kommen können, angeführt, sowie Anhaltspunkte zu ihrer Berechnung gegeben. Natürlich werden diese Aufwendungen selten alle gleichzeitig erforderlich sein, und meist auch nur einige davon auf die Höhe der Gesamtsumme Einfluß haben, während die übrigen nebensächliche Bedeutung besitzen und daher vernachlässigt bzw. schätzungsweise ermittelt werden können.

1. Maschinelle Einrichtungen, Baugeräte und Gleisanlagen für allgemeine Zwecke. Unter diese Kategorie von Anlagen bzw. Geräten sind zu rechnen: Alle Kräne und andere maschinelle Einrichtungen zum Ausladen bzw. Umladen von Baustoffen und Baugeräten, ferner allgemeine Maschinenanlagen, falls solche zur Versorgung der ganzen Baustelle mit Kraft und Licht vorgesehen sind, Pumpen-

anlagen zur allgemeinen Wasserversorgung und evtl. Wasserreinigungsanlagen, maschinelle Einrichtungen, die zur Herstellung ganzer Bauwerke dienen sollen, wie Kabelbahnen und andere Transporteinrichtungen; im weiteren Gleisanlagen einschließlich der Transportgeräte und Wasserstation für allgemeine Transporte (z. B. Verbindungsgleise zwischen einer Bahnstation und der Baustelle), die maschinellen Einrichtungen der Werkstätten, diese selber; Dampfer und Fahrzeuge; kurzum alle Einrichtungen, Baugeräte und Maschinen, die nicht für eine spezielle Arbeit vorgesehen sind und also auch nicht bei der Veranschlagung der Einzelarbeiten Berücksichtigung gefunden haben. Welcher Art diese maschinellen Anlagen, Baugeräte und Gleise im besonderen Falle sein werden und in welchem Umfange sie vorzusehen sind, muß jeweils an Hand der Baudisposition und auf Grund von Erfahrungen bestimmt werden.

Die Kosten derartiger Einrichtungen setzen sich wie bei anderen maschinellen Anlagen zunächst zusammen aus: Tilgung und Verzinsung der Gerätebeschaffungskosten, Transportkosten, Installations- und Reparaturkosten, zu denen dann noch die Betriebskosten hinzuzufügen sind. Über die Berechnung der ersteren Kostengruppe siehe die Kapitel 2 und 3 sowie die Tabelle des Anhanges; zur Veranschlagung der Installationskosten, d. h. Aufstellen und Abbrechen von Maschinen und Baugeräten, sowie Legen und Wiederaufnehmen von Gleisen, sei auf die an anderen Orten gemachten Angaben hingewiesen. Die Betriebskosten ergeben sich durch Multiplikation der täglich entstehenden Auslagen für Bedienungsmannschaft und Verbrauchsstoffe (siehe Kapitel 4) mit der voraussichtlichen Betriebsdauer, welche letztere sicherheitshalber stets reichlich lang anzunehmen ist.

2. Bauliche Einrichtungen allgemeiner Natur. Hierunter sind zu verstehen: Ausladevorrichtungen (z. B. Rampen, Anlegegerüste in Flüssen, Hebegeüste usw.), ferner alle Vorkehrungen, die für die Transporte von Baugeräten usw. erforderlich werden (Überbrückungen von Wasserläufen und Gräben, Befestigung und Unterhaltung schlechter Zufahrtswege, Verstärkung von bereits vorhandenen Brücken für den Transport schwerer Maschinenteile usw.), sodann alle Gerüste, die zur Ausführung mehrerer Einzelarbeiten dienen, wie Transportstege, im weiteren provisorische Brücken, Fußgängerstege, Wege- oder Bachverlegungen, Kreuzungen von Baugleisen mit Straßen, Bauzäune, Schutzvorrichtungen gegen Rutschungen, Hochwasser, Steinschlag usw. Schließlich können an dieser Stelle auch alle die kleinen Gerüste, Unterfangungen und dergleichen, die bei einer Bauausführung erforderlich werden, durch Einführen eines entsprechenden Geldbetrages berücksichtigt werden.

Bei Veranschlagung aller im vorstehenden erwähnten Einrichtungen sind zunächst die Kosten der hierfür erforderlichen Baumaterialien und sodann die Arbeitslöhne für Herstellen und Wiederabbrechen bzw. Entfernen zu berücksichtigen.

Die benötigten Materialmengen findet man bei größeren Anlagen aus Zeichnungen, bei kleineren können sie meist mit genügender Genauigkeit geschätzt werden. Im übrigen sei auf die in den früheren

Kapiteln über Beton-, Maurer-, Zimmererarbeiten usw. gemachten Angaben hingewiesen. Von den Anschaffungspreisen der Baumaterialien sind, da es sich um Anlagen provisorischen Charakters handelt, die Altwerte abzuziehen, aber natürlich nur dann, wenn es sich um Materialien handelt, die nach Abbruch auch wieder verwandt werden können (vor allem Holz und Eisen). Die Höhe des Altwertes ist unter Berücksichtigung des Verlustes und Verschleißes an Material, dem Zustand desselben nach Baubeendigung und der Wiederverwendungsmöglichkeit, von Fall zu Fall schätzungsweise festzusetzen.

Auch hinsichtlich der aus dem Aufstellen und Abbrechen der vorliegenden Anlagen entstehenden Kosten sei auf die früheren Kapitel hingewiesen. Zu beachten ist hierbei stets, daß derartige Einrichtungen nicht selten während des Baues auch noch umgebaut und ergänzt werden müssen.

3. Baubuden, Baracken usw. Außer den üblichen Baubuden, die den Arbeitern und Handwerkern in den Arbeitspausen und bei Regen als Aufenthaltsräume dienen, werden auf Baustellen meist noch andere provisorische Gebäude benötigt, falls keine bestehenden Baulichkeiten hierzu verwandt werden können, nämlich: Baustellenbureau, Magazin, Schmiede und Werkstatt, evtl. Zementschuppen, Maschinenhaus, Schlafbaracken und Kantinen.

Bei Berechnung der aus diesen Baulichkeiten entstehenden Kosten unterscheidet man zweckmäßigerweise wieder zwischen den Kosten der Materialien und den Löhnen. Zur Berechnung der ersteren mögen folgende Angaben dienen.

Für 1 qm Grundfläche werden durchschnittlich benötigt:

Kantholz und Bretter: Bei einfachen Baulichkeiten, bestehend aus Dach, Fußboden und einfach verschalteten Wänden	0,15—0,25 cbm
bei Baulichkeiten, die doppelt verschaltete Wände und außerdem noch eine Decke besitzen sollen	0,20—0,35 „
Hierbei können die niedrigen Werte jeweils für große Gebäude, die hohen dagegen für Baulichkeiten mit kleinem Grundriß und solche, die viel Zwischenwände besitzen, angenommen werden.	
Dachpappe zum Decken der Dächer	1,30 qm
Mauerwerk für kleinere Fundamente zur Unterstützung der Wände je nach den lokalen Verhältnissen	ca. 0,05—0,15 cbm
Schließlich hat man noch für Fenster, Türbeschläge, Schlösser, Nägel usw. einen kleineren oder größeren Betrag zu rechnen, dessen Höhe von der Art der Baulichkeit abhängig sein wird.	

An Löhnen werden aufzuwenden sein, wieder für 1 qm Grundfläche gerechnet:

bei einfachen Baulichkeiten:

für Aufstellen (3—5) Zimm.-Std. + (1—2) Arb.-Std.,	
„ Abbrechen (1—2) „ + (1—2) „	
<hr/>	
zusammen (4—7) Zimm.-Std. + (2—4) Arb.-Std.	

bei besser ausgebildeten Baulichkeiten:

für Aufstellen (4—8) Zimm.-Std. + (2—4) Arb.-Std.,	
„ Abbrechen (2—3) „ + (1—2) „	
<hr/>	
zusammen (6—11) Zimm.-Std. + (3—6) Arb.-Std.	

Über den Altwert von Baubuden und Baracken lassen sich allgemeingültige Angaben nicht machen, da derselbe wesentlich davon abhängig sein wird, ob die Baulichkeiten nach Baubeendigung als Ganzes verkauft bzw. wieder verwandt werden können, oder ob die Materialien einzeln veräußert werden müssen. Es ist daher von den Anschaffungskosten je nach der voraussichtlichen Verkaufsmöglichkeit ein kleinerer oder größerer Bruchteil in Abzug zu bringen.

Für ganz einfache Schuppen, wie sie z. B. über Lokomobilen und anderen Maschinen errichtet werden, können von obigen, für einfache Baulichkeiten angeführten Werten, stets die kleineren angenommen werden.

Ist es möglich, bereits bestehende Baracken oder Häuser für die Dauer des Baues zu verwenden, so treten an Stelle der vorstehend besprochenen Kosten die Mieten für die Benutzung der vorhandenen Baulichkeiten.

Was die Größe der Baubuden usw. anbetrifft, so hat man sich natürlich ganz nach den jeweiligen Bedürfnissen der Baustelle zu richten. Für die den Arbeitern und Handwerkern als vorübergehenden Aufenthaltsraum dienenden Baubuden kann man mit etwa 0,7 qm Grundfläche pro Mann rechnen, für Schlafbaracken, bestehend aus Schlafräumen, Wasch- und Trockenräumen, Krankenzimmer usw., etwa 3,5 qm pro Bett. Die Größe des Zementschuppens muß sich nach derjenigen Zementmenge richten, die als Vorrat ständig auf der Baustelle liegen soll. Magazin, Werkstatt und Maschinenhaus sollen immer reichlich groß dimensioniert werden, da enge Räume das Arbeiten erschweren.

4. Beamtenwohnhäuser. Für den Fall, daß nahe der Baustelle geeignete Unterkunftsgelegenheiten für die Bauaufsichtsbeamten nicht vorhanden sein sollten, muß der Bauunternehmer für dieselben — wenigstens bei Bauten von längerer Dauer — Wohnhäuser errichten bzw. bauen lassen. Diese Häuser werden allgemein nicht wie die oben angeführten Baracken auf Abbruch gebaut, sondern, da sie doch besser ausgeführt sein müssen, in der Absicht, sie nach Baubeendigung wieder zu verkaufen.

Trotz eines Verkaufes werden aber dem Bauunternehmer aus derartigen Baulichkeiten meist nicht unwesentliche Kosten entstehen, deren Höhe auf Grund der jeweiligen Verhältnisse geschätzt werden muß, falls nicht von vornherein bestimmte Abkommen betreffend Bau und Verkauf getroffen werden können. Die Einnahmen des Bauunternehmers aus den Mieten während der Benutzungsdauer werden immer verhältnismäßig gering sein.

5. Gehälter und Löhne des Baustellenpersonals. Unter die allgemeinen Kosten reiht man auch zweckmäßigerweise alle für die Bauausführung aufzuwendenden Gehälter und Löhne ein, soweit dieselben bei der Veranschlagung der Einzelkosten noch nicht berücksichtigt worden sind. Hierunter entfallen zunächst die Gehälter der Bauaufsichtsbeamten, d. h. des bauleitenden Ingenieurs, seiner Assistenten, der Bauführer, Techniker, Buchhalter und Bauschreiber; ferner die Bezüge von Werk- und Maschinenmeister, Platzmeister und evtl. auch Maurer- und Zimmerpoliere. Da diese letzteren Angestellten

meist verschiedene Arbeiten gleichzeitig zu beaufsichtigen haben, zwischendurch auch einmal beschäftigungslos bzw. nicht voll ausgenutzt sein werden, aber trotzdem gehalten werden müssen, ist es unter Umständen zweckmäßiger, ihre Löhne nicht wie diejenigen der übrigen Aufseher zu den Kosten der einzelnen, von ihnen beaufsichtigten Arbeiten zu schlagen, sondern zusammen mit den übrigen allgemeinen Aufsichtskosten zu verrechnen. Schließlich sind auch die Löhne folgender Angestellten hier aufzunehmen: Magazinverwalter nebst Gehilfen, Laufbursche, Nachtwächter, Meißgehilfen usw.

Zu den Gehältern bzw. Löhnen, die an vorstehend aufgeführte Angestellte direkt zu zahlen sind, müssen noch die seitens des Bauunternehmers zu entrichtenden Versicherungsbeiträge und außerdem evtl. zu gewährende Aufwandsentschädigungen, Feldzulagen usw. hinzugefügt werden. Die sich auf diese Weise ergebenden monatlichen Bezüge der Angestellten multipliziert man alsdann mit der Zeit, während welcher die Betreffenden voraussichtlich bei den zu veranschlagenden Arbeiten beschäftigt sein werden. Hierbei ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß nach Baubeendigung ein Teil der Angestellten unter Umständen weiter gehalten werden muß, auch wenn keine nutzbringende Beschäftigung für dieselben vorliegen sollte, wodurch dem Unternehmer häufig nicht unbeträchtliche Auslagen entstehen.

6. Unterkunft und Verpflegung der Arbeiter. Bei Bauausführungen in oder dicht bei Städten bzw. großen Orten, in welchen die Arbeiter Unterkunft und Verpflegung leicht finden können, werden dem Bauunternehmer im allgemeinen hieraus keine Unkosten erwachsen. Wohl wird dies aber bei Bauten der Fall sein, die in abgelegenen Gegenden zur Ausführung gelangen, wo die Beschaffung sowie das Halten der Arbeitskräfte Schwierigkeiten verursacht. In solchen Fällen muß für Bau und Unterhaltung von Schlafbaracken und Kantinen ein gewisser Betrag in der Kostenberechnung vorgesehen werden. Zu den Kosten der eigentlichen Gebäude (siehe Nr. 3) kommen hierbei noch die Auslagen für Beschaffung und Vorhalten der Ausrüstung dieser Unterkunftsräume (Betten, Tische, Bänke usw.) sowie für die Instandhaltung und Verwaltung derselben hinzu. Die Höhe dieser letzteren Kosten muß von Fall zu Fall auf Grund von Erfahrungen und unter Berücksichtigung der Dauer des Baues bestimmt werden.

7. Unkosten des Baubureaus. Die laufenden Auslagen des auf der Baustelle einzurichtenden Bureaus des Bauunternehmers werden im allgemeinen nicht allzu große sein, so daß sie sich mit genügender Genauigkeit schätzen lassen. Es entfallen hierunter die Bureaumiete (falls nicht ein besonderes Gebäude errichtet wird), ferner Verbrauch an Schreib- und Zeichenmaterialien, Verschleiß an Bureaueinrichtungen, die Gebühren für Telephonanschluß und Benutzung desselben usw.

8. Platzmieten und Geländepachten. Die Sätze, die für Benutzung von Grundstücken während einer Bauausführung seitens der Besitzer derselben in Anrechnung gebracht werden, schwanken in weiten Grenzen und richten sich ganz nach Gegend, Lage und Art des Grundstücks. Es empfiehlt sich daher stets, Erkundigungen über die ortsübliche Höhe

von Platzmieten und Geländepachten einzuziehen und danach die voraussichtlich entstehenden Kosten zu berechnen.

9. Wirtschafterschwernisse und andere Benachteiligungen Dritter. Die von dritter Seite evtl. geltend gemachten Ansprüche für Wirtschafterschwernisse anlässlich einer Bauausführung müssen häufig vom Bauunternehmer getragen werden. Da diese Kosten unter Umständen nicht unbeträchtlich sein werden, empfiehlt es sich, bei jeder Veranschlagung die Möglichkeit des Auftretens derartiger Wirtschafterschwernisse gut zu prüfen und gegebenenfalls zu berücksichtigen. Das gleiche gilt hinsichtlich der Benachteiligung bzw. der Schäden, die Dritten aus der Bauausführung erwachsen können, wie z. B. aus dem Entziehen von Grundwasser durch Abpumpen, aus dem Sprengen u. a. m.

10. Vorbereitende Arbeiten auf der Baustelle und Aufräumungsarbeiten nach Baubeendigung. Unter ersteren Arbeiten sind zu verstehen: Rasen und Mutterboden abdecken, Sträucher und Baumstümpfe ausroden, Häuser, Baracken, alte Fundamente usw. abbrechen u. a. m. Für den Fall, daß die Kosten derartiger Arbeiten an anderer Stelle noch nicht Berücksichtigung gefunden haben, bzw. im Kostenanschlage nicht besonders in die Erscheinung treten, müssen sie unter die allgemeinen Kosten aufgenommen werden. Ihre Höhe läßt sich auf Grund des in den früheren Kapiteln Gesagten berechnen.

Für letztere Arbeiten ist in der Kostenberechnung meist nur ein geringer, schätzungsweise zu ermittelnder Betrag vorzusehen, da es sich hierbei im allgemeinen nur um Reinigungsarbeiten des Bauplatzes nach Baubeendigung handelt evtl. noch um Instandsetzung von abgenutzten Wegen, Beseitigung kleiner Dämme, Einebnen des Planums von Baugleisen u. dgl. Die Kosten für Abbruch von provisorischen Anlagen, Beseitigen von Maschinen usw. werden zweckmäßigerweise mit den Kosten für das Einrichten bzw. Aufstellen derselben zusammengefaßt.

11. Beleuchtung der Baustelle. Die Kosten, die hieraus entstehen können, setzen sich zusammen aus den Kosten der für die Beleuchtung erforderlichen Anschaffungen, wie Beleuchtungskörper, Masten, Leitungen usw., ferner den Installationskosten und den Kosten der Verbrauchsstoffe bzw. des elektrischen Stromes während des Betriebes. Da dieser Betrag im allgemeinen von untergeordneter Bedeutung sein wird, genügt eine schätzungsweise Festsetzung seiner Höhe vollkommen.

12. Heizen der Wohn- und Aufenthaltsräume auf der Baustelle. Auch die Kosten, die aus der Beschaffung von Öfen und Lieferung von Heizmaterial zum Heizen von Buden, Baracken und Wohnhäusern entstehen, werden im Vergleich zu der gesamten Bausumme meist gering sein, so daß auch hier ein Schätzen derselben genügen wird. Immerhin empfiehlt es sich, diesen Posten mit Rücksicht auf die hohen Kohlenpreise und den nicht unbeträchtlichen Verlust infolge Diebstahls nicht zu niedrig anzusetzen.

13. Umzugs- und Zureisekosten. Bei Bauten von längerer Dauer werden die Bauaufsichtsbeamten in der Regel mit ihrer ganzen Haushaltung in die Nähe der betreffenden Baustelle umziehen. Die hieraus entstehenden Kosten müssen meist vom Unternehmer getragen werden. Welche Höhe dieselben erreichen werden, kann im voraus

natürlich nur angenähert gesagt werden. Zu berücksichtigen ist hierbei, daß außer den eigentlichen Umzugskosten in den meisten Fällen, für einige Zeit wenigstens, auch noch die Aufwendungen für doppelte Haushaltung und doppelte Wohnungsmiete zu bezahlen sein werden.

14. Beschaffung von Arbeitskräften. Gelangt die in Frage stehende Bauarbeit in einer abgelegenen Gegend zur Ausführung, so wird die Beschaffung der erforderlichen Arbeitskräfte nicht selten Schwierigkeiten bereiten. Man wird Arbeiter häufig aus anderen Gegenden heranziehen müssen, wodurch Kosten für Reise, Vermittlungsgebühren, Bezahlung der Reisetage der Arbeiter und anderes mehr entstehen. Auch die Summe dieser Kosten ist, da sichere Unterlagen im allgemeinen nicht vorliegen werden, zu schätzen.

15. Kapital- und Kautionszinsen. Da der Unternehmer von seinem Bauherrn nur in gewissen Zeiträumen und nur nach Maßgabe seiner vertraglichen Leistungen Zahlungen erhält, ihm selber aber fortlaufend Ausgaben entstehen (insbesondere aus den Lohnzahlungen), so muß er stets mit einem gewissen Zinsverlust während der Bauausführung rechnen. Hierbei hat er außerdem zu berücksichtigen, daß ihm die zu Beginn des Baues aufgewandten Kosten für Einrichtungen und vorbereitende Arbeiten erst nach und nach bei Ausführung der vertraglichen Arbeiten vergütet werden.

Auf Grund des Bauprogrammes und des vertraglich vorgesehenen Zeitraumes zwischen zwei Teilzahlungen bzw. der Höhe dieser Zahlungen lassen sich diese Zinsverluste ziemlich genau ermitteln. Im allgemeinen genügt es jedoch, wenn man dieselben derart bestimmt, daß man für die ganze Bausumme und einen Zeitraum, der um etwa einen halben Monat größer ist als der zwischen zwei Abschlagszahlungen liegende, bankmäßige Zinsen rechnet. Auf diese Weise dürfte man im allgemeinen der Wirklichkeit ziemlich nahekommen.

Hat der Unternehmer beim Bauherrn eine Kautions zu hinterlegen, so entstehen ihm hieraus gleichfalls Zinsverluste, da die hinterlegte Summe aus sicheren Wertpapieren oder dergleichen bestehen muß und infolgedessen nur verhältnismäßig geringe Zinsen abwirft. Der Unternehmer hat also für die hinterlegte Summe und die Dauer der Hinterlegung diejenige Zinsdifferenz zu berücksichtigen, die zwischen der tatsächlichen Verzinsung und derjenigen besteht, die bei freier Verfügung über das Geld hätte erzielt werden können, bzw. dem Zinsfuß, den er selber für die Beschaffung des Geldes bezahlen muß.

16. Steuern. Hierüber lassen sich z. Z. noch keine bestimmten Angaben machen, da die diesbezüglichen Gesetze noch nicht endgültig festliegen. Zu rechnen hat der Unternehmer heutzutage jedoch an Steuern:

- a) Umsatzsteuer (bis jetzt 1½% des ganzen Umsatzes, soll aber auf 4% erhöht werden),
- b) Gewerbesteuer und Kopfsteuer, die von den Ländern und Gemeinden festgesetzt werden und in weiten Grenzen schwanken können,
- c) verschiedene kleinere Auslagen.

Der Posten „Steuern“ macht einen nicht unwesentlichen Prozentsatz der gesamten Baukosten aus, und man wird daher gut tun,

demselben bei jeder Kostenberechnung die gebührende Aufmerksamkeit zu schenken und insbesondere die unter b) angeführten Steuern, die vielerorts eine beträchtliche Höhe erreichen, nach Möglichkeit genau zu ermitteln.

17. Versicherungen. Anlässlich einer Bauausführung empfiehlt es sich, folgende Versicherungen abzuschließen:

Feuerversicherung (vor allem für die Baubuden usw., sodann aber auch für Holzlager und evtl. Gerüste), Einbruchversicherung (für Magazine, Baracken, Kantinen usw.), Haftpflichtversicherung, Transportversicherung und evtl. auch Maschinen- und Geräteversicherung.

Die Höhe des hierfür einzusetzenden Betrages kann man sich leicht aus der Höhe der verschiedenen Versicherungsprämien, dem ungefähren Wert der zu versichernden Gegenstände sowie der Versicherungsdauer berechnen.

18. Weitere allgemeine Kosten. Unter Umständen sind noch zu berücksichtigen: Auslagen für Prüfung von Baustoffen, Aufwendungen für besondere Messungen oder Absteckungen und die hierfür erforderlichen Vorkehrungen, für ärztliche Untersuchung von Arbeitern u. a. m. Im allgemeinen kann für alle diese Kosten ein kleiner, schätzungsweise festzusetzender Betrag gerechnet werden.

Anhang.

Baugerät	Gewicht t	Tilgung in Jahren	Reparaturen		Neu- werte
			neu %	alt %	
Antriebsmaschinen:					
Dampfmaschinen	S. 20	12	4	8	
Verbrennungsmaschinen		10	5	10	
Elektromotore		15	3	6	
Pumpenanlagen	0,2—0,8	12	4	8	
Erd- und Felsarbeiten:					
Rahmengleis (Schienenhöhe 65—80 mm) 100 m	2—5	8	6	12	
Schienen und Laschen	S. 41	12	3	5	
Muldenkipper ³ / ₄ —1 cbm	0,5—0,7	5	10	20	
Kastenkipper 2—4 cbm	1,8—2,4	5	10	20	
Lokomotiven	S. 42	8	6	12	
Wasserstationen	berechnen	12	4	8	
Eimerbagger	S. 50	8	6	12	
Löffelbagger	S. 51	8	8	14	
Greifbagger	S. 61	8	6	12	
Kräne mit Motorantrieb	5—18	10	5	10	
„ „ Dampfantrieb	10—20	10	5	10	
Aufzüge	berechnen	10	5	10	
Walzen	3—6	10	5	10	
Kompressoren	S. 65	12	4	8	
Luftleitungen ($\Phi = 75 - 125$ mm) 100 m	0,7—1,5	15	3	6	
Rammarbeiten:					
Handzugrammen	i. M. 1,0	8	6	12	
Seil-, Ketten- und Dampfbär- rammen	S. 73	6	8	15	
Betonarbeiten:					
Mischmaschinen	S. 84	8	6	12	
Sandmühlen	S. 89	8	6	12	
Steinbrecher	S. 90	8	6	12	
Verschiedenes:					
Fuhrwerke und Kraftwagen . . .		4	10	25	
Pumpen	S. 102	8	6	12	

Bemerkungen.

1. Die Gewichtsangaben dieser Tabelle wie auch die entsprechenden Zahlen in den verschiedenen Tabellen des Textes sind durchweg als Mittelwerte anzusehen, die sich aus den Gewichten verschiedener Fabrikate ergeben haben. Diese Zahlen dürfen daher nicht als allgemeingültig betrachtet werden, sondern sollen lediglich als Anhalt bei Aufstellung der Kostenberechnung dienen, für den Fall, daß keine genauen Werte zur Verfügung stehen sollten.

2. Da mit der Abschreibung nicht allein die Tilgung der Beschaffungskosten eines Baugerätes bezweckt wird, sondern auch die allmähliche Bereitstellung der für die Neuanschaffung eines Ersatzgerätes erforderlichen Summe, darf man, solange die Preise solcher großen Steigerungen unterworfen sind, wie dies zur Zeit in Deutschland der Fall ist, bei Berechnung der Abschreibungssätze nach obigen Zahlenwerten nicht die Beschaffungskosten zugrunde legen, sondern müßte eigentlich denjenigen Betrag in die Berechnung einführen, der seinerzeit für eine Neubeschaffung des Gerätes aufzubringen sein wird. Da sich dieser Betrag aber heutzutage im voraus unmöglich auch nur angenähert angeben läßt, liegt hierin eine große Unsicherheit und daher ein Risiko. Aus diesem Grunde wird es zweckmäßig sein, keinen der beiden genannten Beträge als Tilgungssumme anzunehmen, sondern den jeweiligen Marktpreis, d. h. den während des Abschreibungsjahres voraussichtlich zu bezahlenden Durchschnittswert des betreffenden Gerätes, da auf diese Weise nicht nur der Zweck der Abschreibung am besten erreicht, sondern auch das Risiko soweit wie möglich herabgemindert werden kann.

3. Bei den Reparaturen gelten die Zahlenwerte der ersten Kolonne ungefähr für das erste Betriebsjahr, diejenigen der zweiten sind Durchschnittswerte für die übrige Zeit, die je nach dem Zustand und Alter des Baugerätes bzw. der Maschine um etwa 30% auf- bzw. abwärtschwanken können.

4. Die Kolonne für „Neuwerte“ ist offengelassen, da diese Werte großen Schwankungen unterworfen sind. Es ist jedoch Platz vorgesehen, damit sie evtl. in Blei eingeschrieben werden können, wobei zweckmäßigerweise für die betreffenden Geräte Durchschnitts-Tonnenwerte gewählt werden.