Erfahrungsresultate über Scheibtruhentransporte bei Erdbewegungen

Schmoll von Eisenwerth, Adolph

Berlin, 1881

[Text]

urn:nbn:de:hbz:466:1-52289

Die Scheibtruhe, auch Schiebtruhe, Schiebekarre oder Schubkarren genannt, bildet noch immer ein sehr beachtenswerthes Transportmittel, besonders zur Ausführung von Erdbewegungen auf kurze Distanzen, für welche bekanntlich der Pferdekarrentransport nicht vortheilhaft, und in Gegenden, wo der Arbeiter-Tagelohn verhältnifsmäfsig billig, dagegen die Dampfkraft infolge hoher Kohlenpreise zu theuer ist.

Das in Rede stehende einräderige Vehikel, als dessen Erfinder PASCAL von französischer Seite genannt wird, tritt je nach der Lokalität und nach der Beschaffenheit des zu transportirenden Materials — Erde, Baumaterialien, Erze etc. — unter den verschiedenartigsten Formen auf und wird sowohl von Holz mit eisernen Beschlägen und eisernem Rade, als auch ganz aus Schmiedeisen hergestellt.

Die gewöhnliche, bei Erdtransporten zur Verwendung kommende Scheibtruhe ist zur Genüge bekannt und bedarf wohl keiner weiteren Beschreibung.

Welches Scheibtruhen-System für die Ausführung von gewissen Arbeiten das Vortheilhafteste ist, soll hier nicht untersucht werden, sondern wie es sich zu den Formeln verhält, welche bei Veranschlagung der Kosten für Erdtransporte in Anwendung kommen.

Die Angaben, betreffend die Leistungsfähigkeit eines Erdarbeiters beim Scheibtruhentransport auf horizontaler Bahn, gehen — wie aus folgenden Beispielen ersichtlich ist — sehr weit auseinander.

Tabelle I.

Nummer	Autoren	In 10 effekt. Arbeitsstunden durch einen Arbeiter zurückgelegter Weg in Metern	Anzahl der täglichen Fahrten auf die Entfernung von 30 Metern	Transportirtes Gewicht p. Fahrt in Kilogr.	In 10 effekt. Arbeitsstunden zurückgelegter Nutzweg in Metern	Nutzleistung eines Arbeiters während 10 effekt. Arbeitsstunden in Meter-Kilogr.
1	K. K. Oesterr. Militär-Bau-Administration	30 000	333 1/3	41,34*)	10 000	413 400
2	A. WACH . . .	30 345	411	47,00	12 329	579 476
3	L. HENZ . . .	26 376	251 1/5	91,77*)	7 537 1/2	691 614
4	E. EVRARD . .	25 000	416 2/3	64,00	12 500	800 000
5	J. CLAUDEL . .	30 000	500	70,00*)	15 000	1 050 000
6	A. MORIN . . .	36 000	600	60,00	18 000	1 080 000

Nach Obigem sind die Angaben der deutschen Autoren bedeutend geringer, als die der französischen. Beim ersten Ueberblick dieser Zusammenstellung drängte sich mir die Frage auf, ob vielleicht — wie ich allerdings bei der Ausführung von einigen anderen Bauarbeiten zu konstatiren Gelegenheit hatte — in Bezug auf Scheibtruhentransporte der französische Arbeiter leistungsfähiger wäre als der deutsche?

Zu meiner Befriedigung haben die durch mich nachträglich angestellten Versuche dargethan, dafs in dieser Richtung unsere Arbeiter den französischen ebenbürtig sind, denn ich fand während der zehnstündigen Arbeitsdauer eine Nutzleistung von 901 525 mkg.

Die enormen Abweichungen zwischen den in obigen Beispielen verzeichneten Angaben der deutschen und französischen Autoren dürften einerseits dadurch erklärlich werden, dafs bei den No. 1 und 2 der Inhalt der Karrenladung viel zu gering, dagegen bei No. 3 die Zeitverluste viel zu hoch vorausgesetzt wurden, und anderseits dadurch, dafs bei den No. 5 und 6 als Nutzweg die Hälfte des innerhalb 10 Stunden zurückgelegten Gesammtweges angenommen, daher die Verminderung des Nutzweges infolge der beim Entleeren und Austauschen der Karren entstehenden Zeitverluste nicht berücksichtigt zu sein scheint.

*) Bei No. 1, 3 und 5 war nur der Fassungsraum der Scheibtruhe angegeben; behufs Berechnung der Nutzleistung habe ich das Gewicht eines Kubikmeters gewachsenen Erdmaterials zu 1378 kg angenommen.

Die beiden in obiger Tabelle zuvörderst genannten Autoren nehmen die Ladung einer Scheibtruhe nur zu 0,03 beziehungsweise 0,0316 kbm an, wogegen dieselbe nach meinen Erfahrungen, unter normalen Verhältnissen und ohne aufsergewöhnliche Anforderungen an den Arbeiter zu stellen, auf das Doppelte gebracht werden kann.

Bei Feststellung von Akkordpreisen auf Grund der drei ersten Angaben obiger Tabelle würden die Gestehungskosten der betreffenden Erdtransporte viel zu hoch kommen. Der Akkord im Allgemeinen soll aber nicht nur dem Arbeiter Gelegenheit bieten, sich einen guten Verdienst erstreben zu können, sondern er soll auch gleichzeitig die schnellere und billigere Ausführung der Arbeit bezwecken.

Die Methoden, betreffend die Berechnungen der Transportlängen bei ansteigenden Scheibtruhenbahnen, sind ebenfalls sehr divergirend.

In Frankreich gilt es fast durchgehends als Norm, dafs beim Scheibtruhentransport die Leistung auf einer Rampe von 20,00 m Basislänge, bis zu $\frac{1}{12} = 0{,}0833$ m Steigung per 1,00 m, gleichbedeutend ist mit derjenigen auf horizontalem Wege von 30,00 m Länge.

Rampen von weniger als $\frac{1}{40} = 0{,}025$ m Steigung per 1,00 m werden nicht berücksichtigt. Transporte im Gefälle werden wie diejenigen auf horizontalem Wege behandelt, weil man annimmt, dafs der geringere Kraftaufwand beim Abwärtsfahren mit der beladenen Karre durch den erforderlichen gröfseren, beim Aufwärtsfahren mit der leeren Karre, kompensirt wird.

Zur Effektuirung des Transportes auf einer 20,00 m langen Rampe, deren Höhe $h = \frac{20}{12} = 1{,}666$ m, ist die zurückzulegende horizontale Distanz $= 12\,h$ und da bei einer solchen Rampe 1,00 m Basislänge $= 1{,}50$ horizontaler Bahn, so ist für ansteigende Bahnen die rechnungsmäfsige Transportdistanz $d = 12\,h \times 1{,}50$ m $= 18\,h =$ dem horizontalen Abstand e zwischen den beiden Schwerpunkten des Abtrags- und des Anschüttungskörpers $+ 6\,h$, unter der Voraussetzung, dafs e im Minimum $= 12\,h$.

Die der Offertverhandlung vom 3. Juli 1871 für die Vergebung der Donau-Regulirungsarbeiten bei Wien, in der Strecke vom Kahlenbergerdörfel bis zum Roller, zu Grunde liegende Baubeschreibung enthält bezüglich des Materialtransportes auf Rampen folgende Bestimmungen:

«Die Verführungsdistanzen werden nach der kürzesten horizontalen Entfernung des Schwerpunktes des Abgrabungskörpers von dem Schwerpunkte des Aufdämmungskörpers gerechnet, und zwar unter der Annahme, dafs der zurückzulegende Weg aus der Abgrabung zur Anschüttung nicht über 1 : 20 ansteigt. Geschieht jedoch der Transport des Abgrabungs-Materials auf einer gröfseren Steigung, so ist die gröfsere der beiden nachstehend angegebenen Distanzen in Rechnung zu nehmen und zwar:

a) die kürzeste horizontale Entfernung zwischen den beiden Schwerpunkten um das Zehnfache des vertikalen Höhenunterschiedes derselben Punkte vermehrt, oder

b) das Zwanzigfache dieses Höhenunterschiedes allein genommen.»

Auch bei den später zur Vergebung gelangten Donau-Regulirungsarbeiten wurde im Wesentlichen die obige Berechnungsmethode beibehalten, welche wir auch im «Baugebühr-Ausmafs als Norm für die gesammte (österr.) k. k. Militär-Bau-Administration» wiederfinden, worin es im § 21 heifst:

«Als Ersatz für die Verminderung der Geschwindigkeit durch Terrain-Steigungen wird die Verführungsdistanz bei jeder zu überwindenden Steigung, sobald dieselbe mehr als Ein Meter beträgt, für jedes Meter Steigung um 10 m Distanz vermehrt. Beträgt jedoch die horizontale Distanz weniger als die zehnfache Höhe der Steigung, so ist als Verführungsdistanz, inclusive der Entschädigung für die Steigung, die zwanzigfache Höhe zu rechnen.»

A. WACH giebt in seinem «*Baurathgeber*» eine Formel für Transporte auf Rampen an, nach welcher die kürzeste horizontale Entfernung zwischen dem Schwerpunkte des Abgrabungskörpers und demjenigen der Anschüttung um das Zwölffache des vertikalen Höhenunterschiedes beider Punkte zu vermehren ist.

Wendet man die drei erwähnten Berechnungsmethoden auf einen

konkreten Fall an, z. B. auf eine Rampe von 30,00 m Projektionsläng und 3,50 Höhe, so erhält man folgende Transportlängen:

1) nach der bei den französischen Ingenieuren in Gebrauch stehenden Formel $d = e + 6h = 51{,}00$ m,

2) nach den Bestimmungen der Donau-Regulirungs-Kommission in Wien $d = e + 10h$ resp.: $d = 20h = 65{,}00$ resp. 70,00 m und

3) nach A. Wach's Formel $d = e + 12h = 72{,}00$ m.

Die Differenzen sind sehr erheblich; im vorliegenden Falle ist das dritte Resultat um etwa $41^1/_5$ pCt. höher als das erste.

Um der Ungewifsheit, in welcher ich mich öfters bei der Aufstellung von Offertberechnungen befand, welche der erwähnten und anderen Angaben zur Bewerthung der Transporte mittelst Scheibtruhen wohl am zuverlässigsten sei, ein Ende zu machen, veranstaltete ich vor einigen Jahren eigene Versuche und zwar sowohl auf horizontalen als auch auf ansteigenden und abfallenden mit Laufdielen belegten Bahnen von je 30,00 m Basislänge.

Es wird vorausgeschickt, dafs zum Erdtransporte immer ein und derselbe Arbeiter — ein Mann mittlerer Stärke — verwendet und dafs das Lösen des Erdmaterials und das Laden desselben auf die Scheibtruhen durch besondere Arbeiter besorgt wurde.

Zu den Versuchen wurden vorhandene, in untenstehenden Skizzen, Fig. I und II, dargestellte Scheibtruhen benutzt.

Das durchschnittliche Gewicht einer leeren Karre betrug 38,50 kg.

Beim Transport auf horizontaler Bahn war das Gewicht der beladenen Karre 122,676 kg, wovon 84,176 kg für die Nutzladung.

Der berechnete Fassungsraum einer Karre war 0,0702 cbm.

Der durchschnittliche Inhalt einer mit Wellsand und Lehm beladenen Karre, auf horizontaler Bahn und im Abtrag gemessen, war 0,0611 cbm.

Die Auflockerung des genannten zur Probe verwendeten Erdmaterials beträgt folglich circa 15 pCt.

Das durchschnittliche Gewicht eines Cubikmeters Wellsand mit Lehm, im Abtrag gemessen, beträgt 1378 kg.

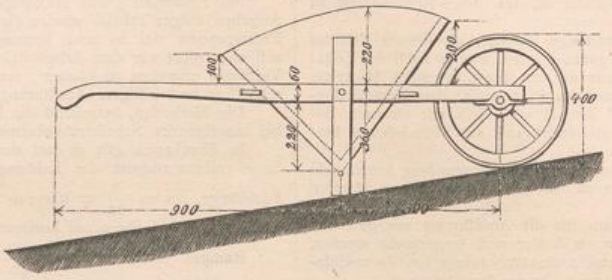
Durch direkte Abwägung wurde ferner konstatirt, dafs bei der Fahrt auf horizontaler Bahn der Arbeiter zu tragen hatte:

a) vom Gewichte der leeren Karre 9,75 kg,
b) vom Gewichte der beladenen Karre 40,74 kg.

Zur Fortbewegung auf horizontaler Bahn hatte der Arbeiter einen Druck auszuüben:

a 1) auf die leere Karre von 2,36 kg,
b 1) auf die beladene Karre von 6,24 kg.

Fig. I.



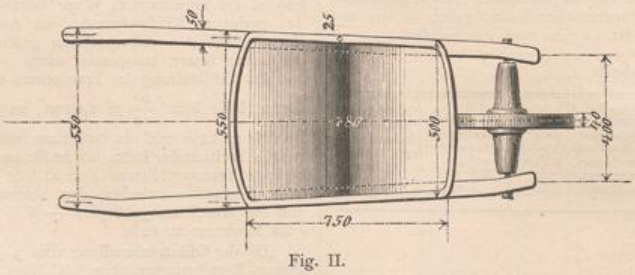


Fig. II.

Der Reibungswiderstand auf horizontaler Bahn betrug daher bei der Fortbewegung der leeren Karre $\frac{100 \times 2{,}36}{38{,}50 - 9{,}75} = 8{,}209$ pCt. und bei derjenigen der beladenen Karre $\frac{100 \times 6{,}24}{122{,}676 - 40{,}74} = 7{,}615$ pCt. von der transportirten Brutto-Last. Demnach würde beim Abwärtsfahren mit der beladenen Karre auf einer schiefen Ebene von etwa 4° 24', d. i. von circa $\frac{1}{13^2/_3}$ Gefälle, das dynamische Gleichgewicht derart hergestellt sein, dafs der Arbeiter keinen Druck auf die Karre auszuüben hätte.

Die gewonnenen Versuchsresultate sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Tabelle II.

Leistung eines Arbeiters in 10 effektiven Arbeitsstunden beim Erdtransport mittelst Scheibtruhen auf einer mit Laufdielen belegten Bahn von 30,00 m Länge.

No. des Versuchs	Beschaffenheit der Bahn	Anzahl der Nutz-Fahrten in 10 Std.	Nutzlast per Fahrt in kg	Leistung in 10 Arbeitsstunden in kg
1	Horizontal ∞	357	84,176	30 051
2	Steigung von 0,04 m . . .	300	83,460	25 038
3	» » 0,06 » . . .	295	76,979	22 709
4	» » 0,08 » . . .	273	72,648	19 843
5	Gefälle » 0,08 » . . .	333	78,483	26 135

Unter Festhaltung der allgemein angenommenen mittleren Geschwindigkeit von 0,8333 m per Sekunde oder 30 000 m per Arbeitstag von 10 Stunden, und unter der Voraussetzung, dafs die auf horizontaler Bahn fortzubewegende Nutzlast rot. 84 kg beträgt, ist der Brutto-Nutzeffekt eines Arbeiters während der Arbeitsdauer von 10 Stunden $\frac{30\,000}{2} \times 84 = 1\,260\,000$ m kg, worin jedoch die Zeitverluste für das Auswechseln der leeren gegen die beladene Karre und für das Umstürzen beziehungsweise Entleeren der letzteren nicht berücksichtigt sind.

Diese konstanten, von der Relaisdistanz und von der Transport-Entfernung unabhängigen Zeitverluste betragen, in Nutzwegelänge ausgedrückt, zusammen $\frac{30\,000 - (357 \times 60)}{2 \times 357} = 12{,}02$ oder rot. 12,00 m.

Aus obigen Versuchen ergiebt sich, dafs ein fleifsiger Arbeiter innerhalb 10 Arbeitsstunden $\frac{30\,051}{1378} = 21{,}808$ cbm Erdmaterial (Wellsand mit Lehm), im Abtrage gemessen, auf Scheibtruhen verladen kann*).

Das Laden einer Karre erforderte daher $\frac{10 \times 60 \times 60 \times 0{,}0611}{21{,}808} =$ 100,86 Sekunden, und da ein Arbeiter mit einer auf der Hinfahrt beladenen und auf der Rückfahrt leeren Scheibtruhe in 10 effektiven Arbeitsstunden die Distanz von 30 000 m auf horizontalem Wege zurückzulegen vermag, so ist das dem genannten Erdmateriale und dem Fassungsraum der Versuchs-Scheibtruhe entsprechende horizontale Relais — vorausgesetzt, dafs Lader und Schlepper ununterbrochen beschäftigt sein sollen — $= \frac{30\,000 \times 100{,}86}{2 \times 36\,000} = 30{,}00$ m.

Dieses Resultat ist ganz übereinstimmend mit der in fast allen Lokalitäten angenommenen Relais-Distanz und es ist die Beibehaltung derselben nicht allein nothwendig zur Erzielung eines regelmäfsigen Betriebes, sondern auch deshalb, weil erfahrungsmäfsig der Schlepper nach mit beladener Scheibtruhe zurückgelegtem Wege von circa 30,00 m einer relativen Ruhe bedarf, welche ihm auf dem Rückwege mit der leeren Scheibtruhe gewährt wird. Aus obigen Gründen werden bei der Ausführung von gröfseren Erdarbeiten die Transport-Distanzen gewöhnlich in Relais von circa 30,00 m eingetheilt, so dafs z. B. der erste Schlepper die volle Karre bis zu 30,00 m von der Verladestelle, beziehungsw. bis an das Ende des ersten Relais führt, dieselbe dort einem zweiten Schlepper zum Weitertransport überläfst und dessen leere Karre in Empfang nimmt, um sie zur Verladestelle zurückzubringen, wo bei seiner Ankunft eine beladene für ihn bereit steht.

Gestatten es die lokalen Verhältnisse nicht, die horizontale Transport-Distanz — welche bekanntlich für Erdbewegungen mittelst Scheibtruhen, aus ökonomischen Rücksichten, im Maximum zu 100 m angenommen ist — in Relais von circa 30 m einzutheilen, so läfst sich dennoch ein regelmäfsiger Betrieb zwischen den Verladern und Schleppern dadurch erzielen, dafs man, insofern es sich um gröfsere Erdarbeiten handelt, den Fassungsraum der Karren mit dem Relais und mit dem spezifischen Gewichte des zu transportirenden Erdmaterials in das richtige Verhältnifs stellt. Auf Grund der in Tabelle II verzeichneten Erfahrungsresultate würden beispielsweise bei einem horizontalen, in Relais von 25 m eingetheilten Transportwege, unter Berücksichtigung des spezifischen Gewichtes eines Cubikmeters der betreffenden Bodengattung im Abtrage gemessen, die Scheibtruhen einen Fassungsraum von $\frac{84{,}00 \times 25{,}00}{30{,}00} = 70{,}00$ kg erhalten müssen. Das Laden einer solchen Karre würde dann genau so viel Zeit beanspruchen, als der Hin- und Rücktransport; beide Ateliers würden in ununterbrochenem Betrieb funktioniren können.

Aus der Tabelle II ergiebt sich, laut den diesbezüglich durchgeführten Berechnungen, dafs die zehnstündige Leistung von 30 051 kg auf horizontaler Bahn von 30,00 m Länge gleichbedeutend ist mit eben diesem transportirten Gewichte:

1) auf einer Steigung von 4 pCt. und 25,00 m Basislänge;
2) » » » » 6 » » 22,76 » »
3) » » » » 8 » » 19,81 » »
4) » einem Gefälle » 8 » » 26,10 » »

*) Nach A. Evrard ist die diesbezügl. 10stündige Leistung eines guten Arbeiters = 23,00 cbm; nach J. Claudel ist die diesbezügl. 10stündige Leistung eines guten Arbeiters = 20 bis 25,00 cbm; nach meinen Beobachtungen hat ein französischer Akkord-Arbeiter in 10 Stunden 21,00 cbm Schlögelschotter verladen.

Die erwähnte französische, auf Rampen bezügliche Berechnungsmethode, welche auf dem prinzipiellen Satze beruht, dafs der Transport auf horizontalem Wege von 30 m Länge demjenigen auf einer Rampe von 1 : 12 und 20 m Basislänge entsprechend ist, findet durch obiges, auf die Steigung von 8 pCt. bezügliches Versuchsresultat von 19,81 m ihre Bestätigung.

Ebenso bestätigt sich annähernderweise durch die obigen Versuchsresultate die französische Formel $d = e + 6h$, wenigstens in so lange $e \geqq 12h$.

Die anderen auf Rampen Bezug habenden und vorstehend nur beispielsweise erwähnten Formeln stimmen in ihren Resultaten weder unter sich noch mit meinen Versuchsresultaten überein. Auf die Steigung von 8 pCt. angewendet, ergeben sie Transportlängen, welche um 18,67 pCt. resp. 5,66 pCt. resp. 29,40 pCt. gröfser sind, als die aus den direkten Versuchen ermittelten.

Aus den in Tabelle II verzeichneten Versuchsresultaten erhellt ferner:

1) dafs wahrscheinlich jede Abweichung von der Horizontalen, sicherlich aber jede Steigung eine Verringerung der Nutzleistung im Vergleiche zu derjenigen auf horizontalem Wege im Gefolge hat, Thatsache, welche bezüglich der Steigungen ihre Begründung dadurch erhält, dafs aufser der Arbeit, welche beim horizontalen Transport erforderlich ist, hier noch diejenige betreffs Hebung der fortzubewegenden Last, so wie die Schrittverkürzung des Arbeiters auf der schiefen Ebene hinzukommen, und dafs gegenüber diesen Thatsachen die Vernachlässigung von Rampen von $\frac{1}{40}$, beziehungsweise $\frac{1}{20}$, durchaus nicht gerechtfertigt erscheint;

2) dafs von zwei verschiedenen in Betracht gezogenen Rampen von gleicher Basislänge selbstverständlich diejenige für den Scheibtruhentransport am vortheilhaftesten ist, welche die geringste Steigung hat; dafs, wenn man jedoch zwischen den beiden Schwerpunkten eines Abtrags- und eines Anschüttungskörpers, deren horizontaler Abstand $e = 30$ m und deren Vertikalabstand $h = 2{,}40$ m, eine in gerader oder auch gebrochener (serpentinartiger) Richtung anzulegende Rampe zu bestimmen hat, die Wahl auf die stärkste (bekanntlich nicht über 8 pCt. Steigung haben sollende*) Rampe fallen mufs, weil beispielsweise mit Bezug auf die hier in Rede stehenden Versuchsresultate, auf einer Rampe von 4 pCt. Steigung und 60 m Länge die tägliche Leistung $\frac{25\,038 \times (30 + 12}{(60 + 12)} = 14\,605$ kg, dagegen diejenige auf einer Rampe von 8 pCt. Neigung und nur 30 m Länge (siehe Tabelle II) 19 843 kg ist;

3) dafs, laut durchgeführter Berechnung, die tägliche Leistung eines Arbeiters beim Scheibtruhentransporte auf einer

Rampe von	4	pCt.	Steigung	um	16,68	pCt.
»	» 6	»	»	»	24,43	»
»	» 8	»	»	»	33,97	»
»	» 8	»	Gefälle	»	13,03	»

geringer ist als diejenige auf horizontaler Bahn von gleicher Länge.

Theilt man diese in Prozenten ausgedrückten Minderleistungen durch die ebenfalls in Prozenten ausgedrückten auf die betreffenden Rampen bezüglichen Steigungsverhältnisse, so erhält man die zur Berechnung der Leistungen beim Transport über schiefe Ebenen aufbeziehungsweise abwärts erforderlichen Durchschnitts-Koëffizienten $\left(\frac{16{,}68 + 24{,}43 + 33{,}97}{4 + 6 + 8}\right) = 4{,}171$ respektive $\frac{13{,}03}{8} = 1{,}629$.

Bezeichnet in nachstehenden, aus den hier besprochenen Versuchen abgeleiteten Formeln

L den Brutto-Nutzeffekt eines Schleppers während der ununterbrochenen zehnstündigen Arbeitsdauer, in Meter-Kilogrammen = 1 260 000;

Q die in 10 Arbeitsstunden fortbewegte Nutzlast in Kilogrammen;

d die Transportdistanz auf horizontaler Bahn;

d_1 die abgewickelte Basislänge einer serpentinartigen Rampe bis zu 0,08 m Steigung pro lfd. Meter**);

e den kürzesten horizontalen Abstand zwischen dem Schwerpunkte des Abtrags- und demjenigen des Anschüttungskörpers in Metern;

h den Höhenunterschied zwischen dem Schwerpunkte des Abtrags- und demjenigen des Anschüttungskörpers;

l die Zeitverluste bei jeder Fahrt, für das Auswechseln der leeren gegen die beladene Scheibtruhe und für das Entleeren der letzteren, in Metern (Nutzweglänge) = 12,00 m;

l_1 den Zuschlag für Seitentransporte; unter der Voraussetzung, dafs bei Anwendung von mehreren parallelen Bahnen dieselben 20 m auseinanderliegen, ist (da sich diese seitlichen Zufuhren ebensowohl auf den Abtrags- als auf den Anschüttungskörper beziehen) $l_1 = 2 \times 5$ m = 10,00 m;

p den Tagelohn eines Schleppers, für 10 effekt. Arbeitsstunden;

$\sigma = \frac{h}{d_1}$ die Steigung, beziehungsw. das Gefälle der Bahn in Metern, im Maximum 0,08 m;

μ den Koëffizienten bezüglich der Minderleistung beim Transport auf ansteigender Bahn, laut Erfahrung 4,17;

μ_1 den Koëffizienten bezüglich der Minderleistung beim Transport über eine schiefe Fläche abwärts, erfahrungsmäfsig 1,63;

γ das Gewicht eines Kubikmeters Erdmaterial im festen Zustande gemessen;

K die Transportkosten eines Kubikmeters Erdmaterial vom spezifischen Gewichte γ;

so ist im Allgemeinen

a) für den Scheibtruhentransport auf horizontaler Bahn:

$$K = \frac{p}{\left(\frac{L}{(d + l + l_1)\,\gamma}\right)} \quad \ldots (1)$$

b) für den Transport über eine schiefe Ebene aufwärts:

$$K = \frac{p}{\left(\frac{L}{(d_1\,[1 + \mu\,\sigma] + l + l_1\,\gamma)}\right)} \quad \ldots (2)$$

Für den Transport über eine schiefe Ebene abwärts gilt die Gleichung (2) nach Substitution von μ durch μ_1.

Unter Weglassung des auf die seitliche Zufuhr bezüglichen Gliedes l_1, welche bei den hier besprochenen Experimenten nicht zur Geltung kam, befinden sich die Formeln (1) und (2) in vollster Uebereinstimmung mit den Versuchsresultaten.

Schliefslich dürften noch einige Zahlenbeispiele zur bessern Veranschaulichung des Gesagten beitragen.

1. Beispiel.

Welche, in Kilogrammen ausgedrückte Nettolast Q, vermag ein fleifsiger Arbeiter mittelst Scheibtruhe innerhalb der zehnstündigen Arbeitsdauer auf einer Rampe, deren Basislänge $d_1 = 50$ m, deren Steigung $\sigma = 0{,}08$ pro 1 lfd. m beträgt, mit Berücksichtigung einer seitlichen Zufuhr $l_1 = 2 \times 7{,}50 = 15{,}00$ m, fortzubewegen?

$$Q = \frac{1\,260\,000}{[1 + (4{,}17 \times 0{,}08) \times 50] + (12 + 15)} = 13\,450 \text{ kg.}$$

2. Beispiel.

Welches ist die zulässige Basislänge d_1 einer Rampe von $\sigma = 0{,}03$ m Steigung pro lfd. m für den Scheibtruhentransport entsprechend der zehnstündigen Leistung eines Arbeiters auf horizontaler Bahn von $d = 30$ m Länge?

$$d_1 = 30 \times [1 - (4{,}17 \times 0{,}03)] = 26{,}25 \text{ m.}$$

3. Beispiel.

Wie grofs ist die Entfernung d excl. der seitlichen Zufuhr, für Scheibtruhentransport auf horizontaler Bahn, entsprechend der zehnstündigen im 1. Beispiele berechneten Leistung auf der Rampe von 50 m Basislänge und 8 pCt. Steigung?

$$d = 50 \times [1 + (4{,}17 \times 0{,}08)] = 66{,}68 \text{ m.}$$

4. Beispiel.

Wie viel betragen die Gestehungskosten K für den Scheibtruhentransport eines Kubikmeters gewachsenen Erdmaterials im spezifischen Gewichte von 1700 kg, auf einer Rampe von $d_1 = 30{,}00$ m und $\sigma = 0{,}06$ m pro Meter, mit Berücksichtigung einer horizontalen seitlichen Zufuhr $l_1 = 2 \times 5{,}00 = 10{,}00$ m, wenn der Tagelohn für 10 Arbeitsstunden 2 Mark beträgt?

$$K = \frac{2{,}00}{\left(\frac{1\,260\,000}{(30 \times [1 + (4{,}17 \times 0{,}06)] + 12 + 10) \times 1700}\right)} = 0{,}161\ \mathcal{M}$$

Dafs behufs Deckung der Auslagen für die Beistellung der Karren und Laufdielen, sowie für die Instandhaltung dieser zum Transporte gehörigen Requisiten, die jeweilig ermittelten Transportkosten — wenn es sich um die Uebertragung einer derartigen Erdbewegung an einen Unternehmer handelt — um ca. 10 pCt. zu erhöhen sind, und dafs diese erhöhten Kosten weder die allgemeine Regie, noch die Vergütung für das Laden und Planiren des zu transportirenden Erdmaterials umfassen, ist wohl selbstverständlich.

---

*) Es handelt sich hier nur um die Fortbewegung von Lasten auf solchen Rampen, welche der Arbeiter ohne Beihülfe ersteigen kann. Bekanntlich wird die Schiebekarre auch häufig, namentlich in Frankreich, als Hebemittel benutzt. Bei solchen Transporten auf kurzen Rampen bis 40° sind zwei Arbeiter mittelst einer starken Zugleine, welche über eine am oberen Ende der Rampe angebrachte Seilscheibe geht, unter sich verbunden. Der mit der leeren Karre über die schiefe Ebene hinablaufende Arbeiter zieht vermöge der Beschleunigung seiner Schwere den mit der beladenen Karre nach aufwärts laufenden Arbeiter hinauf. In diesem speziellen Falle ist die Schiebekarrenbahn doppelspurig und beide Schlepper begegnen sich auf dem halben Wege, in entgegengesetzter Richtung laufend.

**) Wenn $\frac{h}{e} \leqq 0{,}08$ m, so ist $d_1 = e$; im entgegengesetzten Falle, d. i. wenn $\frac{h}{e} > 0{,}08$ m, so ist $d_1 = \frac{e}{0{,}08}$.