

Ueber die Beförderung der Eisenbahnzüge.

Von

Franz Schima,
Oberingenieur.

1. Die Beförderung der Eisenbahnzüge soll in der Weise ausgeübt werden, damit dieselbe mit derjenigen Sicherheit vor sich gehe, welche durch Benützung aller bei dem jetzigen Stand des Eisenbahnwesens zu Gebote stehenden Mitteln zu erreichen ist, und bei gehöriger Rücksichtnahme auf die Oekonomie des Betriebes den Anforderungen des Verkehrs entspreche.

Um diesen Zweck zu erreichen, müssen alle Factoren, durch welche die Bewegung der Züge bedungen, oder beeinflusst wird, in Betracht genommen, und in bestimmte Beziehungen zu einander gebracht werden; vor Allem jedoch die Niveau- und Richtungs-Verhältnisse, die Beschaffenheit der Betriebsmittel der zu betreibenden Bahn, die einzuführende Geschwindigkeit der Züge, ferner auch jene Mittel, welche zur Mässigung derselben oder zum Anhalten der Züge dienen, und schliesslich die Belastung der Züge behufs gehöriger Ausnützung des mit der Zuförderung verbundenen Aufwandes.

2. Vergleicht man die Fahrpläne der Züge von gleichem Charakter bei verschiedenen Bahnen, so nimmt man hinsichtlich der Geschwindigkeiten und Belastungen bedeutende Differenzen wahr, welche hauptsächlich in der Verschiedenheit der vorangeführten Momente ihren Grund haben. Nimmt man daher einen concreten Fall, beispielsweise eine Bahn an, welche Neigungen von 1 : 40, 1 : 50, 1 : 60, 1 : 75, 1 : 100, 1 : 125, 1 : 150, 1 : 175, 1 : 200, 1 : 250, 1 : 300, 1 : 500, 1 : 1000, 1 : ∞ , dann Curven mit Radien von 152, 190, 237, 284, 332, 379, 474, 569, 948^m und darüber hat (übereinstimmend mit den häufig in Anwendung gekommenen Radien von 80, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 500 Wiener Klafter), so ergibt sich die Frage, welche Maximalgeschwindigkeit ist auf derselben zulässig, welche Geschwindigkeiten und Belastungen sollen als die normalen in der thatsächlichen Ausübung des Betriebes zur Anwendung kommen, wie sollen die Betriebsmittel hinsichtlich der Construction der Achsenentfernung, der Bremsen eingerichtet, und wie die Signale disponirt sein?

Zur Beantwortung dieser Fragen liefern die aus der Erfahrung gewonnenen Daten und die durch Versuche erzielten Resultate allerdings ein schätzenswerthes Material, welches in der Form von Coëfficienten zur Anwendung gebracht, eine analytische Bearbeitung des Gegenstandes ermöglicht.

Die Geschwindigkeit der Züge.

3. Bei der Bestimmung der Geschwindigkeit der Züge soll vor Allem das Princip gewahrt werden, dass dieselbe um so kleiner angenommen werde, je stärker die Gefälle und je kleiner die Radien der Curven in den zu befahrenden Strecken sind, und dass die Möglichkeit vorhanden ist, einen Zug, bei welchem das Bruttogewicht, die Anzahl der Achsen und das Bruttogewicht auf bremsfähigen

Achsen fixirt ist, in einer bestimmten Strecke mit wechselnden Neigungen auf jeder Stelle, von dem Moment an, als ein Haltsignal gegeben und wahrgenommen worden ist, nach Zurücklegung einer gewissen Distanz, anhalten zu können.

Die diesbezüglichen Functionen werden durch die weiters angeführten Formeln ausgedrückt; in denselben bedeutet:

V = Endgeschwindigkeit des Zuges per Secunde,
 c = Geschwindigkeit des Zuges per Secunde in dem Momente, als Haltsignale gegeben und Anstalten zum Bremsen getroffen worden sind,

S = Distanz von jenem Punkte, in welchem sich der Zug befand, als das Haltsignal gegeben wurde, bis zu jener Stelle, wo das Stehenbleiben erfolgte,

s = Distanz, welche der Zug zurücklegt von dem Punkte, wo die Bremsen in Wirksamkeit treten bis zu der Stelle des erfolgten Stehenbleibens,

$2g$ = 9·808^m Acceleration durch die Schwerkraft,
 E = Entfernung von Schienenmitte zu Schienenmitte sammt der Erweiterung = 1·5^m,

h = Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges,

R = Radius der zu befahrenden Bahncurven,

a = Achsenentfernung eines Wagens,
in Meter.

M = Gewicht der Locomotive (ohne Tender),

T = Gewicht des Tenders,

D = Gesamtdruck der Triebräder der Locomotive auf die Schiene,

Z = Bruttogewicht des Zuges excl. Locomotive und Tender,

$Q = M + T + Z$ = Gesamtgewicht des Zuges,

P = Zugkraft, welche die Locomotive am Tender ausübt,

p = Zugkraft, welche an einem einzelnen Wagen wirkt,

w = Widerstand eines Wagens, welchen derselbe der Bewegung entgegensetzt,

q = Gewicht eines Wagens incl. der Ladung,

q = Gewicht eines leeren Wagens,

w = Widerstand, welchen der Tender der Bewegung entgegensetzt,
in metrischen Centnern à 100^{kg}.

$\frac{1}{n}$ = Neigungsverhältniss der Bahn,

$\frac{1}{m}$ = Coëfficient der Reibung zwischen Rad und Schiene,

$\frac{1}{B}$ = Verhältnisszahl, durch welche das Gewicht auf bremsfähigen Achsen gegenüber dem Bruttogewicht des Zuges (Z) ausgedrückt wird,

$\frac{1}{r}$ = Verhältnisszahl zwischen dem Gewichte des Zuges (Z) und den Widerständen desselben, welche durch die rollende Reibung, Achsenreibung, Unebenheiten der Bahn und durch die Luft verursacht werden,

$\frac{1}{r}$ = Verhältnisszahl zwischen dem Gewicht der Locomotive und den Widerständen, welche sich der Bewegung derselben entgegensetzten,

L = Anzahl der Wagen im Zuge,

t = Zeit in Secunden.

Für die Geschwindigkeit eines durch die eigene Schwerkraft im Gefälle sich bewegenden Zuges gilt die Formel

$$I) V^2 = c^2 + \frac{4g}{Q} \left[\frac{S \cdot Q}{n} - \frac{S \cdot M}{r} - S \left(\frac{T+Z}{r} \right) - \frac{s}{B \cdot m} (T+Z) \right]$$

Hieraus folgt, wenn der Zug angehalten wird, daher für $V = 0$

$$II) c = \sqrt{\frac{4g}{Q} \left[(T+Z) \left(\frac{S}{r} + \frac{s}{B \cdot m} \right) - S \left(\frac{Q}{n} - \frac{M}{r} \right) \right]}$$

Nimmt man nun an,

$M = 325$ für Courier- und Personenzüge, 350 für gemischte und für Lastzüge,

$D = 240$ für Courier- und Personenzüge bei zweikuppligen, und 350 für gemischte und für Lastzüge bei dreikuppligen Maschinen,

$T = 225$,

$Z = 750$ für Courierzüge, 1500 für Personenzüge, 2500 für gemischte, 3500 für Lastzüge,

$\frac{1}{B} = \frac{1}{1.5}$ für Courier-, $\frac{1}{2}$ für Personen-, $\frac{1}{3}$ für gemischte,

$\frac{1}{4}$ für Lastzüge,

$\frac{1}{m} = \frac{1}{6}$ für günstige (trockene Schienen), $\frac{1}{8}$ für weniger

günstige Witterungsverhältnisse,

$\frac{1}{r} = \frac{1}{150}$ für Maschinen bei Courier- und Personenzügen,

$\frac{1}{125}$ für Maschinen bei gemischten und Lastzügen,

$\frac{1}{r} = \frac{1}{350}$ für die Thalfahrt, da leicht bewegliche Wagen

auf einer geraden, gut ausgerichteten Bahn mit $\frac{1}{300}$

Fall und erfahrungsgemäss selbst auf $\frac{1}{400}$ Fall bei

der geringsten Anregung, beispielsweise durch die Erschütterung eines am Nebengeleis vorüber fahrenden Zuges, sich in Bewegung setzen und darin erhalten,

$S = 569$, $s = 379$, daher $S - s = 569 - 379 = 190^m$,

indem angenommen wird, dass der Zug von dem Momente an, als das Haltsignal gegeben wird, noch 190^m durchläuft, bevor die Bremsen ihre Wirkung ausüben, mit Rücksicht auf die Zeit, welche zum Handhaben und Anziehen derselben benöthigt wird; substituirt man diese Werthe in die Formel II, so wird für Courierzüge:

$$c = \sqrt{0.0151 \left[42643.38 - 569 \left(\frac{1300}{n} - 2.1666 \right) \right]}$$

wenn $\frac{1}{m} = \frac{1}{6}$,

$$c = \sqrt{0.0151 \left[32378.775 - 569 \left(\frac{1300}{n} - 2.1666 \right) \right]}$$

wenn $\frac{1}{m} = \frac{1}{8}$;

für Personenzüge:

$$c = \sqrt{0.0095 \left[57285.52 - 569 \left(\frac{2050}{n} - 2.1666 \right) \right]}$$

wenn $\frac{1}{m} = \frac{1}{6}$,

$$c = \sqrt{0.0095 \left[43665.27 - 569 \left(\frac{2050}{n} - 2.1666 \right) \right]}$$

wenn $\frac{1}{m} = \frac{1}{8}$;

für gemischte Züge:

$$c = \sqrt{0.0064 \left[61806.27 - 569 \left(\frac{3075}{n} - 2.8 \right) \right]}$$

wenn $\frac{1}{m} = \frac{1}{6}$,

$$c = \sqrt{0.0064 \left[47462.41 - 569 \left(\frac{3075}{n} - 2.8 \right) \right]}$$

wenn $\frac{1}{m} = \frac{1}{8}$,

für Lastzüge:

$$c = \sqrt{0.0048 \left[64879.81 - 569 \left(\frac{4075}{n} - 2.8 \right) \right]}$$

wenn $\frac{1}{m} = \frac{1}{6}$,

$$c = \sqrt{0.0048 \left[50173.51 - 569 \left(\frac{4075}{n} - 2.8 \right) \right]}$$

wenn $\frac{1}{m} = \frac{1}{8}$.

Hieraus ergeben sich die Geschwindigkeiten in Meter pro Secunde für die verschiedenen Werthe von $\frac{1}{n}$, wie selbe in der nachstehenden Tabelle, jedoch auf Kilometer pro Stunde umgewandelt, zusammengestellt sind.

Auf dem Gefälle	Grösste zulässige Fahrgeschwindigkeit auf geraden Strecken in Kilometer pro Stunde (unter vorangeführten Bedingungen)							
	Courierzüge		Personenzüge		Gemisch. Züge		Lastzüge	
	für $\frac{1}{m} = \frac{1}{6}$	für $\frac{1}{m} = \frac{1}{8}$	für $\frac{1}{m} = \frac{1}{6}$	für $\frac{1}{m} = \frac{1}{8}$	für $\frac{1}{m} = \frac{1}{6}$	für $\frac{1}{m} = \frac{1}{8}$	für $\frac{1}{m} = \frac{1}{6}$	für $\frac{1}{m} = \frac{1}{8}$
1 : ∞	92.520	81.360	85.122	74.232	72.490	63.720	64.297	56.520
1 : 1000	91.800	80.280	84.326	73.404	71.352	62.640	63.159	55.440
1 : 500	91.080	79.200	83.415	72.648	70.422	61.560	62.021	54.144
1 : 400	90.720	78.840	82.960	71.992	69.873	60.120	61.560	53.280
1 : 300	90.000	78.120	82.285	71.280	68.962	59.760	60.427	52.200
1 : 250	89.280	77.400	81.708	70.560	68.280	59.040	59.631	51.480
1 : 200	88.560	76.680	80.798	69.480	67.255	57.816	58.493	50.040
1 : 175	87.840	75.240	80.115	68.652	66.459	56.880	57.582	48.600
1 : 150	87.480	74.880	79.318	67.685	65.435	55.440	56.331	47.520
1 : 125	86.040	73.440	78.066	66.240	63.955	53.928	54.624	46.440
1 : 100	84.240	71.640	76.132	64.080	61.565	51.120	51.893	42.480
1 : 75	81.360	68.040	72.945	60.120	57.582	46.080	47.113	36.000
1 : 60	78.480	64.440	69.632	55.800	53.258	40.680	41.650	28.548
1 : 50	75.240	60.840	66.004	51.480	48.478	35.136	35.391	18.288
1 : 40	70.560	54.360	60.314	44.280	40.285	20.988	22.987	—

Durch diese Werthe ist die Grenze der Geschwindigkeit bezeichnet, welche nicht überschritten, und nur dann erreicht werden darf, wenn, wie weiter auseinandergesetzt wird, die Radien der Bögen in der zu befahrenden Strecke dieselbe zulässig machen.

Hieraus ist auch der grosse Einfluss der Witterung (Reibungs-Coëfficient $\frac{1}{m}$) ersichtlich; während der Lastzug bei günstiger Witterung ($\frac{1}{m} = \frac{1}{6}$) die Geschwindigkeit von nahe 23^{km} pro Stunde auf dem Gefälle $\frac{1}{40}$ haben kann, wird dieselbe bei ungünstiger Witterung ($\frac{1}{m} = \frac{1}{8}$) imaginär und der Zug auf 569 , beziehungsweise 379^m nicht aufzuhalten sein.

4. Mit der Zunahme der Geschwindigkeit der Züge in den Bögen, und mit der Abnahme der Grösse der Radien, wächst die Seitenpressung und Reibung der Räder an den Schienen, somit auch die Abnützung beider; ebenso steigert

sich die Nothwendigkeit einer grösseren Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges, und Erweiterung der Geleisspur, welche zur Erzielung der nöthigen Sicherheit und zur Erleichterung des Durchganges der Betriebsmittel eingerichtet und erhalten werden muss. Eine zu grosse Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges erschwert und vertheuert die Erhaltung der Geleise, und ist für die Beförderung von Zügen mit geringerer Geschwindigkeit nachtheilig, da bei diesen die Betriebsmittel nach einer Seite mehr als nothwendig, daher nutzlos überhängen, und dadurch den Widerstand des Zuges gegen die Fortbewegung vermehren. Es erscheint daher geboten, die Geschwindigkeit der Züge in den Bögen entsprechend zu beschränken.

Wird daher auf einer Bahn von gegebener Beschaffenheit eine Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges von mehr als $0.1185^m = 4\frac{1}{2}''$ (Wiener Zoll) nicht für zweckmässig erachtet, und dieses Maass als eine nicht zu überschreitende Grenze bezeichnet, so folgt aus

$$h = \frac{E \cdot V^2}{2 g R}$$

die Formel

$$\text{III) } \dots V = \sqrt{\frac{2 g \cdot h \cdot R}{E}} = \sqrt{0.7748 R},$$

und für verschiedene Werthe von R die Geschwindigkeiten in der nachfolgenden Zusammenstellung:

In Bögen mit Radien in Meter	Höchste zulässige Geschwindigkeit in Kilometer pro Stunde
R	c
948	97.526
759	87.284
569	75.449
474	68.962
379	61.679
332	57.696
284	53.372
237	48.706
190	43.585
152	38.919

Diese Geschwindigkeiten dürften ohne Rücksicht auf die Neigungsverhältnisse der Bahn, daher weder auf einer horizontalen Strecke, noch bei der Berg- oder bei der Thal-fahrt überschritten werden.

5. Gesetzlich ist die höchste Fahrgeschwindigkeit für Personenzüge mit 10 Meilen = 75.859^{km} , für Lastzüge mit 5 Meilen = 37.929^{km} pro Stunde festgesetzt. (Eisenbahnbetriebs-Ordnung, §. 6, Ministerial-Erlass vom 26. Jänner 1862, Z. 116/16.)

In der Regel nimmt man die Geschwindigkeit der gemischten Züge nicht höher als mit 5 Meilen = 37.929^{km} pro Stunde, jene der Lastzüge nicht höher als mit 4 Meilen = 30.343^{km} pro Stunde an.

Die Belastung der Züge.

Auf die Belastung der Züge haben mehrfache, vor Allem jedoch nachfolgende Factoren einen wesentlichen Einfluss, als: Niveau- und Richtungsverhältnisse, dann der Zustand der Bahn, die Leistungsfähigkeit der Locomotiven, Witterungsverhältnisse, Beschaffenheit der Wagen hinsichtlich des Radstandes, der Lauffähigkeit, das Verhältniss zwischen dem Brutto- und Nettogewicht des Zuges etc.

Gesetzt den Fall, die Betriebsmittel wären für eine Bahn mit Niveau- und Richtungsverhältnissen, wie selbe im Punct 2 bezeichnet sind, nach einem festgesetzten Programm bestellt und abgeliefert, demnach das Gewicht, die Leistungsfähigkeit, Construction der Locomotiven und Wagen bekannt; so würde es dennoch zweckmässig erscheinen, die Leistungsfähigkeit der Maschinen praktisch zu erproben, um für die Ausübung des Betriebsdienstes eine verlässliche und unter allen Umständen zutreffende Belastungstabelle aufstellen zu können.

Zu dem Zwecke sind Versuchsfahrten mit jeder der vorhandenen Kategorien Locomotiven auf jeder der bezeichneten Steigungen, hauptsächlich auf den meist vorkommenden, d. h. denjenigen, welche die grössten zusammenhängenden Längen haben, nothwendig, um auf deren Grundlage die Bruttobelastungen für 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 27, 30, 34, 38, 42, 46, 53, 60, 69, 75^{km} Geschwindigkeit pro Stunde zu ermitteln.

Die gefundenen Resultate in den Probelastungstabellen unter Angabe der Kategorie der Locomotiven, der Längen, Steigungen und Radien der Curven in den befahrenen Strecken, der Fahrzeit, der Bruttobelastung und des Taragewichtes des Zuges, des Radstandes der Wagen, der Temperatur, der Witterungsverhältnisse, des Vorkommens des Räderschleifens, des verwendeten Feuerungsmateriales, der erreichten Dampfspannung, der Anwendung der Expansion, des Brennstoff- und Wasserverbrauches, des Namens des Locomotivführers und Heizers etc. zusammengestellt, machen es anschaulich, dass die erzielten Resultate hinsichtlich der Leistung einer und derselben Kategorie Locomotiven bei verschiedenem Personal, unter sonst gleichen Umständen, bedeutend differiren, und dass die Ursache solcher Differenzen wesentlich in der Behandlung und Erhaltung der Maschine, in dem Vorgang beim Speisen des Kessels, bei der Feuerung, in der Anwendung der Expansion liegt, und dass fleissige und intelligente Locomotivführer günstigere Erfolge aufweisen.

7. Zur leichteren Uebersicht dient die Leistungsnachweisung, worin die auf diese Weise gefundenen Belastungszahlen nebst den zugehörigen Geschwindigkeiten auf gegebenen Steigungen für alle Kategorien Locomotiven zusammengestellt erscheinen, und welche dann als Basis für die Berechnung der Fahrzeiten, für die Aufstellung der Belastungstabelle und für einen zu construirenden Fahrplan überhaupt gilt.

8. Ist man nicht in der Lage, auf jeder der vorkommenden Steigungen erschöpfende Probefahrten vorzunehmen, so kann man zurückgebliebene Lücken durch Interpolation mittelst nachfolgender Rechnung mit hinreichender Genauigkeit ergänzen.

Aus der Formel für die Steigung:

$$P = (T + Z) \frac{1}{n} + (T + Z) \frac{1}{r} \text{ in einem, und}$$

$$P = (T + Z') \frac{1}{n'} + (T + Z') \frac{1}{r} \text{ in einem anderen}$$

Falle, wo Z, Z' und $\frac{1}{n}, \frac{1}{n'}$ analoge Bedeutung haben, ergibt sich:

$$IV) \dots Z' = (T + Z) \frac{(n + r)}{(n' + r)} \frac{n'}{n} - T;$$

bedeutet S die Länge des zurückgelegten Weges auf der Steigung, so ist

$$V^2 = c^2 + \frac{4g}{Q} \left[P \cdot S - \frac{M}{r} \cdot S - \frac{(T + Z)}{r} \cdot S - \frac{Q}{n} \cdot S \right] \text{ in einem,}$$

$$V'^2 = c^2 + \frac{4g}{Q'} \left[P \cdot S - \frac{M}{r} \cdot S - \frac{(T + Z)}{r} \cdot S - \frac{Q}{n'} \cdot S \right] \text{ im zweiten}$$

Falle, wo V_1, V' ebenfalls analoge Bedeutung haben, und ergibt sich hieraus für die Anfangsgeschwindigkeit $c = 0$

$$V) \dots V' = V \sqrt{\frac{P - \frac{M}{r} - \frac{(T + Z)}{r} - \frac{Q}{n'}}{P - \frac{M}{r} - \frac{(T + Z)}{r} - \frac{Q}{n}}}$$

Wurde beispielsweise erprobt, dass eine Locomotive auf der Steigung 1 : 100 die Bruttolast von 3500^m Ctr. mit 15^{km} Geschwindigkeit pro Stunde befördert, so fragt sich's, welche Last dieselbe auf der Steigung 1 : 125 mit derselben Geschwindigkeit, oder mit welcher Geschwindigkeit dieselbe den Zug von 3500^m Ctr. auf letzterer Steigung befördern wird.

Substituirt man für $P = \frac{D}{m}$, $D = 350$, $\frac{1}{m} = \frac{1}{6}$,
 $\frac{1}{n} = \frac{1}{100}$, $\frac{1}{n'} = \frac{1}{125}$, $\frac{1}{r} = \frac{1}{125}$, $\frac{1}{r} = \frac{1}{350}$

in die Formeln IV und V, so ergibt sich:
 $Z' = 4186^m$ Ctr.
 $V' = 7 \cdot 16^m$ pro Secunde oder
 $V' = 25 \cdot 8^m$ pro Stunde.

Demnach ist die Leistung der Maschine die Beförderung eines Bruttogewichts von 4186^m Ctr. mit 15^{km} Geschwindigkeit auf der Steigung 1 : 125, oder die eines Bruttogewichts von 3500^m mit 25 · 8^{km} Ctr. Geschwindigkeit pro Stunde auf derselben.

Ebenso kann man die Belastungen für verschiedene Geschwindigkeiten auf einer und derselben Steigung, und umgekehrt die Geschwindigkeiten berechnen, wenn die Belastungen gegeben sind.

Aus der vorangeführten Formel
 $V^2 = c^2 + \frac{4gS}{Q} \left[P - \frac{M}{r} - \frac{(T + Z)}{r} - \frac{Q}{n} \right]$

folgt, wenn Z in Z' , Q in Q' und V in V' übergeht,
 $V'^2 = c^2 + \frac{4gS}{Q'} \left[P - \frac{M}{r} - \frac{(T + Z)}{r} - \frac{Q'}{n} \right]$

woraus sich für $c = 0$
 $Q = M + Z + T$ und $Q' = M + Z' + T$

von 1: 40	bis incl. 1: 45	in die I. Gruppe	mit der ermittelten Belastungsziffer für 1: 40
von excl. 1: 45	" " 1: 55	" " II.	" " 1: 50
" " 1: 55	" " 1: 65	" " III.	" " 1: 60
" " 1: 65	" " 1: 85	" " IV.	" " 1: 75
" " 1: 85	" " 1: 110	" " V.	" " 1: 100
" " 1: 110	" " 1: 135	" " VI.	" " 1: 125
" " 1: 135	" " 1: 160	" " VII.	" " 1: 150
" " 1: 160	" " 1: 185	" " VIII.	" " 1: 175
" " 1: 185	" " 1: 225	" " IX.	" " 1: 200
" " 1: 225	" " 1: 275	" " X.	" " 1: 250
" " 1: 275	" " 1: 350	" " XI.	" " 1: 300
" " 1: 350	" " 1: 600	" " XII.	" " 1: 500
" " 1: 600	" " 1: ∞	" " XIII.	" " 1: 1000

$$Z' = \frac{Q \cdot A - \frac{V^2}{V'^2} M [A - (T + Z) B]}{\frac{V^2}{V'^2} [A - (T + Z) B] + Q \cdot B} - T$$

oder $V' = V \sqrt{\frac{Q}{Q'} \frac{A - (T + Z) B}{A - (T + Z) B}}$ ergibt,

worin $A = P - M \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{n} \right)$ und $B = \frac{1}{n} + \frac{1}{r}$ bedeutet.

Ist, wie oben angegeben, bekannt, dass die Maschine 3500^m Ctr. auf der Steigung 1 : 100 mit 15^{km} Geschwindigkeit befördert, und will man wissen, welche Belastung dieselbe bei 10^{km} Geschwindigkeit, oder mit welcher Geschwindigkeit sie eine Belastung von 2500^m Ctr. auf gleicher Steigung fortbringt, so ergibt sich aus der vorletzten Formel für $V = 15^m$ pro Stunde oder 4 · 17^m pro Secunde
 $V' = 10^m$ " " " 2 · 78^m pro Secunde,
wenn die übrigen Daten, wie oben, bleiben für

$A = 52 \cdot 0333$, $B = 0 \cdot 0128$, $\frac{V^2}{V'^2} = 0 \cdot 4444$
 $A - (T + Z) B = 4 \cdot 3533$ und $Z' = 3705^m$ Ctr.
Aus der letzten Formel für $Z' = 2500$ oder
 $Q' = 2500 + 225 + 350 = 3075$.
 $V' = 9 \cdot 4997^m$ pro Secunde oder 34 · 20^{km} pro Stunde.
Hiernach ist die Leistung auf der Steigung 1 : 100
3500^m Ctr. mit 15^{km} Geschwindigkeit oder
3750^m " " 10^{km} " " "
2500^m " " 34^{km} Geschwindigkeit.

9. Die Belastungstabelle, welche dem Fahrordnungsbuch als Anhang beigegeben wird, und einen integrierenden Theil des Fahrplanes bildet, ergibt sich aus der Leistungsnachweisung der Locomotiven auf Grundlage der Fahrgeschwindigkeiten, welche für verschiedene Gattungen von Zügen festgesetzt worden sind. Es kann durch den Betrieb bedungen werden, dass auf verschiedenen Strecken, welche gleiche Neigungs- und Richtungsverhältnisse haben, bei derselben Gattung von Zügen dennoch verschiedene Geschwindigkeiten, beziehungsweise Belastungen vorgeschrieben werden, je nachdem die ersteren, oder die letzteren maassgebend sind, und sich diese nach jenen, oder umgekehrt richten müssen.

Damit die Belastungstabelle nicht eine zu grosse Ausdehnung bekommt und an Uebersichtlichkeit nicht einbüsst, erscheint es zweckmässig, dieselbe nach Gruppen zu ordnen; und beispielsweise

Strecken mit den Steigungen

einzuzeichnen, unter der Voraussetzung, dass die Steigungen von 1:40, 1:50, 1:60, 1:75, 1:100, 1:125, 1:150, 1:175, 1:200, 1:250, 1:300, 1:500, 1:1000 in der bezüglichen Gruppe prävalirend sind, die grössten zusammenhängenden Längen haben, dagegen Steigungen, welche dazwischen liegen, sich nur auf kurze Strecken ausdehnen.

10. Die Ziffern über die normale Belastung bei verschiedenen Gattungen von Zügen für jede der vorhandenen Kategorien Locomotiven sind bei den vorerwähnten Bedingungen in der Regel für eine Temperatur von + 5° R. und darüber, bei trockener, windstillter Witterung fixirt. Nachdem jedoch die Grösse der fortzuschaffenden Last von mehreren Einflüssen abhängig ist, so erscheint es nothwendig, in der Belastung der Züge eine Variation eintreten zu lassen.

Eine Erhöhung der Zugbelastung gegen die normale ist nur dann zulässig, wenn die bei den Probefahrten erreichten höchsten Leistungen nicht als Normallasten angenommen wurden, und wenn der Locomotivführer damit einverstanden ist, da die anstandslose Effectuirung, wie oben angedeutet, von der Geschicklichkeit desselben, von dem Zustande der Maschine, und von der Qualität des Brennstoffes wesentlich mit abhängig ist. Es wird jedoch zweckmässig sein, für diese Erhöhung eine Grenze nach den bei den Versuchen gemachten Erfahrungen von 10 bis 15% zu bestimmen, um dadurch die Gelegenheit zu Bravourstückchen seitens der Locomotivführer, durch das Mitnehmen von zu grossen Belastungen mit zweifelhaftem Erfolg, zu benehmen.

12. Eine Verminderung der Zugbelastung gegen die normale erscheint jedoch in folgenden Fällen geboten:

α) Wenn die Temperatur eine niedrigere ist, als diejenige, auf deren Basis die Belastungen ermittelt und fixirt worden sind. Gewöhnlich nimmt man an, dass die Leistungsfähigkeit der Locomotive bei einer Temperatur unter + 5° R. in Folge der Abkühlung des Kessels abnimmt, und dass die Beweglichkeit der Betriebsmittel aus Ursache des Erstarrens der Schmiere sich verringert, und demzufolge die Belastung für jeden Grad unter die bezeichnete Temperatur um 1% der normalen, daher bei + 4° R. um 1%, bei + 3° R. um 2%, bei - 5° R. um 10% etc. zu reduciren ist.

β) Bei Sturm oder Wind ist die Reduction der Belastung schwer bestimmbar; dieselbe kann je nach der Intensität oder nach der Richtung des Windes, beziehungsweise der dieser entgegenstehenden Fläche des Zuges 10% der Normallast und auch mehr erreichen.

γ) Bei Nebel, leichtem Schnee oder Regen, Glatteis, ferner, wenn die Schienen bei niedriger Temperatur durch den sie umgebenden Schnee sehr glatt geworden sind, sinkt die Adhäsion zwischen Rad und Schiene

(Reibungs-Coëfficient $\frac{1}{m}$) bedeutend herab, mitunter so tief, dass selbst eine allein verkehrende Locomotive beim Anfahren schleift. Nun ist:

$$\text{VI) } \dots \dots \dots P = \frac{D}{m},$$

$$\text{ferner } P = (T + Z) \frac{1}{n} + (T + Z) \frac{1}{r},$$

woraus folgt:

$$Z = \frac{D}{m} \cdot \frac{n \cdot r}{(n+r)} - T,$$

und ebenso

$$Z' = \frac{D}{m'} \cdot \frac{n \cdot r}{(n+r)} - T,$$

wo $Z, Z', \frac{1}{m}, \frac{1}{m'}$ in zwei verschiedenen Fällen analoge Bedeutung haben. Hieraus ergibt sich:

$$\text{VII) } \dots Z' = Z - D \cdot \frac{n \cdot r}{(n+r)} \left(\frac{1}{m} - \frac{1}{m'} \right).$$

$$\text{Ist } Z = 3500^m \text{ Ctr., } \frac{1}{n} = \frac{1}{100}, \frac{1}{r} = \frac{1}{350},$$

$\frac{1}{m} = \frac{1}{6}, \frac{1}{m'} = \frac{1}{8}, D = 350^m \text{ Ctr.}$, so ergibt sich durch Substitution in diese Formel:

$$Z' = 2366^m \text{ Ctr.}$$

Tritt also eine derart ungünstige Witterung ein, dass sich der Reibungs-Coëfficient von $\frac{1}{6}$ auf $\frac{1}{8}$ verringert, wobei Räderschleifen eintreten kann, so muss die fortzuschaffende Last von 3500 auf 2366^m Ctr., daher um 33% reducirt werden.

δ) Wendet man in solchen Fällen das Bestreuen der Schienen mit Sand an, so wird allerdings die Reibung zwischen Rad und Schiene vergrössert, demzufolge auch der Zugwiderstand im Allgemeinen ($\frac{1}{r}$), namentlich

in den Bögen erhöht. Nimmt man daher $\frac{1}{r} = \frac{1}{350}$

in einem, und $\frac{1}{r'} = \frac{1}{250}$ in einem anderen Falle an, so ergibt sich aus

$$P = (T + Z) \frac{1}{n} + (T + Z) \frac{1}{r},$$

$$P = (T + Z') \frac{1}{r'} + (T + Z') \frac{1}{r},$$

$$Z' = (T + Z) \frac{(n+r)}{(n+r')} \cdot \frac{r'}{r} - T,$$

und für obige Werthe:

$$Z' = 3196^m \text{ Ctr.}$$

Demnach ist die Belastung, wenn die Schienen mit Sand bestreut werden, mit 3196 statt mit 3500^m Ctr. anzunehmen, daher um 10% zu vermindern.

ε) Aus Erfahrung weiss man, dass von zwei Zügen mit gleicher Bruttobelastung, deren einer mit voll belasteten, der andere aus blos leeren Wagen besteht, der letztere einen grösseren Kraftaufwand zur Fortbewegung bei gleicher Geschwindigkeit in Anspruch nimmt, oder dass die Last vermindert werden muss, wenn der Zug mit unveränderter Geschwindigkeit befördert werden soll.

Die Kraftäusserung einer am Zuge thätigen Maschine kann man sich aus zwei Theilen bestehend denken, wovon der eine zur Bewegung der Locomotive selbst absorbirt wird, der andere als Zugkraft (P) an dem Tender wirkt. Letztere überträgt sich von Wagen zu Wagen in fallender Progression gegen das Ende des Zuges. Bezeichnet man daher

die am ersten Wagen ausgeübte Zugkraft mit p^I
 n " zweiten " " " " p^{II}
 n " dritten " " " " p^{III}
 n " vierten " " " " p^{IV} etc.
 n " letzten " " " " p^L ,

und nimmt man an, dass jeder einzelne Wagen eine gleiche Belastung, gleichen Achsenstand und dieselbe Construction hat, so dass jeder denselben Widerstand gegen die Fortbewegung leistet, so ist:

$$P > p^I > p^{II} > p^{III} \dots p^{L-1} > p^L$$

$$p^I = P - w$$

$$p^{II} = P - w - w$$

$$p^{III} = P - w - 2w$$

$$p^{IV} = P - w - 3w \text{ etc.}$$

$$p^L = P - w - (L - 1)w, \text{ ferner}$$

$$p^L = w \text{ und}$$

$$w = \frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + \frac{q}{n} + \frac{q}{r}, \text{ daher}$$

$$P - w - (L - 1)w = \frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + \frac{q}{n} + \frac{q}{r}, \text{ oder}$$

$$P - w - (L - 1) \left(\frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + \frac{q}{n} + \frac{q}{r} \right) = \frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + \frac{q}{n} + \frac{q}{r},$$

$$\text{hieraus } L = \frac{P - w}{\frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + \frac{q}{n} + \frac{q}{r}}$$

$$\text{und ebenso } L' = \frac{P - w}{\frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + \frac{q'}{n} + \frac{q'}{r}}$$

$$\text{daher } \frac{L'}{L} = \frac{\left(\frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + \frac{q}{n} + \frac{q}{r} \right)}{\left(\frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + \frac{q'}{n} + \frac{q'}{r} \right)};$$

$$\text{ferner } P = L \cdot w = L \left(\frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + \frac{q}{n} + \frac{q}{r} \right)$$

$$P = L' \cdot w' = L' \left(\frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + \frac{q'}{n} + \frac{q'}{r} \right), \text{ daher}$$

$$\frac{L \cdot P}{m} \cdot \frac{a}{R} + L \cdot q \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{r} \right) = L' \cdot \frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + L' \cdot q' \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{r} \right)$$

$$\text{für } Lq = Z, \text{ für } L'q' = Z'$$

$$L \cdot \frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + Z \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{r} \right) = L' \cdot \frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + Z' \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{r} \right), \text{ hieraus}$$

$$Z' - Z = \frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} \cdot \frac{n \cdot r}{(n+r)} (L - L')$$

Substituirt man für L' obigen Werth, so ist:

$$Z' = Z + \frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} \cdot \frac{n \cdot r}{(n+r)} \cdot L \left[1 - \frac{\left(\frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + \frac{q}{n} + \frac{q}{r} \right)}{\left(\frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + \frac{q'}{n} + \frac{q'}{r} \right)} \right]$$

$$\text{oder für } L = \frac{Z}{q}$$

$$Z' = Z \left\{ 1 + \frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} \cdot \frac{n \cdot r}{(n+r)} \cdot \frac{1}{q} \left[1 - \frac{\left(\frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + \frac{q}{n} + \frac{q}{r} \right)}{\left(\frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + \frac{q'}{n} + \frac{q'}{r} \right)} \right] \right\}$$

worin Z', q', L', w' übereinstimmende Bedeutung mit Z, q, L, w haben, jedoch für einen anderen Zug gelten.

Setzt man der Kürze und Uebersichtlichkeit halber

$$\frac{P \cdot a}{m \cdot R} = A, \text{ so ist:}$$

$$\text{VIII) } \dots Z' = Z \left\{ 1 + \frac{A}{q} \cdot \frac{n \cdot r}{(n+r)} \left[1 - \frac{\left(A + \frac{q}{n} + \frac{q}{r} \right)}{\left(A + \frac{q'}{n} + \frac{q'}{r} \right)} \right] \right\}$$

$$\text{Nimmt man } D = 350^m \text{ Ctr., } \frac{1}{n} = \frac{1}{100}, \frac{1}{m} = \frac{1}{6},$$

$\frac{1}{r} = \frac{1}{350}, a = 2 \cdot 845^m, Z = 3500^m \text{ Ctr.}$, bestehend aus voll belasteten Wagen, wovon jeder $q = 162^m \text{ Ctr.}$ Gewicht hat, während Z' aus leeren oder theilweise beladenen Wagen von q' Gewicht besteht, so ist:

$$P = \frac{D}{m} = \frac{350}{6} = 58 \cdot 3333,$$

$$A = \frac{58 \cdot 3333}{6} \times \frac{2 \cdot 845}{R} = \frac{27 \cdot 6567}{R},$$

$$\frac{A}{q} \cdot \frac{n \cdot r}{(n+r)} = \frac{12 \cdot 8040}{R},$$

$$\frac{q}{n} + \frac{q}{r} = q \frac{(n+r)}{n \cdot r} = 2 \cdot 0843,$$

$$Z' = 3500 \left\{ 1 + \frac{12 \cdot 8040}{R} \left[1 - \frac{\left(\frac{27 \cdot 6567}{R} + 2 \cdot 0828 \right)}{\left(\frac{27 \cdot 6567}{R} + \frac{q'}{n} + \frac{q'}{r} \right)} \right] \right\}$$

Nimmt man an, die Wagen wären durchschnittlich mit je 50^m Ctr. beladen, daher $q' = q + 50$ und für $q = 50$ wird $q' = 100^m \text{ Ctr.}$, wobei die Tara vom Brutto 50% beträgt, so

$$Z' = 3500 \left\{ 1 + \frac{12 \cdot 8040}{R} \left[1 - \frac{\left(\frac{27 \cdot 6567}{R} + 2 \cdot 0828 \right)}{\left(\frac{27 \cdot 6567}{R} + 1 \cdot 2857 \right)} \right] \right\}$$

Sind die Wagen mit je 25^m Ctr. beladen, daher $q' = q + 25 = 50 + 25 = 75^m \text{ Ctr.}$, folglich die Tara 66% vom Brutto, so

$$Z' = 3500 \left\{ 1 + \frac{12 \cdot 8040}{R} \left[1 - \frac{\left(\frac{27 \cdot 6567}{R} + 2 \cdot 0828 \right)}{\left(\frac{27 \cdot 6567}{R} + 0 \cdot 9643 \right)} \right] \right\};$$

für $12 \cdot 5^m \text{ Ctr.}$ Belastung per Wagen, daher

$q' = q + 12 \cdot 5 = 50 + 12 \cdot 5 = 62 \cdot 5$, d. i. 80% Tara vom Brutto ist

$$Z' = 3500 \left\{ 1 + \frac{12 \cdot 8040}{R} \left[1 - \frac{\left(\frac{27 \cdot 6567}{R} + 2 \cdot 0828 \right)}{\left(\frac{27 \cdot 6567}{R} + 0 \cdot 8036 \right)} \right] \right\},$$

und für leere Wagen $q' = q + 0 = 50^m \text{ Ctr.}$ ist

$$Z' = 3500 \left\{ 1 - \frac{12 \cdot 8040}{R} \left[1 - \frac{\left(\frac{27 \cdot 6567}{R} + 2 \cdot 0828 \right)}{\left(\frac{27 \cdot 6567}{R} + 0 \cdot 6427 \right)} \right] \right\}$$

Substituirt man in diese Formeln die Werthe für R , wie selbe in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt sind, so ergeben sich die in derselben angeführten Werthe für Z' (reducirte Belastungen)

Im Bogen mit Radius (Meter)	Wenn das Taragewicht des Zuges vom Bruttogewicht beträgt								
	31% (volle Wagen)	50%		66%		80%		100% leere Wagen	
		Reducirte Belastung des Zuges in							
		Metr. Ctr.	Per-cent	Metr. Ctr.	Per-cent	Metr. Ctr.	Per-cent	Metr. Ctr.	Per-cent
152	3500	3333	95	3200	91	3102	88	2964	84
190	"	3381	96	3252	93	3169	90	3052	87
237	"	3388	96	3297	94	3228	92	3128	89
284	"	3406	97	3328	95	3268	93	3184	91
379	"	3428	98	3368	96	3321	94	3253	93
474	"	3442	98	3392	97	3355	95	3297	94
569	"	3451	99	3410	97	3377	96	3330	95

Kommen Wagen mit einem Radstand von $12' = 3.793^m$ in Verwendung, so wird in der Formel VIII für $a = 3.793$ $q' = q = 50$ unter übrigens gleichen Bedingungen

$$A = \frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} = 0.1296,$$

$$\frac{A + \frac{q}{n} + \frac{q}{r}}{A + \frac{q'}{n} + \frac{q'}{r}} = 2.8645,$$

$$\frac{A}{q} \cdot \frac{n \cdot r}{(n+r)} = 0.0622 \text{ und}$$

$$Z' = 3500 [1 + 0.0622 (1 - 2.8645)] = 3094.$$

Wird der Zug mit einer Vorspannmaschine befördert, so übergeht in der Formel VIII P in $\dots 2P$ und es wird für $a = 2.845^m$, $Z' = 7000^m$ Ctr. $q' = q = 50$

$$A = \frac{2P}{m} \cdot \frac{a}{R} = 0.1944,$$

$$\frac{A + \frac{q}{n} + \frac{q}{r}}{A + \frac{q'}{n} + \frac{q'}{r}} = 2.7201 \text{ und}$$

$$Z' = 7000 [1 + 0.0933 (1 - 2.7201)] = 5876^m \text{ Ctr.}$$

Nimmt man an, dieser Zug bestände aus Wagen von $12' = 3.793^m$ Achsenstand, so

$$A = 0.2592,$$

$$\frac{A}{q} \cdot \frac{n \cdot r}{(n+r)} = 0.1244,$$

$$\frac{A + \frac{q}{n} + \frac{q}{r}}{A + \frac{q'}{n} + \frac{q'}{r}} = 2.5965,$$

$$Z' = 7000 [1 + 0.1244 (1 - 2.5965)] = 5610^m \text{ Ctr.}$$

Hiernach ist die reducirte Belastung der Züge gegen die normale (3500), wenn die Züge aus bloß leeren Wagen bestehen, auf Strecken mit Steigungen von 1:100, in Bögen mit Radien von $150' = 284^m$, bei Wagen mit $9' = 2.345^m$ Radstand 3184 oder 9%, bei Wagen mit $12' = 3.793^m$ Radstand 3094 oder 12%.

Werden die Züge mit Vorspann befördert, und die Normalbelastung mit 7000^m Ctr. angenommen, so wird die Reduction bei Wagen von 2.845^m Radstand auf 5876 oder 16%, und bei Wagen mit 3.793^m Radstand auf 5610 oder 20% betragen.

Die Grösse der Reduction für die Belastungen, welche in vorstehender Tabelle für voll beladene Züge in Bögen

von verschiedenen Radien unter der Voraussetzung einer ungleichen Geschwindigkeit als dieselben angenommen wurden (3500), ist demnach bei leeren oder schwach belasteten Zügen nicht nur von den Radien der Bögen der zu befahrenden Strecke, von dem Achsenstand der Wagen, von der Grösse der Zugkraft, sondern auch von dem Umstand abhängig, ob die Normalbelastungen auf Grundlage von Probefahrten mit vollbelasteten oder mit nur theilweise beladenen oder leeren Zügen fixirt worden sind.

Würde daher die Normalbelastung auf einer Strecke mit Bögen von 284^m Radius bei voll belasteten Wagen mit 3500^m Ctr. ermittelt, so müsste das zu befördernde Bruttogewicht für einen aus leeren Wagen bestehenden Zug, wie aus der Tabelle ersichtlich, auf 3184, daher um 9% reducirt werden. Ist dagegen in derselben Strecke die Normallast mit theilweise belasteten Wagen, welche 50% Tara vom Brutto hatten, mit 3406^m Ctr. erprobt worden, so würde die Reduction auf 3184, daher bloß 7% für einen leeren Zug betragen. Dagegen müsste die Belastung bei einem voll beladenen Zug erhöht werden. Um solche Variationen von Erhöhung und Verminderung der Belastung zu vermeiden, erscheint es daher zweckmässig, die Normalbelastungen auf Grundlage von Probefahrten mit voll belasteten Wagen zu bestimmen.

Die Berechnung und praktische Durchführung der Reduction in der Bruttobelastung bei den Zügen mit Rücksicht auf das Verhältniss zwischen dem Tara- und Bruttogewicht unterliegt keiner Schwierigkeit, nachdem in den Stundenpässen der Züge das Tara-, Netto- und Bruttogewicht von Station zu Station eingetragen wird. Auch wird kein praktisch fühlbarer Fehler entstehen, wenn die Reduction im directen Verhältniss der Zunahme des Taragewichtes durchgeführt wird.

Gesetzt den Fall, es wäre mit Rücksicht auf die bestehenden Richtungsverhältnisse der Bahn und auf den Achsenstand der Wagen, welche im Verkehr meistens vorkommen, eine Reduction der Belastung innerhalb der Grenze zwischen voll belasteten und leeren Zügen mit 15% bestimmt. Die Normallast sei 3500^m Ctr. und der Zug hätte thatsächlich 3000 Bruttogewicht, darunter 2200 Tara, so fragt es sich, ob derselbe Ueberlast hat? Bestände der Zug aus bloß leeren Wagen, so würde die Reduction per 15% $3500 \times \frac{15}{100} = 525^m$ Ctr. betragen; thatsächlich hat der

Zug $2200 : 3000 = 73\%$ Tara, folglich beträgt die Reduction $\frac{525 \times 73}{100} = 383$ und die zu befördernde Last betrüge

$3500 - 383 = 3117$, mithin hätte der Zug um $3117 - 3000 = 111^m$ Ctr. zu wenig Belastung, weshalb 111^m Ctr. noch angehängt werden könnten.

13. Die Reduction der Belastung der Züge mit Ursache der scharfen Radien in den zu befahrenden Bahncurven würde sich vermindern oder entfallen, wenn die Steigungen der Bahn so angelegt wären, dass sie die Widerstände, welche die Bögen bei den Zügen verursachen, paralysiren würden. Soll ein Zug auf Strecken mit verschiedenen Steigungen und mit Curven von ungleichen Radien

denselben Widerstand erfahren, so muss nach den Formeln in Punct 12

$$L \left(\frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R} + \frac{q}{n} + \frac{q}{r} \right) + w = L \left(\frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R'} + \frac{q}{n'} + \frac{q}{r} \right) + w,$$

woraus folgt

$$\text{IX) } \dots \dots \frac{1}{n'} = \frac{1}{n} + \frac{P \cdot a}{m \cdot q} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R'} \right),$$

wo n, R und n', R' analoge Bedeutungen haben. Ist

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{100}, D = 350, a = 2 \cdot 845^m, R = 379^m \quad \frac{1}{m} = \frac{1}{6},$$

$q = q = 50^m \text{ Ctr.}, L = 52,$ so

$$\frac{1}{n'} = \frac{1}{100} + 0 \cdot 5532 \left(\frac{1}{379} - \frac{1}{R'} \right) \text{ und hieraus f\u00fcr}$$

$$R' = 152^m \text{ wird } \frac{1}{n'} = \frac{1}{128}$$

$$R' = 190^m \quad " \quad \frac{1}{n'} = \frac{1}{117}$$

$$R' = 237^m \quad " \quad \frac{1}{n'} = \frac{1}{109}$$

$$R' = 284^m \quad " \quad \frac{1}{n'} = \frac{1}{105}$$

$$R' = 332^m \quad " \quad \frac{1}{n'} = \frac{1}{102}$$

$$R' = 379^m \quad " \quad \frac{1}{n'} = \frac{1}{100}$$

$$R' = 474^m \quad " \quad \frac{1}{n'} = \frac{1}{98}$$

$$R' = 569^m \quad " \quad \frac{1}{n'} = \frac{1}{97}$$

Demnach w\u00e4re der Widerstand eines und desselben Zuges in der Curve von 152^m Radius auf der Steigung $1:128$ derselbe, wie im Bogen von 279^m Radius auf der Steigung $1:100$, oder wie im Bogen von 569^m Radius auf der Steigung $1:97$ etc.

Berechnung der Fahrzeiten.

14. Von besonderer Wichtigkeit ist die Bestimmung der k\u00fcrzesten Fahrzeiten f\u00fcr die Personenz\u00fcge von Station zu Station auf verschiedenen Strecken, weil durch dieselben die erlaubte h\u00f6chste Fahrgeschwindigkeit in den Fahrordnungsb\u00fcchern vorgeschrieben wird.

Behufs Ermittlung derselben wird f\u00fcr jede einzelne zwischen zwei Niveaubr\u00fcchen liegende Strecke, beziehungsweise f\u00fcr jedes St\u00fcck Bogen oder Gerade, die Fahrzeit nach der zugeh\u00f6rigen Geschwindigkeit berechnet, und die gewonnenen Resultate f\u00fcr die innerhalb zweier Stationen liegende Strecke addirt; die Summe gibt die Fahrzeit von einer Station zur andern. Die Gr\u00f6sse der Geschwindigkeit f\u00fcr die Steigungen wird aus der Leistungsnachweisung der Locomotiven mit R\u00fccksicht auf die Belastung entnommen, und f\u00fcr die Gef\u00e4lle nach den in Punct 3, f\u00fcr B\u00f6gen nach den in Punct 4 entwickelten Principien fixirt.

Zu den so berechneten Fahrzeiten wird noch jene Zeit, welche durch die verringerte Geschwindigkeit beim Aus- und Einfahren in den Stationen oder beim Durchfahren derselben, dann beim Passiren von in der Strecke liegenden Wechsell\u00e4ndern in Anspruch genommen wird, zugeschlagen.

Nun ist $V^2 = c^2 + \frac{4q}{Q} S \cdot \text{p.}$ und

$$V = c + 2q t \cdot \frac{\text{p.}}{Q} \text{ worin}$$

$$\text{p.} = P - \frac{M}{r} - \frac{(T+Z)}{r} \pm \frac{Q}{n} - \frac{(T+Z)}{B \cdot m}$$

bedeutet; hieraus folgt

$$\text{X) } \dots \dots \dots t = \frac{2S}{V+c}$$

Nehme man an, der Courierzug k\u00e4me bei der Einfahrt in die Station an dem 569^m (S) vor dem Einfahrtswechsel liegenden Punct mit 61^{km} Geschwindigkeit per Stunde, d. i. mit $16 \cdot 9^m$ per Secunde (c) an, m\u00e4ssigt dieselbe bis zu jenem auf 27^{km} per Stunde = $7 \cdot 5^m$ per Secunde (V) f\u00e4hrt mit dieser die Station von 569^m L\u00e4nge durch und beschleunigt die Bewegung vom Ausfahrtswechsel auf 569^m Entfernung wieder zu 61^{km} , so wird nach obiger Formel

$$\text{das Einfahren } t = \frac{2 \times 569}{16 \cdot 9 + 7 \cdot 5} = 47 \text{ Secunden,}$$

das Ausfahren ebenfalls 47 "

das Durchfahren 77 "

$$\text{zusammen } 171 \text{ Secunden} = 2 \cdot 85 \text{ Min.}$$

erfordern, wogegen im Falle, wenn der Zug dieselbe Distanz von $569 + 569 + 569 = 1707^m$ mit der ununterbrochenen Geschwindigkeit von 61^{km} durchfahren h\u00e4tte, dazu nur 101 Secunden = $1 \cdot 68$ Minuten erforderlich gewesen w\u00e4ren, mithin die Fahrzeit von einer Station zur andern um die Differenz von $2 \cdot 85 - 1 \cdot 68 = 1 \cdot 17$ Minuten zu verl\u00e4ngern ist.

Hat der Zug einen in der Mitte der Strecke befindlichen Wechsel mit 27^{km} Geschwindigkeit zu passiren, w\u00e4hrend diese 569^m vor demselben 61^{km} war, und auf 569^m Entfernung hinter demselben wieder erreicht werden soll, so ist die factisch ben\u00f6thigte Fahrzeit f\u00fcr diese Strecke wie oben $47 + 47 = 94$ Secunden = $1 \cdot 56$ Minuten, wogegen beim Durchfahren mit 61^{km} Geschwindigkeit nur 67 Secunden = $1 \cdot 12$ Minuten nothwendig w\u00e4ren, daher die Differenz von $1 \cdot 56 - 1 \cdot 12 = 0 \cdot 44$ Minuten der Fahrzeit ebenfalls zuzuschlagen kommt.

H\u00e4lt der Zug in der Mitte der Station an, so wird unter sonst gleichen Bedingungen nach obiger Formel f\u00fcr $V = 0$

$$t = \frac{2S}{c+C} = \frac{2 \times 853}{16 \cdot 9} = 101 \text{ Secunden, daher f\u00fcr das}$$

Ein- und Ausfahren zusammen 202 Secunden = $3 \cdot 36$ Minuten in Anspruch nehmen. W\u00fcrde das Ein- und Ausfahren mit voller Geschwindigkeit stattfinden k\u00f6nnen, so w\u00e4ren dazu nur $\frac{853}{19 \cdot 6} + \frac{853}{19 \cdot 6} = 50 + 50 = 100$ Secunden = $1 \cdot 66$ Minuten n\u00f6thig, daher die Fahrzeit um $3 \cdot 36 - 1 \cdot 66 = 1 \cdot 70$ Minuten zu verl\u00e4ngern ist.

15. Ganz in derselben Weise geschieht die Ausmittlung der normalen Fahrzeiten, das heisst derjenigen, welche unter normalen Verh\u00e4ltnissen zur Anwendung kommen, die in der Regel gr\u00f6sser sind als die k\u00fcrzesten, mitunter diesen gleich gesetzt werden, jedoch nie kleiner als letztere sein d\u00fcrfen.

Die diesf\u00e4lligen Annahmen werden einerseits durch die erforderliche Geschwindigkeit, beispielsweise wegen zu

erreichenden Anschlüssen, anderseits durch die fortzuschaffenden Belastungen der Züge bedungen.

16. Bei der Ermittlung der Fahrzeiten für die Lastzüge kommen hauptsächlich die Niveau- und weniger die Richtungsverhältnisse der Bahn in Betracht, da in den seltensten Fällen die Radien der Bögen so klein sind, dass die für dieselben zulässige Geschwindigkeit geringer wäre, als jene für die Lastzüge gesetzlich bestimmte. Bei diesen Zügen wird es thunlich und vortheilhaft erscheinen, auf colalen Steigungen durch Verlängerung der Fahrzeiten und Erhöhung der Belastung nach Maassgabe der Leistungsnachweisung die Nothwendigkeit der Beigabe von Vorspannmaschinen zu vermeiden und die Leerfahrten derselben zu ersparen.

Gewöhnlich wird für die Beförderung von Courier- und Personenzügen eine andere Kategorie Locomotiven als für die gemischten und für die Lastzüge bestimmt, und wird daher bei der Aufstellung der Fahrzeitentabelle auf diesen Umstand Rücksicht zu nehmen sein. Die in derselben fixirten kürzesten Fahrzeiten müssen unter allen Umständen unverändert bleiben und nur die normalen dürfen, wenn der Fahrplan eine Aenderung erleidet, bis zur Grenze der kürzesten variirt werden.

Das Bremsen der Züge.

17. Durch das Bremsen soll die Mässigung der Geschwindigkeit, und im Bedarfsfalle das Anhalten eines in Bewegung befindlichen Zuges auf die möglichst kurze Distanz bewerkstelligt werden.

Stellt man, wie bereits in Punct 3 erwähnt, die Bedingung, dass ein im Laufe begriffener Zug von dem Moment an, als demselben ein Haltsignal gegeben und dieses von dem Maschinen- und Zugspersonal wahrgenommen worden ist, nach Zurücklegung von 569^m Distanz auf jedem Gefälle zum Stehen gebracht werde, so fragt es sich, in welcher Zahl und Beschaffenheit die Bremsmittel für die verschiedenen Gattungen, beziehungsweise Geschwindigkeiten der Züge vorhanden sein müssen, um diesen Effect zu erzielen, unter der Voraussetzung, dass die Bremsen durch 379^m Weglänge factisch gewirkt haben, indem der Zug von dem Augenblick an, als das Haltsignal wahrgenommen wurde, bis zum Eingreifen derselben 190^m zurückgelegt hat.

Aus der Formel II ergibt sich für $V = 0$

$$XI) \dots \frac{1}{B} = m \left\{ \frac{Q \left(\frac{C^2}{4g} + \frac{S}{n} \right) - S \left(\frac{M}{r} + \frac{(T+Z)}{r} \right)}{s(T+Z)} \right\}$$

Wenn $M, D, T, Z, \frac{1}{r}, \frac{1}{r}$ wie in Punct 3 angenommen werden, ferner der Reibungscoefficient für günstige Witterungsverhältnisse $\frac{1}{m} = \frac{1}{6}$, für ungünstige, dann für Gebirgsstrecken wegen der auf denselben vorherrschenden klimatischen Abnormitäten, und schliesslich wegen der glatt gelaufenen wie polirten Stahlschienen und Stahltyres zur grösseren Sicherheit mit $\frac{1}{m} = \frac{1}{8}$ angenommen wird, so ergibt sich auf fallenden Strecken für Courierzüge:

$$\frac{1}{B} = 0.02118 \left(\frac{C^2}{19.616} + \frac{569}{n} \right) - 0.04578, \text{ wenn } \frac{1}{m} = \frac{1}{6},$$

$$\frac{1}{B} = 0.02824 \left(\frac{C^2}{19.616} + \frac{569}{n} \right) - 0.06104, \text{ " } \frac{1}{m} = \frac{1}{8},$$

für Personenzüge:

$$\frac{1}{B} = 0.01881 \left(\frac{C^2}{19.616} + \frac{569}{n} \right) - 0.03705, \text{ " } \frac{1}{m} = \frac{1}{6},$$

$$\frac{1}{B} = 0.02508 \left(\frac{C^2}{19.616} + \frac{569}{n} \right) - 0.04940, \text{ " } \frac{1}{m} = \frac{1}{8},$$

für gemischte Züge:

$$\frac{1}{B} = 0.01763 \left(\frac{C^2}{19.616} + \frac{569}{n} \right) - 0.03499, \text{ " } \frac{1}{m} = \frac{1}{6},$$

$$\frac{1}{B} = 0.02381 \left(\frac{C^2}{19.616} + \frac{569}{n} \right) - 0.04665, \text{ " } \frac{1}{m} = \frac{1}{8},$$

für Lastzüge von 3500^m Ctr. Belastung:

$$\frac{1}{B} = 0.01732 \left(\frac{C^2}{19.616} + \frac{569}{n} \right) - 0.03679, \text{ " } \frac{1}{m} = \frac{1}{6},$$

$$\frac{1}{B} = 0.02309 \left(\frac{C^2}{19.616} + \frac{569}{n} \right) - 0.04905, \text{ " } \frac{1}{m} = \frac{1}{8},$$

für Lastzüge von 7500^m Ctr. Belastung:

$$\frac{1}{B} = 0.01654 \left(\frac{C^2}{19.616} + \frac{569}{n} \right) - 0.02900, \text{ " } \frac{1}{m} = \frac{1}{6},$$

$$\frac{1}{B} = 0.02206 \left(\frac{C^2}{19.616} + \frac{569}{n} \right) - 0.03867, \text{ " } \frac{1}{m} = \frac{1}{8},$$

ferner aus der Formel I für $S = s + 190$

$$XII) \dots s = \frac{\left(\frac{V^2 - C^2}{4g} \right) \frac{Q}{A} - 190}{I - \frac{(T+Z)}{A} \frac{1}{B.m}}$$

und für $V = 0$

$$XIII) \dots s = \frac{\frac{C^2}{4g} \cdot \frac{Q}{A} + 190}{\frac{(T+Z)}{A} \cdot \frac{1}{B.m} - 1}$$

wo $A = \frac{Q}{n} - \frac{M}{r} - \frac{(T+Z)}{r}$ bedeutet. Substituirt man für C (in Meter), $S, \frac{1}{n}$ die Werthe, wie selbe in der nachstehenden Tabelle angeführt erschienen, so ergeben sich für das Bremsverhältniss $\left(\frac{1}{B} \right)$ die darin angesetzten Zahlen.

Demnach müsste, um die Züge unter obigen Bedingungen auf bezeichneten Gefällen mit angegebener Geschwindigkeit befördern zu können, der Wagenpark der Art beschaffen sein, dass das Bruttogewicht auf bremsfähigen Achsen im Vergleiche zu dem Gesamt-Bruttogewicht sich bei den Courierzügen

für günstige Witterung wie $\frac{1}{2.03}$,

für weniger günstige Witterung wie $\frac{1}{1.52}$,

bei den Personenzügen für günstige Witterung wie $\frac{1}{2.61}$,

für weniger günstige Witterung wie $\frac{1}{1.96}$

Tabelle

über die bei den Zügen nothwendigen Bremsen

Im Gefälle $\frac{1}{n}$	Courierzüge $Z = 750^m$ Ctr.				Personenzüge $Z = 1500^m$ Ctr.				Gemischte Züge $Z = 2500^m$ Ctr.				Lastzüge											
	Geschwindigkeit in Kilometer pro Stunde	Anzuhalten auf d. Distanz (s) in Mtr.	Dazu nöthige Bremsen $\frac{1}{B}$		Geschwindigkeit in Kilometer pro Stunde	Anzuhalten auf d. Distanz (s) in Mtr.	Dazu nöthige Bremsen $\frac{1}{B}$		Geschwindigkeit in Kilometer pro Stunde	Anzuhalten auf d. Distanz (s) in Mtr.	Dazu nöthige Bremsen $\frac{1}{B}$		Geschwindigkeit in Kilometer pro Stunde	Anzuhalten auf d. Distanz (s) in Mtr.	$Z = 3500^m$ Ctr.				$Z = 7500^m$ Ctr.					
			$\frac{1}{m} = \frac{1}{6}$				$\frac{1}{m} = \frac{1}{8}$				$\frac{1}{m} = \frac{1}{6}$				$\frac{1}{m} = \frac{1}{8}$		$\frac{1}{m} = \frac{1}{6}$		$\frac{1}{m} = \frac{1}{8}$		$\frac{1}{m} = \frac{1}{6}$		$\frac{1}{m} = \frac{1}{8}$	
			für	für			für	für			für	für			für	für	für	für	für	für	für	für	für	für
1 : 80	76·239	379	$\frac{1}{2\cdot31}$	$\frac{1}{1\cdot73}$	60·308	379	$\frac{1}{4\cdot25}$	$\frac{1}{3\cdot19}$	45·516	379	$\frac{1}{9\cdot08}$	$\frac{1}{6\cdot81}$	37·550	379	$\frac{1}{15\cdot20}$	$\frac{1}{11\cdot40}$	37·550	739	$\frac{1}{15\cdot69}$	$\frac{1}{11\cdot77}$				
1 : 1000	"	"	$\frac{1}{2\cdot24}$	$\frac{1}{1\cdot68}$	"	"	$\frac{1}{4\cdot08}$	$\frac{1}{3\cdot06}$	"	"	$\frac{1}{8\cdot31}$	$\frac{1}{6\cdot23}$	"	"	$\frac{1}{13\cdot25}$	$\frac{1}{9\cdot94}$	"	"	$\frac{1}{13\cdot68}$	$\frac{1}{10\cdot26}$				
1 : 500	"	"	$\frac{1}{2\cdot08}$	$\frac{1}{1\cdot64}$	"	"	$\frac{1}{3\cdot91}$	$\frac{1}{2\cdot93}$	"	"	$\frac{1}{7\cdot66}$	$\frac{1}{5\cdot75}$	"	"	$\frac{1}{11\cdot72}$	$\frac{1}{8\cdot79}$	"	"	$\frac{1}{12\cdot14}$	$\frac{1}{9\cdot11}$				
1 : 400	"	"	$\frac{1}{2\cdot16}$	$\frac{1}{1\cdot62}$	"	"	$\frac{1}{3\cdot83}$	$\frac{1}{2\cdot87}$	"	"	$\frac{1}{7\cdot15}$	$\frac{1}{5\cdot36}$	"	"	$\frac{1}{11\cdot08}$	$\frac{1}{8\cdot31}$	"	"	$\frac{1}{11\cdot49}$	$\frac{1}{8\cdot62}$				
1 : 300	"	"	$\frac{1}{2\cdot12}$	$\frac{1}{1\cdot59}$	"	"	$\frac{1}{3\cdot71}$	$\frac{1}{2\cdot78}$	"	"	$\frac{1}{6\cdot95}$	$\frac{1}{5\cdot21}$	"	"	$\frac{1}{10\cdot16}$	$\frac{1}{7\cdot62}$	"	"	$\frac{1}{10\cdot55}$	$\frac{1}{7\cdot91}$				
1 : 250	"	"	$\frac{1}{2\cdot07}$	$\frac{1}{1\cdot56}$	"	"	$\frac{1}{3\cdot61}$	$\frac{1}{2\cdot71}$	"	"	$\frac{1}{6\cdot63}$	$\frac{1}{4\cdot97}$	"	"	$\frac{1}{9\cdot52}$	$\frac{1}{7\cdot14}$	"	"	$\frac{1}{9\cdot89}$	$\frac{1}{7\cdot42}$				
1 : 200	"	"	$\frac{1}{2\cdot03}$	$\frac{1}{1\cdot52}$	"	"	$\frac{1}{3\cdot46}$	$\frac{1}{2\cdot60}$	"	"	$\frac{1}{6\cdot21}$	$\frac{1}{4\cdot66}$	"	"	$\frac{1}{8\cdot71}$	$\frac{1}{6\cdot53}$	"	"	$\frac{1}{9\cdot05}$	$\frac{1}{6\cdot79}$				
1 : 175	71·687	"	$\frac{1}{2\cdot20}$	$\frac{1}{1\cdot65}$	56·895	"	$\frac{1}{3\cdot80}$	$\frac{1}{2\cdot85}$	42·102	"	$\frac{1}{6\cdot91}$	$\frac{1}{5\cdot18}$	34·137	"	$\frac{1}{9\cdot69}$	$\frac{1}{7\cdot27}$	34·137	"	$\frac{1}{10\cdot05}$	$\frac{1}{7\cdot54}$				
1 : 150	"	"	$\frac{1}{2\cdot04}$	$\frac{1}{1\cdot61}$	"	"	$\frac{1}{3\cdot66}$	$\frac{1}{2\cdot75}$	"	"	$\frac{1}{6\cdot46}$	$\frac{1}{4\cdot85}$	"	"	$\frac{1}{8\cdot87}$	$\frac{1}{6\cdot65}$	"	"	$\frac{1}{9\cdot24}$	$\frac{1}{6\cdot93}$				
1 : 125	68·274	"	$\frac{1}{2\cdot28}$	$\frac{1}{1\cdot71}$	"	"	$\frac{1}{3\cdot48}$	$\frac{1}{2\cdot61}$	"	"	$\frac{1}{5\cdot96}$	$\frac{1}{4\cdot47}$	"	"	$\frac{1}{7\cdot95}$	$\frac{1}{5\cdot96}$	"	"	$\frac{1}{8\cdot28}$	$\frac{1}{6\cdot21}$				
1 : 100	64·683	"	$\frac{1}{2\cdot36}$	$\frac{1}{2\cdot36}$	53·481	"	$\frac{1}{3\cdot60}$	$\frac{1}{2\cdot70}$	37·500	"	$\frac{1}{5\cdot97}$	$\frac{1}{4\cdot49}$	30·723	"	$\frac{1}{8\cdot08}$	$\frac{1}{6\cdot04}$	30·723	"	$\frac{1}{8\cdot03}$	$\frac{1}{6\cdot05}$				
1 : 75	60·308	"	$\frac{1}{2\cdot37}$	$\frac{1}{1\cdot78}$	48·929	"	$\frac{1}{3\cdot52}$	$\frac{1}{2\cdot64}$	"	"	$\frac{1}{4\cdot97}$	$\frac{1}{3\cdot73}$	"	"	$\frac{1}{6\cdot19}$	$\frac{1}{4\cdot64}$	"	"	$\frac{1}{6\cdot46}$	$\frac{1}{4\cdot85}$				
1 : 60	56·895	"	$\frac{1}{2\cdot36}$	$\frac{1}{1\cdot77}$	45·516	"	$\frac{1}{3\cdot40}$	$\frac{1}{2\cdot55}$	34·137	"	$\frac{1}{5\cdot12}$	$\frac{1}{3\cdot84}$	26·171	"	$\frac{1}{5\cdot57}$	$\frac{1}{4\cdot18}$	26·171	"	$\frac{1}{5\cdot83}$	$\frac{1}{4\cdot37}$				
1 : 50	53·481	"	$\frac{1}{2\cdot33}$	$\frac{1}{1\cdot75}$	"	"	$\frac{1}{3\cdot04}$	$\frac{1}{2\cdot28}$	30·723	"	$\frac{1}{4\cdot31}$	$\frac{1}{3\cdot23}$	22·758	"	$\frac{1}{5\cdot00}$	$\frac{1}{3\cdot75}$	22·758	"	$\frac{1}{5\cdot27}$	$\frac{1}{3\cdot93}$				
1 : 40	48·929	"	$\frac{1}{2\cdot19}$	$\frac{1}{1\cdot64}$	"	"	$\frac{1}{2\cdot61}$	$\frac{1}{1\cdot96}$	"	"	$\frac{1}{2\cdot79}$	$\frac{1}{2\cdot09}$	"	"	$\frac{1}{4\cdot01}$	$\frac{1}{3\cdot01}$	"	"	$\frac{1}{4\cdot21}$	$\frac{1}{3\cdot16}$				
1 : 40	45·516	474	$\frac{1}{2\cdot00}$	$\frac{1}{2\cdot00}$	41·723	485	$\frac{1}{2\cdot50}$	$\frac{1}{2\cdot50}$	30·344	506	$\frac{1}{3\cdot00}$	$\frac{1}{3\cdot00}$	22·758	892	$\frac{1}{4\cdot00}$	$\frac{1}{4\cdot00}$	22·758	778	$\frac{1}{4\cdot00}$	$\frac{1}{4\cdot00}$				
1 : 40	"	295	$\frac{1}{2\cdot00}$	—	"	296	$\frac{1}{2\cdot50}$	—	"	208	$\frac{1}{3\cdot00}$	—	"	375	$\frac{1}{4\cdot00}$	—	"	347	$\frac{1}{4\cdot00}$	—				

verhielte, unter der Voraussetzung, dass die Wagengarnitur, beziehungsweise das Bremsenverhältniss auf sämtlichen bezeichneten Neigungen unverändert bleibt, oder mit anderen Worten, dass die Courier- und Personenzüge auf ihrer ganzen Route dieselben bleiben.

Aus der Tabelle ist auch zu ersehen, dass bei Lastzügen mit gleichen Geschwindigkeiten und verschiedenen Belastungen letztere auf das nothwendige Bremsenverhältniss keinen wesentlichen Einfluss haben, indem dasselbe bei 3500^m Ctr. Belastung nahezu dasselbe ist wie bei 7500^m Ctr. Bruttolast.

18. Steht jedoch dem Betriebe ein Wagenpark zur Verfügung, womit bei den Courier- und Personenzügen $\frac{1}{2}$, bei den gemischten Zügen $\frac{1}{3}$, bei den Lastzügen $\frac{1}{4}$ des Bruttogewichtes gebremst werden kann, so erscheint es

nothwendig, die Geschwindigkeit für die Courierzüge zu berechnen, und für die Personen-, gemischten und Lastzüge nicht höher anzunehmen, als in der Tabelle Punct 3 ausgewiesen erscheint.

19. Die Einhaltung, beziehungsweise Nichtüberschreitung der auf diese Weise fixirten Fahrzeiten muss besonders auf Gebirgsbahnen genau beobachtet werden.

Denke man sich, ein Lastzug von 3500^m Ctr. Bruttolast, wovon $\frac{1}{4}$ auf bremsfähigen Achsen ruht, und der auf einer Strecke im Gefälle von 1 : 40 mit 19^{km} Geschwindigkeit pro Stunde zu verkehren hat, geräth bei sehr ungünstiger Witterung, wenn die Schienen glatt sind ($\frac{1}{m} = \frac{1}{10}$), aus Versehen des Personals in eine Geschwindigkeit von 45^{km} pro Stunde = $12\cdot5^m$ pro Secunde, so wird nach der Formel

$$\text{XIV). } S = \left(\frac{C^2 - V^2}{4g} \right) \frac{Q}{\left[\frac{M}{r} + (T+Z) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{m \cdot B} \right) - \frac{Q}{n} \right]}$$

welche sich aus der Formel I für $S = s$ ergibt, wenn $\frac{1}{m} = \frac{1}{10}$, $\frac{1}{B} = \frac{1}{4}$, $M, \frac{1}{r}, \frac{1}{r}$, T eben so wie in Punct 17 angenommen wird,

$$S = 5497^m.$$

Demnach wird der Zug erst nach Zurücklegung einer Strecke von 5496^m von dem Punct an, wo die Bremsen fest angezogen worden sind, die normale Geschwindigkeit von 19^{km} pro Stunde annehmen.

Aus obiger Formel folgt für das Anhalten $V = 0$

$$\text{XV). } \dots S = \frac{C^2}{4g} \cdot \frac{Q}{\left[\frac{M}{r} + (T+Z) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{mB} \right) - \frac{Q}{n} \right]}$$

und für die vorstehenden Werthe

$$S = 6689^m,$$

das heisst, der Zug würde nach Zurücklegung einer Strecke von 6689^m zum Stehen gebracht. Befände sich innerhalb derselben ein Hinderniss, so würde durch das Bremsen allein ein Zusammenstoss nicht zu verhüten sein.

Wird Sand auf die Schienen gestreut, und dadurch

$\frac{1}{m} = \frac{1}{8}$, $\frac{1}{r} = \frac{1}{300}$ gemacht, so nach der Formel XIV

$$S = 892^m$$

nach der Formel XV

$$S = 1086^k.$$

Wird Sand auf die Schienen gestreut und mit Contradampf gefahren, wofür $\frac{M}{r}$ in $\dots \frac{M}{r} + \frac{D}{m}$ übergeht, so für

$$\frac{M}{r} + \frac{D}{m} = \frac{350}{125} + \frac{350}{8}$$

nach der Formel XIV

$$S = 363^m$$

nach der Formel XV

$$S = 441^m$$

Wird kein Sand auf die Schienen gestreut und Contradampf gegeben, so $\frac{1}{m} = \frac{1}{10}$, $\frac{1}{r} = \frac{1}{350}$, und nach der Formel XIV

$$S = 669^m,$$

nach der Formel XV

$$S = 815^m.$$

Demnach würde die Geschwindigkeit von 45^{km} pro Stunde auf die normale von 19^{km} nach Zurücklegung einer Distanz von 892^m im zweiten, von 363^m im dritten, von 669^m im vierten Falle eintreten, und der Zug würde zum Stehen gebracht nach Zurücklegung einer Strecke von 1086^m im zweiten, von 441^m im dritten, und von 815^m im vierten Falle.

Nähert sich der Zug in bezeichneter Strecke von

$\frac{1}{40}$ Fall einer Station, welche horizontal ist, mit der Geschwindigkeit von 45^{km} pro Stunde, und werden in einem Punct, welcher 569^m (S) vor dem Einfahrtswechsel liegt, die Bremsen vollends angezogen, so ist, wenn kein Sand gestreut wird, daher für $\frac{1}{m} = \frac{1}{10}$ nach der Formel

$$V = \sqrt{C^2 + \frac{4gS}{Q} \left[\frac{Q}{n} - \frac{M}{r} - (T+Z) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{B \cdot m} \right) \right]}$$

welche sich aus der Formel I für $S = s$ ergibt,

$$V = 11 \cdot 91^m,$$

das heisst, der Zug wird bei dem Einfahrtswechsel mit 11·91^m pro Secunde oder 43^{km} pro Stunde Geschwindigkeit ankommen, und nach der Formel XV für

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{\infty}, V = 0, C = 11 \cdot 9^m$$

$$S' = 276^m$$

nach Zurücklegung einer Distanz von 276^m innerhalb der Station zum Stehen gebracht.

Nimmt man in dem vorangeführten Beispiele an, dass der Zug mit 45^{km} pro Stunde Geschwindigkeit in einen Bogen von 284^m Radius einfährt, so werden die der Bewegung sich entgegengesetzten Widerstände um $\frac{P}{m} \cdot \frac{a}{R}$, beziehungsweise um $\frac{Z}{n} \cdot \frac{1}{m} \cdot \frac{a}{R}$ sich vermehren, daher für

$a = 3 \cdot 793^m$ nach der Formel XIV

$$S = \left(\frac{C^2 - V^2}{4g} \right) \cdot \frac{Q}{\left[\frac{M}{r} + (T+Z) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{mB} \right) + \frac{Z}{n \cdot m} \cdot \frac{a}{R} - \frac{Q}{n} \right]}$$

$$S = 7364^m,$$

und für $V = 0$

$$S = 6589^m.$$

Der Zug übergeht in dem Bogen von 284^m Radius nach Zurücklegung einer Strecke von 6589^m von dem Moment an als die Bremsen vollständig angezogen worden sind, aus der Geschwindigkeit von 45^{km} in jene von 19^{km} pro Stunde und wird nach dem Durchfahren von 6589^m gänzlich zum Anhalten gebracht, während nach obigem Beispiel 5496^m, beziehungsweise 6689^m dazu nothwendig waren.

20. Zur Erhöhung der Sicherheit beim Befahren von Strecken mit starkem Gefälle ist daher bei ungünstigen Witterungsverhältnissen, welche den Reibungswiderstand zwischen Rad und Schiene verringern, nothwendig, dass Mittel angewendet werden, welche zur Vergrößerung des letzteren beitragen. Gewöhnlich werden die Schienen durch das Streckenpersonal oder von der Locomotive aus mit Sand bestreut. Wünschenswerth erscheint es, diese Arbeit durch jenes vornehmen zu lassen und die Manipulation derart zu vervollkommen oder zu vereinfachen, damit das Vertheilen des Sandes möglichst rasch und gleichmässig vor sich gehe. Die Sandstreu-Apparate der Locomotiven, welche mehr oder weniger unvollkommen sind, sollten nur ausnahmsweise auf einzelnen Bahnstellen, welche auf andere Weise nicht mit Sand versehen wurden, oder auf Wegübersetzungen in Wirksamkeit kommen, und dürfte wohl kaum rätlich sein, sich auf dieselben allein für lange Strecken zu verlassen.

Bei der Thalfahrt ist die richtige Handhabung der Bremsen von besonderer Wichtigkeit und liegt vor Allem daran, die vorgeschriebene normale Geschwindigkeit gleichmässig einzuhalten, und in keiner Weise zu überschreiten, da, wie aus dem vorangeführten Beispiele ersichtlich, eine erhöhte Geschwindigkeit bei ungünstigen Witterungsverhältnissen sehr schwer zu mässigen, und eine bedeutende

Verminderung derselben erst nach Zurücklegung einer sehr langen Strecke zu erreichen ist.

Die Regelung und Einhaltung der richtigen Fahrgeschwindigkeit obliegt vor Allem dem Locomotivführer, und soll derselbe, sobald er merkt, dass der Zug eine grössere als die vorgeschriebene Fahrgeschwindigkeit anzunehmen beginnt, sogleich das Signal „die Bremsen mehr anziehen“, welches gewöhnlich durch einen ganz kurzen Pfiff mit der Dampfpeife (Tupfer) hörbar gemacht wird, geben. Das Signal „Bremsen fest“, kurze wiederholte Piffe (§. 46 der Signalisierungsvorschrift*) wäre dann mit Vortheil anzuwenden, wenn der Zug factisch angehalten werden soll.

Lange und schwere Züge während der Thalfahrt bei angezogenen Bremsen mit Dampf zu befördern in der Absicht, um eine gleichmässige vom Bremspersonal unabhängige Geschwindigkeit einzuhalten, und im Bedarfsfalle rasch anhalten zu können, dürfte kaum rätlich erscheinen.

Entfernung der Stationsdeckungs-Signale von den Stationen.

21. Die Stationsdeckungs-Signale zeigen allerdings durch ihre Stellung an, ob die Einfahrt der Züge in die Stationen erlaubt oder verboten ist; dieselben werden erfahrungsgemäss von dem Zugs- und Maschinenpersonal als die Bezeichnung derjenigen Bahnstelle angesehen, von welcher ab die Geschwindigkeit bei der Annäherung der Züge an die Station zu mässigen ist, weshalb in der Regel die Fahrt bis zum Stationsdeckungs-Signal mit der normalen Geschwindigkeit vor sich geht, bei diesem jedoch das Bremssignal gegeben, und weitere Disposition zum Anhalten oder zum langsameren Durchfahren des Zuges in der Station getroffen wird.

Bei ungünstiger Situirung des Stationsdeckungs-Signals, beispielsweise in Felseneinschnitten, welche in einem Bogen liegen, ferner bei Nebel, Sturm und Schneegestöber, wenn nicht nur durch den Schnee, sondern auch durch den niedergeschlagenen Rauch der Locomotive die Aussicht behindert ist, wird das Distanzsignal erst in der unmittelbaren Nähe bemerkbar. Demzufolge soll dasselbe derart situiert sein, damit der Punct der Bahn, von welchem dasselbe bei der Annäherung des Zuges gegen die Station unter den ungünstigsten Umständen zuerst mit Sicherheit wahrgenommen werden kann, sich so weit von der Station befinde, damit der Zug mit Rücksicht auf die Neigung der Bahn, bei der vorgeschriebenen Geschwindigkeit und bei dem vorhandenen Bremsenverhältniss rechtzeitig zum Stehen gebracht werden kann, wenn das Stationsdeckungs-Signal auf Halt gestellt ist.

Bei Stationen, wo vor der Ankunft der Züge an dem Einfahrtswechsel Verschiebungen vorgenommen werden müssen, erscheint es nothwendig, die Entfernung des Stationsdeckungs-Signals mit Rücksicht auf diesen Umstand zu vergrössern.

Die Entfernung des Haltsignals, welches dem Zuge in der offenen Strecke vor einem Hinderniss als Deckung

gegeben wird, soll mit Rücksicht auf den Umstand, dass durch dessen Vorkommen das Dienstpersonal beim Zuge unverhofft überrascht wird, und dieses nicht immer in der Lage ist, alle Bremsen unverzüglich zu handhaben, weshalb in der Wirkung derselben eine Verzögerung eintreten kann, ebenfalls grösser angenommen werden.

22. Wird das Haltsignal einem in der Bergfahrt begriffenen Zuge gegeben, so wird die Distanz, innerhalb welcher derselbe zum Stehen gebracht wird, eine viel kürzere sein, als eine solche bei der Thalfahrt, weil die Geschwindigkeit desselben nicht nur durch die hemmende Wirkung der Bremsen, sondern auch durch das relative eigene Gewicht verzögert wird.

Für diesen Fall ergibt sich aus der Formel XV, indem $+\frac{1}{n}$ in $-\frac{1}{n}$ übergeht.

$$\text{XVI) } \dots S = \frac{c^2}{4g} \frac{Q}{\left[\frac{M}{r} + \frac{Q}{n} + (T + Z) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{B \cdot m} \right) \right]}$$

hieraus folgt, wenn für $T, Z, M, \frac{1}{r}, \frac{1}{r}$ dieselben Werthe wie in Punct 17 angenommen werden, für $\frac{1}{m} = \frac{1}{8}$

für Courierzüge:

$$S = \frac{c^2}{0.9949 + \frac{19.616'}{n}}$$

für Personenzüge:

$$S = \frac{c^2}{0.7552 + \frac{19.616'}{n}}$$

für gemischte und Lastzüge:

$$S = \frac{c^2}{19.616 \left[\frac{2.8}{575 + Z} + \frac{(225 + Z)}{(575 + Z)} \left(0.0029 + \frac{1}{8B} \right) + \frac{1}{n} \right]}$$

Substituirt man für $c, \frac{1}{n}, \frac{1}{B}, Z$, die Werthe, wie selbe in der nachstehenden Tabelle (Pag. 33) enthalten sind, so ergeben sich für S die in derselben Zusammenstellung enthaltenen Zahlen.

Aus dieser Tabelle, sowie aus jener in Punct 17 ist zu sehen, dass die zum Anhalten des Zuges nöthige Distanz wesentlich von der Grösse der zu passirenden Neigung der Bahn abhängig ist, dass dieselbe mit der Steigerung der letzteren bei der Thalfahrt zunimmt, bei der Bergfahrt abnimmt, wenn die Geschwindigkeit unverändert bleibt, und dass daher die Entfernung eines für die Richtung der Fahrt in der Steigung situirten Stationsdeckungs-Signals von der Station geringer sein kann, als die eines im Gefälle sich befindlichen. Dieselbe ergibt sich, wenn zu der in der Tabelle zum Anhalten berechneten Distanz jene Länge zugeschlagen wird, welche die über die Einfahrtswechsel verschiebenden Züge in Anspruch nehmen.

Diese Verlängerung erscheint auch mit Rücksicht auf den Umstand, dass die Bremsen nicht immer präcise gehandhabt werden, wünschenswerth; denn stellt man sich beispielsweise vor, ein durch die Daten der nachstehenden Tabelle bezeichneter gemischter Zug würde bei der An-

*) Vorschrift über die Signalisirung auf den Eisenbahnen der im Reichsrathe vertretenen Königreiche und Länder. Wien 1872.

Tabelle

über die zum Anhalten der Züge nothwendigen Distanzen.

Auf der Steigung $\left(\frac{1}{n}\right)$	Courierzüge				Personenzüge				Gemischte Züge				Lastzüge			
	Belastung in Meter-Ctr.	Geschwindigkeit in Kilometer	Bremsverhältniss $\left(\frac{1}{B}\right)$	Distanz zum Anhalten (\varnothing) in Meter	Belastung in Meter-Ctr.	Geschwindigkeit in Kilometer	Bremsverhältniss $\left(\frac{1}{B}\right)$	Distanz zum Anhalten (\varnothing) in Meter	Belastung in Meter-Ctr.	Geschwindigkeit in Kilometer	Bremsverhältniss $\left(\frac{1}{B}\right)$	Distanz zum Anhalten (\varnothing) in Meter	Belastung in Meter-Ctr.	Geschwindigkeit in Kilometer	Bremsverhältniss $\left(\frac{1}{B}\right)$	Distanz zum Anhalten (\varnothing) in Meter
1 : 8	750	72	$\frac{1}{2}$	378	1500	61	$\frac{1}{3}$	379	6000	38	$\frac{1}{8}$	319	7500	28	$\frac{1}{14}$	298
1 : 1000	"	68	"	351	"	57	"	322	5500	"	$\frac{1}{7}$	271	7000	"	$\frac{1}{12}$	222
1 : 500	"	65	"	315	"	55	"	294	5000	"	$\frac{1}{7}$	260	6000	"	$\frac{1}{11}$	194
1 : 400	"	63	"	291	"	52	"	259	4750	"	$\frac{1}{6}$	233	5500	"	$\frac{1}{10}$	178
1 : 300	"	60	"	261	"	50	"	235	4500	"	$\frac{1}{6}$	220	5000	"	$\frac{1}{9}$	159
1 : 250	"	58	"	241	"	49	"	222	4250	"	$\frac{1}{6}$	215	4750	"	$\frac{1}{9}$	154
1 : 200	"	57	"	229	"	48	"	209	4000	"	$\frac{1}{6}$	208	4500	"	$\frac{1}{8}$	137
1 : 175	"	55	"	210	"	44	"	172	3500	"	$\frac{1}{6}$	203	4000	"	$\frac{1}{8}$	133
1 : 150	"	52	"	185	"	41	"	147	3000	"	$\frac{1}{6}$	198	3750	"	$\frac{1}{8}$	124
1 : 125	"	49	"	168	"	38	"	122	2500	"	$\frac{1}{5}$	170	3500	22	$\frac{1}{7}$	69
1 : 100	"	45	"	131	"	34	"	94	2500	23	$\frac{1}{5}$	59	3500	17	$\frac{1}{7}$	38
1 : 75	"	40	"	98	1250	31	"	72	2250	20	$\frac{1}{4}$	36	2500	15	$\frac{1}{6}$	25
1 : 60	"	34	"	67	1150	27	"	52	1750	18	$\frac{1}{4}$	27	2000	13	$\frac{1}{5}$	16
1 : 50	"	28	"	44	1000	24	"	39	1500	16	$\frac{1}{3}$	18	1750	11	$\frac{1}{4}$	10
1 : 40	"	24	"	30	900	23	"	33	1250	14	$\frac{1}{3}$	10	1600	10	$\frac{1}{4}$	7

näherung gegen die Station auf der Steigung 1:100 nicht durch das Bremsen, sondern durch das Absperrn des Dampfes allein zum Stehen gebracht, so würde nach der

Formel XVI für $\frac{1}{B} = 0$

$$S = \frac{C^2}{4g} \left[\frac{Q}{\frac{M}{r} + \frac{Q}{n} + \frac{(T+Z)}{r}} \right]$$

wenn $Z = 2500$, $Q = 3075$, $\frac{1}{n} = \frac{1}{100}$, $T = 225$,
 $M = 350$ $C = 23^{\text{km}}$ pro Stunde oder $6:39^{\text{m}}$ pro Secunde
 $S = 156^{\text{m}}$,

eine Distanz von 156^{m} dazu nothwendig sein, während bei der Anwendung der Bremsen, allerdings bei abgesperrtem Dampf, dazu laut Tabelle nur 59^{m} nothwendig wären.

Mit Rücksicht auf die leichtere Bedienung, Ueberwachung und Erhaltung des Stationsdeckungs-Signals erscheint es wünschenswerth, die Entfernung desselben von der Station möglichst kurz zu machen, und spricht für eine derartige Situirung auch der Umstand, dass im Falle des Versagens und des dadurch erfolgten, jedoch von der Station nicht beabsichtigten Anhaltens des Zuges eine

leichtere und schnellere Verständigung des Zugspersonals thunlich ist.

Bemerkung über das Nachfahren der Züge.

23. Auf Strecken, wo die Geschwindigkeiten der Züge sehr gering, und die Entfernungen der Bahnwächterposten gross sind, wird es zweckmässig sein, für das Nachfahren der Züge von gleicher Geschwindigkeit ein Zeitintervall zu bestimmen, welches grösser ist, als die grösste Fahrzeit, welche zwischen zwei Wächterposten vorkommt, damit innerhalb einer und derselben Wächterstrecke nicht gleichzeitig zwei Züge verkehren und der vorangehende, wenn aus irgend einem Grunde eine Verzögerung der Fahrt bei demselben eintritt, nicht durch einen nachfolgenden eingeholt werden kann, ohne dass der Bahnwächter in der Lage ist, demselben das nöthige Signal zu geben.

Sei beispielsweise die vorgeschriebene Geschwindigkeit des Zuges auf einer Strecke in starker Steigung mit 9^{km} pro Stunde, die Entfernung zweier Wächterposten von einander 2300^{m} , so wird die Fahrzeit von einem zum anderen $15\frac{1}{3}$ Minuten betragen, weshalb das Nachfahren in einem grösseren als diesem Zeitintervall stattzufinden hätte.

Vollkommene Sicherheit gegen das Einholen bei nacheinander folgenden Zügen wäre allerdings durch eine Art Blocksystem erst dann erreicht, wenn der nachfahrende Zug bei einem Wächterhause nicht früher abgelassen würde, so lange der vorausgehende das nächste Wächterhaus nicht passirt hat.

Jedenfalls ist bei angedeuteten Verhältnissen ein Zeitintervall von 10 Minuten für die Abfahrt eines nachfolgenden Zuges bedenklich.

Resumé

24. a) Die Geschwindigkeit der Züge soll mit Rücksicht auf die Niveau- und Richtungsverhältnisse der Bahn, auf die Beschaffenheit der Betriebsmittel und auf die Zahl der disponiblen Bremsen bestimmt werden.
- b) Ist umgekehrt die Geschwindigkeit der Züge für eine Bahn mit bestimmten Niveau- und Richtungsverhältnissen gegeben, so sollen die Betriebsmittel hinsichtlich deren Construction und der Anzahl der Bremsen darnach gerichtet werden.
- c) Eine Erhöhung der Zugbelastung gegen die normale erscheint nur dann zulässig, wenn letztere nicht nach der bei den Fahrten mit Probelastungen erreichten höchsten Leistung fixirt, sondern in einer der Erfahrung angemessenen Weise niedriger angenommen worden ist.
- d) Eine Reducirung der Normalbelastung erscheint bei ungünstigen Temperatur- und Witterungsverhältnissen geboten; dieselbe ist ferner von den Richtungsverhältnissen der Bahn, von der Achsenentfernung der Wagen, von dem Verhältniss zwischen dem Brutto- und Taragewichte des Zuges, sowie auch von dem Umstand abhängig, ob der Zug mit oder ohne Vorspann befördert wird. Im vorliegenden Falle würde die Reducirung für leere Züge ohne Vorspann bei Wagen mit $9' = 2.845^m$ Achsenentfernung 9%, bei Wagen mit $12' = 3.793^m$ Radstand 12%, für leere Züge mit Vorspann bei Wagen mit 2.845^m Achsenentfernung 16%, und bei Wagen mit 3.793^m Radstand 20% der Normallast betragen.
- e) Diese Reducirung würde sich vermindern oder entfallen, wenn die Neigung der Bahn in Beziehung zur Richtung derselben derart angelegt wäre, dass sie in den Bögen im Verhältnisse der Abnahme der Radien in entsprechender Weise verringert würde.
- f) Die Situirung der Stationsdeckungs-Signale, beziehungsweise die Entfernung derselben von den Stationen soll mit Rücksicht auf die Richtungs- und Niveauverhältnisse der Bahn, auf die Geschwindigkeit und das gebremste Brutto der Züge derart bestimmt werden, dass der Zug von demjenigen Punct der Bahn an, von welchem das Distanzsignal zuerst unter allen Umständen ganz verlässlich gesehen werden kann, im Falle der Haltestellung vor dem vorhandenen Hinderniss anstandslos zum Halten gebracht werden kann. Grössere Entfernungen erschweren die Manipulation.

- g) Das Zeitintervall für das Nachfahren von Zügen mit gleicher Geschwindigkeit soll grösser sein, als die zwischen zwei Wächterposten vorkommende grösste Fahrzeit.

Ueber Geschwindigkeits-Diagramme

und deren Anwendung zur Beurtheilung der Geschwindigkeitsverhältnisse der
Werkzeug-Maschinen.

(Vortrag, gehalten in der Fachversammlung der Maschinen-Ingenieure.)

Von

Josef Pechan,

Maschinen-Ingenieur, Vorstand des technischen Bureau's der Ottakringer Eisen-
giesserei und Maschinenfabrik.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 5, 6 und 7.)

Ein wichtiger Factor der rationellen Bearbeitung der Maschinenbau-Materialien ist die Geschwindigkeit.

Die Lostrennung eines Spanes soll möglichst rasch geschehen, damit die Bearbeitung einer Fläche von bestimmten Dimensionen möglichst kurze Zeit in Anspruch nehmen.

Die Beschaffenheit der Materialien bedingt maximale Schnittgeschwindigkeiten, bei deren Ueberschreitung die schneidenden Werkzeuge nicht mehr gehörig Stand halten. Diese maximalen Schnittgeschwindigkeiten sind aber noch nicht die vortheilhaftesten, sondern sie sind nur die oberen Grenzen der zulässigen. Mit Rücksicht auf die Abnutzung des schneidenden Werkzeuges, und das damit im Zusammenhange stehende Aussehen der bearbeiteten Fläche, entspricht jedem Materiale eine bestimmte vortheilhafteste Schnittgeschwindigkeit, welche geringer ist als die vorgenannte maximale, und gewöhnlich die mittlere Schnittgeschwindigkeit heisst.

Bei rationeller Bearbeitung sollte immer diese mittlere Schnittgeschwindigkeit in Anwendung kommen können, und es sollte demnach die Werkzeugmaschine, auf welcher die Bearbeitung vorgenommen wird, so eingerichtet sein, dass sie für alle darauf zur Bearbeitung kommenden Materialien die passenden mittleren Schnittgeschwindigkeiten gibt.

Ich hatte vor zwei Jahren die Ehre, in unserer Fachversammlung über die mittleren Schnittgeschwindigkeiten bei Holzbearbeitungs-Maschinen zu sprechen, und komme hier kurz darauf zurück. Die Holzobel-Maschine arbeitet nach dem damals Gesagten am vortheilhaftesten bei einer mittleren Schnittgeschwindigkeit von 35^m pro Secunde. Man ist auch ohneweiters in der Lage, dieser Bedingung in der Maschine Genüge zu leisten, da man nur nöthig hat, von der Transmission weg eine bestimmte Uebersetzung anzubringen, welche den Messerkopf zwingt, die dem Messerkreis bei 35^m Umfangsgeschwindigkeit pro Secunde entsprechende Tourenzahl pro Minute zu machen. Nützen sich die Messer ab, so werden sie nachgeschliffen und dann wieder so eingespannt, dass der Messerkreis nicht geändert wird, wonach die Schnittgeschwindigkeit beständig dieselbe bleibt. Diese Maschine hat nur eine einzige Schnittgeschwindigkeit, und kann daher bei ihr von einem Ge-



schwindigkeits-Diagramme nicht die Rede sein. Dasselbe gilt von der damals ausführlich besprochenen Bandsäge, von der Gattersäge und bedingungsweise von der Kreissäge. Ist die Kreissäge zugleich zum Federn und Nuthen eingerichtet, so muss von der Transmission weg eine zweifache Uebersetzung angebracht werden, wovon abwechselnd die eine oder die andere in Verwendung kommt.

Hiezu sind also zwei Paare Riemenscheiben (fest und lose) von passenden Durchmessern erforderlich, es gilt aber von jedem einzelnen derselben das von der Holzhobel-Maschine Gesagte. Es arbeitet eben jedes der beiden Werkzeuge, das Kreissägeblatt wie die Fräuscheibe, mit beständiger Schnittgeschwindigkeit, falls der Messerkreis beständig derselbe bleibt.

Kommen jedoch Kreissägeblätter von verschiedenem Durchmesser auf derselben Sägespindel zur Verwendung, so erhalten dieselben wegen der constanten Tourenzahl verschiedene Umfangsgeschwindigkeiten, das ist verschiedene Schnittgeschwindigkeiten. Dies ist aber bei allen Kreissägen der Fall, da die durch das Schärfen im Durchmesser stets kleiner werdenden Sägeblätter noch lange auf derselben Säge benützt werden.

Bei den meisten Holzbearbeitungs-Maschinen ist man durch constructive Schwierigkeiten abgehalten, mit der Schnittgeschwindigkeit bis an die Grenze zu gehen, bei deren Ueberschreitung das schneidende Werkzeug nicht mehr gehörig Stand hält. Umsomehr sollte man daher streben, die erreichbare Schnittgeschwindigkeit stets zu erhalten, da die Arbeitsleistung der Maschine mit ihr nahezu im geraden Verhältnisse steht. Aus diesem Grunde sollten durch das Nachschleifen zu klein gewordene Sägeblätter nicht mehr auf derselben Maschine zur Verwendung gelangen, auf welcher sie im neuen Zustande verwendet wurden, sondern auf einer anderen, in welcher die Sägespindel eine grössere Tourenzahl pro Minute besitzt, und falls keine solche vorhanden ist, ganz ausser Verwendung gesetzt werden.

Ein klares Bild der jeweilig vorhandenen Schnittgeschwindigkeit gibt uns die graphische Darstellung. Ist D der Durchmesser des Kreissägeblattes, n die Tourenzahl der Sägespindel pro Minute, u die Umfangsgeschwindigkeit des Sägeblattes pro Secunde, also die Schnittgeschwindigkeit, so ist bekanntlich

$$u = \frac{D \pi n}{60}$$

Bei constanter Tourenzahl n ist $\left(\frac{\pi n}{60}\right)$ constant, und es stellt die Gleichung:

$$u = \left(\frac{\pi n}{60}\right) \cdot D$$

eine durch den Anfangspunct des Coordinaten-Systems (dessen Ordinaten u und Abscissen D sind) gehende gerade Linie vor, welche gegen die Achse der D unter dem durch die Gleichung

$$\text{tang } \varphi = \frac{\pi n}{60}$$

bestimmten Winkel φ geneigt ist, der um so grösser wird, je grösser n ist, und dessen Grenzen

und
 $\varphi = 0$; für $n = 0$
 $\varphi = 90^\circ$; für $n = \infty$
sind.

Diejenige Strecke dieser geraden Linie, welche den Durchmessern der in einer Kreissäge bei der Tourenzahl n verwendeten Sägeblätter entspricht, stellt das Geschwindigkeits-Diagramm dieser Kreissäge vor.

Die gerade Linie selbst aber gibt die Reihe der dieser Maschine eigenthümlichen Schnittgeschwindigkeiten an, und nennen wir sie deshalb die Geschwindigkeitsreihe.

Für eine Kreissäge, deren Spindel $n = 1000$ Touren pro Minute macht, ist

$$\text{tang } \varphi = \frac{\pi \cdot 1000}{60} = 52 \cdot 36$$

und somit

$$\varphi = 88^\circ 54' 21''$$

der Neigungswinkel der Geschwindigkeitsreihe dieser Kreissäge gegen die Achse der D

$$u = 52 \cdot 36 \cdot D \dots \dots \dots OI$$

ist die Gleichung dieser Geschwindigkeitsreihe, welche in Fig. 1, Blatt 5, graphisch dargestellt ist. Soll auf dieser Kreissäge mit einer Schnittgeschwindigkeit $u_1 = 45^m$ pro Secunde gearbeitet werden, so ergibt die Gleichung oder die Zeichnung der Geschwindigkeitsreihe OI den Durchmesser des nothwendigen Sägeblattes

$$D_1 = 0 \cdot 859^m.$$

Um die Grössen wirklich in der Zeichnung auftragen oder aus derselben entnehmen zu können, müsste man eine sehr grosse Zeichenfläche zu Gebote haben, und würden dann noch wegen der bedeutenden Grösse des Winkels φ sehr schiefe Schnitte erhalten werden. Wir zeichnen deshalb die Geschwindigkeitsreihe bei so hoher Tourenzahl n für $\frac{1}{50} n$ und messen in Zehntel der wahren Grösse, wonach die Abscissen D in $\frac{1}{10}$ die Ordinate u in $\frac{1}{500}$ und die Tangente des Winkels φ in $\frac{1}{50}$ der wahren Grösse erscheinen. In solcher Weise ergibt sich für den vorliegenden Fall die in Fig. 2, Blatt 5, gezeichnete Geschwindigkeitsreihe, in welcher der Punct M_1 mit den Coordinaten

$$O N_1 = D_1 = 0 \cdot 859^m$$

$$N_1 M_1 = u_1 = 45^m$$

beziehungsweise

$$O N_1 = D_1 = 85 \cdot 9^{mm}$$

$$N_1 M_1 = u_1 = 90^{mm}$$

markirt ist. Für ein Sägeblatt von kleinerem Durchmesser

$$D_2 = O N_2$$

ergibt die Geschwindigkeitsreihe die Schnittgeschwindigkeit

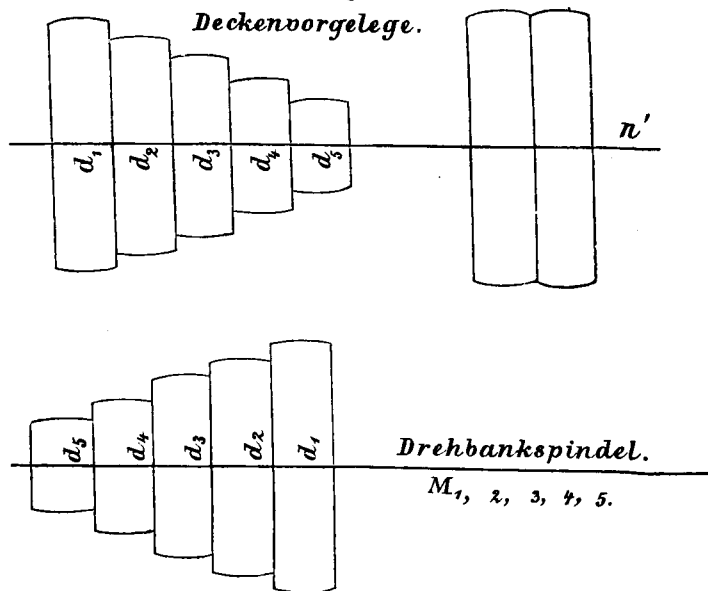
$$u_2 = N_2 M_2.$$

Ist $D_3 = O N_3$ der kleinste Durchmesser der noch in Verwendung kommenden Sägeblätter, so ist $u_3 = N_3 M_3$ die kleinste vorkommende Schnittgeschwindigkeit, und es repräsentirt die Strecke $M_1 M_3$ der Geschwindigkeitsreihe OI das Geschwindigkeits-Diagramm dieser Kreissäge.

Für den Vergleich solcher Diagramme verschiedener Maschinen müssen selbe natürlich in gleichem Maassstabe angefertigt sein, da namentlich ein anderer Maassstab für tang φ ein wesentlich anderes Bild mit sich bringt.

Wir haben den in der Kreissäge gebotenen sehr einfachen Fall benützt, um daran die Begriffe der Geschwindigkeitsreihe und des Geschwindigkeits-Diagrammes zu entwickeln, und wollen nun noch eine Holzbearbeitungs-Maschine, die Holzdrehbank, in Betracht ziehen. Während sich bei der Kreissäge ungewünschte Geschwindigkeits-Veränderungen aufgedrängt haben, sind solche bei der Holzdrehbank eine Nothwendigkeit. Es kommen darauf Stücke von sehr verschiedenem Durchmesser zum Abdrehen, welche, da sie sämtlich mit einer bestimmten passenden Schnittgeschwindigkeit behandelt werden sollen, verschiedene Tourenzahlen der Drehbankspindel pro Minute erfordern. Es befindet sich deshalb eine Stufenscheibe auf der Drehbankspindel, und eine ganz gleiche auf dem Deckenvorgelege neben einer festen und einer losen Riemenscheibe. Das Deckenvorgelege erhält eine bestimmte Tourenzahl pro Minute von der Transmission aus, wonach die Drehbankspindel eine der jeweiligen Uebersetzung der Stufen, auf welchen der Riemen die Bewegung vom Deckenvorgelege auf die Drehbankspindel überträgt, entsprechende Tourenzahl pro Minute erhält.

Fig. 3.



Hat die Stufenscheibe, wie in vorstehender Fig. 3 skizzirt, fünf Stufen, so erhält die Drehbankspindel fünf verschiedene Tourenzahlen, und diesen entsprechend fünf Geschwindigkeitsreihen. In Fig. 4, Blatt 5, sind diese Geschwindigkeitsreihen für $n' = 140$ Touren pro Minute des Deckenvorgeleges und für die Stufenübersetzungen:

$$\frac{d_1}{d_5} = \frac{347}{115}; \frac{d_2}{d_4} = \frac{289}{173}; \frac{d_3}{d_3} = \frac{231}{231};$$

$$\frac{d_4}{d_2} = \frac{173}{289}; \frac{d_5}{d_1} = \frac{115}{347};$$

also für die Tourenzahlen pro Minute:

$$n_1 = 420; n_2 = 234; n_3 = 140; n_4 = 84; n_5 = 47$$

nach den Gleichungen:

$$u = \left(\frac{\pi n_1}{60}\right) \cdot D = 22 D \dots \dots \dots \text{OI}$$

$$u = \left(\frac{\pi n_2}{60}\right) \cdot D = 12.3 D \dots \dots \dots \text{OII}$$

$$u = \left(\frac{\pi n_3}{60}\right) \cdot D = 7.3 D \dots \dots \dots \text{OIII}$$

$$u = \left(\frac{\pi n_4}{60}\right) \cdot D = 4.4 D \dots \dots \dots \text{OIV}$$

$$u = \left(\frac{\pi n_5}{60}\right) \cdot D = 2.5 D \dots \dots \dots \text{OV}$$

gezeichnet, wobei die Neigungswinkel derselben in wahrer Grösse beibehalten wurden. Der Maassstab für die Ordinaten u und Abscissen D ist hier gleich, und passend in $\frac{1}{50}$ der wahren Grösse angenommen.

Wenn die Schnittgeschwindigkeit $u_1 = 4^m$ pro Secunde nicht übersteigen soll, so ziehen wir die Gerade AB in der Entfernung $u_1 = OA = 4000^{mm}$ vom Anfangspuncte O parallel zur Achse OD . Die Schnittpuncte M_1, M_2, M_3, M_4, M_5 der fünf Geschwindigkeitsreihen mit dieser Geraden ergeben in den zugehörigen Abscissen die Durchmesser $ON_1, ON_2, ON_3, ON_4, ON_5$, welche der Reihe nach mit der Schnittgeschwindigkeit von 4^m pro Secunde abgedreht werden. Ueber diese Punkte hinaus dürfen die Geschwindigkeitsreihen jetzt nicht verwendet werden, da sie sonst eine $u_1 = 4^m$ pro Secunde übersteigende Schnittgeschwindigkeit ergeben würden.

Die Gerade AB hat eine besondere Bedeutung. Sie repräsentirt die Geschwindigkeitsreihe einer Drehbankspindel mit absolut veränderlicher Tourenzahl n pro Minute, und zwar jene für die Schnittgeschwindigkeit $u = u_1 = 4^m$ pro Secunde. Ist in der Gleichung

$$u = \frac{D \pi n}{60}$$

n absolut veränderlich, so lässt sich für jeden Durchmesser D eine Tourenzahl n finden, welche die Gleichung

$$D \cdot n = \text{Constante} = \rho^2$$

erfüllt. Hieraus ergibt sich aber

$$u = \text{Constante}$$

als Gleichung der diesbezüglichen Geschwindigkeitsreihe, das ist die Gleichung einer zur Achse OD parallelen geraden Linie, welche für

$$D \cdot n = \frac{u_1 \cdot 60}{\pi} = \rho^2$$

vom Anfangspuncte O

$$u_1 = \frac{\rho^2 \pi}{60}$$

entfernt ist, und die Gleichung

$$u = u_1 \dots \dots \dots AB$$

besitzt. Die Bedingungsgleichung

$$D n = \rho^2$$

stellt die Gleichung einer gleichseitigen Hyperbel vor, deren Coordinaten die Durchmesser D und die ihnen entsprechenden Tourenzahlen n der Drehbankspindel pro Minute sind.

Da bei der Anwendung von Stufenscheiben die Tourenzahl nicht absolut veränderlich ist, sondern nur eine bestimmte beschränkte Anzahl von Tourenzahlen vorhanden ist, so kann man nur eine bestimmte Anzahl von Durchmessern mit der verlangten Schnittgeschwindigkeit $u = u_1 = 4^m$ pro Secunde abdrehen, und diese ergeben sich aus den Schnittpuncten der Geschwindigkeitsreihe AB bei absolut veränderlicher Tourenzahl mit den den wirklich vorhan-

denen Tourenzahlen entsprechenden Geschwindigkeitsreihen, wie vorerwähnt.

Man könnte nun alle Durchmesser von $D = o$ bis $D = O N_5$ in der Geschwindigkeitsreihe OV drehen. Man müsste dies thun, wenn in der Maschine nur diese eine Geschwindigkeitsreihe vorhanden wäre. Hierbei würde die Schnittgeschwindigkeit eine veränderliche sein; sie würde für $D = o$; $u = o$ sein, und mit D nach der Gleichung

$$u = 2.5 D \dots \dots \dots OV)$$

wachsen, und bei $D = O N_5$ endlich $u = 4^m$ betragen. Nachdem aber fünf Geschwindigkeitsreihen vorhanden sind, so wird man die Reihe OV von $D = O N_5$ nur so weit nach abwärts gehend benützen, so lange die Geschwindigkeitsreihe OIV das Drehen mit der Geschwindigkeit von 4^m noch nicht gestattet. Es wird also die Geschwindigkeitsreihe OV nur von M_5 bis M_4 in Verwendung kommen müssen, da man einen Gegenstand vom Durchmesser ON_4 schon wieder in der Geschwindigkeitsreihe OIV mit der nicht zu überschreitenden Geschwindigkeit von 4^m pro Secunde drehen kann. So weiter gehend findet man, dass von der Geschwindigkeitsreihe OIV nur die Strecke $M_4 M_3$, von jener $OIII$ nur die Strecke $M_3 M_2$, von jener OII nur die Strecke $M_2 M_1$ in Verwendung kommen muss, und dass endlich alle Durchmesser von N_1 bis O in der Geschwindigkeitsreihe OI , also von M_1 bis O zu drehen sind, da ausser dieser keine mehr vorhanden ist. Somit stellt die gebrochene Linie $OM_1 M_1' M_2 M_2' M_3 M_3' M_4 M_4' M_5$ das Geschwindigkeits-Diagramm dieser Holzdrehbank vor. ON_5 ist der grösste Durchmesser, welcher auf dieser Drehbank noch mit der Schnittgeschwindigkeit $u_1 = 4^m$ pro Secunde gedreht werden kann. Die Ordinaten $N_1 M_1'$, $N_2 M_2'$, $N_3 M_3'$, $N_4 M_4'$, stellen die kleinsten Schnittgeschwindigkeiten vor, welche sich in den einzelnen Geschwindigkeitsreihen ergeben.

Wird jedoch $u_1 = 8^m$ pro Secunde als zulässige maximale Schnittgeschwindigkeit angenommen, dann hat man nur die Geschwindigkeitsreihe AB der absolut veränderlichen Tourenzahl n für die Schnittgeschwindigkeit von 8^m pro Secunde, also in der Entfernung $OA = 8^m$ zu ziehen, um dem soeben bei $OA = 4^m$ auseinandergesetzten Vorgange folgend, sofort wieder das entsprechende Geschwindigkeits-Diagramm zu erhalten. Man hat aber gar nicht nöthig, hiefür ein neues Diagramm zu zeichnen, da das für $u_1 = 4^m$ gezeichnete auch schon für $u_1 = 8^m$ gilt, sobald man nur den Maassstab für u_1 und D ändert, und statt in $\frac{1}{50}$ nunmehr in $\frac{1}{100}$ der wahren Grösse misst. Es ist daher wieder ON_5 der grösste Durchmesser, der auf dieser Drehbank mit $u_1 = 8^m$ Schnittgeschwindigkeit pro Secunde abgedreht werden kann, nur ist er diesmal in $\frac{1}{50}$ der wahren Grösse aufgetragen. Hieraus folgt aber, dass auch bei $u_1 = 8^m$ dasselbe Verhältniss der kleinsten Schnittgeschwindigkeiten zu einander und zu u_1 aufrecht bleibt, wie es für $u_1 = 4^m$ besteht; und ferner, dass das Gesetz des Geschwindigkeits-Diagrammes stets dasselbe bleibt, wohin auch immer die Gerade AB die Geschwindigkeitsreihe der absolut veränderlichen Tourenzahl gelegt werden möge. Es ändern sich dabei nur die

absoluten Grössen, die Verhältnisse derselben untereinander bleiben aber unverändert.

Man könnte auch Schmiedeisen auf dieser Drehbank abdrehen. Um zu sehen, welche Durchmesser man hievon drehen kann, und welche Schnittgeschwindigkeiten erzielt werden, zieht man die Geschwindigkeitsreihe ab der absolut veränderlichen Tourenzahl n für die maximale Schnittgeschwindigkeit $u_1 = 125^m$ pro Secunde, also in der Entfernung $Oa = 125^m$ und verfährt wie bei $u_1 = 4^m$ angegeben wurde, wonach sich das in Fig. 5, Blatt 5 gezeichnete Geschwindigkeits-Diagramm ergibt.

Wir kommen so von der Holzdrehbank auf die Eisen- und Metaldrehbank, welche ausser der Stufenscheibe noch ein ausrückbares Rädervorgelege am Spindelstocke besitzt. Ist das Rädervorgelege ausgerückt, so ergeben sich, wie bei der vorgeführten Holzdrehbank, soviel Geschwindigkeitsreihen, als die Stufenscheibe Stufen besitzt. Wird das Rädervorgelege eingertückt, so ergeben sich nochmals eben so viele Geschwindigkeitsreihen mit der Räderübersetzung entsprechend verringerten Tourenzahlen. Man erhält auf diese Weise durch ein ausrückbares Rädervorgelege doppelt so viel Geschwindigkeitsreihen, als die Stufenscheibe Stufen besitzt. Sind zwei von einander unabhängig ausrückbare Rädervorgelege vorhanden, so erhält man dreimal so viel Geschwindigkeitsreihen, als die Stufenscheibe Stufen besitzt.

In Fig. 6, Bl. 5 ist das Geschwindigkeits-Diagramm einer Drehbank mit einem ausrückbaren Rädervorgelege, dessen

Uebersetzung $i = \frac{15}{47} \cdot \frac{15}{47}$ ist, und mit einer Stufenscheibe,

deren Durchmesser der Reihe nach $d_1 = 238$, $d_2 = 173$, $d_3 = 108$ sind, für $n' = 80$ Touren pro Minute des Deckenvorgeleges gezeichnet, wobei wie in allen folgenden Geschwindigkeits-Diagrammen die Neigungswinkel der Geschwindigkeitsreihen in wahrer Grösse beibehalten sind, während die Coordinaten im verjüngten Maassstabe von $\frac{1}{2}$ der wahren Grösse eingetragen wurden. OI , OII , $OIII$ sind die drei Geschwindigkeitsreihen bei ausgerücktem, OIV , OV , OVI jene bei eingertücktem Rädervorgelege. Die Geschwindigkeitsreihen sind ziemlich gleich weit auseinander gertückt, und das Verhältniss der kleinsten Schnittgeschwindigkeit u_1 zur grössten Schnittgeschwindigkeit u_2 ist in jeder einzelnen Geschwindigkeitsreihe nahezu dasselbe. Das Rädervorgelege hat somit eine der Abstufung der Stufenscheibe proportionirte Uebersetzung. Das Geschwindigkeits-Diagramm ist in dem mit „Schmiedeisen“ bezeichneten Linienzuge für die maximale Schnittgeschwindigkeit $u_1 = 125^m$ und in dem mit „Gusseisen“ bezeichneten Linienzuge für die maximale Schnittgeschwindigkeit $u_1 = 52^m$ ausgeführt.

Es kann jedoch die Uebersetzung des Rädervorgeleges auch ausser Proportion zur Abstufung der Stufenscheibe angenommen werden. Eine viel grössere Räderübersetzung rückt die Geschwindigkeitsreihen bei eingertücktem von jenen bei ausgerücktem Rädervorgelege weg, wie in nachstehender Fig. 7 skizzirt ist; während sie eine viel kleinere Räderübersetzung näher hinzurückt, wie in Fig. 8 skizzirt ist.

Im ersten Falle bestreichen die Geschwindigkeitsreihen ein weiteres Feld. Man ist so in der Lage, grössere Durchmesser mit derselben zulässigen maximalen Schnitt-

geschwindigkeit zu drehen, dafür aber wird eine grosse Zahl von Durchmessern in der Geschwindigkeitsreihe OIV mit sehr geringer und daher unvortheilhafter Schnittgeschwindigkeit bearbeitet.

Fig. 7.

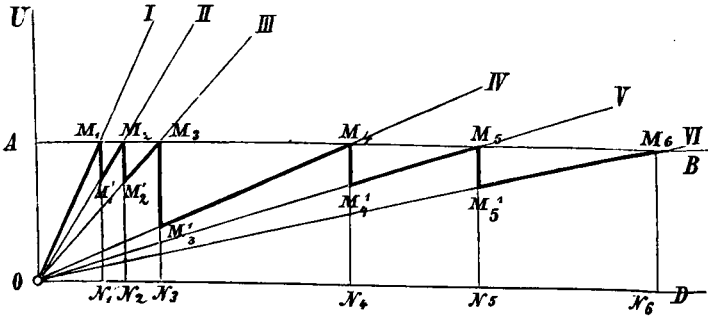
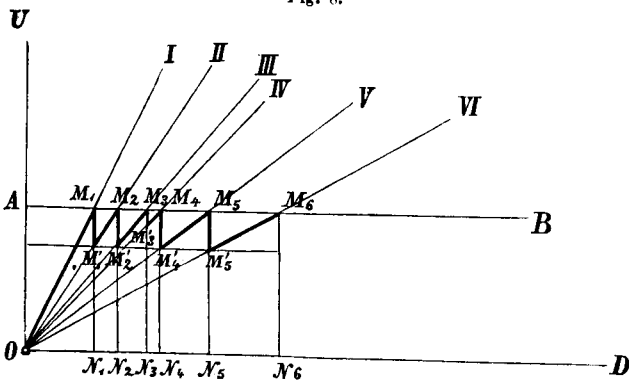


Fig. 8.

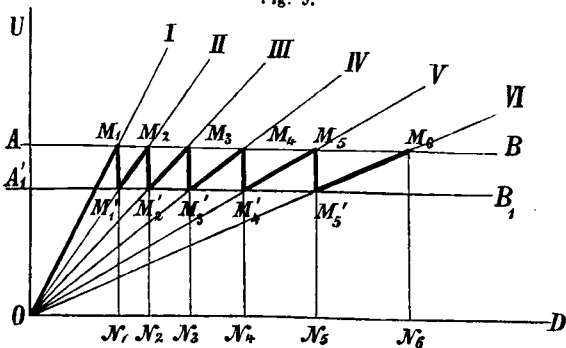


Diese Anordnung hat nur dann ihre Berechtigung, wenn die Geschwindigkeitsreihe OIV wie bei einer Räderdrehbank in dem Theile von der vortheilhaftesten mittleren Geschwindigkeit abwärts bis M_3' gar nicht benöthigt wird.

Im zweiten Falle ist die Geschwindigkeitsreihe OIV beziehungsweise OIII nicht recht auszunützen, und daher eine oder die andere der zwei einander zu nahe gerückten Geschwindigkeitsreihen nahezu überflüssig. Ein Geschwindigkeits-Diagramm ist also jedenfalls schlecht zu nennen wenn es die Verhältnisse der Fig. 8 aufweist.

Ein normales Geschwindigkeits-Diagramm ist nur dasjenige, in welchem jede Geschwindigkeitsreihe gleich ausgenützt ist, welches in jeder Geschwindigkeitsreihe dieselbe kleinste Schnittgeschwindigkeit aufweist, wie in Fig. 9 skizzirt ist.

Fig. 9.



$$u = u_1 = OA \dots \dots \dots AB)$$

$$u = u_2 = OA_1 \dots \dots \dots A_1 B_1)$$

sind die zwei Geschwindigkeitsreihen absolut veränderlicher Tourenzahl, welche als Grenzen des normalen Geschwindigkeits-Diagrammes auftreten.

Je näher diese beiden Grenzen einander gerückt sind, je grösser also das Verhältniss $K = \frac{u_2}{u_1}$ ist, desto mehr nähern sich sämtliche Schnittgeschwindigkeiten der vortheilhaftesten mittleren Schnittgeschwindigkeit, desto günstiger arbeitet die Maschine mit Rücksicht auf die zur Bearbeitung einer Fläche von bestimmten Dimensionen erforderliche Zeit. Je weiter diese Grenzen auseinander liegen, je kleiner also $K = \frac{u_2}{u_1}$ ist, desto weiter entfernen sich sämtliche Schnittgeschwindigkeiten von der vortheilhaftesten mittleren Schnittgeschwindigkeit, desto ungünstiger arbeitet die Maschine, da sie ihre Arbeit oft mit zu grosser, noch öfter aber mit zu kleiner Schnittgeschwindigkeit verrichtet.

Das Geschwindigkeits-Diagramm setzt uns somit in die Lage, ein klares Bild der Geschwindigkeitsverhältnisse einer fertigen Maschine zu gewinnen; es kann uns aber auch als Leitfaden dienen, um die Geschwindigkeitsverhältnisse einer neu zu erbauenden Maschine den an dieselbe gestellten Anforderungen entsprechend anzuordnen.

Wir wollen nun noch so kurz als möglich die Bedingungen eines normalen Geschwindigkeits-Diagrammes entwickeln.

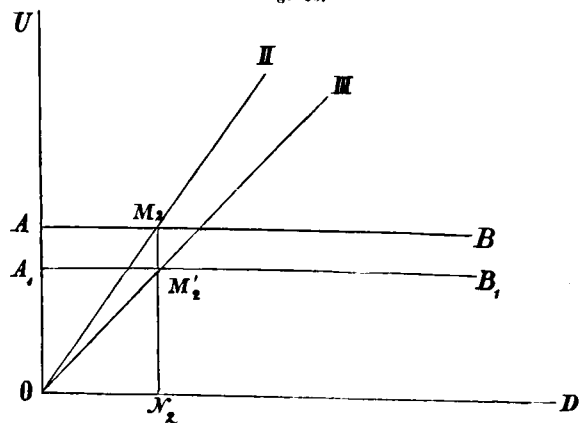
Wir nehmen zu diesem Zwecke zwei beliebige, jedoch aufeinander folgende Geschwindigkeitsreihen des normalen Geschwindigkeits-Diagrammes Fig 9, z. B. OII und OIII, deren Gleichungen

$$u = \left(\frac{\pi n_1}{60}\right) D \dots \dots \dots OII)$$

$$u = \left(\frac{\pi n_2}{60}\right) D \dots \dots \dots OIII)$$

sind, und ermitteln den Durchschnittspunct M_2 der Geschwin-

Fig. 10.



digkeitsreihe OII mit jener AB der absolut veränderlichen Tourenzahl für die grösste zulässige Schnittgeschwindigkeit $u_1 = OA = N_2 M_2$ (Fig. 10); $N_2 M_2'$ ist dann die kleinste in der Reihe OIII zur Verwendung kommende Schnittgeschwindigkeit und

$$u = u_2 = N_2 M_2' \dots \dots \dots A_1 B_1)$$

die Geschwindigkeitsreihe absolut veränderlicher Tourenzahl

für die kleinste Schnittgeschwindigkeit u_2 . Man erhält nun aus den Gleichungen OII und A B

$$N_2 M_2 = u_1 = \left(\frac{\pi n_2}{60} \right) \cdot O N,$$

und aus den Gleichungen OIII und A₁ B₁

$$N_2 M_2 = u_2 = \frac{\pi n_3}{60} \cdot O N_2,$$

und durch Division der so gewonnenen Werthe

$$\frac{N_2 M_2}{N_2 M_2} = \frac{u_2}{u_1} = \frac{n_3}{n_2},$$

woraus folgt, dass das Verhältniss der kleinsten Schnittgeschwindigkeit einer Geschwindigkeitsreihe zur grössten Schnittgeschwindigkeit der vorhergehenden gleich ist dem Verhältnisse der Tourenzahlen dieser Geschwindigkeitsreihen. Was aber für die zwei beliebig gewählten Geschwindigkeitsreihen OII und OIII gilt, muss beim normalen Geschwindigkeits-Diagramme durchaus für je zwei aufeinander folgende Geschwindigkeitsreihen gelten, und es ist somit

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_3}{n_2} = \frac{n_4}{n_3} = \frac{n_5}{n_4} = \text{etc.},$$

die Grundbedingung des normalen Geschwindigkeits-Diagrammes.

$$\frac{u_2}{u_1} = K$$

ist das demselben eigenthümliche constante Geschwindigkeitsverhältniss. Diese Bedingung ist bei einer Maschine mit dreistufiger Stufenscheibe ohne ausrückbarem Rädervorgelege stets erfüllt, wobei

$$\frac{d_3}{d_1} = K$$

wird, wenn d_3 den kleinsten, d_1 den grössten Durchmesser der Stufenscheibe bezeichnet. Der Durchmesser der mittleren Stufe d_2 hat keinen Einfluss auf die Gleichförmigkeit des Geschwindigkeits-Diagrammes, und braucht nur wegen der Beibehaltung nahezu constanter Riemenlänge

$$d_2 = \frac{d_1 + d_3}{2}$$

zu sein.

Bei einer Maschine mit vierstufiger Stufenscheibe ohne ausrückbarem Rädervorgelege ergeben sich folgende zwei Bedingungsgleichungen:

$$\frac{d_4}{d_1} = K \sqrt{K}$$

$$\frac{d_3}{d_2} = \sqrt{K},$$

wenn d_1, d_2, d_3, d_4 die aufeinander folgenden Stufendurchmesser, von der grössten zur kleinsten Stufe gehend, bezeichnen.

Bei einer Maschine mit fünfstufiger Stufenscheibe ohne ausrückbarem Rädervorgelege ist wieder der Durchmesser der mittleren Stufe d_3 ohne Einfluss auf die Gleichförmigkeit des Geschwindigkeits-Diagrammes; für die übrigen vier Stufen aber ergeben sich folgende zwei Bedingungsgleichungen:

$$\frac{d_5}{d_1} = K^2$$

$$\frac{d_4}{d_2} = K,$$

wenn d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 die aufeinander folgenden Durchmesser von der grössten zur kleinsten Stufe gehend bezeichnen.

Hiernach geben die wegen Beibehaltung nahezu constanter Riemenlänge in der Regel verwendeten Stufenscheiben mit gleichförmiger Abstufung, also mit constanter Differenz der Durchmesser der aufeinander folgenden Stufen mit Ausnahme der dreistufigen Stufenscheibe kein normales Geschwindigkeits-Diagramm. Die sich ergebenden Differenzen in den kleinsten Geschwindigkeiten der einzelnen Geschwindigkeitsreihen sind jedoch gering und für die Anwendung nicht von besonderer Bedeutung, wie aus den Geschwindigkeits-Diagrammen Fig. 4, 5, 6, 12, 13, 14, 15 ersichtlich ist, welche sämtlich Stufenscheiben mit gleichförmiger Abstufung zur Grundlage haben.

Bei einer Maschine mit dreistufiger Stufenscheibe mit einem ausrückbarem Rädervorgelege ergibt sich noch für die Uebersetzung i_1 des Rädervorgeleges

$$i_1 = K^2.$$

Bei einer Maschine mit vierstufiger Stufenscheibe mit einem ausrückbarem Rädervorgelege ergibt sich ausser den bereits angeführten Bedingungen für die Durchmesser der Stufenscheibe noch die Bedingung für die Uebersetzung i_1 des Rädervorgeleges

$$i_1 = K^3.$$

Bei einer Maschine mit fünfstufiger Stufenscheibe mit einem ausrückbarem Rädervorgelege ergibt sich ausser den bereits angeführten Bedingungen für die Durchmesser der Stufenscheibe noch die Bedingung für die Uebersetzung i_1 des Rädervorgeleges

$$i_1 = K^4.$$

Hat die letztgenannte Maschine noch ein zweites ausrückbares Rädervorgelege, welches unabhängig vom ersten Rädervorgelege in Verwendung kommt, wie dies bei Sellers Drehbank der Fall ist, deren Geschwindigkeits-Diagramm in Fig. 14, Blatt 6 gezeichnet ist, so ergibt sich für die Uebersetzung i_2 des zweiten Rädervorgeleges die Bedingung

$$i_2 = K^{10},$$

welche bei der genannten Drehbank von Sellers nicht berücksichtigt wurde.

Auf demselben Wege lassen sich auch die zur Erhaltung eines normalen Geschwindigkeits-Diagrammes erforderlichen Bedingungen für den Fall aufstellen, als die Verdopplung, beziehungsweise Verdreifachung der Anzahl der durch die Stufenscheibe gebotenen Geschwindigkeitsreihen durch eine zweite, beziehungsweise eine dritte unabhängige Riemenübersetzung von der Transmission auf das Deckenvorgelege der Maschine erzielt wird.

Bezüglich der Grösse des dem normalen Geschwindigkeits-Diagramme eigenthümlichen constanten Geschwindigkeitsverhältnisses

$$\frac{u_2}{u_1} = K$$

lassen sich die zwei im Folgenden auf die Drehbank angewendeten Sätze als allgemeine Grundsätze hinstellen:

- a) Für eine Werkstatt, welche nur eine einzige Drehbank besitzt, und auf dieser sowohl die grössten als auch die mittleren und kleinsten Durchmesser drehen muss, ist es nicht von Belang, dass einzelne Durchmesser mit sehr geringer Schnittgeschwindigkeit abgedreht werden müssen, da man schon zufrieden ist, dass man überhaupt in der Lage ist, sie drehen zu können. In diesem Falle sollen die vorhandenen Geschwindigkeitsreihen möglichst weit auseinander liegen; es soll daher K möglichst klein, also die Abstufung der Stufenscheibe und die Uebersetzung des allfällig vorhandenen Rädervorgeleges dieser proportionirt möglichst gross sein.
 - b) Für eine Werkstatt, welche so viel Drehbänke besitzt, dass sie dem Principe der Theilung der Arbeit folgen kann, ist es von Wichtigkeit, dass jede Drehbank bei ihren Arbeiten von der vortheilhaftesten Schnittgeschwindigkeit so wenig als möglich abweiche, dass also die als Grenzen des Geschwindigkeits-Diagrammes auftretenden beiden Geschwindigkeitsreihen absolut variabler Tourenzahl so nahe als möglich aneinander gerückt sind. In diesem Falle sollen die Geschwindigkeitsreihen möglichst nahe aneinander liegen; es soll daher K möglichst gross, also die Abstufung der Stufenscheibe und die Uebersetzung des allfällig vorhandenen Rädervorgeleges diesen proportionirt möglichst klein sein.
 - c) Werden die Geschwindigkeitsreihen nur büschelweise für bestimmte Grössen von Durchmessern benöthigt, wie bei der Räderdrehbank, so sind innerhalb der Grenzen jedes Büschels die sub a und b angeführten Bedingungen zu erfüllen. In diesem Falle zerfällt das Geschwindigkeits-Diagramm in so viel normale partielle Geschwindigkeits-Diagramme als solche Büschel von Geschwindigkeitsreihen vorhanden sind.
- Im Nachstehenden wollen wir noch einige Geschwindigkeits-Diagramme ausgeführter Werkzeug-Maschinen erläutern.

In den Fig. 11, 12, 13, Blatt 6 sind die Geschwindigkeitsverhältnisse einer gewöhnlichen Drehbank von 265^{mm} Spitzhöhe aus der Ottakringer Eisengiesserei und Maschinenfabrik dargestellt. Hievon zeigt Fig. 11 die 8 Geschwindigkeitsreihen derselben, wovon $OI, OII, OIII, OIV$ dem ausgerückten, $OV, OVI, OVII, OVIII$ dem eingerückten Rädervorgelege entsprechen. Fig. 12 zeigt das Geschwindigkeits-Diagramm für das Drehen von Schmiedeseisen, Fig. 13 jenes für das Drehen von Gusseisen in $\frac{1}{6}$ der wahren Grösse. Das Geschwindigkeits-Diagramm weicht nur wenig vom Normalen ab, was durch die gleichförmige Abstufung der vierstufigen Stufenscheibe bedingt ist, während sich die Uebersetzung des ausrückbaren Rädervorgeleges den Verhältnissen der Stufenscheibe angepasst erweist.

Bei derselben ist im Mittel $K = 0.58$.

In Fig. 14, Blatt 6 ist das Geschwindigkeits-Diagramm einer Drehbank von Sellers mit zwei von einander unabhängig ausrückbaren Rädervorgelegen und fünfstufiger

Stufenscheibe gezeichnet; $OI, OII, OIII, OIV, OV$ sind die fünf Geschwindigkeitsreihen, welche sich ergeben, wenn beide Rädervorgelege ausgerückt sind; $OVI, OVII, OVIII, OIX, OX$ jene bei eingerücktem ersten, $OXI, OXII, OXIII, OXIV, OXV$ jene bei eingerücktem zweiten Rädervorgelege. Es gibt dies ein Beispiel eines Rädervorgeleges mit unrichtig gewählter Uebersetzung. Die erste Geschwindigkeitsreihe OXI bei eingerücktem zweiten Rädervorgelege fällt noch vor die letzte OX bei eingerücktem ersten Rädervorgelege und ist also die Geschwindigkeitsreihe OX ganz zwecklos vorhanden.

Lässt man die unnütze Geschwindigkeitsreihe OX ganz ausser Betracht, so ergibt sich im Mittel $K = 0.65$.

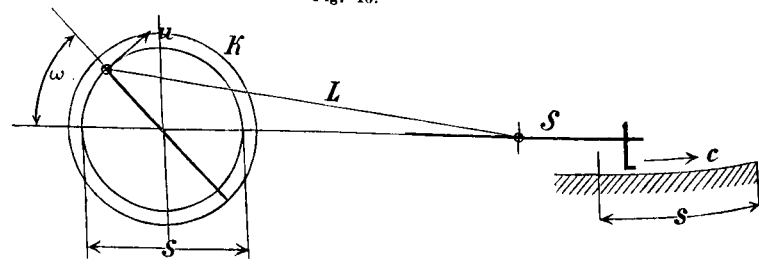
In Fig. 15, Blatt 6 ist das Geschwindigkeits-Diagramm einer Räderdrehbank von 600^{mm} Spitzhöhe aus der Ottakringer Eisengiesserei und Maschinenfabrik, welche zum Abdrehen der Spurkränze und zum Ausbohren der Radnaben bestimmt ist, dargestellt. Diese Maschine hat ein ausrückbares Rädervorgelege mit sehr grosser Uebersetzung, wodurch die vier Geschwindigkeitsreihen $OV, OVI, OVII, OVIII$, also die zum Abdrehen der Spurkränze bestimmten, von jenen $OI, OII, OIII, OIV$, welche zum Ausbohren der Radnaben bestimmt sind, entsprechend weit wegerrückt werden. Die sich zwischen diesen beiden Büscheln ergebende Lücke wird bei dieser Maschine überhaupt nicht gebraucht, und es wäre daher ganz zwecklos, dieselbe auszufüllen.

Der Strich-Punct gezeichnete Linienzug in den Geschwindigkeitsreihen $OVI, OVII, OVIII$ gilt für das Abdrehen sehr harter Spurkränze mit geringer Schnittgeschwindigkeit.

Die Geschwindigkeits-Diagramme von Bohrmaschinen und Fräsmaschinen weisen im Allgemeinen dieselben Verhältnisse auf, wie wir sie bei denen der Drehbänke gefunden haben, weshalb wir es unterlassen, hier solche anzuführen, und nur noch zwei Beispiele von Shapingmaschinen mit veränderlichem Hube besprechen, welche wieder als Typus für eine Reihe ähnlich functionirender Werkzeug-Maschinen, wie der Hebel-Hobelmaschinen und Nuthstoss-Maschinen betrachtet werden können.

Bei der Shapingmaschine erfolgt das Hobeln mit einer Schnittgeschwindigkeit, welche zu Anfang des Hubes Null ist, im Hubmittel ein Maximum wird und zu Ende des Hubes wieder Null ist.

Fig. 16.

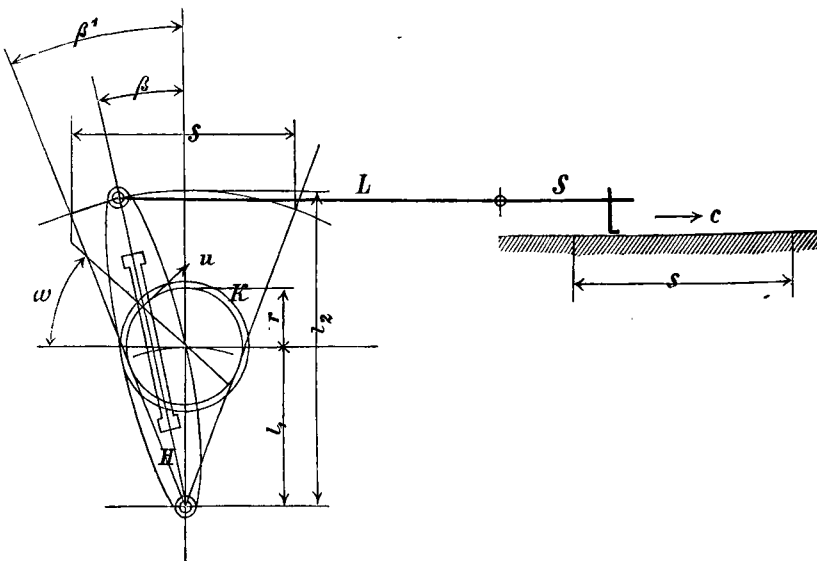


Ist u die Umfangsgeschwindigkeit im Kurbelkreise für die Hublänge s , so ist, wenn von der endlichen Länge der Leitstange abgesehen wird, bei directer Uebersetzung der rotirenden Bewegung von der Kurbelscheibe K , Fig. 16,

mittelst der Leitstange L auf den gerade geführten Stoss S , die Schnittgeschwindigkeit c bekanntlich

$$c = u \sin w,$$

Fig. 17.



und bei Einschaltung eines Schleifhebels H , Fig. 17, um die Zeit des leeren Rückganges zu vermindern

$$c = \frac{l_2 \cdot \sin(w + \beta)}{l_1 + r \sin w}.$$

Im ersten Falle ist die kleinste Geschwindigkeit $\min c = 0$ für

$$w = 0 \text{ und } w = 180^\circ,$$

die grösste Geschwindigkeit $\max c = u$ für $w = 90^\circ$, endlich die mittlere Geschwindigkeit

$$C_m = u \cdot \frac{2}{\pi} = \frac{2 n s}{60},$$

wenn n die Tourenzahl der Kurbelscheibe pro Minute vorstellt.

Im zweiten Falle ist

$$C \min = 0 \text{ für } w = -\beta' \text{ und } w = 180^\circ + \beta'$$

$$C \max = \frac{l_2}{l_1 + r} \cdot u = \frac{l_2}{l_1 + r} \cdot \frac{2 r \pi n}{60}$$

$$C_m = \frac{3 s n}{90 + \beta'},$$

und die mittlere Rücklaufgeschwindigkeit

$$C'_m = \frac{3 s n}{90 - \beta'}$$

Es hat nun keinen Zweck, das Geschwindigkeits-Diagramm irgend einer augenblicklichen Geschwindigkeit zu zeichnen, sondern es genügt, das Diagramm der mittleren Geschwindigkeit, die wir mit c , und jenes der maximalen, die wir mit C bezeichnen, zur Beurtheilung der Zweckmässigkeit der Geschwindigkeitsverhältnisse einer Shapingmaschine,

$$c = \left(\frac{2n}{60}\right) s;$$

ist demnach die Gleichung der Geschwindigkeitsreihe der mittleren Schnittgeschwindigkeit

$$C = \frac{\pi}{2} c = \left(\frac{\pi n}{60}\right) s,$$

jene der Geschwindigkeitsreihe der maximalen Schnitt-

geschwindigkeit für den Fall der Fig. 16. So ist das Geschwindigkeits-Diagramm einer Shapingmaschine mittlerer Grösse in Fig. 18, Blatt 7 gezeichnet, in welchem der vollgezogene Linienzug der mittleren, der Strich-Punct gezogene der maximalen Schnittgeschwindigkeit eines Hubes entspricht.

$$\frac{c_2}{c_1} = \frac{Oa'}{Oa} = \frac{OA'}{OA} = K$$

ist auch hier wieder das dem normalen Geschwindigkeits-Diagramme eigenthümliche constante Geschwindigkeitsverhältniss.

Für den Fall der Fig. 17 ist

$$c = \left(\frac{3n}{90 + \beta'}\right) s$$

die Gleichung der Geschwindigkeitsreihe der mittleren Schnittgeschwindigkeit,

$$C = \left(\lambda \cdot \frac{\pi n}{30}\right) \cdot r$$

die Gleichung der Geschwindigkeitsreihe der maximalen Schnittgeschwindigkeit.

So ist das Geschwindigkeits-Diagramm einer grossen Shapingmaschine in Fig. 19, Blatt 7 gezeichnet, wobei

$$\lambda = \frac{l_2}{l_1 + r} = \text{Constant}$$

für den dem grössten Hube entsprechenden Kurbelhalbmesser angenommen wurde. Hierin stellt der gestrichelte Linienzug das Diagramm der mittleren, der Strich-Punct gezogene Linienzug jenes der maximalen Schnittgeschwindigkeit eines Hubes dar, und ist ausserdem noch für den Vergleich in dem vollgezogenen Linienzuge das Diagramm der mittleren Geschwindigkeit, welche dem gleichen Hube, ohne Rücksicht auf den schnellen Rückgang entspricht, nach der Gleichung

$$(c) = \left(\frac{2n}{60}\right) \cdot s$$

gezeichnet.

$$\frac{c_2}{c_1} = \frac{O A'}{O A} = \frac{O a'}{O a} = \frac{O(a')}{O(a)} = K$$

ist wieder das dem normalen Geschwindigkeits-Diagramm eigenthümliche constante Geschwindigkeitsverhältniss, und ON_0 der kleinste, ON_3 der grösste Hub für das Hobeln innerhalb der Grenzen c_2 und c_1 .

Die Trockenlegung des Salzstockes Máros-Ujvár in Siebenbürgen.

Reiseskizze von Ingenieur **Sautter**.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 8 und 9.)

Das von den Karpathen eingefasste siebenbürgische Hochland ist ganz auf Salzfelser fundirt; nach welcher Richtung man, der ungarischen Ostbahn folgend, das Land durchschreitet und anschneidet: überall findet man unter dünner Deckschicht blauen Tegels Salzfelser, auf den Kuppen und in den Thälern; daher die zahlreichen, einst blühenden, jetzt verkümmerten Salzbergwerke und Berg-

städtchen, die der Wanderer passirt, — daher die colosalen Bergstürze, die verschoben, fast überall auf den Rücken der Salzstöcke sich thalwärts bewegenden Berglehnen, die dem Bahnbau fast unüberwindliche Hindernisse waren, und seine Consolidirung unmöglich machen.

Der Grund des Auflassens der an vielen Orten in hohen Wänden zu Tag stehenden Salzbänke liegt in den Nachwehen der Türkenherrschaft und der unaufhörlichen Bürgerkriege, die das Land bis in die neuere Zeit heimsuchten, und in der dadurch entstandenen Verwahrlosung der Land- und Wasserstrassen: also in seiner commerciellen Loslösung von den Nachbarstaaten. Heute, wo durch Eisenbahnen ein neues Communicationsmittel aufgethan wurde, und das Land seine Interessen durch Verbesserung der Strassen zu fördern sucht, kommen auch die Salzbergwerke wieder in die Höhe, und eines besonders weist die ausserordentliche Production von jährlichen 50.000 Tonnen Salz auf, es ist: „Máros-Ujvár“.

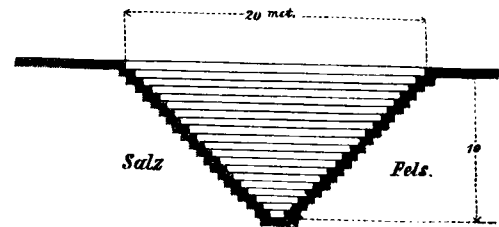
Dieses war noch zu Anfang des vorigen Jahrhunderts eine ausgiebige Quelle für die Versorgung der Walachei, Türkei und eines Theils von Ungarn; die damals noch schiffbare Máros gestattete die würfelförmig aus dem Salzfels gehauenen Producte von der Grube direct in's Schiff zu verladen, und sie auf der Máros in die Theiss- und Donau-Ebene verschicken zu können; aber eben die Máros barg in ihrer sonst so nützlichen Nähe den Todfeind des Bergbaues: „die Wasser“. Es schießt nämlich der Salzstock Ujvárs kegelartig zwischen dem wasserdichten blauen Tegel empor und hat sich wasserdicht in denselben eingekeilt, knapp neben dem Flusse in der Thalsole beginnend und an dem Bergabhang, der das Thal flankirt und begrenzt, aufhörend (Blatt 8).

Die Oberfläche der Insel ist fast horizontal abgeglichen, und dieser Horizont liegt ganz wenig über dem mittleren Hochwasser (M. H.) der Máros; nur der Fuss der Berglehne, so weit er in das Thal vorspringt und übergeht, und einige unscheinbare Erhöhungen und Hügel ragen über dasselbe hervor, während noch vor kurzer Zeit zahlreiche Seen, kegelartige Löcher und Wassertümpel die Oberfläche bedeckten und auf ziemliche Tiefe in den Salzstock hineinragten.

Auffallender Weise fanden sich diese Vertiefungen ausserhalb des Salzstocks in dem ihn umgebenden blauen Tegel nicht, und man war lange Zeit über die Entstehung dieser kleinen Wasserbecken im Unklaren; denn selbst angenommen, die Hochwässer hätten sie ausgespült, so ist kein Grund, weshalb dieselben nicht auch jeden andern Punkt des ganz homogen gebildeten Salzstocks mit derselben Intensität und auf dieselbe Weise angegriffen hätten: „warum sie also statt Löcher auszufressen nicht die Oberfläche des Salzstockes gleichmässig abgewaschen und tiefer gelegt haben!“

Erst das Trockenlegen und Ausräumen einiger dieser Wassertümpel führte zur Erklärung ihrer Entstehung: man fand nämlich, dass sie alle fast gleiche Grösse haben, dass sie sich alle konisch nach unten zuspitzen und theilweise noch in der Nähe der Spitze eine Form erkennen liessen, welche einer umgekehrten Pyramide entsprach, deren Seiten

unter 45 Grad einfielen! Hier herrschte also eine Gesetzmässigkeit, die jeden Gedanken an ein sogenanntes „Naturspiel“ ausschloss; es war Plan, Ueberlegung in jeder der Vertiefungen — hier mussten Menschen thätig gewesen sein; und die Entdeckung von einer Art gleichmässiger Stufen in den unteren Theilen der Tümpel machte dies zur Gewissheit und liess erkennen, dass hier die Ureinwohner der Gegend ihr Salz gewonnen, und, die strohgeflochlenen Salzkörbe auf dem Kopf, diese Stufen auf- und abgestiegen waren.



Das alljährlich in damaliger Zeit den Salzstock überfluthende Hochwasser gestattete nicht, grosse Gruben anzulegen, weil sie jedes Jahr von demselben angefüllt wurden und blieben, daher sie in Ermanglung von Pumpwerkzeugen aufgelassen werden mussten und zur Anlage neuer Gruben zwangen. Man legte sie also so klein an, dass bei tüchtigem Zusammenschaffen die ganze Grube zwischen zwei Hochwässern entleert und doch für geraume Zeit Vorrath und Handelswaare beschafft werden konnte; so entstand das beistehende „scythische Normalprofil für Grubenabbau auf Salz!“

In richtiger Erwägung, dass die Förderung eines der Oberfläche naheliegenden Cubik-Meters leichter sei als die des tiefer liegenden, hatten sie sich oben eine recht grosse Angriffsfläche gewählt, liessen sie beim Tieferdringen und bei Vermehrung der Förderschwierigkeiten kleiner werden, und da endigen, wo sie die Grenze rentabeln Hebens fanden: „sie hatten schon einen tüchtigen Hieb von Ingenieurkunst, die Scythen!“ —

Diese Salzgruben, unter der Wirkung der alljährlich über die Oberfläche des Salzstocks hinstreichenden Hochwasser geben die Erklärung der Umbildung der Thalsole aus vorhistorischer Zeit in den Zustand, in dem sich dieselbe bei Anlage und Betrieb der zwei alten Schächte befand, und die Skizzen Fig. I—VI, Blatt 9, veranschaulichen diesen Process.

- Figur I zeigt die ursprüngliche Lage von H. W. und Oberfläche der Thalsole erklecklich höher als heute;
- Figur II den Beginn der Abspülung der Oberfläche des Salzstocks, Erweiterung der scythischen Gruben, und im Verlauf
- Figur III die Entstehung von Seen und Tümpeln, je nachdem die Gruben nahe zusammen oder weit auseinander lagen;
- Figur IV die Erweiterung der Seen und Tümpel zu Rinnsalen durch Ausfressen der zwischen Máros und Salzstock stehenden Blautegelwand;

Figur V die Verlängerung der Rinnsale durch Verbindung der Seen und Tümpel unter sich und Hereinleitung des N. W. der Máros auf den Salzstock durch die Rinnsale, sowie den ziemlich niederen heutigen H. W. Stand der Máros gegen den früheren: entstanden aus der Vertiefung der Thalsohle durch Auswaschung des Salzstocks, also aus der Vergrößerung des Durchflussprofils;

Figur VI endlich veranschaulicht den Zustand der Halbinsel von der Zeit der ältesten Schachanlage bis in die Zeit der Ersäufung der Schächte und des Einstellens der Werke; der blaue Tegel und der Salzstock sind mit Geschieben (Kies) als Rücklässen der Hochwässer bedeckt und die Communication des N. W. mit dem Innern des Salzstocks durch die Rinnsale, welche sich in den blauen Tegel bis auf's N. W. eingefressen haben, ist vollendet.

Mehrere solcher Rinnsale arbeiteten nun von der Máros her auf die Mitte der Halbinsel zu, verlängerten, verbreiterten und vertieften sich von Jahr zu Jahr, und liessen ernstliche Gefahren für die alten, auf den höchsten Erhöhungen placirten Schächte voraussehen.

Um ihnen vorzubeugen, suchte man die stete Annäherung der Rinnsale durch Abdämmungen senkrecht zu ihrer Richtung aufzuhalten; man schlug doppelte Spundwände und dichtete sie durch Einbringen und Feststampfen von blauem Tegel: erreichte damit aber nur, dass sich das Wasser nun seinen Weg im Salzfels um den Querschlag herum suchte — sich neben ihm in das Salz einfrass, und bald wieder sein altes Bett hinter der Spundwand erreicht hatte (Blatt 8).

Mit der Wiederholung dieser Vorkehrung wendete man für einige Zeit das Unheil ab, veranlasste aber und zwang das Wasser, ein immer grösseres Gebiet um die Schächte herum auszuwaschen und sich von verschiedenen Seiten her zu verbinden, so dass bald eine drohende Wasserfläche die Schächte umgab, und endlich — den Rand derselben erreichend — sich in sie ergoss und sie ersäufte.

Hiermit schien das Loos dieses blühenden Werkes für immer besiegelt!

„Das Wasser, ausgesprochener Herr der Thalsohle, befestigte durch stetes Abwaschen derselben und durch fortgesetzte Vertiefung und Verlängerung der Rinnsale seine Herrschaft immer mehr, versalzte durch die aus den Rinnsalen zufließenden Salzlösungen das Máros-Wasser und die Schöpfbrunnen auf weite Strecken, brachte durch seine Salzbeimischung die Vegetation zum Absterben, untergrub eben damit die Gesundheit der Colonisten, sandte aus Seen und Tümpeln im heissen Sommer mephitische Dünste, und drohte so jedes Leben auf der Halbinsel zu vernichten!“

In solchem Zustande befanden sich Schächte und Ansiedlung zur Zeit, als dort die ungarische Ostbahn zum Bau kam (Ende Sechziger-Jahre), und es musste diese Communication den Gedanken an die Wiederbelebung des Werkes

wachrufen; er wurde mit Eifer erfasst und mit einer einzigen, trefflich gedachten Anordnung gelang es, diesem Werke nicht nur seinen alten Flor wiederzugeben, sondern denselben zu erhöhen und für alle Zukunft sicher zu stellen.

Mit richtigem Blick wurde die vortheilhafte Lage des Werkes dicht an der Ungarischen Ostbahn (4^{km}) erkannt, auf den Bau einer Zweigbahn, Verbindung der neu anzulegenden Schächte und der Lagerschuppen mit ihr und unter einander durch Nebengeleise die Rentabilität des Werkes basirt, und so dem früheren Wassertransporte die Beförderung per Eisenbahn substituirt; man sah ein, dass die Gewältigung der Wasser nicht nur eine Lebensfrage für die Anlage neuer Schächte sei, sondern von der Trockenlegung der ganzen Oberfläche die Ansiedlung und die Gesundheit der Arbeiter abhängen, dass aber zugleich mit dem Verschwinden des salzhaltigen Wassers auch neues, salzfreies geschaffen werden müsse, für Arbeiter und Vegetation als Lebensunterhalt und für die Maschinen zur Speisung: „Salzwasser verjagen, Trinkwasser beschaffen“, waren also die Probleme, und die Lösung derselben erzielte man mit einem Schlag.

Die Hauptursache der Versäufung der Schächte waren die Rinnsale; ihre Communication mit dem Tiefwasser der Máros musste aufgehoben und ihr Bett eingefüllt werden. Mit einem Graben, eingeschnitten in den blauen Tegel und den Salzstock umziehend, mit seiner Sohle tiefer gelegt, als die der Rinnsale, mit einem Querschnitt etwas grösser als die der Rinnsale, mit einem Querschnitt etwas grösser als die Summe der benetzten Fläche aller Rinnsale zusammen, mit einer Ausflussgeschwindigkeit die derjenigen des Zuflusses aus der Máros gleichkam, konnte der Wasserstand im Graben etwas unter der Sohle der Rinnsale gehalten, diese trocken gelegt und eingefüllt werden mit dem wasserdichten Tegelmateriale, das man beim Grabenaushub gewann; ebenso konnten die Seen und Tümpel in die trocken gelegten Rinnsale vor deren Einfüllung geleitet, entleert und ebenso wie alle anderen grösseren Vertiefungen im Bereiche des Hochwassers ausgefüllt, mit Humus bedeckt und besäet werden; der übrig bleibende Grabenaushub gab einen wasserdichten Damm rings um den Salzstock zur Abhaltung ungewöhnlicher Hochfluthen, so dass nun die ganze Thalsohle den Wirkungen des Hochwassers entzogen war, und dasselbe nirgends mehr Fuss fassen konnte.

So konnte also die erste Aufgabe: die Trockenlegung der Halbinsel, erreicht werden; es blieb nur noch die Trink- und Speiswasserfrage; denn wenn auch das in den Graben einströmende Máros-Wasser im Winter geniessbar ist, verliert es doch diese Eigenschaft in heissen Sommern und bei anhaltenden Regen; es musste also vor diesen beiden Einwirkungen geschützt: „kühl und hell gehalten werden“, und das erreichte eine Bedeckung des Grabens und eine Filtration des zufließenden Wassers in Form eines Canals mit trocken versetzter Gewölbkappe und aufgeschütteter Kiesdeckung.

Man begann damit, dass man durch die wenigen, noch ansässigen Bergleute Schlitzte abteufen liess, bis 9·0^m unter's Terrain, die man bergmännisch mit Holz abbaute; dann machte man die Knappen mit der Maurer- und Steinhauerkunst vertraut, und liess in den unteren Theil

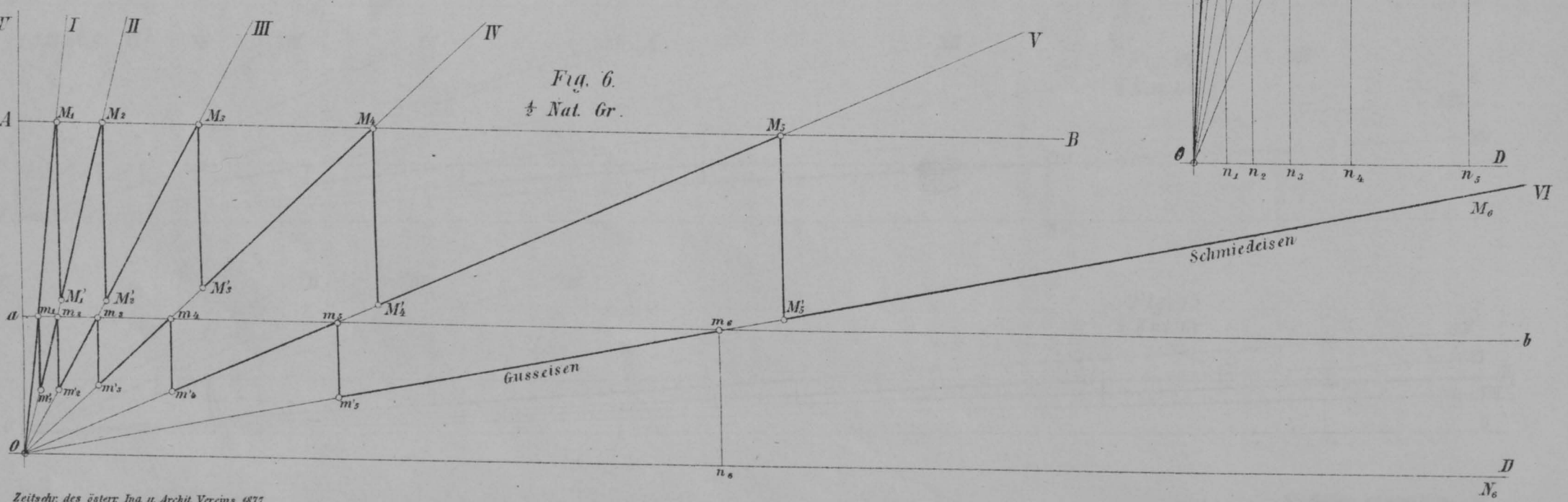
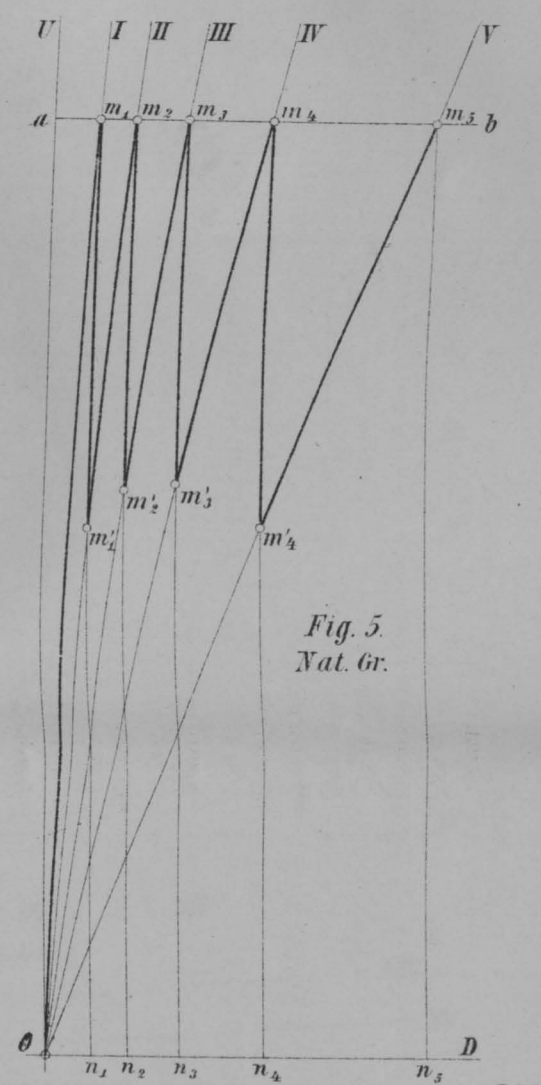
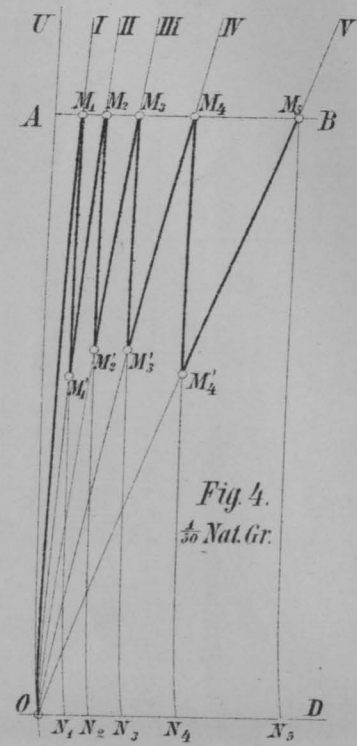
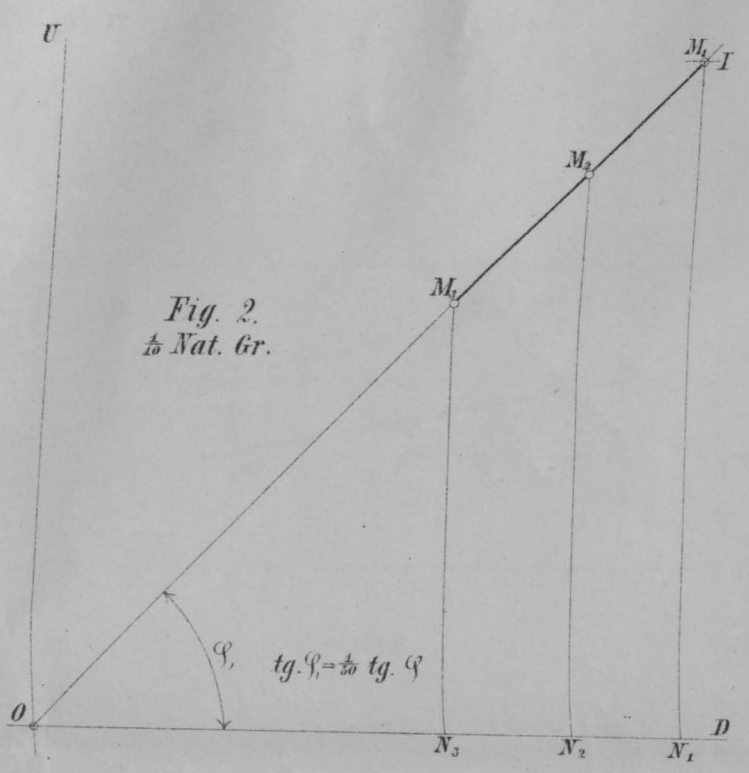
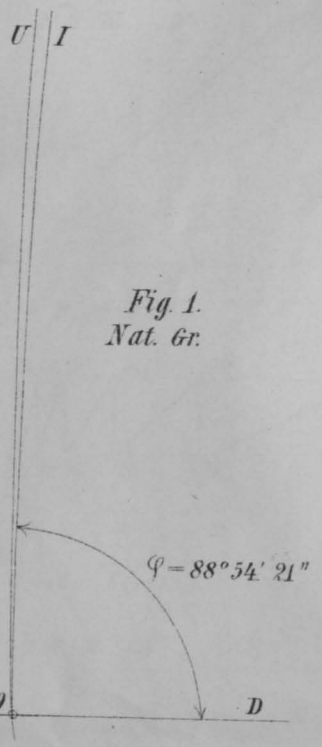
des Schlitzes ein wasserdichtes Gewölb mit 1.0^m Lichtweite einsetzen, und mit einem Gewölbe, das offene Fugen hat, eindecken; eine Hinterfüllung desselben mit Schotter, der beim Aushub gewonnen worden war, vollendete die Arbeit.

Neben dem so bereiteten Filter für Niederwasser wirkte die Kiesdecke des blauen Tegels noch als natürlicher Filter; denn bei gewöhnlichem und Niederwasserstand führten die mit Kies ausgefüllten alten Rinnsale zwischen Máros und Sicker canal das nöthige Wasser zu und reinigten es, bei höherem Wasserstande aber wurde diese Zufuhr vermehrt durch das Wasser, das im Kieslager unter der Inseloberfläche sich staute; es musste also immer das zum Canal gelangende Wasser seinen Weg durch den Kies nehmen und so sich reinigen.

Die Sohle des Canals, der fast den ganzen Salzstock umzieht, hat ein geringes, dem Lauf der Máros folgendes Gefälle, und sein Ende mündet in eine Sammelkammer, von welcher eine stationäre Dampfmaschine das Wasser in ein Reservoir treibt, welches die Brunnen und Maschinen speist und es über die ganze Ansiedlung durch Röhrennetze ausgiesst; das überschüssige Wasser wird, so weit es nicht zur Berieselung der Insel benützt wird, in einem, über dem Hochwasser an der Berglehne gelegenen Graben in die Máros abgeleitet. —

Man hatte mit der Trockenlegung und Einebnung der Halbinsel zugleich die Umwandlung und den Wiederaufbau der alten Ansiedlung in die Hand genommen: neue Schächte, Schacht-Maschinen und Lagerhäuser gebaut, dieselben durch Schienenstrassen unter sich und mit der Eisenbahn verbunden, Verwaltungsgebäude, Beamten- und Arbeiterwohnungen und Strassen systematisch angelegt, dem Wiedererstehen einer Vegetation seine Aufmerksamkeit geschenkt, Nutzgärten für Beamte und Arbeiter, Parkanlagen mit schattigen Gängen, mit Kühlung verbreitenden Bassins, Springbrunnen und Wasserkünsten hervorgezaubert, für reichliche Berieselung der Insel gesorgt, Bäder eingerichtet, an den Strassenecken Brunnenstöcke mit Wasserhahnen und gewaltsam überquellendem Inhalt aufgestellt, und so Labung und Kühle und alle Lebensannehmlichkeit über einen Fleck Erde verbreitet, den vordem versengende Sonnenstrahlen und tödtlicher Sumpfhaut zur verlassenem, allem Leben feindlichen Einöde gemacht hatten.

Und durch dieses geistvolle Werk hat die Bergwerks-Direction gezeigt, was tüchtige Ingenieure und Männer durch richtiges Erfassen einer Idee und treues Festhalten an derselben erzielen, was sie für die Belebung und das Glück ganzer Gegenden werden können!



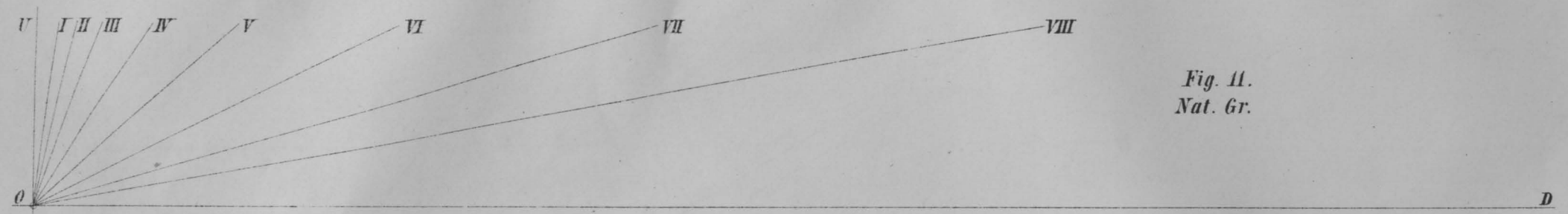


Fig. 11.
Nat. Gr.

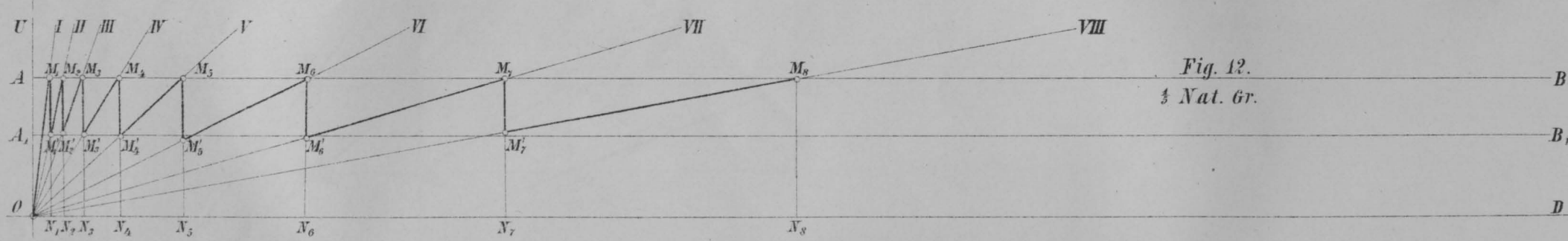


Fig. 12.
 $\frac{1}{3}$ Nat. Gr.

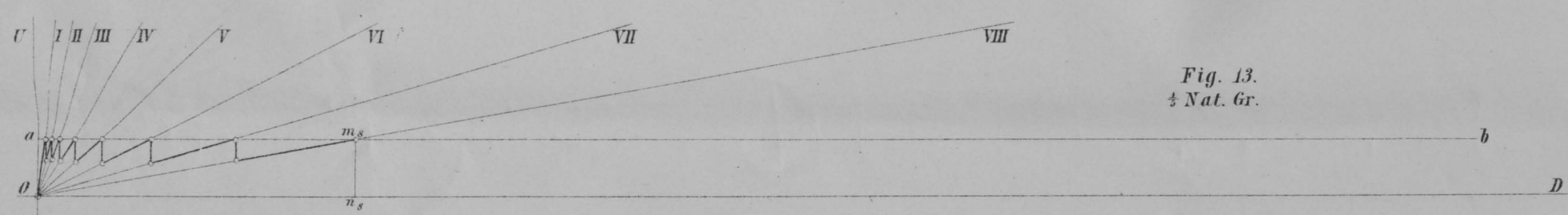


Fig. 13.
 $\frac{1}{3}$ Nat. Gr.

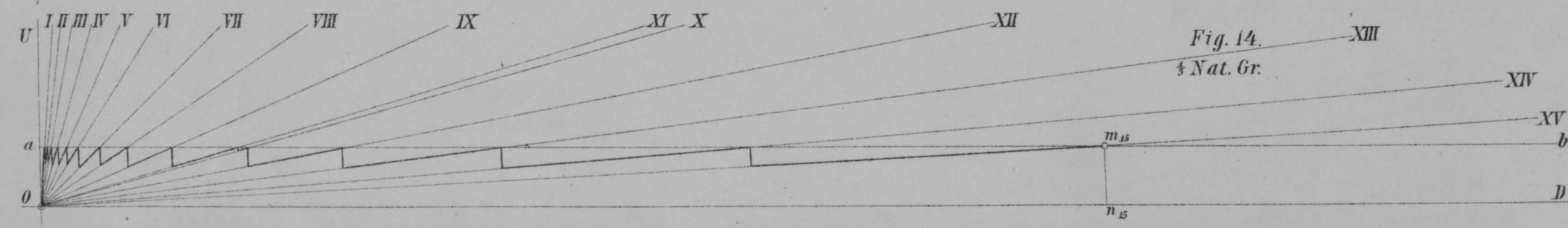


Fig. 14.
 $\frac{1}{3}$ Nat. Gr.

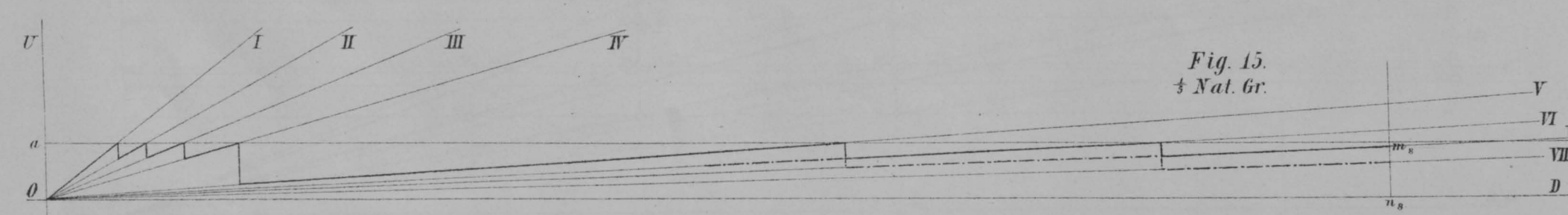


Fig. 15.
 $\frac{1}{3}$ Nat. Gr.

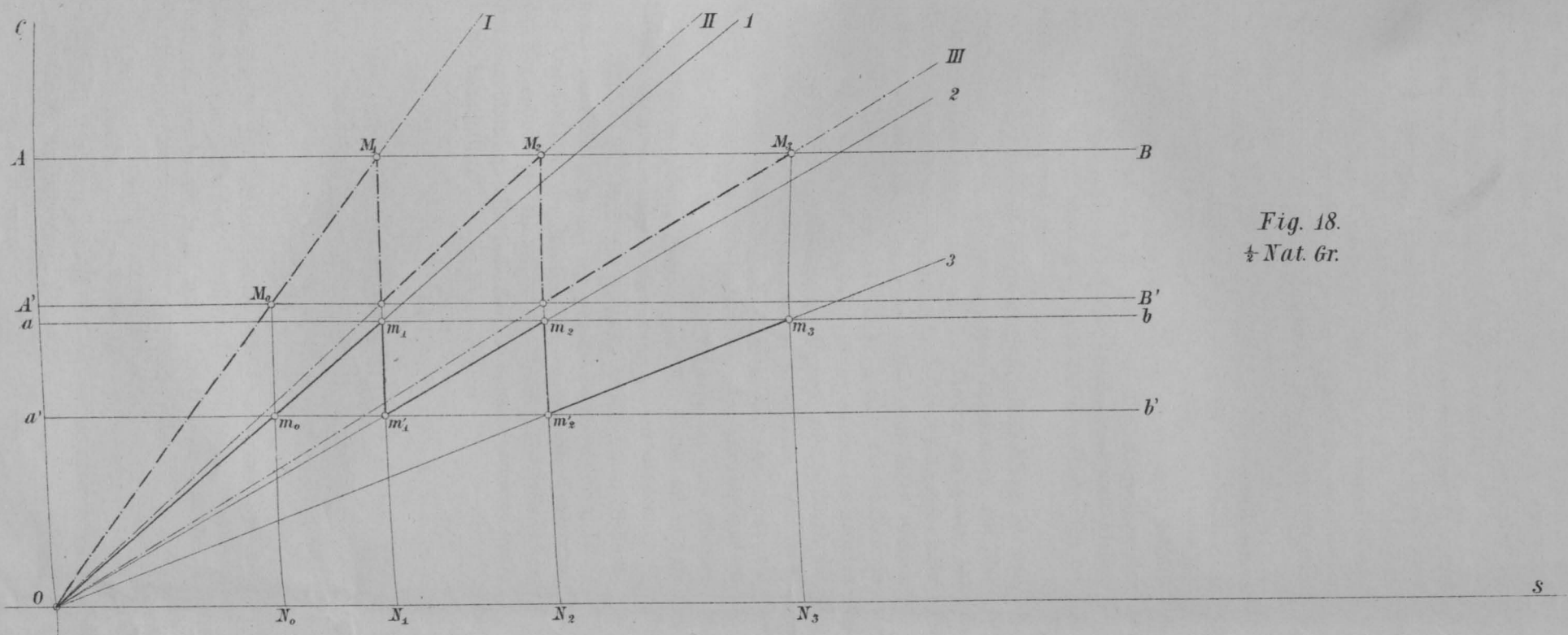


Fig. 18.
 $\frac{1}{2}$ Nat. Gr.

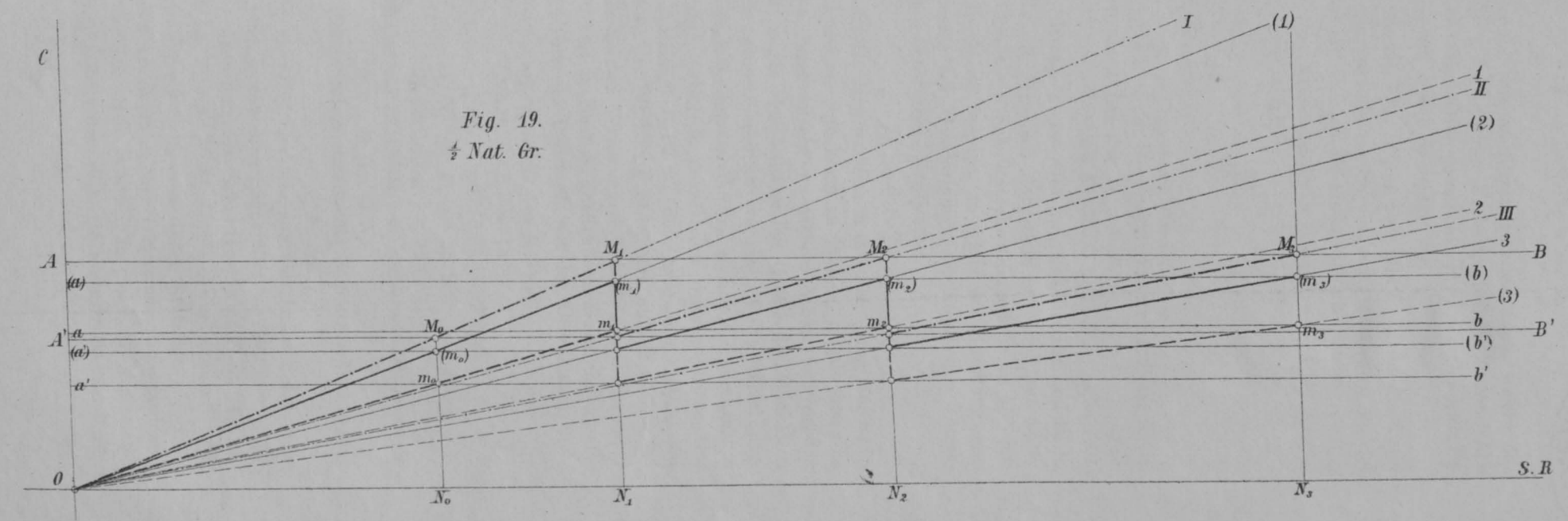


Fig. 19.
 $\frac{1}{2}$ Nat. Gr.

Horizont 0-00.

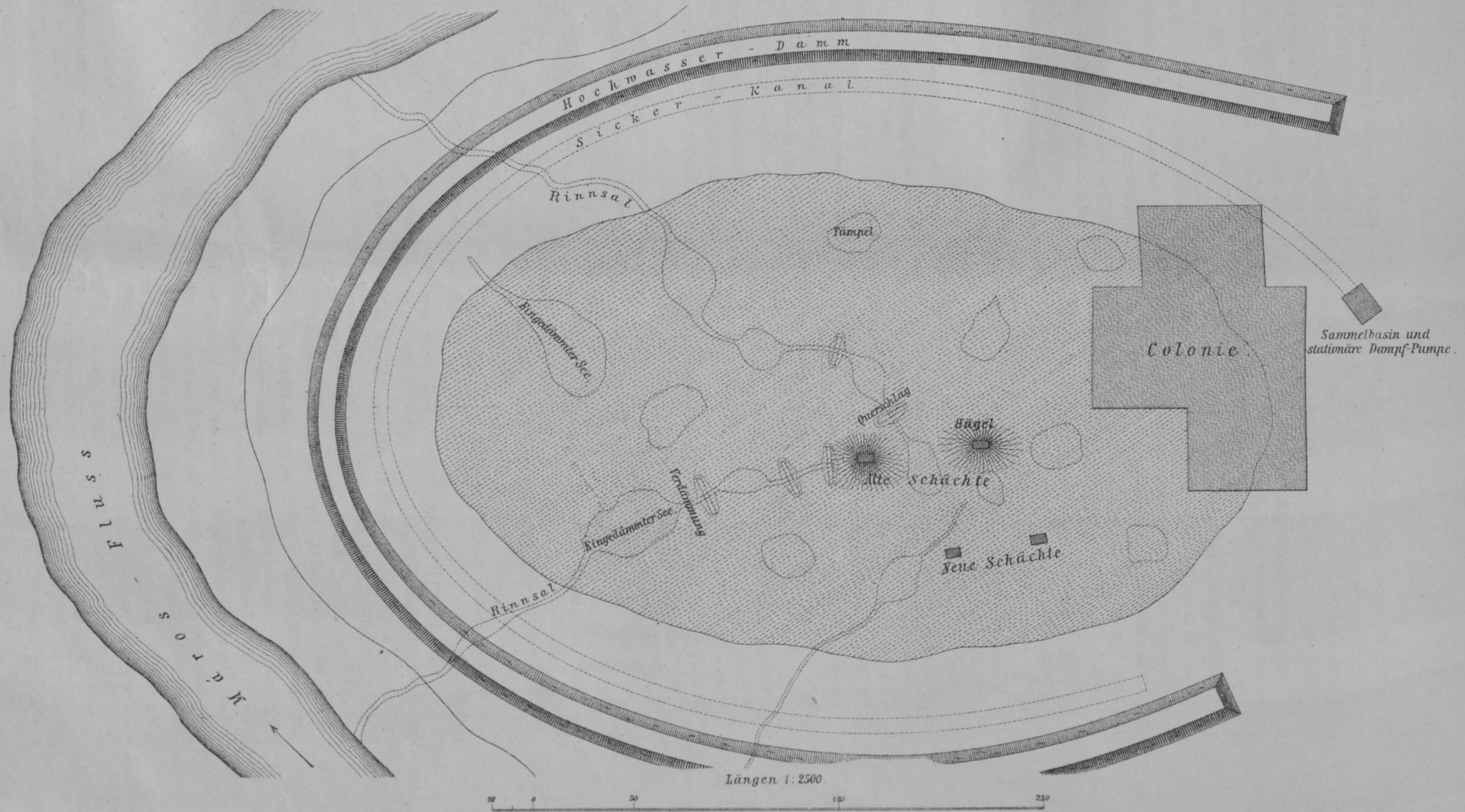
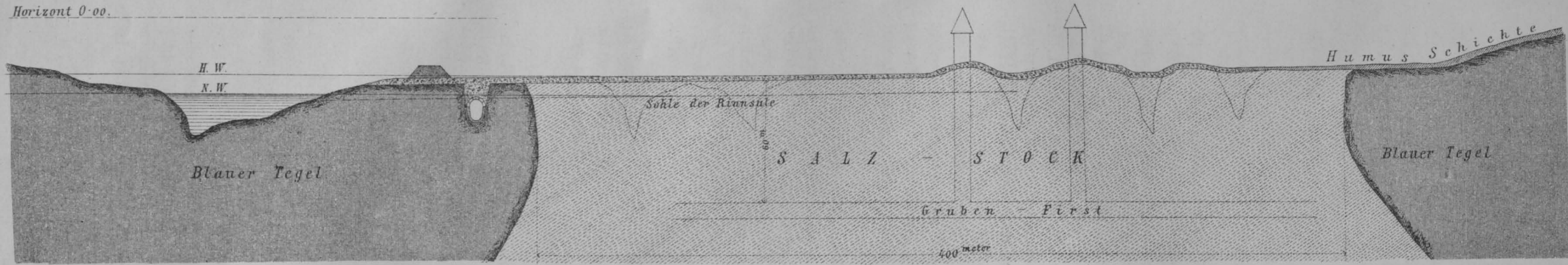


Fig. I.

Ursprünglicher Zustand.

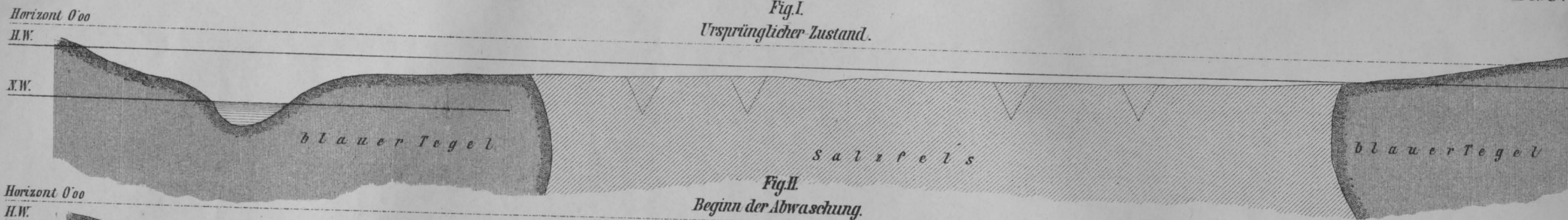


Fig. II.

Beginn der Abwaschung.



Fig. III.

Seen Bildung.



Hügel Bildung.

Fig. IV.

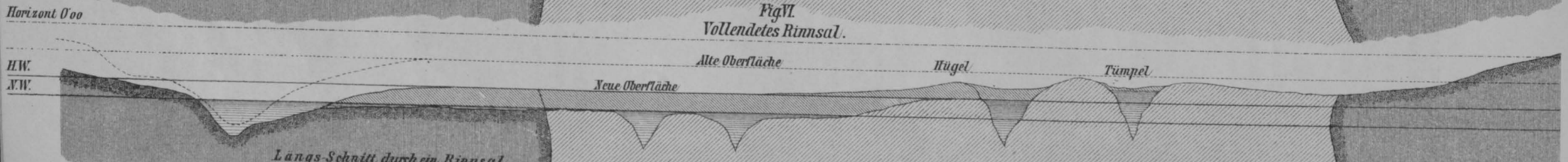
Vorbereitung der Rinnsale.



Fortschritt der Rinnsale

Fig. V.

Vollendetes Rinnsal.



Alte Oberfläche Hügel Tümpel

Neue Oberfläche

Längs-Schnitt durch ein Rinnsal.

