Zeitschrift: Zeitschrift über das gesamte Bauwesen

Band: 4 (1840)

Heft: 6

Artikel: Zusammenstellung der Erfahrungen über die Ausführbarkeit der Eisenbahnen in bergigen Gegenden

Autor: Wild

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-2366

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Zusammenstellung der Erfahrungen über die Ausführbarkeit der Eisenbahnen in bergigen Gegenden.

(Vorgetragen in der Versammlung der Gesellschaft schweizerischer Ingenieure und Architekten in Zürich vom Ingenieur Herrn Wild in Zürich, gegenwärtig an der Straßburg-Baseler Eisenbahn.)

(Schluß.)

Ich gehe nun zum zweiten Punkte der Krümmungen über.

II. Krümmungen der Eisenbahnen.

Die Hauptschwierigkeit beim Befahren der Krümmungen ist das Einwirken der Schwungkraft; denn während der Wagen die Bahn a Taf. XV. Fig. 3. verfolgen soll, wird er beständig nach der Seite b gedrängt, und bekanntlich nimmt die Schwungkraft in geradem Verhältniß, wie das Quadrat der Geschwindigkeit, und in umgekehrtem, wie die Halbmesser der Krümmung zu, und verhält sich zum Gewicht der bewegten Masse wie $1 : \frac{M v^2}{2 g r}$, wobei

M = dem Gewicht der bewegten Masse,
v = der Geschwindigkeit der Bewegung auf die Secunde,
r = dem Halbmesser c d der Krümmung,
g = der Höhe des freien Falles in der ersten Secunde ($15^5/_3$') ist.

Folgende Zahlen dienen als Beispiel:

Bei einer Geschwindigkeit von Fuß in der Secunde	Und für einen Halbmesser von 250' wie 1 zu	500' wie 1 zu	1000' wie 1 zu	3000' wie 1 zu	5000' wie 1 zu	10000' wie 1 zu
20 —	23 —	47 —	94 —	280 —	470 —	940
40 —	6 —	12 —	23 —	70 —	120 —	230
60 —	3 —	5 —	10 —	30 —	50 —	100

In Krümmungen von 500' Halbmesser und bei einer Geschwindigkeit von 40' in der Secunde, wie beides auf Eisenbahnen vorkommt, beträgt die Schwungkraft $^1/_{12}$ der bewegten Last, und folglich bei einem Wagen von 100 Centner etwas mehr wie 8 Centner in horizontaler Richtung seitwärts, bei einem Halbmesser von 3000' bei gleicher Geschwindigkeit und Last immer noch $^1/_{70}$ oder beinahe $1^1/_2$ Centner. Mit dieser Kraft also werden auf Eisenbahnen die Schienen oder die Bahn, erstere, wenn sie nicht mit einander verbunden sind, aus einander, und letztere nach Außen gedrängt, und so die Spurkränze der äußern Wagenräder gegen die Schienen gepreßt, daß eine bedeutende Reibung entsteht.

Eine weitere, sehr bedeutende Schwierigkeit ist, daß die Räder sich nicht unabhängig um ihre Achsen drehen lassen und alsdann der Wagen keine Wendung bekommen kann; die Erfahrung

lehrt, daß die Achsen eines Eisenbahnwagens beständig und unwandelbar mit einander parallel bleiben müssen.

Dieser Umstand verursacht ein bedeutendes Reiben; denn während das eine Rad an der innern Seite beständig geht, muß das äußere zu Zeiten rutschen, und da die Reibung an den Triebrädern $1/5$, $1/4$ oder gar $1/3$ der darauf ruhenden Last betragen kann, so ist z. B. bei einer Spurweite von 6', einem Halbmesser der Krümmung von 1000' und beim Eingreifen von $1/5$ der Last an den rutschenden Stellen $3/10$ mehr Zugkraft nöthig, als auf gerader Bahn. Es sind daher beim Befahren von Krümmungen zwei Hauptschwierigkeiten zu überwinden: die Schwungkraft und das Befestigen der Räder an ihren Achsen.

Bisher hat man zur Verminderung dieser Nachtheile folgende Mittel angewendet: Um der Schwungkraft entgegen zu wirken, legte man die äußern Schienen in den Krümmungen etwas höher; jedoch nie in dem Verhältniß, daß daraus ein wesentlicher Nutzen entstanden ist.

Um das Gleiten der äußern Räder zu vermindern, wurden die Räder konisch gemacht und in demselben Verhältniß die Schienen schief gelegt. Dieses letzte Aushülfsmittel war ganz zweckwidrig, und erzeugte gerade das Gegentheil; denn so wenig Spielraum den Rädern zwischen den Schienen bleibt, so ist derselbe immer noch so groß, daß bei dem Stoße, den das äußere Rad bewirkt, der Wagen nach der innern Seite geworfen wird, und das Rad auf der kleinern, statt auf der größern Peripherie gehen muß, während es auf der innern Seite umgekehrt auf der größern läuft. Dieses verursacht nun natürlich wieder ein Werfen nach Außen, und so geht es durch die ganze Krümmung fort, so daß ein beständiges Erschüttern der Wagen und ein Zerstören der Bahn unvermeidlich wird.

Durch die Erfahrungen hat es sich erwiesen, daß die Räder eine cylindrische Form haben müssen, und zwar nicht nur der obigen Nachtheile wegen, sondern auch, da die Schienen nie so gelegt werden können, daß sie mit den konischen Rädern genau in eine Ebene fallen, und deßwegen die Räder und Schienen, anstatt auf der ganzen Fläche, nur an einzelnen Stellen sich berühren, weßhalb eine schnellere Abnutzung der Radkränze und der Schienen erfolgt.

Der Schwungkraft zu begegnen, wird Folgendes vorgeschlagen: Die Bahn soll nach der Seite hin nicht horizontal, sondern in eine schiefe Ebene gelegt werden, und zwar so, daß von der äußern Schiene nach der innern ein Fall entsteht, welcher der Schwungkraft entgegenwirkt. Während so die Schwungkraft die Fuhrwerke nach Außen (Fig. 3 b) zu treiben und sie von dem Mittelpunkte der Krümmungen zu entfernen strebt, trachtet die Schwerkraft, sie nach diesem Mittelpunkte c hinzudrängen. Die Abhängigkeit, sagt Herr Ober-Baurath Crelle, querüber nach Innen hin, erfüllt gegen eine bestimmte Schwungkraft ihren Zweck vollständig, nämlich die Wirkung der Schwungkraft aufzuheben; denn es sey z. B. ein Fuhrwerk mit 50 Centner belastet, die Reibung betrage den fünften Theil der Last, also 10 Centner; nun betrage der Abhang der schiefen Fläche, auf welcher das Fuhrwerk rollt, nach der Breite 1 auf 50, so würde die Schwerkraft die Last mit 1 Centner Kraft nach dem Innern der Krümme drängen. Gewiß ist es, daß nur noch 9 Centner Kraft nöthig sind, um das Fuhrwerk zur Seite nach Innen zu schieben; hingegen 11 Centner, um es zur Seite nach Außen zu drängen; und gesetzt nun, die Schwungkraft dränge die Last mit 1 Centner Kraft nach Außen, so würden sowohl nach Innen als nach der andern Richtung hin 10 Centner Kraft nöthig seyn, also diejenige Kraft von der geraden Linie.

Das Querprofil muß so viel betragen, daß die Höhe n m (Fig. 4) zur Länge der Schräge m o sich verhält, wie die Wirkung der Schwungkraft zum Gewicht des Fuhrwerkes, oder kürzer, wie die Schwungkraft zur Schwere. Für einen Halbmesser der Krümme von 1000′ und für eine Geschwindigkeit von 40′ in der Secunde würde die Schräge 1 auf 23 seyn müssen. Die äußern Schienen n werden daher, wenn man die Bahn 6′ breit macht, 2½″ höher liegen müssen, als die innern o.

Bei Anlage einer Bahn in Krümmungen muß daher auf das Längengefäll, die Kraft der Maschine und den Halbmesser Rücksicht genommen werden, um daraus die Schwungkraft und mittelst dieser das Seitengefäll bestimmen zu können; denn wie der Halbmesser und das Längengefäll oder die Kraft der Maschine sich ändern, so ändert sich auch das Quergefäll.

Es würde z. B. das gleiche Quergefäll bei folgenden verschiedenen Geschwindigkeiten und Halbmessern gleich seyn.

Quergefäll.		Geschwindigkeit.		Halbmesser.
1 : 53	—	13	—	250 (1,886 %)
„	—	27	—	1000
„	—	47	—	3000
„	—	60	—	10000

hingegen bei gleicher Krümmung und ungleicher Geschwindigkeit verhalten sich einige Quergefälle wie folgt:

Halbmesser.		Geschwindigkeit.		Quergefäll.
1000′	—	20′	—	1 : 94 = 1,063 %
„	—	40	—	1 : 23 = 4,347 „
„	—	60	—	1 : 10 = 10,000 „

also bei 20′ Geschwindigkeit beinahe 1 % und bei 60′ 10 %.

Ist aber die Geschwindigkeit bei verschiedenen Halbmessern die nämliche, so ist das Quergefäll bei

Geschwindigkeit.		Halbmesser.		Quergefäll.
40′	—	500′	—	1 : 12 8,333 %
„	—	1000′	—	1 : 24 4,166 „
„	—	3000′	—	1 : 70 1,427 „
„	—	5000′	—	1 : 117 0,854 „
„	—	10000′	—	1 : 234 0,420 „

dieß gibt bei 500′ Halbmesser etwa 8⅓ %, bei 1000′ 4 % und bei 5000′ 8½ per mille.

Aus diesen Beispielen ersehen wir, wie schwer es hält, eine allgemeine Regel aufzustellen; allein wir müssen uns damit begnügen, indem wir die Schwung- und Schwerkraft keinem andern als ihrem Naturgesetze unterordnen können; wir haben immerhin viel gewonnen, daß wir die Mittel kennen, mit welchen wir die Schwierigkeiten zu beseitigen im Stande sind.

Dem zweiten Uebel zu steuern, daß nämlich die cylindrischen Räder nicht nur geradeaus rollen, sondern daß sie der vorgezeichneten Richtung folgen, giebt es zwei Mittel: entweder muß man den Rädern ungleiche Halbmesser geben, oder die Räder sich um ihre Achse drehen lassen.

Dem ersten Mittel zu entsprechen, giebt man jedem Rade zwei Felgen von ungleichem Durchmesser (Fig. 5); die eine, a, für die geraden Stellen, die andere, b, für die Krümmen der Bahn; der eine Spurkranz, c, kommt in die Mitte, und der andere, d, nach Außen. Damit nun die kleinere oder größere Felge gebraucht werden kann, so werden die Schienen nicht in eine Linie, sondern an der innern Seite der Krümmen unterbrochen gelegt (Fig. 6 a b); die Durchmesser der beiden cylindrischen Theile der Radfelgen, Fig. 5 aa und bb, müssen sich verhalten, wie die Längen der Schienen in den Krümmungen Fig. 6 c d : a b. Hierbei ist aber die unumgängliche Bedingung, daß alle Krümmungen, so weit der Wagenzug geht, gleiche Halbmesser haben müssen, wozu man stets den kleinsten nimmt, den man auf einem Bahnzuge zu machen gezwungen ist.

Das zweite Mittel in Anwendung zu bringen, nämlich die Räder sich um ihre Achsen drehen zu lassen, giebt Herr Ober-Baurath Crelle folgenden Vorschlag: Das Mittel zum Zweck wäre, die Räder von den Achsen unabhängig zu machen; nicht etwa die Räder um ihre Achsen, weil die Erfahrung die Unmöglichkeit beweist, sondern die Räder um die Büchsen (Fig. 7 a) sich drehen zu lassen; die Räder an den Büchsen aber so einzurichten, daß auf gerader Bahn das Rad mit der Achse umläuft. Dasselbe müßte daher um seine Büchse eine Reibung erhalten, die geringer wäre, als das Eingreifen der Räder an den Schienen, damit das Rad, wenn es zum Rutschen käme, sich um die Büchse drehen kann.

Hier aber gerathen wir in Widerspruch mit dem oben aufgestellten Grundsatze: die Anhaftung der Räder beim Erklimmen von Bergen zu verstärken; denn in bergigen Gegenden trifft es gerade zusammen, daß gleichzeitig gestiegen, und ein Abhang umgangen werden soll. Will man den Berg hinauf, so müssen die Räder fest mit der Achse verbunden seyn; oder giebt man den Rädern um die Büchsen eine Reibung, nicht viel weniger als das Eingreifen der Räder an den Schienen, so wird an Kraft nichts gewonnen; denn ob die Reibung an den Schienen oder an den Büchsen ist, kommt auf das Gleiche heraus, nur würden in letzterem Falle die Wagen etwas weniger Erschütterung leiden. Dieses Mittel könnte also nur dann mit Vortheil angewendet werden, wenn die Reibung an der Büchse nur etwa $1/20$ oder $1/30$ der Last beträgt. Da aber beim Ansteigen geneigter Ebenen die Anhaftung der Räder eine unerläßliche Bedingung ist, so wäre dieses Aushülfsmittel nur da anwendbar, wo die Bahn sich nicht weit von einer Horizontale entfernte. Diese letztere Bedingung ist aber gerade der Anlage von Eisenbahnen in Gebirgsgegenden entgegen; denn wollte man die Krümme überall beinahe horizontal legen, so käme man nur höchst selten zum Uebersteigen, weil man meistens gezwungen wird, von einer Biegung in eine ander überzugehen, und sich so durch alle Schwierigkeiten hindurch zu winden.

Keines dieser beiden hier vorgeschlagenen Mittel entspricht der Anforderung vollständig; eine Zusammensetzung beider möchte öfters, oder bereits immer, ohne große Schwierigkeiten, zum Zwecke führen. Das Erstere wäre bei steilen, und Letzteres bei horizontalen Stellen anzuwenden; denn im ersten Falle sind kleine Halbmesser leicht anzuwenden, weil gerade hier die Geschwindigkeit am kleinsten ist. Um das zweite Mittel in Anwendung zu bringen, müßte die Reibung an der Büchse höchstens $1/20$ der Last betragen, zum Hinansteigen aber das Rad mit der Achse verbunden, oder besser, gehemmt werden können, damit es sich nur mit der Achse dreht. Das Verbinden oder Hemmen der Räder an der Achse könnte leicht durch die von Herrn Saladin in Mühlhausen erfundene Hemmvorrichtung geschehen.

Das beste bis jetzt bekannte System, über Anlage der Krümmungen an Eisenbahnen, ist dasjenige von Laignel.

Das Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Belgien bewilligte im August 1838 an Herrn Lagoutte-Lacroix zu den Versuchen des Laignel'schen Systems den Boden bei der Station Mecheln, zwischen den Bahnen Mecheln nach Gent und der von Mecheln nach Brüssel gelegen (Taf. XVI. Fig. 8), nebst nöthigen Materialien, und stellte den Dampfwagen, den Elephant, zu seiner Verfügung.

Im November 1838 wurde die Anlage fertig, und darauf folgende Versuche gemacht, bei welchen eine hiezu ernannte Commission unter dem Vorsitze des Herrn Teichmann, Generalinspector der Brücken und Straßen, nebst mehreren andern Ingenieurs, zugegen waren.

Der Halbmesser der Krümmung betrug	100	M.
Die Länge des Bogens	200	»
Die Sicherheitsschiene A liegt höher als die andere um	0,012	»
Ebenso die Schiene C über der Plattschiene um	0,012	»
Die Breite der Plattschiene D beträgt	0,1	»
Die Schiene A ist von der Schiene B entfernt	0,07	»
Die Schiene B liegt unter der Plattschiene um	0,025	»

Die innere Seite a an der Sicherheitsschiene A wurde mit weißer Farbe bestrichen.

Ein Wagenzug von 9 Wagen, wovon 4 beladen, stand mit einem Gewicht von 4000 — 5000 Ctr. auf der Bahn.

Die Spurweite betrug	2,15	»
Der Durchmesser der Transportwagenräder war	0,914	»
Der Spurkranz, wie gewöhnlich, ...	0,025	»

Der Dampfwagen (Elephant) zog gewöhnlich auf der Bahn zwischen Antwerpen und Brüssel 15 Wagen, jeder mit 3 Tonnen beladen, mit einer Geschwindigkeit von 6 Wegstunden (1 Wegstunde zu 5000 M.) in der Zeitstunde.

Die Lokomotive hatte 6 Räder, wovon 4 große und 2 kleine; die 2 kleinern hatten einen Durchmesser von 1,075 M. und einen Spurkranz von 0,03 M. Die 4 größern Räder, wovon 2 arbeiteten, hatten einen Durchmesser von 1,38 M. und einen Spurkranz von 0,03 M.; sie waren gewöhnlich zusammengekuppelt, getrennt, und arbeiteten allein.

Um die Krümmung zu befahren, wurde der Wagenzug etwa 150 — 200 M. von der Krümmung zurück gebracht (Fig. 8 a), um von da aus mit voller Kraftgeschwindigkeit in die Krümmung zu gelangen.

Erster Versuch: Der ganze Wagenzug war 47,90 M. lang; die Ordinate beträgt demnach auf den Bogen 3 M. Der Wagenzug durchlief die 200 M. lange Krümmung in 30 Secunden, welches einer Geschwindigkeit von 24,000 M. oder $4^4/_5$ Stunden in der Zeitstunde gleich kommt. Bei diesem Versuche berührten die innern Räder die Sicherheitsschiene A bei a nicht, denn die weiße Farbe war nirgends angegriffen; jedoch war bemerkbar, daß der Wagen sich nicht konisch bewegte, sondern Stöße erhielt, welche ihn nach dem Centrum drängten.

Ein zweiter Versuch gab ein gleiches Ergebniß; beim dritten Versuche durchlief der Wagenzug die ganze Krümmung in 25 Secunden, was eine Geschwindigkeit von 28,800 M. oder $5^3/_5$ Stunden in der Zeitstunde giebt. Bei diesem Versuche bemerkte man, daß der Wagenzug

am Ende des Bogens sich an der Sicherheitsschiene gestoßen hatte, denn die weiße Farbe war an dieser Stelle angegriffen. Weitere Versuche wurden Ende December 1838 gemacht, und hatten zum Zwecke, die Ergebnisse bei verschiedenen Geschwindigkeiten und verschiedenen Lasten auszumitteln. Die Lokomotive zog 14 Transportwagen; sie machten eine Länge von 80 M. mit einer Ordinate auf dem Bogen von 8 M.; das Gewicht des Wagenzuges mag 60 Tonnen schwer gewesen seyn. Beim ersten Versuche ging der Zug 1000 M. von der Krümmung entfernt aus. Die 200 M. nächst der Krümmung a b auf der Genter-Bahn durchging der Zug in 26 Secunden, und die 200 M. der Krümmung b c in '25; beide Hälften der Krümmung wurden in gleichen Zeiten zurück gelegt. Bei diesem Versuche wurde die äußere Schiene nicht berührt und die Geschwindigkeit war durchweg gleichmäßig, und betrug 28,800 M. zu 5¾ Stunden in der Zeitstunde.

Dieses Ergebniß grenzt bereits ans Unglaubliche; daß aber die Geschwindigkeit in der Krümmung eben so groß als auf der geraden Linie (bei diesem System) seyn kann, zeigt sich bei näherer Betrachtung der Construction der Bahn von selbst. Bei dem jetzigen System werden die Wagen beständig links und rechts geworfen; diese Bewegung verursacht ein beständiges Stoßen der Spurkränze an die Schienen; der Galopp oder der Fall von einer Schiene auf die andere, und endlich das senkrechte Reiben der Spurkränze an den Schienen sind alles Umstände, welche die Geschwindigkeit bei den jetzigen Anlagen der Krümmungen bedeutend vermindern. Im Laignel'schen System findet dagegen kein Hin- und Herschwanken der Wagen Statt, weil die Spurkränze die Schienen immer nur leise berühren, ebenso keine Galoppe, indem die Plattschiene auf einer Langschwelle liegt, was eine gleiche Elasticität durch die ganze Krümmung verursacht, und endlich keine wichtigen Reibungen der Spurkränze gegen die Schienen, weil diese Reibung nur auf eine Höhe von 10—12 Millimeter Statt findet. Bei dieser Einrichtung der Bahn muß unbestreitbar zugegeben werden, daß für das Publikum weit mehr Sicherheit ist, als in den gegenwärtigen etwas kleineren Krümmungen; denn hier bekommt der Wagen keine Stöße, die ihn herausspringen lassen könnten.

Wie gering übrigens die Gefahr, das Herausspringen der Wagen in Krümmungen, bei einer gut gebauten Bahn ist, beweisen folgende in Paris gemachte Versuche: Im Jahre 1834 wurde hierzu ein Zirkel von 35 M. gebaut; ein Dampfwagen machte die Reise nahe an 100 Mal mit einer Geschwindigkeit von 6 Lieus in der Stunde, und folgte, ohne die mindeste Störung, beständig der Bahn. Im Jahre 1838 wurde in Gegenwart einer Commission des Straßen- und Wasserbau-Departements, einer Commission der Deputirten-Kammer und einer Commission de la société d'Encouragement folgender Versuch gemacht: Ein Wagen, welcher mit mehr als einer Geschwindigkeit von 10 Lieus auf die Stunde in Bewegung gesetzt wurde, durchlief eine Krümmung von 50 M. Länge und 50 M. Halbmesser ohne den mindesten Unfall, obgleich Gegenstände von 2 bis 3 Centimeter Höhe auf die Schienen gelegt waren. In Mecheln machte die Commission noch einen Versuch, den ganzen Zug mit einer kleinen Geschwindigkeit der Lokomotive durch die Krümmung zu stoßen, was auch vollkommen gelungen ist. Im Januar 1839 erstattete die Commission an das Ministerium der öffentlichen Arbeiten ihren Bericht, welcher ganz zu Gunsten des Laignel'schen Systems sich aussprach und dasselbe zur Anwendung empfahl.

Da sich die Commission in ihrem Berichte aussprach, daß diese Versuche auf horizontaler Bahn geschehen seyen, und sie noch weitere Versuche auf geneigter Ebene abwarten müsse, bis sie

sagen könne, das System sey überall anwendbar; so machte Herr Laignel, mit Zuzug mehrerer Ingenieurs, weitere Versuche, und giebt sein Resultat in Folgendem:

Versuche, Krümmungen zu befahren nach dem gegenwärtigen und nach dem Laignel'schen System.

(Steigung der Bahn 5 per mille.)

Die Wagenzüge bestanden aus 14 Transportwagen,
1 Lokomotive und
1 Tender,
zusammen 16 Wagen;

jeder hat eine Länge von ungefähr 5 M., welches zusammen eine Länge von 80 M. ausmacht. Der Widerstand der Krümmung wird gleich dem Ansteigen auf 5 per mille, daher mit obigen 5 per mille gleich einer Steigung von 1 % auf gerader Bahn angenommen.

Zu den Versuchen des gegenwärtigen Systems war der Halbmesser 1000 M. und die Länge der Krümmung 1000 M.; für das Laignel'sche System 100 M. Halbmesser und 100 M. Länge. Der Unterschied, in krummen Linien zu fahren, ist daher $^9/_{10}$, und zwar zu Gunsten des neuen Systems. Die Länge des Wagenzuges ist nach Obigem 80 M., woraus sich ergiebt, daß bei dem neuen System im Ein- und Ausfahren der Krümmung, abgerechnet die Länge des ganzen Zuges, dieser nur 20 M. zu durchlaufen hat; daher gegenüber den 1000 M. des alten Systems 920 M. in gerader Linie. Bei dem jetzigen alten System sind mit dem ganzen Wagenzug 920 M. zu durchlaufen, und da der Widerstand gleich $^1/_2$ % ist, so ist derselbe durch die ganze Strecke zu überwinden. Das erste System hat daher auf eine Länge von 20 M. einen Widerstand von 0,5 zu überwältigen; im zweiten hingegen 5 M., und zwar auf eine Länge von 920 M. Bei dem neuen System kann die ganze Geschwindigkeit zum Durchfahren der Krümmung verwendet werden; denn die von der Krümmung erlangte Geschwindigkeit ist so groß, daß auf 100 M. ein Widerstand von 0,5 M. keinen Einfluß haben kann. Bei dem alten System hingegen verliert der Zug schnell seine Geschwindigkeit, und nimmt ab im Verhältniß der Entfernung; er würde sie ganz verlieren, wäre die Krümmung noch einmal so lang. Endlich hat das gegenwärtige System seinen ganzen Zug während einer Länge von 920 M. allen Einwirkungen einer Krümmung ausgesetzt, das Laignel'sche System aber nur während einer Länge von 20 M.; es ergiebt sich daher für dieses System ein Vortheil über das andere von 46 : 1.

Ein Beweis, daß auch größere Steigungen ohne Schwierigkeiten befahren werden können, ist Folgendes: Durch ein genaues Nivellement hat es sich gezeigt, daß auf Längen von 10 M. durch Regenwetter und Setzen die Rampe sich bis auf 0,5 per Meter gesetzt hat; es betrug also die Steigung 1 %, und diese wurde befahren, ohne daß Jemand etwas davon bemerkte.

Das Laignel'sche System hat, so zu sagen, keine Bogen und daher keine Widerstände, wie in dem gegenwätigen System, zu überwinden; alle gemachten Versuche beweisen den überwiegenden Vortheil desselben über das gegenwärtige.

Die Vortheile dieses Systems bestehen aber hauptsächlich in Folgendem:

1) Keine Veränderung in den Baumaterialien.
2) Ein großer Vortheil im Abtretungsgesetz, indem kostspielige Güter zu durchgehen theilweise kann vermieden werden.

3) Verkürzung der Bahnlinie.
4) Große Ersparniß in Bau- und Unterhaltungskosten.
5) Verwandlung der krummen in gerade Linien.
6) Die Bequemlichkeit, überall durchzugehen, wo man will, und nicht gezwungen zu seyn, dahin zu gehen, wo man nicht will.
7) Weniger Auf- und Abtragungen.
8) Keine großen Einschnitte und keine Tunnels.
9) Keine Verminderung der Geschwindigkeit.
10) Durchgehen der Städte und Dörfer, ohne Häuser abzureißen, und überhaupt ungehindert dahin zu gehen, wo es dem Zwecke am besten entspricht.
11) Keine Gefahr für den Reisenden, wie es gegenwärtig der Fall ist; denn hier ist eine Sicherheitsschiene.

Edmond Teisserenc giebt in seinem Berichte vom Juni v. J. über die Eisenbahnen in Belgien an den Minister der öffentlichen Arbeiten in Frankreich, welcher den Versuchen des Laignel'schen Systems beiwohnte, unter Anderm Folgendes: „Die vom Belgischen Ministerium beauftragte Commission über die Prüfung des Laignel'schen Systems erstattete ihren officiellen Bericht am 14. Januar 1839, in welchem sie sich so unter allen Umständen günstig für dasselbe ausspricht, so daß auf's Neue eine Commission ernannt wurde, welche zu entscheiden hat, ob das Laignel'sche System an der Eisenbahn zwischen Lüttich und Achen angewendet werden könne." Am Schlusse seines Berichtes sagt er weiter: „Den Nachrichten zufolge, welche ich so eben erhalte, sollen die Versuche, welche auf geneigter Bahn von 4—6 per mille gemacht wurden, und ebenso auf drei umgekehrt zusammengesetzten Krümmungen, welche ohne irgend eine gerade dazwischen liegende Linie verbunden waren (Fig. 10), wie die frühern Versuche, mit dem besten Erfolge gekrönt seyn."

Weitern Nachrichten zufolge sollen einige kleine Krümmungen an der bestehenden Bahn zwischen Brüssel und Mecheln (Tafel XVII. Fig. 11) angelegt worden seyn, um sich endlich bei einer großen Circulation zu versichern, ob das Laignel'sche System gar keine Hindernisse bei einem regelmäßigen Dienste darbiete.

Ein zweites System, alle Krümmungen zu befahren, ist das von Arnaux, welches gegenwärtig großes Aufsehen macht und in beweglichen Achsen besteht, bei deren Einrichtung die Räder jeder gebahnten Richtung folgen können. Der Bericht über die Versuche, welche auf einer besonders dazu erbauten Eisenbahn in St. Mande gemacht wurden, lautet, wie folgt:

„Wir haben hier nicht die Absicht, über die Zweckmäßigkeit der Erfindung einzugehen, indem dieselbe schon längst durch Beweise dargethan ist. Alles ist darüber einverstanden, daß Herr Arnaux sich das größte Verdienst um das Befahren der Eisenbahnkrümmungen erworben hat, und dieses ihm ungetheilt zuerkannt werden müsse. Es ist sicher, und alle bis jetzt gemachten Versuche beweisen, daß diese Erfindung auf alle Krümmungen und bei jeder Frequenz, d. h. bei jeder bis jetzt gebräuchlichen Anzahl Wagen, welche die Umstände erheischen und mit Personen oder Lasten beladen sind, anwendbar ist. Wir gehen daher über dieses hinweg, und geben das Ergebniß der Versuche, welche im Beiseyn verschiedener Experten und einer Menge Neugieriger in St. Mande gemacht wurden. Der erste Versuch wurde mit einer Geschwindigkeit des Wagenzuges von 8 bis 9 Lieus (1 Lieus zu 4000 M.) in der Stunde gemacht (die Richtung der Eisenbahn ist in Fig. 12 zu ersehen); die Ausdehnung der Bahn ohne den kleinen Kreis a und der

Verbindungsarme b b betrug 1160 M. Bei der ersten Reise mit 8 Wagen, ohne in den kleinen Kreis zu gehen, folgte der ganze Zug so vollkommen aller Krümmung, daß die Anwesenden das neue Schauspiel nicht ohne Verwunderung betrachten konnten. Weder Stöße, Erschütterungen, Ausgleiten, noch Aushängen, überhaupt keine zerstörenden Elemente waren zu fühlen oder zu bemerken; man hätte geglaubt, der ganze Wagenzug bestände aus einer ganzen elastischen Masse, welche selbst die Eigenschaft besitze, alle Reibungen zu verhindern; und dennoch wurden mit großer Geschwindigkeit Bogen, wie man aus der Zeichnung ersieht, von 150, 110, 100 und sogar bis 50 M. Radius befahren. Die Handhabung der Maschine selbst war in allen diesen krummen und geraden Linien so leicht, als auf gewöhnlicher Bahn. Herr Arnaux war mit diesen Versuchen noch nicht zufrieden, und wollte den Titel seiner Erfindung, auf allen Krümmungen fahren zu können, rechtfertigen; er ließ daher den kleinen Zirkel a von 18 M. Radius mit der Bahn durch zwei Arme b b verbinden. Die Anzahl der Wagen wurde nicht vermindert, und Alles im vorigen Stande gelassen. Beim Befahren der Bahn glich der Zug in allen seinen Bewegungen einer sich heftig rührenden Schlange, und öfters war der vordere und hintere Wagen so nahe an einander, daß die hinten sitzenden Personen den vordern die Hände hätten reichen können. Während den Versuchen ist nicht das Geringste zerstört worden, noch der Gewalt etwas gewichen; man fuhr, als wenn der Wagenzug sich in einer geraden Linie bewegte. In dem einen und andern Versuche wurde die ganze Ausdehnung der Bahn durchlaufen, und zwar bis zu einer Länge von 50,000 M., und bis zu einer Geschwindigkeit von 10 Lieus in der Stunde. Bei einer am längsten andauernden Reise wurde die Bahnausdehnung 28 Mal, und zwar in 58 Minuten durchlaufen, welches 32,480 M., oder $8^1/_3$ Lieus Geschwindigkeit in der Stunde ausmacht. Diese Geschwindigkeit während der ganzen Zeit wurde stets gleich unterhalten, und nicht die mindeste Veränderung noch ein Unfall störte den Versuch."

Dieses System ist ein großer Fortschritt im Eisenbahnwesen, und es ist zu hoffen, daß bald auf größeren Bahnen Versuche damit gemacht werden, um endlich bei neuen Bauten das Beste wählen zu können.

Ich habe nun bezüglich der steilen Stellen und der Krümmen das Wesentlichste bezeichnet, und hoffe, Sie werden daraus die Ueberzeugung geschöpft haben, daß wir in der Schweiz Eisenbahnen anlegen können, wo man es bis jetzt für unmöglich hielt.

Fig. 6.

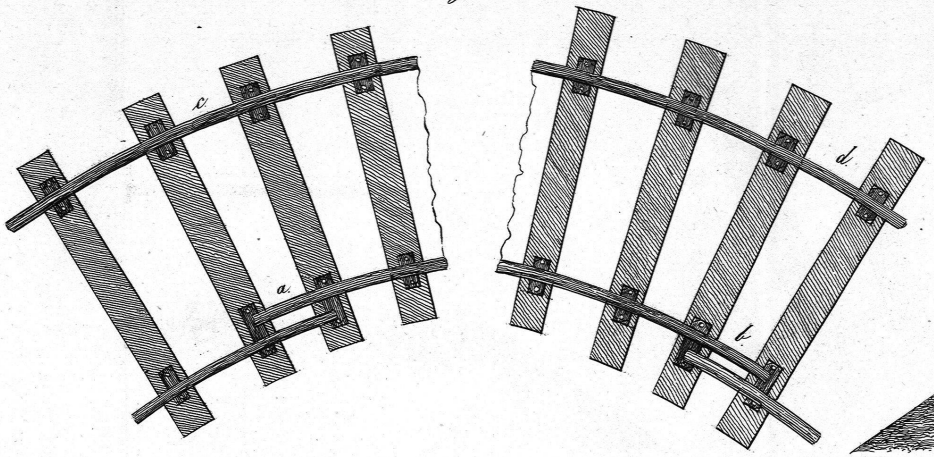


Fig. 4.

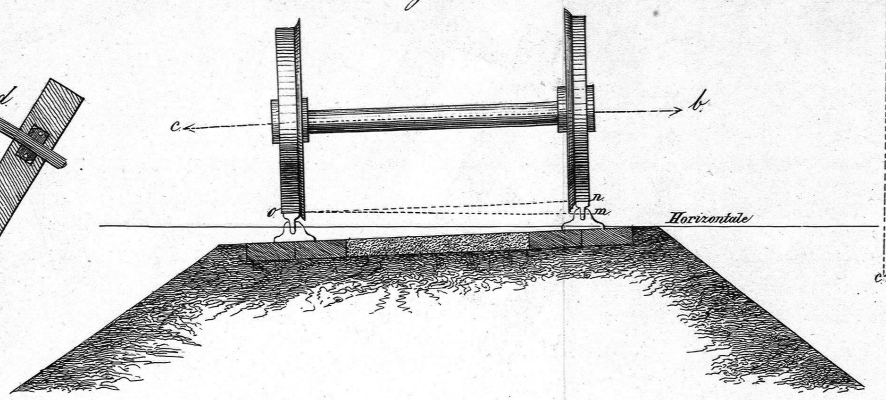


Fig. 3.

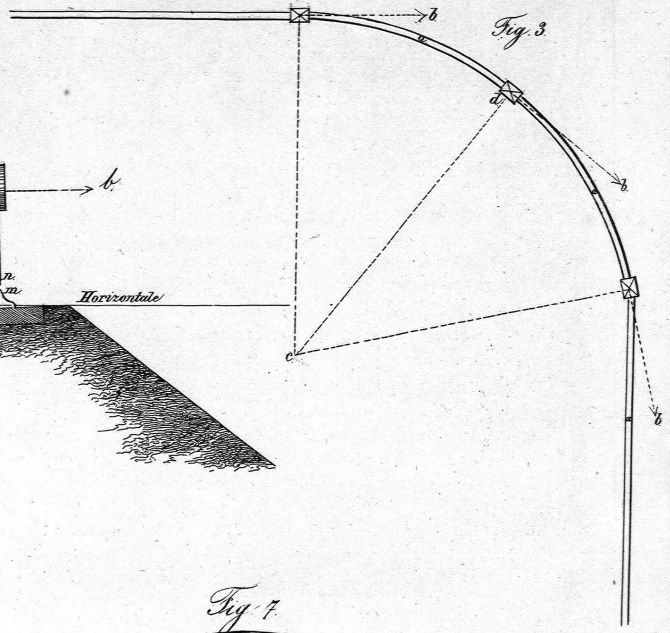


Fig. 5.

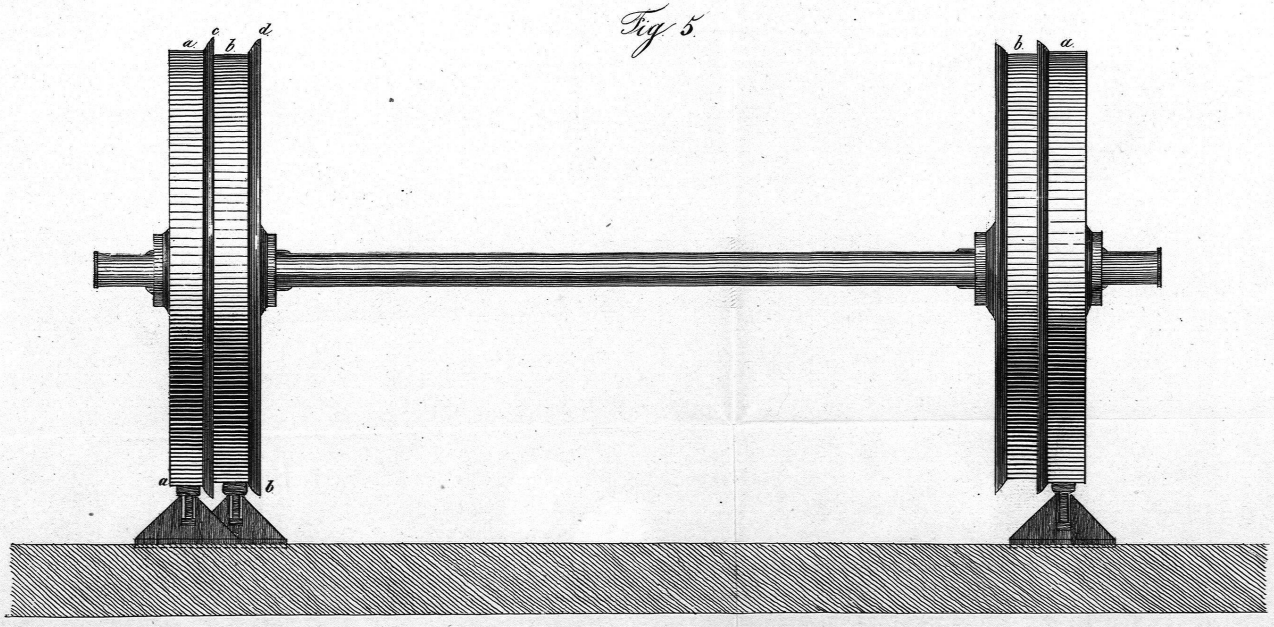
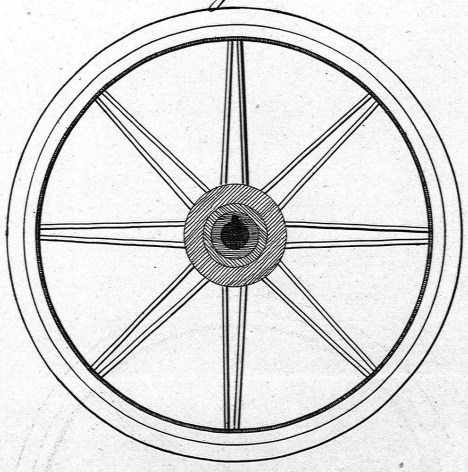


Fig. 7.



Station in Mecheln.

Fig. 8.

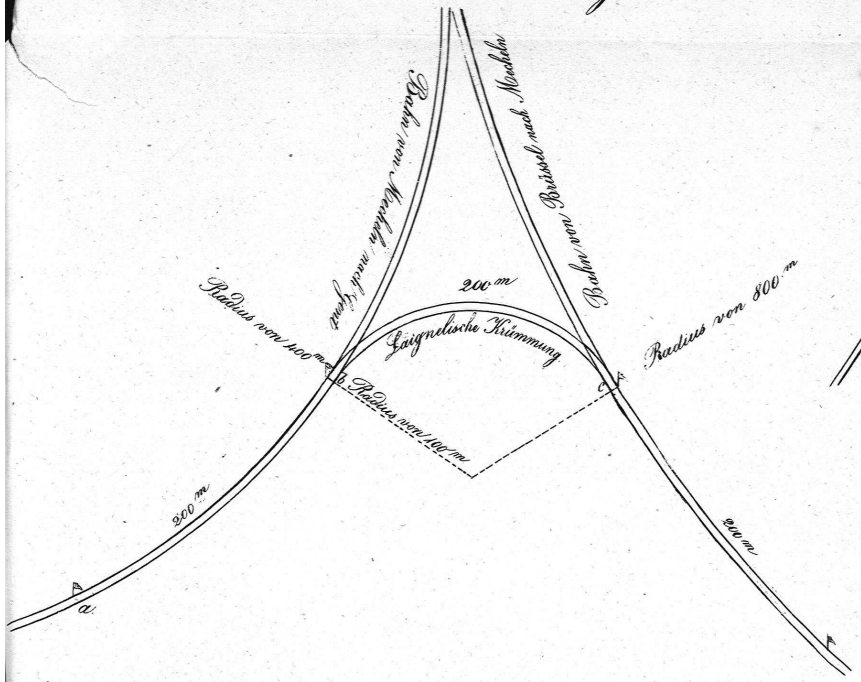


Fig. 10.

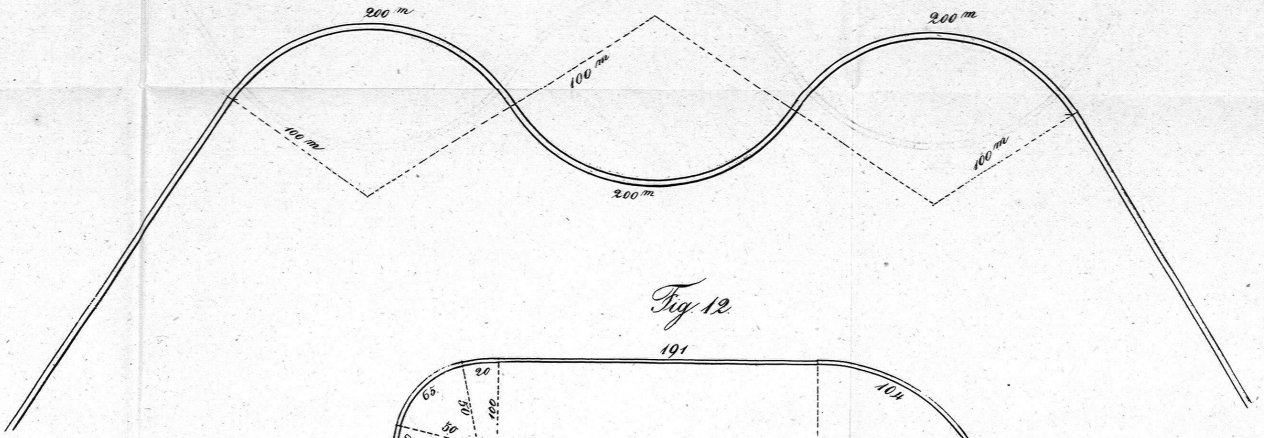


Fig. 12.

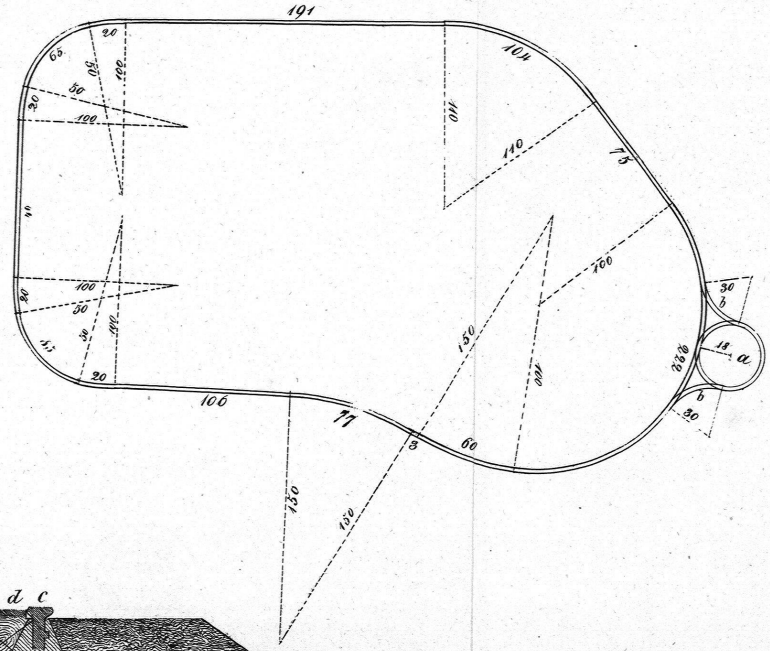


Fig. 9.

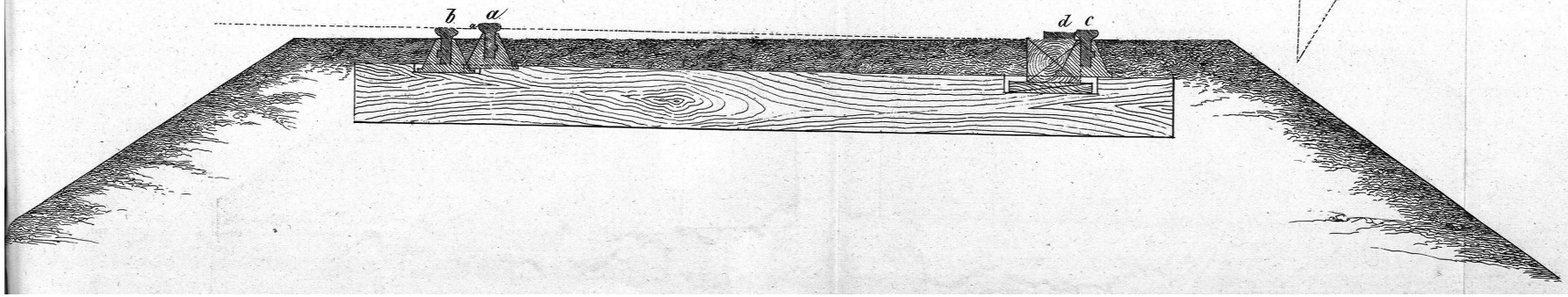
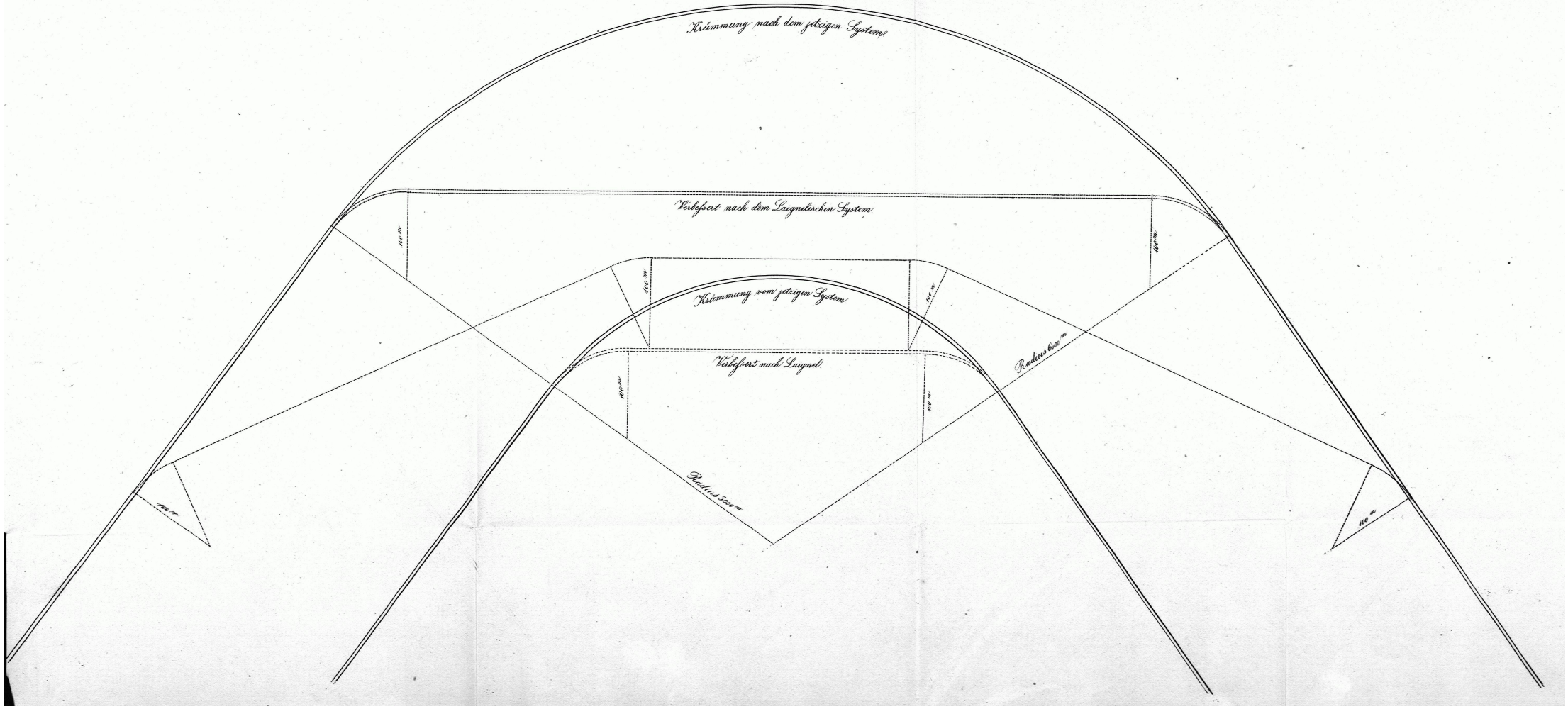


Fig. 11.


Krümmung nach dem jetzigen System
Verbessert nach dem Laignelischen System
Krümmung vom jetzigen System
Verbessert nach Laignel
Radius 600 m
Radius 800 m
100 m
100 m
100 m
100 m
100 m
100 m
100 m
100 m