

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	27/28 (1896)
<b>Heft:</b>	14
<b>Artikel:</b>	Beirut-Damaskus: kombinierte Adhäsions- und Zahnradbahn
<b>Autor:</b>	Abt, Roman
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-82334">https://doi.org/10.5169/seals-82334</a>

### 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:** 16.01.2026

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



des äussern Stranges gegen zwei *B*-Plättchen ausgewechselt, wodurch eine zur Bahnachse symmetrisch verteilte Spurerweiterung von insgesamt 8 mm erreicht ist. Für Kurven mit weniger als 200 m Radius bleiben die Spurplatten *B* für den äussern Schienenstrang, auf die innere Seite des inneren Stranges aber kommt ein Plättchen *C*, auf die äussere Seite

Korrespondierend mit dem schon erwähnten Schwellenabstande werden die Lamellen alle 90 cm durch einen gusseisernen Stuhl unterstützt. Ein Schraubenpaar von 20 mm Schaftdicke verbindet den Fuss des Stuhles mit der Schwelle, ein zweites den oberen Teil mit den Lamellen. Jeder Lamellenstoss wird durch eine Lasche aus 10 mm dickem

Beirut-Damaskus. — Oberbau. — Zahnstange, System R. Abt.

Fig. 16. Stuhl (Ansicht).

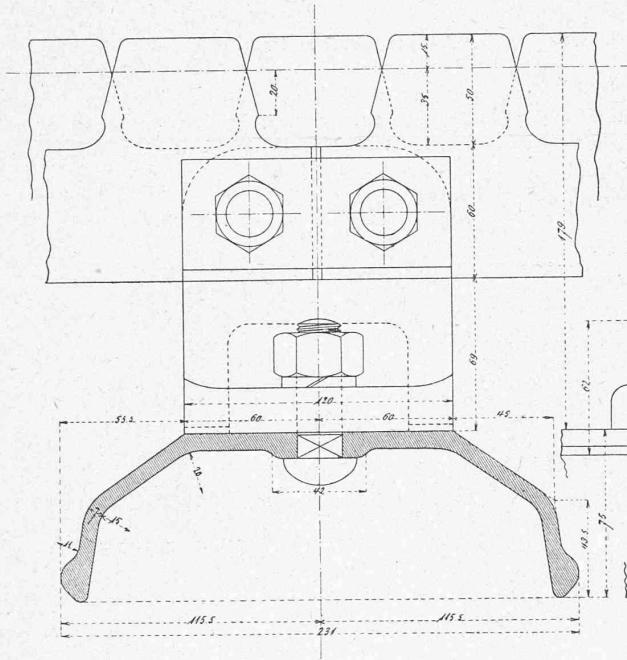


Fig. 17. Stuhl (Querschnitt).

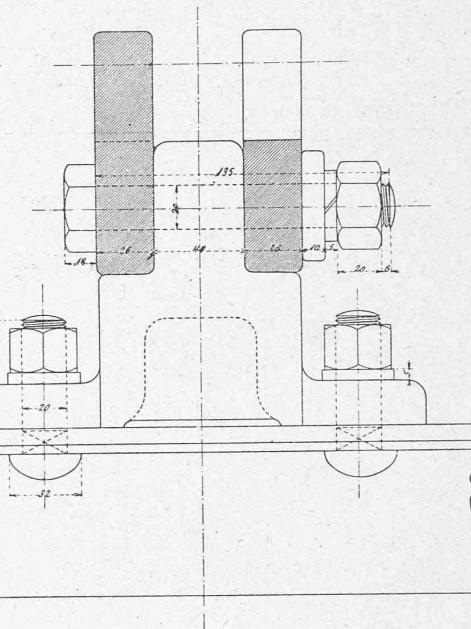
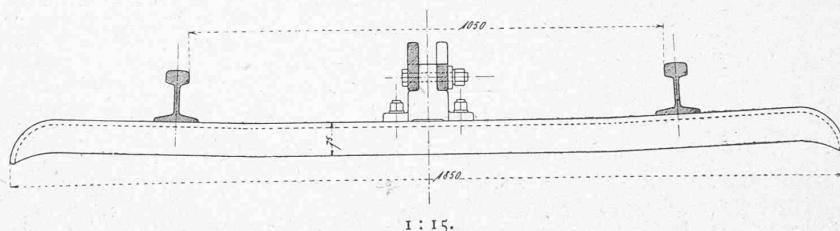


Fig. 18. Schwelle.



ein  $A$ , damit ist die Gesamterweiterung auf 12 mm gestiegen, wovon 4 mm auf die äussere, 8 mm auf die innere Schiene entfallen. (In Fig. 14 ist nur Plättchen  $B$  dargestellt.)

Die *Schwellen*, Fig. 18, sind aus Flusseisen nach dem Vautherinprofil, mit verstärktem Rande nach Kupfer und einer kräftigen Mittelrippe in der Längsachse. Der seitliche Abschluss erfolgte durch einfaches Umbiegen der Enden. Um den Schienen die nötige Neigung von  $\frac{1}{20}$  zu geben, sind die Schwellenenden auf eine Länge von 420 mm entsprechend nach oben gebogen. Das Gewicht einer 1850 mm langen Schwelle beträgt 37,8 kg. Der normale Schwellenabstand, von Mitte zu Mitte gemessen, ist 900; im Schieneneinstossen dagegen ist eine Hilfsschwelle eingelegt, sodass hier zwei Abstände von nur 450 mm vorkommen.

Die Zahnstange, Fig. 16—18, befindet sich auf den Steigungen und Gefällen von mehr als 25<sup>0</sup>/o. Dieselbe wird aus zwei 26 mm dicken und 1800 mm langen Lamellen aus Flusstahl gebildet, deren Verzahnung und Stösse verschränkt sind. Die Teilung beträgt 120 mm, wovon die eine Hälfte, 60 mm auf den Zahn, die andere Hälfte auf die Lücke entfällt. Die Teillinie befindet sich 15 mm unter Lamellen-, 40 mm über Schienen-Oberkante. Die Zähne sind an ihrer Wurzel unterschnitten, sodass für die arbeitende Zahnschanke eine Länge von 30 mm verbleibt.

Facheisen überdeckt. Unter sämtlichen Muttern befinden sich Sprengringe.

Die Einfahrt (Fig. 19—21) in die Zahnstange wird automatisch durch ein bewegliches Zahnstangenstück vermittelt. Dasselbe ist mittelst Scharnier an die feste Zahnstange gehängt, um in jeder Lage auch an der Wurzel die normale Zahnteilung zu bewahren. In der Längsrichtung wird dieses Specialstück seitlich von auf die Schwellen geschraubten Lagerstühlen geführt und von vier Blattfedern mit genau beschränktem Spiel in der richtigen Höhenlage gehalten. Die Verzahnung hat normale Teilung, ist im übrigen aber von der Einfahrtsspitze bis zur Wurzel nach gewissen Regeln durchgebildet. Die ganze Anordnung ermöglicht nicht nur ein sicheres, sondern auch ein geräuschloses Eingreifen der Zahnräder in die Stange und zwar bei jeder Fahrgeschwindigkeit. Es wird zwar dem Lokomotivpersonal wohl eingeschärft, schon vor der Einfahrt die Zahnräder in langsame Bewegung zu bringen und überhaupt in der Nähe der betreffenden Stelle die Fahrgeschwindigkeit des Zuges auf ungefähr 10 km zu ermässigen, allein wie oft werden die Einfahrten absichtlich und unabsichtlich mit 20 und 25 km genommen!

Im ganzen sind 32 Einfahrten, also 16 Zahnstangenstrecken vorhanden mit einer totalen Länge von rund 32 km.

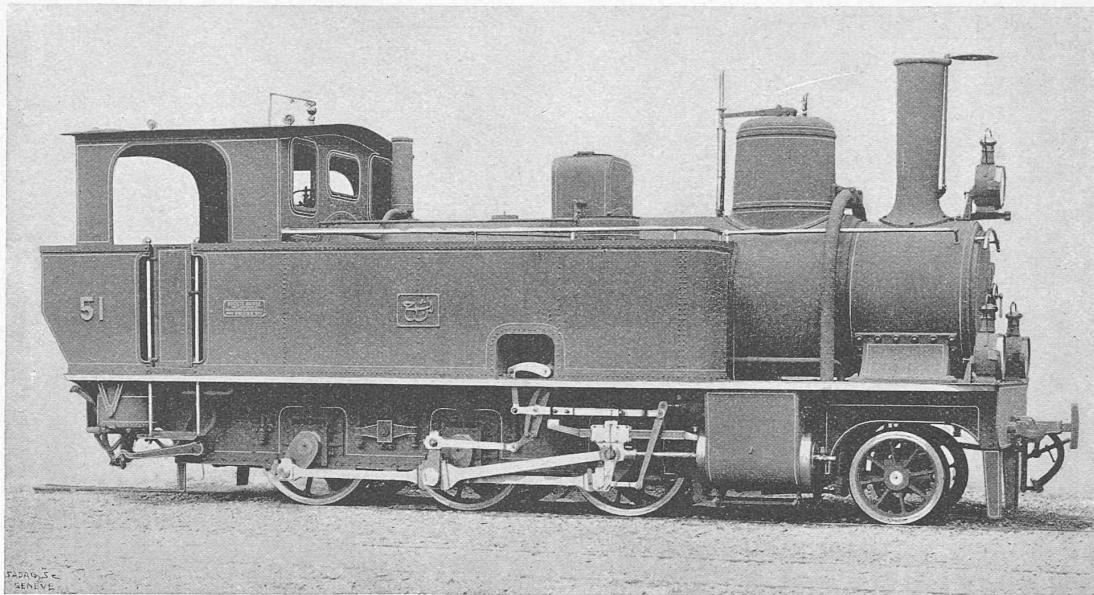


Fig. 22. Adhäsions-Lokomotive.



Fig. 23. Transport eines Lokomotiv-Kessels.

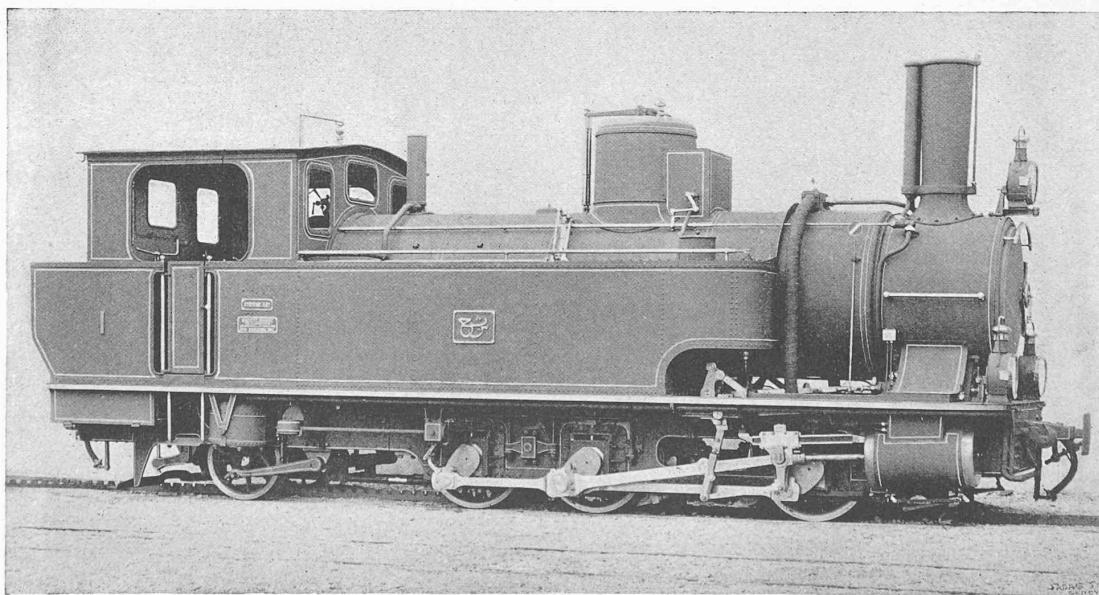


Fig. 24. Zahnrad-Lokomotive.

Eisenbahn von Beirut nach Damaskus.

Seite / page

97(3)

leer / vide /  
blank

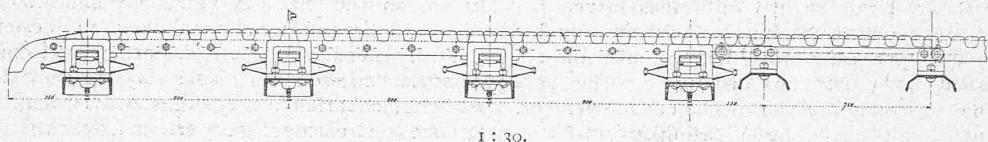
In wichtigen Strassenübergängen à niveau wurde die Zahnstange aus zwei Doppellamellen gebildet und seitlich durch ein Winkeleisen abgegrenzt. Unter der Zahnstange wurde ein Kanal durchgeführt und der Zwischenraum zwischen Winkeleisen und Schiene mit Steinfliesen gepflastert.

Um in dem nicht immer soliden Terrain vor einem

lokomotive mit drei gekuppelten Adhäsionsachsen und einem, unter der Rauchkammer central gelagerten Bisselgestell. Die Vorräte an Brennmaterial sind hinter dem Führerstande, jene an Speisewasser zu beiden Seiten des Kessels untergebracht. Die Hauptabmessungen dieser Maschinen sind nachfolgende:

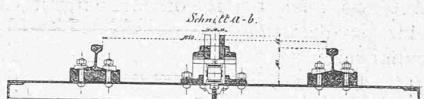
#### Beirut-Damaskus. — Oberbau. — Zahnstangen-Einfahrt.

Fig. 19. Ansicht.



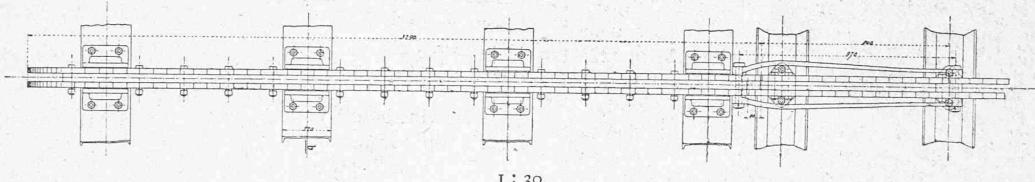
1 : 30.

Fig. 20. Schnitt.



1 : 30.

Fig. 21. Grundriss.



1 : 30.

allfälligen Thalwärtswandern des Oberbaus gesichert zu sein, wurden in Abständen von 50 bis 100 m Betonblöcke von ungefähr 1 m<sup>3</sup> Volumen in den Bahnkörper eingesetzt; darin sind zwei Schienenstücke eingegossen, die sich an die nächste Schwelle anlegen.

Die Zahnstange wurde von der *Union*, Aktiengesellschaft für Bergbau, Eisen- und Stahlindustrie in Dortmund, ausgeführt, der übrige Oberbau von verschiedenen belgischen Werken geliefert.

Ueber die Gewichte der einzelnen Oberbauteile giebt nachstehende Zusammenstellung näheren Aufschluss.

No.	Gegenstand	Stückzahl pro km	Gewicht kg		
			pro Stück	pro km	Total pro km
1	Schienen . . . . .	202	273,3	55 240	
2	Schwellen . . . . .	1212	37,8	45 894	
3	Winkellaschen . . . . .	404	6,8	2 755	
4	Laschenbolzen . . . . .	808	0,40	323	
5	Hakenschrauben . . . . .	4848	0,28	1 357	
6	Klemmplättchen . . . . .	A 4848 B 4848 C 4848	0,28 0,30 0,33	1 457	
7	Sprengringe . . . . .	5656	0,024	136	
				Einfacher Oberbau	107 162
8	Zahnlamellen . . . . .	1111	32,2	35 777	
9	Stühle . . . . .	1111	6,7	7 444	
10	Laschen . . . . .	1111	0,42	467	
11	Lamellenschrauben . . . . .	2222	0,51	1 133	
12	Fussschrauben . . . . .	2222	0,30	667	
13	Sprengringe . . . . .	4444	0,024	107	
				Kombinierter Oberbau	45 595
					152 757

#### Lokomotiven.

*Adhäsionsmaschinen.* Hiefür wurde ein Typus gewählt, der von der Schweizer Lokomotivfabrik Winterthur mit grossem Erfolge bei einer Reihe von Bahngesellschaften einführt worden ist. Derselbe (Fig. 22) ist eine Tender-

Arbeitsdruck im Kessel	12 Atm.
Rostfläche	1,4 m <sup>2</sup>
Totale Heizfläche	80,4 m <sup>2</sup>
Cylinderdurchmesser	380 mm
Kolbenhub	550 "
Triebbraddurchmesser	1050 "
Laufraddurchmesser	750 "
Fester Radstand	2800 "
Gesamter Radstand	5000 "
Speiswasservorrat	4600 kg
Kohenvorrat	2000 "
Gewicht der Maschine leer	30 700 "
Gewicht der Maschine mit Vorräten	40 000 "
Adhäsionsgewicht	30 000 "
Zugkraft	5000 "

Um auch die lange Adhäsionsabteilung der Bahn rechtzeitig fertig zu bringen, war schon für den Bahnbau die Hilfe der Lokomotiven unentbehrlich. Die ersten Maschinen mussten daher zerlegt und per Wagen über den Libanon geschafft werden.

Fig. 23 zeigt den Transport eines Lokomotivkessels. *Zahnradmaschinen.* (Fig. 24.) Die allgemeine Anordnung zeigt den Normaltypus unserer kombinierten Bahnen mit zwei Cylinderpaaren, getrennten Mechanismen für Adhäsion und Zahnrad, aber gemeinschaftlichem Dampfkessel. Die Lokomotive ruht dabei auf acht Rädern. Davon sind die sechs vordern unter sich gekuppelt und deren Belastung zur Fortbewegung des Zuges dienstbar gemacht; die zwei hintern als Laufachse mit Radiallagern angeordnet und mittelst horizontaler Schneckenfedern nach jeder Ablenkung wieder in die normale Lage zurückgedrängt.

Nicht selten begegnet man der Ansicht, dass für eine Gebirgsbahn das ganze Maschinengewicht als Adhäsion ausgenutzt werden sollte. Diese Forderung ist theoretisch durchaus richtig. Allein der Konstrukteur hat es in der Hand, auch bei einer Anordnung, wie die hier gewählte, praktisch dasselbe Ziel, außerdem aber noch andere wesentliche Vorteile zu erreichen.

Die Libanonlokomotive muss 7,5 t Vorräte an Wasser und Kohlen mitführen. Sie besitzt damit ein grösstes Dienst-

gewicht von  $44\text{t}$ . Wäre ihr ganzes Gewicht nützliche Adhäsionsbelastung, so resultierte daraus, bei z. B. einem Adhäsionskoeffizienten von  $\frac{1}{6}$  eine Zugkraft am Radumfang von  $7300\text{ kg}$ , solches aber nur zur Zeit der vollen Füllung. Mit Beginn der Arbeit nehmen die Vorräte und damit die Belastung ab, mit Erschöpfung derselben bleibt bloss noch ein Gewicht von  $36,5\text{t}$ , entsprechend einer Zugkraft von  $6100\text{ kg}$ . Mit diesem Zustande aber muss der Betriebsbeamte rechnen, da er unvermeidlich eintritt und zwar naturgemäß gerade an jener Stelle der Bahn, wo die Adhäsionsverhältnisse gewöhnlich die ungünstigsten zu sein pflegen: auf der Höhe des Gebirges. Praktisch genommen, kommt mehr als  $36,5\text{ t}$  Adhäsionsgewicht nicht zur Ausnutzung. Die vorliegende Maschine hat nun freilich noch etwas weniger, nämlich nur  $34\text{t}$ , damit also eine Adhäsionszugkraft von  $5700\text{ kg}$ ; dafür ist diese aber konstant, indem die vorhandene Laufachse es ermöglicht, die Vorräte zum grössten Teile über ihr und außerdem so unterzubringen, dass auch bei Erschöpfung derselben eine Veränderung in der Belastung der Adhäsionsachsen nicht eintritt. In Wirklichkeit aber ist die nützlich verbleibende Zugkraft der Maschine mit hinterer Laufachse auch nicht um volle  $400\text{ kg}$  geringer gegenüber der reinen Tendermaschine, weil diese als Achtkuppler in den vielen engen Kurven einen erheblich grösseren Widerstand fände, also von der produzierten Brutto-Zugkraft mehr absorbierte, als der Sechskuppler mit einem festen Achsenstand von nur  $3\text{ m}$  und weil es zudem sehr schwer halten dürfte, die Vorräte auf dem erstern so unterzubringen, dass durch ihre Abnahme nicht eine verschiedene Belastung der einzelnen Achsen und damit wiederum eine ungünstige Beeinflussung der Adhäsion eintrate. Ein nicht zu unterschätzender Vorteil der gewählten Disposition liegt aber schliesslich in der Möglichkeit, damit das ganze Triebwerk und speciell die Zahnräder frei und zugänglich zu halten.

Der *Zahnradmechanismus* ist in einem eigenen, geschmiedeten Rahmen zwischen der mittlern und vordern Adhäsionsachse untergebracht. Die hintere der beiden Zahnradachsen wird von den zwischen den Hauptrahmen befestigten Zahnrädcylindern mittelst Kreuzkopf und Schubstange auf die gewöhnliche Art angetrieben und ist mit der vordern durch ein Kuppelstangenpaar verbunden. Angesichts des für zwei Triebwerke geringen Raumes wurden für beide Cylinderpaare Steuerungen nach dem System Joy gewählt. Dieselben arbeiten unabhängig von einander, werden aber durch eine gemeinschaftliche Steuerschraube reguliert. Damit ist in der Handhabung der Maschine eine wertvolle Vereinfachung eingetreten, ohne dass sich Nachteile fühlbar gemacht hätten. Eine weitere Neuerung zeigen die beiden Cylinderpaare. Dieselben sind so angeordnet, dass der Abdampf aller vier Cylinder in einem unmittelbar unter der Rauchkammer gelegenen Raum zusammenfliesst und von hier aus seinen Weg durch ein gemeinschaftliches Blasrohr in die Rauchkammer, beziehungsweise den Kamin nimmt. Damit war die Möglichkeit geboten, den Abschluss des Blasrohres gegen die Rauchkammer und die Luftzuführung zu den Schieberkästen, beides unerlässliche Bedingungen zur Anwendung der Dampfcylinder als Luftbremse, sehr einfach zu lösen, aber auch dem Blasrohre selber jede gewünschte vorteilhafte Form zu geben.

Auf den ersten Blick möchte dieses Zusammenströmen des Abdampfes aus vier Cylinderpaaren Bedenken erregen. Die Erfahrung hat sie aber als ganz unbegründet erwiesen.

Jede Maschine ist mit folgenden Bremsapparaten ausgerüstet:

Vorab kann jedes Cylinderpaar auf dem Gefälle in eine Luftbremse umgewandelt werden, durch entsprechende Stellung der Steuerschraube und den soeben erwähnten Zügen für Luftzuführung und Abschluss gegen die Rauchkammer. Selbstredend wirken auf den Adhäsionsgefällen nur die äussern Cylinder, auf den Zahnstangenrampen dagegen alle vier als Bremse. Sie bilden das natürliche und normale Mittel zur Regulierung der Thalfahrt.

Außerdem ist eine Spindelbremse vorhanden, welche mittelst kräftiger Hebelübersetzung und sechs eiserner Bremsklötze auf alle sechs Adhäsionsräder wirkt.

Eine nicht minder kräftige Spindelbremse wirkt auf vier Bremsrollen, die paarweise seitlich an die beiden Zahnräder befestigt sind.

Als fünfter Sicherheitsapparat endlich figuriert eine automatische Vakuumbremse für den Zug, dessen sämtliche Wagen die entsprechende Einrichtung besitzen.

Alle Lokomotiven sind mit Geschwindigkeitsmessern ausgerüstet.

Da sämtliche Züge über die ganze Bahn *gezogen* werden sollen, so wurden alle Fahrzeuge mit besonders kräftigen Zug- und Stoßvorrichtungen versehen, bestehend in einem Centralpuffer und symmetrisch dazu gelagertem Zughaken und Kuppelzaum, wodurch also stets eine doppelte Verbindung zweier Nachbarfahrzeuge hergestellt werden kann. Alle drei Organe sind elastisch gelagert und stehen durch einen horizontalen Balancier mit einander in Verbindung.

Für die hauptsächlichsten Materialien waren folgende Vorschriften aufgestellt:

	Festigkeit	Dehnung
	kg	%
Kessel aus Flusseisen . . . . .	36—40	25
Feuerbüchse und Stehbolzen aus Kupfer . . . . .	20—22	35
Achsen aus Stahl . . . . .	55—60	15—12
Zahnkränze aus gehämmertem Tiegelgusstahl . . . . .	70	18
Bandagen aus Stahl . . . . .	65	15
Cylinder, Grauguss . . . . .	18	—
Geschmiedete Teile aus Schweißeisen . . . . .	35	12

Die Hauptverhältnisse der Lokomotiven giebt nachstehende Zusammenstellung:

Rostfläche . . . . .	1,63 $m^2$
Feuerbüchs-Heizfläche . . . . .	8,00 "
Siedrohr . . . . .	87,80 "
Totale . . . . .	95,80 "
Siedrohrlänge . . . . .	3000 mm
Dampfspannung . . . . .	12 Atm.

#### Adhäsionsmaschine:

Cylinderdurchmesser . . . . .	380 mm
Kolbenhub . . . . .	500 "
Triebbraddurchmesser . . . . .	900 "
Laufraddurchmesser . . . . .	750 "
Fester Radstand . . . . .	3000 "
Totaler . . . . .	5250 "

#### Zahnradmechanismus:

Cylinderdurchmesser . . . . .	380 mm
Kolbenhub . . . . .	450 "
Triebbraddurchmesser . . . . .	688 "
Zahnteilung . . . . .	120 "
Achsenstand . . . . .	930 "
Abstand der Endlager . . . . .	1900 "
Leergewicht der Maschine . . . . .	33 000 kg
Wasser im Kessel . . . . .	3200 "
Wasser in den Kästen . . . . .	5000 "
Brennmaterial . . . . .	2500 "
Ausrüstung . . . . .	300 "
Grösstes Dienstgewicht . . . . .	44 000 kg
Adhäsionsgewicht . . . . .	34 000 "
Zugkraft aus einfacher Adhäsion . . . . .	5000 "
Zugkraft mit Adhäsion und Zahnstange . . . . .	10 000 "

(Fortsetzung folgt.)

#### Miscellanea.

**Elektr. Lokalbahn Meckenbeuren-Tettnang.**) Ueber den elektrischen Betrieb auf der Anfang Dezember v. J. eröffneten, normalspurigen Zweigbahn von Meckenbeuren nach Tettnang werden uns, in Ergänzung der bereits früher veröffentlichten Angaben, noch folgende Einzelheiten berichtet: Ein Zug besteht jeweilen aus einem mit zwei Elektromotoren zu 22 P. S. ausgerüsteten Personenwagen von 33 Sitzplätzen und einer Post- und Gepäckabteilung, dem 1—2 Güterwagen der Normalbahn angehängt werden können.

\*) Vergl. Bd. XXVI S. 176.