

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 27/28 (1896)
Heft: 14

Artikel: Beirut-Damaskus: kombinierte Adhäsions- und Zahnradbahn
Autor: Abt, Roman
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-82334>

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>

INHALT: Beirut-Damaskus. Kombinierte Adhäsions- und Zahnradbahn. II. — Miscellanea: Elektr. Lokalbahn Meckenbeuren-Tettang. Die Eisenindustrie der Welt. Eine Vorrichtung zur Beobachtung von Schlagwettern. Einfluss der Telefonleitungen auf die atmosphärische

Elektricität. Denkmal für Gaspard André in Lyon. — Nekrologie: † Emil Boeswillwald. — Litteratur: Baumaterialienkunde. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Stellenvermittlung.

Hierzu eine Tafel: Eisenbahn von Beirut nach Damaskus.

Beirut-Damaskus. Kombinierte Adhäsions- und Zahnradbahn.

Von Roman Abt.

II.

Unterbau.

Im allgemeinen erwies sich die Bodenbeschaffenheit der Herstellung eines soliden Bahnkörpers recht günstig;

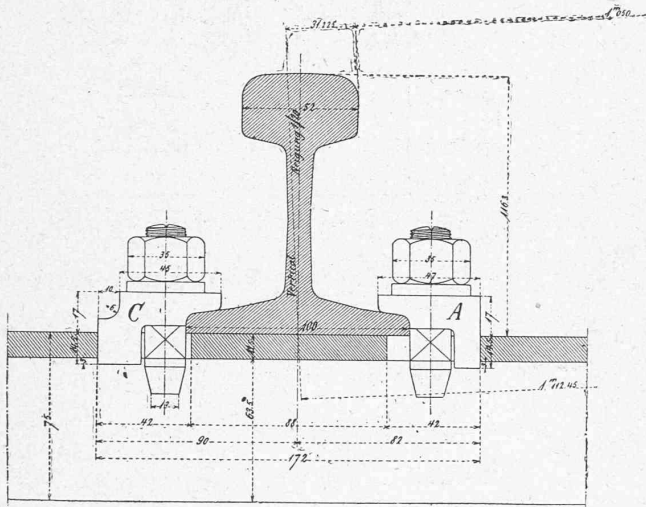
einen Sturm erlebt, während welchem die Pferde in den Strassen von Beirut fusshoch im Wasser gewatet, und der über die Gegend innert drei Tagen eine Regenmenge von 36 cm Höhe ergoss.

Oberbau.

In Anbetracht der Holzarmut des eigenen Landes, der grossen Inanspruchnahme des Oberbaus in klimatischer Hinsicht, wie mit Rücksicht auf die vielen engen Kurven und die hohe Zugkraft wurde gleich anfangs für die ganze Linie eiserner Oberbau in Aussicht genommen.

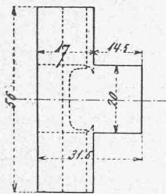
Beirut-Damaskus. — Oberbau.

Fig. 10.



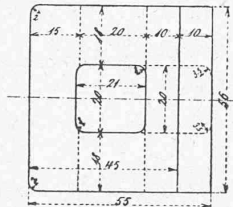
1:3.

Fig. 12.



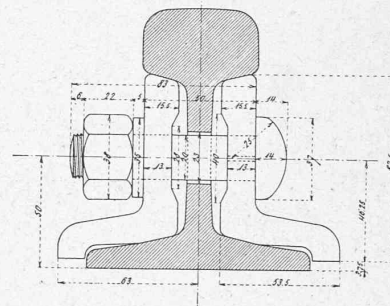
1:2.

Fig. 13.



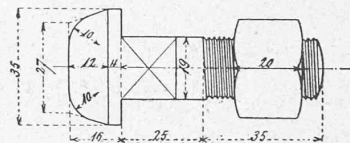
1:2.

Fig. 11.



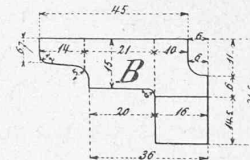
1:3.

Fig. 15.



1:2.

Fig. 14.



1:2.

einzelne Landstriche sind reich an Kalk- und Sandstein; häufig aber auch begegnet man der dem Lande eigentümlichen lehmartigen Erde, die bei trockenem Wetter steinhart wie gebrannte Ziegel, zur Regenzeit aber weich und flüssig wird.

Der Bahnkörper besteht durchweg aus einem 30 cm mächtigen Bett von geschlagenem Schotter, im untern Teile die grösseren Stücke, in der Nähe der Schwellen die üblichen Dimensionen. Sorgfältig eingebaute Steinbette wurden nur an nassen Stellen durchgeführt. Lange Strecken, namentlich in den Steigungen von 60 und 70‰ sind mit kräftigen Banketten aus lagerhaften Steinen eingefasst.

Auf die Wasserabfuhr wurde besondere Sorgfalt verwendet, an der Oberfläche durch zahlreiche offene Kanäle, in den Einschnitten durch gepflasterte Rinnen, unter den Dämmen durch weite, durchwegs in schönsten Hausteinen ausgeführte Dohlen. Im allgemeinen kann in dieser Richtung nie zu viel gethan, durch übel angebrachte Sparsamkeit aber leicht die Bahnanlage arg geschädigt werden, zumal in Gegenden, wie die betreffende. Wir selbst haben dort

Die Laufschiene, Fig. 10, nach Profil Vignoles, sind aus Flusstahl, wiegen 27,6 kg pro Laufmeter, haben 116 mm Höhe und 9,9 m normale Länge.

Die Laschen, Fig. 11, erhielten die übliche Winkelform für innen und aussen. Ihre Länge ist 610 mm. Sie ruhen auf zwei um 450 mm von einander entfernten Querschwellen, wo sie die Klemmplättchen beidseitig umfassen. Vier Schrauben verbinden jedes Laschenpaar mit den zwei Schienenenden.

Klemmplättchen und Hakensrauben, wie die Fig. 12 bis 15 sie darstellen, besorgen die Befestigung der Schienen auf die Querschwellen. Speziell für die Zahnstangenstrecken sind drei verschiedene Klemmplättchen in Verwendung, mit 12 (A) 16 (B) (Fig. 14) und 20 (C) mm Stollendicke. Im geraden Geleise befinden sich im Geleise die Plättchen A, aussen C, damit ist die normale Spur von 105 cm gegeben; in Kurven bis hinunter auf 350 m Radius werden die Plättchen A und C für den äusseren Schienenstrang belassen, der innere dagegen wird mit zwei Plättchen B befestigt; damit tritt eine Spurerweiterung von 4 mm ein. Für Kurven unter 350 m Radius bis zu 200 m werden auch die Plättchen

des äusseren 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 äusseren Schienenstrang, auf die innere Seite des inneren Stranges aber kommt ein Plättchen *C*, auf die äussere Seite

Korrespondierend mit dem schon erwähnten Schwellenabstände 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).

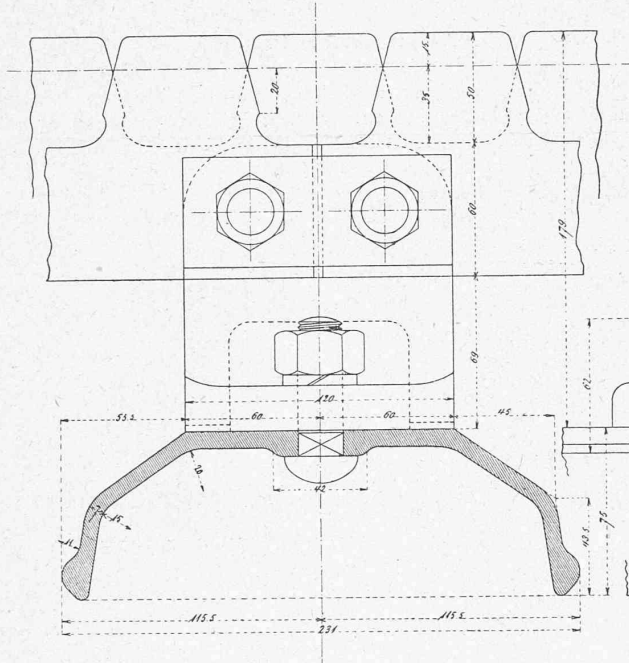
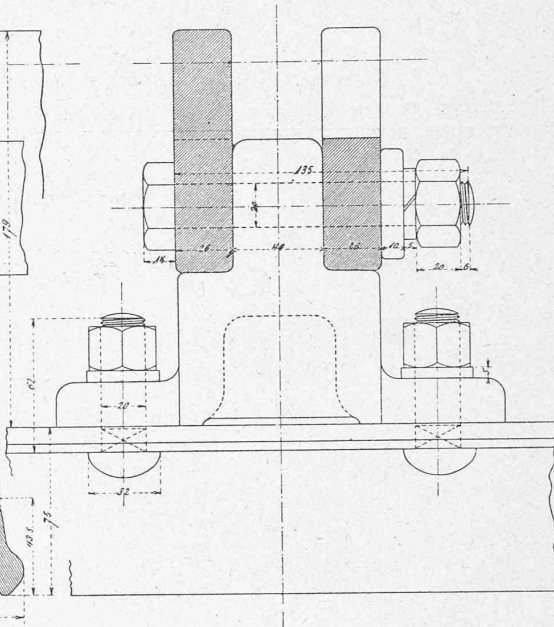
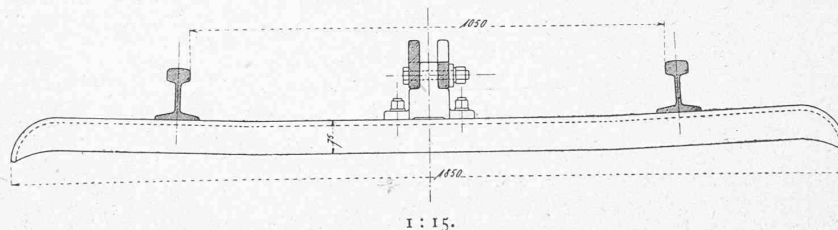


Fig. 17. Stuhl (Querschnitt).



1:3.

Fig. 18. Schwelle.



1:15.

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 Kupper 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 Schienenstosse 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 $\frac{25}{1000}$. 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 unterschritten, sodass für die arbeitende Zahnflanke 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 Spezialstück 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.

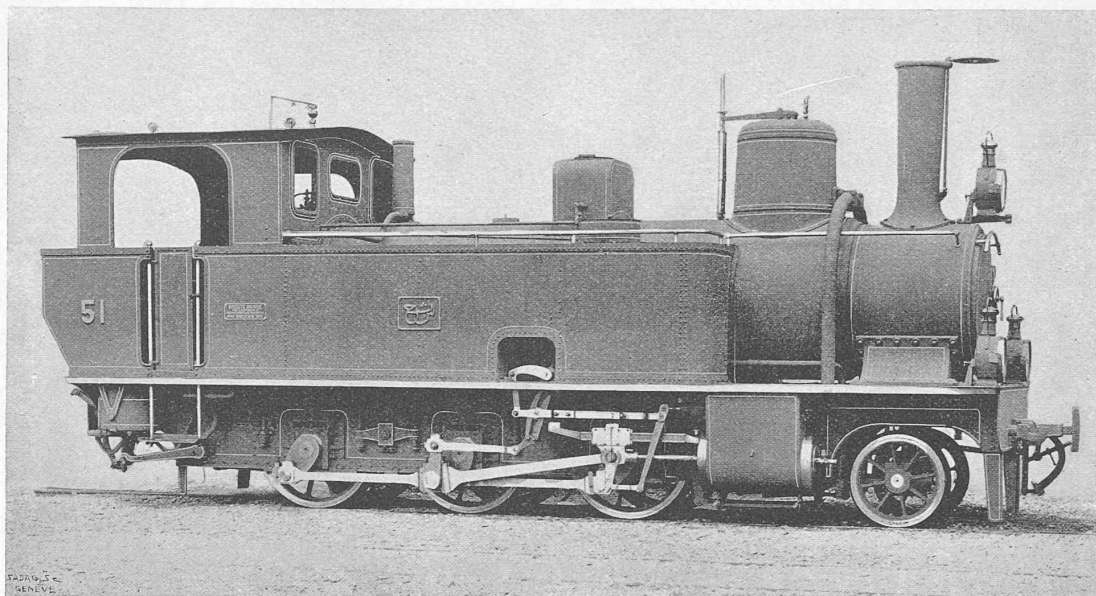


Fig. 22. Adhäsions-Lokomotive.



Fig. 23. Transport eines Lokomotiv-Kessels.

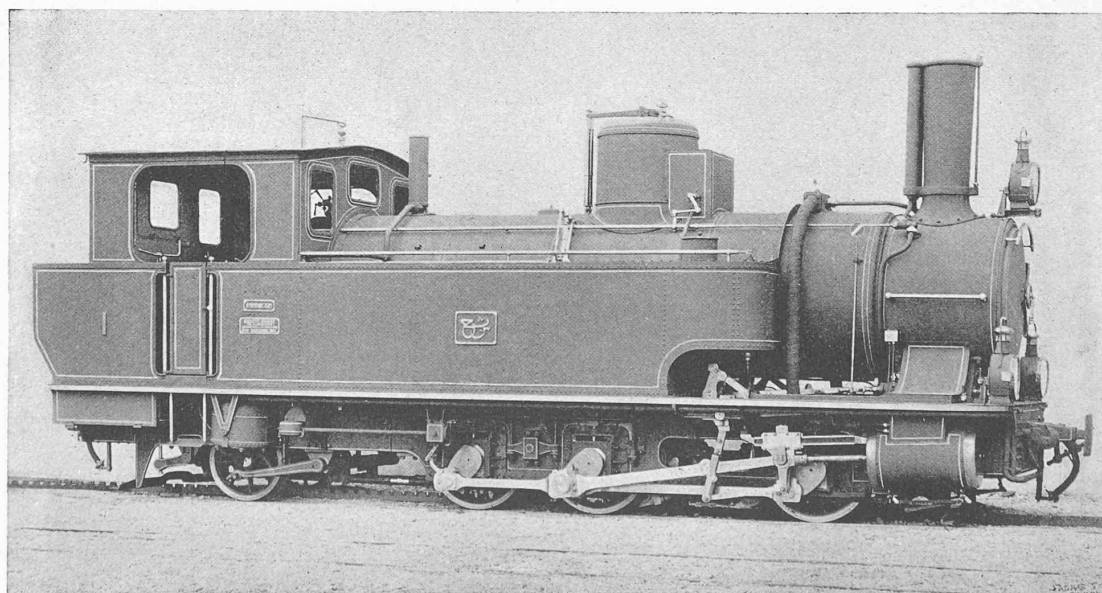


Fig. 24. Zahnrad-Lokomotive.

Eisenbahn von Beirut nach Damaskus.

Seite / page

97(3)

leer / vide /
blank

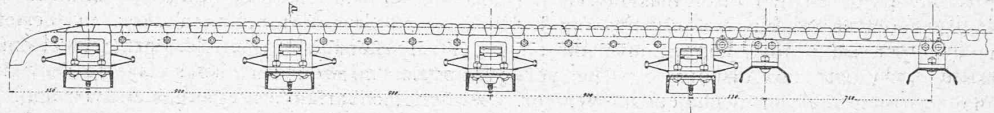
In wichtigen Strassenübergängen à niveau wurde die Zahnstange aus zwei Doppellamellen gebildet und seitlich durch ein Winkeleisen abgegrenzt. Unter der Zahnstange wurde ein Kanal durchgeführt und der Zwischenraum zwischen Winkeleisen und Schiene mit Steinfliesen gepflastert.

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 Führerstand, jene an Speisewasser zu beiden Seiten des Kessels untergebracht. Die Hauptabmessungen dieser Maschinen sind nachfolgende:

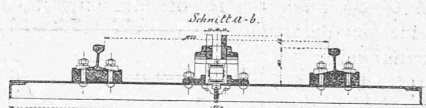
Beirut-Damaskus. — Oberbau. — Zahnstangen-Einfahrt.

Fig. 19. Ansicht.



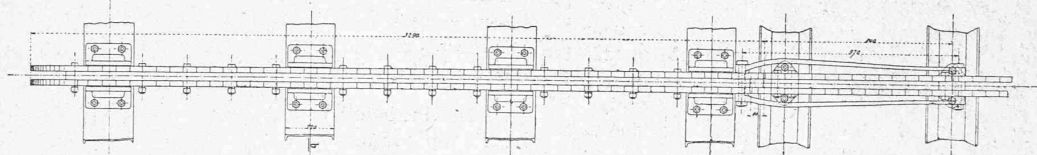
1 : 30.

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 $1 m^3$ 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 nähere Aufschlüsse.

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	4848	0,28	1 457	
			0,30		
			0,33		
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	Fusschrauben	2222	0,30	667	
13	Sprengringe	4444	0,024	107	
					45 595
Kombinierter Oberbau					152 757

Lokomotiven.

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

Arbeitsdruck im Kessel	12 Atm.
Rostfläche	$1,4 m^2$
Totale Heizfläche	$80,4 m^2$
Cylinderdurchmesser	380 mm
Kolbenhub	550 "
Triebbraddurchmesser	1050 "
Laufbraddurchmesser	750 "
Fester Radstand	2800 "
Gesamter Radstand	5000 "
Speisewasservorrat	4600 kg
Kohlenvorrat	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 ausgenützt 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 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 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 t, entsprechend einer Zugkraft von 6100 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 t Adhäsionsgewicht nicht zur Ausnutzung. Die vorliegende Maschine hat nun freilich noch etwas weniger, nämlich nur 34 t, damit also eine Adhäsionszugkraft von 5700 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 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 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 einträte. 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 Zahnradcylindern 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 Schieberkasten, 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 Cylindern 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 äusseren 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 figurirt 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 Tiegelgussstahl	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
Feuerbüchsen-Heizfläche	8,00 "
Siedrohr-	87,80 "
Totale	95,80 "
Siedrohlänge	3000 mm
Dampfspannung	12 Atm.

Adhäsionsmaschine:

Cylinderdurchmesser	380 mm
Kolbenhub	500 "
Triebraddurchmesser	900 "
Lauftraddurchmesser	750 "
Fester Radstand	3000 "
Totaler	5250 "

Zahnradmechanismus:

Cylinderdurchmesser	380 mm
Kolbenhub	450 "
Triebraddurchmesser	688 "
Zahnteilung	120 "
Achsenstand	930 "
Abstand der Endlager	1900 "
Leergewicht der Maschine	33 000 kg
Wasser im Kessel	3200 "
Wasser in den Kasten	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-Tettang.*) Ueber den elektrischen Betrieb auf der Anfang Dezember v. J. eröffneten, normalspurigen Zweigbahn von Meckenbeuren nach Tettang 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.