

Die Seilbahnen und ihre Verwendung im Kriege.

Besprechung der verschiedenen Seilbahntypen.

Kurz gefaßte Entwicklungsskizze.

Bearbeitet für das Werk „Die Technik und der Weltkrieg“ von Generalmajor d. R.
Ing. Moriz Brunner.

Die Verwendung primitiver Seilaufzüge reicht zwar bis in das Altertum zurück, doch ist von Seilbahnen im heutigen Sinne — abgesehen von einzelnen mittelalterlichen Projekten — erst seit der Vervollkommnung des Drahtseiles in den Dreißigerjahren des vorigen Jahrhunderts die Rede. Von da ab ist der Aufschwung ein sehr rascher und die Seilbahn bürgert sich dank ihren gewaltigen Vorteilen — hauptsächlich Unabhängigkeit vom Gelände, rascher und wohlfeiler Bau, sicherer, leistungsfähiger und wohlfeiler Betrieb — in Bergbau und Industrie sowie auch für den Personenverkehr in immer ausgebreiteterem Maße ein. Wenn man als Vorläufer auf dem Gebiete des modernen Drahtseilbahnbaues die Ingenieure C y p h e r (1868), Hodgson (1869) und Freih. v. Dücker (1872) nennt, so müssen als Konstrukteure von bereits in den Einzelheiten entsprechenden Systemen in Deutschland Adolf Bleichert und in Oesterreich-Ungarn Th. Obach hervorgehoben werden, deren Tätigkeit anfangs der Siebzigerjahre begann. Letztgenannter erbaute im Jahre 1883/84 die große Siebenbürgener Drahtseilbahn zwischen Vajda Hunyad und Vadu Dobri, die in einer Gesamtlänge von 30 km 60 Bergrücken und 61 Täler mit freien Spannweiten bis zu 472 m übersetzte, — eine für damalige Zeiten gewaltige Leistung! In der Folge fiel die führende Rolle der deutschen Seilbahnindustrie zu, doch nahm während des Krieges auch jene Oesterreichs einen wesentlichen Aufschwung.

Für militärische Zwecke wurden die Seilbahnen hauptsächlich bei Fortsbauten verwendet u. zw. schon in sehr früher Zeit (Seilbahn des AdamWybe, 1664 beim Bau der Danziger Festungswerke), doch waren irgendwelche Vorsorgen, um sich dieses in der Folge so unentbehrlich gewordenen Transportsmittels auch im Kriege bedienen zu können, nicht getroffen gewesen. An bezüglichen Vorschlägen mangelte es allerdings nicht, wie z. B. in Oesterreich-Ungarn, wo der Hauptmann des Geniestabes Viktor Tilschkert bereits im Jahre 1885 eine ausführliche Studie

„Der Verpflegsnachschub im Kriege und die Drahtseilbahn“ in den „Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens“ veröffentlicht und hiebei auch Zeichnungen der oben erwähnten Drahtseilbahn gebracht hatte. Erst in den letzten Jahren vor dem Weltkriege war in Oesterreich-Ungarn die wichtige Rolle, die die Seilbahnen zumal im Hochgebirge spielen konnten, erkannt worden und es erteilte der damalige Chef des Generalstabes G. d. I. Freih. Conrad v. Hötzendorf einem Geniestabsoffizier (dem Verfasser des II. Teiles vorliegenden Aufsatzes) anfangs 1914 den Auftrag, eine bezügliche Studie zu verfassen. Die Vorlage erfolgte im Mai 1914, doch reichte die Zeit bis Kriegsbeginn natürlich nicht aus, um zu konkreten Maßnahmen zu gelangen. Trotzdem setzte der Bau einzelner Seilbahnen zunächst bei der Kriegsausrüstung der Tiroler Sperren, — bald nach der italienischen Kriegserklärung auch an der Isonzofront ein und nahm allmählich an der ganzen Südwestfront einen ungeahnten Umfang an. Vereinzelt kamen Seilbahnen auch an der russischen, reichlicher an der rumänischen und als direkte Lebensader an der albanischen Front zur Ausführung.

Daß der Seilbahnbau trotz dem Mangel an Friedensvorsorgen mit dem dringenden Bedarfe Schritt halten konnte, war außer der langen Dauer der Stellungskämpfe dem Vorhandensein einer hochentwickelten, leistungsfähigen Industrie, der Anpassungsfähigkeit der technischen Offiziere und bei schwierigeren Bauten der Mitwirkung von zur Militärdienstleistung eingerückten Fachingenieuren zu danken. Die Seilbahnindustrie erfuhr während des Krieges eine mächtige Entwicklung, indem die ursprünglich zur Verfügung stehenden Systeme im Hinblick auf leichte Handhabung, rasche Erbauung und sicheren Betrieb, dann aber auch behufs Steigerung der

maximalen Wagenbelastung und Tagesleistung sowie mit Rücksicht auf tunlichst große freie Spannweiten und Seilneigungen immer besser ausgestaltet wurden. Hingegen lag nach sogenannten transportablen Seilbahnen, die die technische Truppe analog dem Kriegsbrückengerat mit sich führen sollten, kein Bedürfnis vor. Einer Offensive hatten sie bei aller konstruktiven Leichtigkeit doch nicht zu folgen vermocht, während sie für den Stellungskampf mit seinen Massentransporten viel zu wenig leistungsfähig gewesen waren.

Seilbahnsysteme.

Vorweg sei bemerkt, daß im Folgenden ausschließlich von Seilbahnen im engeren Sinne, den sogenannten Schwebebahnen, die Rede ist, bei denen die zu befördernden Lasten am Seile hängend in der Luft schweben. Die sogenannten Schrägaufzüge, bei denen die Lasten bezw. Förderwagen auf einer am Erdboden befindlichen Schienenbahn rollen und das Seil lediglich zum Ziehen oder Bremsen dient, wurden im Kriege, weil vom Vorhandensein eines entsprechenden Geländeprofiles abhängig, nur selten angewendet.

Die Schwebebahnen teilen sich zunächst in zwei Hauptgruppen, jene mit und ohne motorischen Antrieb. Erstere haben selbstverständlich eine weitaus größere Leistungsfähigkeit, letztere hinwieder die bedeutend einfachere und raschere Erbauung für sich, was speziell für Seilbahnen im vordersten Stellungsbereiche geradezu ausschlaggebend sein kann.

Die Seilbahnen mit motorischem Antriebe teilen sich wieder in solche mit Umlauf- (kontinuierlichem) Betrieb und in solche mit Pendelbetrieb. Innerhalb dieser beiden Gruppen gibt es abermals Unterteilungen, so daß wir zu folgendem Schema gelangen, in das auch die nicht motorischen Bahnen aufgenommen erscheinen.

A. Seilbahnen mit motorischem Antriebe.

I. Mit Umlaufbetrieb (und selbsttätiger Wagenkupplung):

- | | |
|--|---|
| a) Zweiseilbahn* — Tragseil und Zugseil) | } zweisepurig d.h. Volltragseil u. Leertragseil,
Zugseil ohne Ende |
| b) Einseilbahn** — Tragseil zugleich Zugseil) | |

II. Mit Pendelbetrieb (Wagen starr befestigt):

- | | | |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------|
| a) } Zweiseilbahn { | 2-spurig - Voll- u. Leertragseil | } und Zugseil
ohne Ende |
| b) } | 1 spurig - nur ein Tragseil | |

B. Seilbahnen ohne motorischen Antrieb.

III. Handaufzüge, d. s. Zweiseilbahnen mit Pendelbetrieb, die den Typen II a und II b entsprechen.

IV. Bremsberge, d. s. gewöhnlich Zweiseilbahnen mit Pendelbetrieb, bei denen die Last nur bergab — durch ihr eigenes Gewicht — transportiert wird. Bei entsprechendem Gefalle kann auch Umlaufbetrieb platzgreifen.

Die einzelnen Typen sollen nun der Reihe nach besprochen werden.

Type Ia, Zweiseilbahn mit Umlaufbetrieb.

1. Konstruktionsprinzip.

Die Förderwagen (Gehänge) laufen mittels Rollen auf zwei parallelen, mit 1.5 bis 3.0 m Abstand verlegten **T r a g s e i l e n**, dem Voll- und dem Leertragseil, die in den Stationen durch Laufschiene schleifenartig miteinander in Verbindung gebracht erscheinen (siehe Schema Ia, Tafel IV).

* Auch deutsches System genannt.

** Auch englisches System genannt.

Es kann also ununterbrochene Rundfahrt, der sogenannte kontinuierliche oder Umlaufbetrieb, stattfinden. Das Ziehen der Förderwagen erfolgt mittels eines stets im gleichen Sinne sich bewegenden Zugseiles ohne Ende, das gewöhnlich unterhalb der Trageile angeordnet ist. Wenn der Förderwagen in der Beladestation von der Laufschiene auf das Volltragseil geschoben wird (wozu ein Arbeiter erforderlich ist), so klemmt er sich automatisch am Zugseile fest und wird daher mitgenommen. In der Entladestation eingetroffen und auf die dortige Laufschiene aufgelaufen, klemmt sich der Wagen automatisch vom Zugseile ab. Das gleiche wiederholt sich, wenn der entleerte (und eventuell mit einer Rückfracht versehene) Wagen auf das Leertragseil geschoben wird, um die Rückfahrt anzutreten, bzw. wenn er in der Beladestation wieder eintrifft. Die Förderwagen folgen sich auf dem Voll-, bzw. Leertragseile in Abständen, die einem Zeitintervall von mindestens einer Viertelminute entsprechen, so daß z. B. bei einer Fahrgeschwindigkeit von 2.5 m per Sekunde ein Abstand von rund 40 m resultiert.

Die Nutzlast (oder das Ladegewicht) eines Wagens betrug im Kriege 300 bis 500 kg, ausnahmsweise bis zu 800 kg, doch sind unter später zu erörternden Umständen auch Ladegewichte bis zu 2500 kg, ja selbst bis über 4000 kg möglich.

Die T r a g s e i l e sind in der einen (zumeist oberen) Station fix verankert, in der anderen werden sie durch Gegengewichte in Spannung erhalten (bewegliche oder Gewichtsverankerung).

Bei längeren Bahnen müssen auch in der Strecke solche Verankerungen, bzw. Spannvorrichtungen eingeschaltet werden (Zwischenspannstationen). Außerhalb der Stationen erfolgt die Unterstützung der Trageile auf hölzernen (eventuell eisernen oder betoneisernen) Stützen (siehe Lichtbild 1, untere Seilbahn).

Das Z u g s e i l läuft in den Stationen um S c h e i b e n, deren eine durch den Motor in drehende Bewegung versetzt wird und das Zugseil durch Reibung mitnimmt (Antriebscheibe), während die Scheibe der Gegenstation infolge der Seilbewegung mitrotiert und außerdem in der Längsrichtung der Bahn verschiebbar ist, so daß durch ein Gegengewicht die nötige Spannung des Zugseiles erzielt werden kann (Spannscheibe).

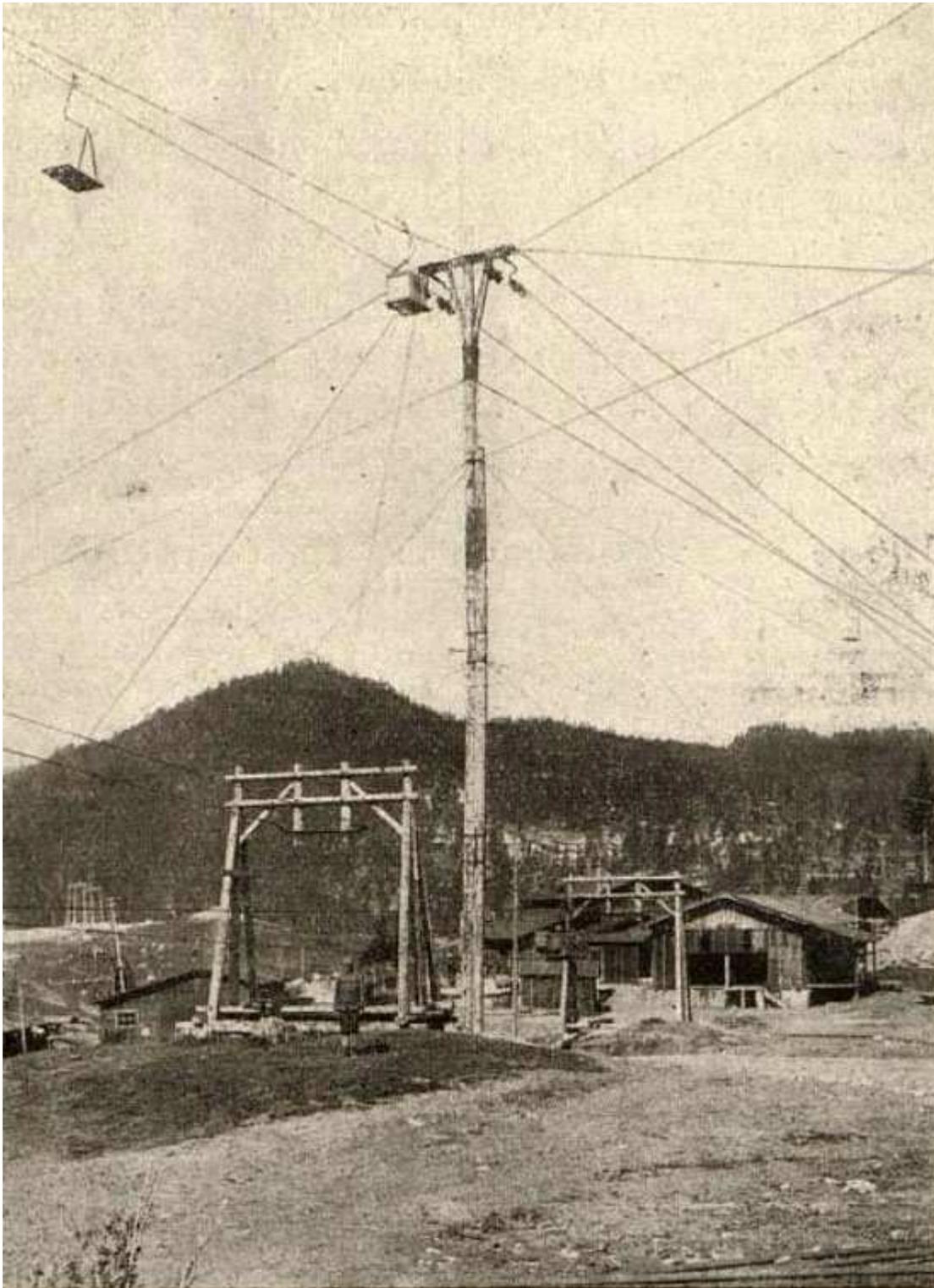
2. Gesamtdisposition.

Die Einheit der Seilbahn ist die Sektion, d. i. jene Strecke, die von einem Motor bedient werden kann. Deren Länge hängt hauptsächlich vom Gelände (Steigung) ab und beträgt höchstens 7 km. Die Sektionslänge beeinflußt nur die Stärke des Motors, nicht aber die Förderleistung. Durch die Aneinanderreihung von zwei oder mehreren Sektionen, die natürlich verschieden lang sein können, wird die Kontinuität des Betriebes in keiner Weise beeinträchtigt. Selbstverständlich müssen die Laufschiene der Endstation der vorhergegangenen und der Anfangsstation der darauffolgenden Sektion miteinander durch Schienenstücke in Verbindung gebracht werden. In diesen Anschluß- oder Uebergangsstationen kann nach Bedarf eine Abgabe oder Aufnahme von Gütern erfolgen.

Die Trasse einer Seilbahn soll in der Horizontalprojektion schon wegen des tunlichst geringen Materialverbrauches eine gerade Linie sein. Da aber andererseits größeren Geländeschwierigkeiten aus dem Wege gegangen werden muß, werden innerhalb einer längeren Seilbahn Bruchpunkte der Trasse unvermeidlich sein, wodurch dieselbe zu einem Polygon wird. Diese Bruch- oder Winkelpunkte wählt man am besten beim Anschlusse zweier Sektionen. Sollte aber innerhalb einer Sektion ein Bruchpunkt notwendig werden, so muß dortselbst eine sogenannte Winkelstation (siehe Abb. 2 der Tafel IV) eingeschaltet werden. Das Zugseil wird durch zwei Scheiben abgelenkt, während die Trageile unterbrochen, verankert und durch Laufschiene in Verbindung gebracht werden müssen. Das Verschieben der Förderwagen über die Laufschiene hinweg erfordert je einen Arbeiter für den Voll- bzw. Leerstrang. (Es gibt zwar auch automatische Winkelstationen ohne Bedienung, doch sind sie kostspielig und involvieren eine Herabsetzung der Fördergeschwindigkeit.)

Außer einer eventuellen Winkelstation kommen innerhalb längerer Sektionen auch die früher erwähnten Zwischenspannstationen vor, da die Trageile nach durchschnittlich je 2.5 km gespannt

werden müssen In diesen Stationen kommen entweder zwei fixe Verankerungen (siehe Abb. 3) oder zwei bewegliche oder endlich (ähnlich wie in der Winkelstation Abb. 2) eine fixe und eine bewegliche Verankerung vor. Da das Zugseil gerade durchläuft, kann es die Förderwagen auch über die Laufschielen ziehen, sonach keine Manipulation durch Arbeiter erforderlich ist. Für das Zugseil sind Zwischenspannstationen entbehrlich.



Lichtbild 1 (oben Einseilbahn, unten Zweiseilbahn)

Das Profil einer Seilbahn muß sich — wie Abb. 4 der Tafel IV zeigt — jenem des Geländes anschmiegen, was eine entsprechende Wahl der Aufstellungsorte der Stützen und deren Höhe erfordert. Daß an Stützen, namentlich bei der Ueberquerung tiefer Taler möglichst gespart und übermäßig hohe Stützen vermieden werden sollen, ist wohl selbstverständlich, doch gibt es noch zwei andere Forderungen, deren Erfüllung in der Regel fachmännisches Verständnis erfordert. An konkaven Hängen und bei Talübersetzungen müssen nämlich die Auflagerpunkte des Tragseiles an den Stützen in der sogenannten Seilkurve liegen, also annähernd dem freien Durchhange des Seiles entsprechen, während bei konvexen Hängen und bei der Uebersetzung von Kuppen und Rücken keine scharfen Krümmungen des Seiles vorkommen dürfen. Letztere Forderung involviert ein näheres Aneinanderrücken der Stützen, wie dies deutlich aus der vorerwähnten Abbildung ersichtlich ist. Bei der Ueberquerung scharfer Grate kann man genötigt sein, sich durch einen Einschnitt oder Tunnel — eventuell durch entsprechend gebogene Laufschiene — zu helfen.

Je größer die zulässige Stützenentfernung und Seilneigung sein dürfen, desto leichter werden sich Trassierung und Bauausführung gestalten. Im Kriege kamen bei Zweiseilbahnen mit Umlaufbetrieb Stützenentfernungen bis 1200 m vor, doch variieren sie gewöhnlich nur zwischen 40 und 400 m. Die größte zulässige Seilneigung war im allgemeinen ca. 30°, doch kamen auch solche bis 45° vor.

Bemerkt sei, daß die zulässige größte Seilneigung nicht mit der größten Neigung der Bahn selbst — welche viel geringer ist — verwechselt werden darf. Erstere ist die Tangente im steilsten Teile des durchhängenden Seiles (also im Anschlusse an die Stützen anzutreffen), während die Bahnneigung in der Verbindungslinie der Auflagerschuhe zweier benachbarter Stützen gemessen wird.

Alle Stationen erfordern — da das Verschieben der Förderwagen auf den Laufschiene ohne besonderen Kraftaufwand vor sich gehen muß — entsprechenden horizontalen Entwicklungsraum, der bei geneigtem Gelände entweder durch Aussprengung oder gerüstartigen Aufbau geschaffen werden muß. Diese Forderung kann bei Kriegsbahnen in sehr steilem Gelände direkte ein Hindernis für den Umlaufbetrieb sein und zum Pendelbetrieb zwingen. Die Be- und Entladestationen sind nicht immer so klein und einfach, wie dies im Schema I a angenommen erscheint. Als Beispiel diene Abb. 1 der Tafel IV, die eine große Beladestation im Anschlusse an eine Rollbahn zeigt. Eine spezielle Ausbildung erfordern jene Stationen, an denen sich eine Seilbahnstrecke gabelt, doch wird hievon an anderer Stelle die Rede sein.

Die Stationen der Kriegsbahnen müssen im Gelände möglichst geschützt und unauffällig angeordnet, jedenfalls aber gut maskiert werden. Für näher am Feind befindliche Stationen ist schußsichere Eindeckung oder Kavernierung erwünscht, aber selten ausführbar.

3. Einzelheiten.

a) Tragseile.

Die Tragseile sind sogenannte Spiralseile, welche aus spiralig zusammengewundenen groben Drähten in einer Gesamtstärke von etwa 18—40 mm Durchmesser für den Vollstrang und von etwa 15—24 mm Durchmesser für den Leerstrang bestehen. Die Zahl der Einzeldrähte beträgt gewöhnlich 19 oder 37. Die Seile werden aus Transportrücksichten in Längen von 200—400 m geliefert, müssen daher auf die erforderliche Gesamtlänge aneinandergekuppelt werden. Die Verbindung der einzelnen Stücke erfolgt nach Abb. 7 der Tafel XII.

(Abbinden der Seile durch dünne Drähte nahe dem Ende, Auseinanderziehen der Einzeldrähte außerhalb des Bundes, Ausfüllen der Zwischenräume durch ringförmige Stahlkeile, — wodurch ein Konus entsteht, der das Herausgleiten aus der Muffe verhindert. Schließlich Verbinden der beiden Muffenhälften durch ein Schraubstück.)

Die montierten Tragseile erhalten durch die Spanngewichte eine Grundspannung von etwa ein Viertel der Bruchbelastung. Die Spanngewichte müssen einen gewissen Spielraum zur Auf- und Abwärtsbewegung haben, da das Seil seinen Durchhang und daher seine Länge zwischen den

einzelnen Unterstützungen je nach Belastung und Temperatur fortwährend ändert.

Das Auflager der Tragseile auf den Stützen erfolgt gewöhnlich mittelst pendelnder Auflagerschuhe nach Abb. 8 (vgl. auch Abb. 5), die an Querholzern beiderseits angebracht sind. Dadurch, daß die Rinne des Schuhs gekrümmt ist, wird eine scharfe Knickung des Seiles hintangehalten, während die pendelnde Lagerung ein elastisches Nachgeben bei ungleichmäßiger Belastung beiderseits der Stütze gestattet. Von der Länge des Auflagerschuhes ist die zulässige Neigung des Seiles beiderseits der Stütze abhängig.

b) Laufschiene.

In den verschiedenen Stationen, wo das Tragseil wegen der Verankerung schräge nach unten abgelenkt ist, übergehen die Förderwagen bekanntlich auf die Laufschiene, die in der Regel auf die Dachkonstruktion aufgehängt sind (Hängebahn, siehe Schema Ia auf Tafel IV des früheren Heftes).

Das gewöhnliche Profil einer Laufschiene und die Verbindung zweier Schienenstücke durch Laschen zeigt die Abb. 10. Der möglichst stoßfreie Uebergang vom Tragseil zur Laufschiene kann auf verschiedene Weise erfolgen, z. B. durch entsprechend geformte Schuhe nach Abb. 11.

c) Zugseil.

Das Zugseil muß, weil es um die Antrieb- und die Spanscheibe herumgeführt wird, bedeutend biegsamer sein, als das Tragseil. Es wird daher als Litzenseil ausgeführt, d. h. an die Stelle der groben Drähte des Tragseiles treten Litzen aus feinen Drähten, die ihrerseits wieder spiralgewickelt werden. Der Biegsamkeit kommt auch die geringere erforderliche Gesamtstärke von etwa 9—26 mm entgegen. Die Zahl der Einzeldrähte beträgt gewöhnlich 42, bei stärkeren Seilen 72 Drahte. Auch die Zugseile werden nur in beschränkter Länge geliefert, doch dürfen beim Verbinden der Einzelstücke nicht so wie beim Tragseile Verdickungen vorkommen. Die Verbindung erfolgt daher nicht mit Muffen, sondern durch das sogenannte „Spleißen“, d. h. durch das Ineinanderflechten der beiden Seilenden.

Bei wenig geneigten Bahnen und geringen Lasten genügt es, wenn das Zugseil — wie in der schematischen Figur Ia auf Tafel IV des früheren Heftes — die Antriebscheibe nur längs des halben Umfangs umschlingt. Andernfalls muß behufs Vergrößerung der Reibung eine Vorlegscheibe nach Abb. 13 der Tafel XII vorgelegt werden. Die Antriebscheibe liegt nicht immer horizontal, sondern eventuell auch vertikal oder schräge, in welchen Fällen das Zugseil durch Vermittlung von Rollen entsprechend abgelenkt werden muß.

Das Zugseil wird nur durch die Klemmvorrichtung (Kupplung) der Förderwagen — vgl. Abb. 12 — in seiner zum Tragseil annähernd parallelen Lage erhalten. Ist ein Teil oder die ganze Strecke unbesetzt, so würde das Zugseil auf die unterhalb befindlichen Querholzer der Stützen — vgl. Abb. 5 und Lichtbild 2 — zu liegen kommen und sich dort reiben. Um dies zu verhindern, dienen die unterhalb der Tragseil-Auflagerschuhe in mindestens 2 m Abstand angeordneten „Zugseil - Tragrollen“. Damit das Zugseil nicht daneben fallen könne, wird es durch die „Zugseil-Führungsbügel“ in die richtige Lage gelenkt.

Das Zugseil benötigt nicht jenen Grad der Spannung, wie das Tragseil, so daß die Spannvorrichtung der Spanscheibe genügt und demnach — wie bereits früher bemerkt — Zwischenspannvorrichtungen innerhalb der Sektion entfallen.

Bemerkt sei, daß es auch Seilbahnsysteme gibt, bei welchen das Zugseil oberhalb der Tragseile angeordnet ist (Oberseil), doch ist dies seltener der Fall.



Lichtbild 2 (Station und Portalstütze einer Zweiseilbahn mit Umlaufbetrieb).

d) Stützen.

Je höher eine Stütze und je größer die Entfernung zu den Nachbarstützen ist, desto stärker muß sie konstruiert sein. Im allgemeinen kommt man bei den (bei Kriegsbahnen die Regel bildenden) hölzernen Stützen mit den in Abb. 5 und 6 der Tafel XII dargestellten Stützenformen aus. Abb. 6 zeigt die leichtere „Bockstutze“ und Abb. 5 die schwerere „umbaute oder Portalstütze“, letztere in zwei Alternativen; siehe auch Lichtbild 2. Besonders hohe Stützen werden nach Art eines pyramidenförmigen Gerüstes erbaut, siehe Lichtbild 3.

Da von den Tragseil-Auflagerschuhen und den Zugseil-Tragrollen bereits die Rede war, sprechen die Figuren im übrigen für sich selbst. Bemerkte sei, daß bei Kriegsbahnen unter dem Drange der Verhältnisse vielfach das wenig zweckmäßige Eingraben der Stützenfüße stattgefunden hat.

Wo es sich nicht um die Ueberquerung tiefer Täler mit steilen Hängen handelt, kommt man im allgemeinen mit Stützhöhen (bis zum Auflagerschuh gerechnet) von 7—10 m aus, doch wurden hölzerne Stützen von 40 m und eiserne von 55 m Höhe auch schon erbaut. Unter 7 m geht man nur in einem Gelände, auf dem das Fahren hochbeladener (Ernte-) Wagen ausgeschlossen ist.



Lichtbild 3 (doppelte Zweiseilbahn Caldonazzo-Mte. Rover in Südtirol).

Bei großer Stützenentfernung muß auch auf den Durchhang des unbesetzten Zugseiles* Rücksicht genommen werden.

Jedenfalls ist — wie auch schon aus den Ausführungen über die Profilverhältnisse hervorgeht — die Austeilung und Höhenbemessung der Stützen die schwierigste Arbeit bei der Projektverfassung.

* Derselbe kann sogar die Größe 50 m übersteigen. Das herabhängende Seil soll mindestens 2 m, bei Beraubungsgefahr noch mehr vom Boden abstehen.

e) Förderwagen.

Die Förderwagen sind jene Bestandteile der Seilbahnen, die nach Gesamtform und Detaildurchbildung die allergrößten Mannigfaltigkeiten aufweisen und Gegenstand der vielfachsten Patentanmeldungen sind. Es lassen sich aber doch bei jeder Wagentype dieselben, immer wiederkehrenden Hauptbestandteile unterscheiden, u. zw.: 1. das Laufwerk, 2. die Kupplung (Klemmvorrichtung), 3. das Gehänge und 4. der eigentliche Träger der Last.

Das Laufwerk dient zur Fortbewegung des Wagens auf dem Tragseile und besteht in seiner einfachsten Form aus einem Rollenpaare, an dem alle anderen Bestandteile hängen, siehe Abb. 9 und 15 der Tafel XII. Um schwerere Einzellasten — bis zu 2500 kg — transportieren zu können, werden Doppelrollenpaare angewendet, von denen Abb. 12 ein Beispiel gibt. Statt auf nur zwei, verteilt sich das Gewicht auf vier Berührungspunkte der Rollen mit dem Tragseile und überdies macht das Seil weniger scharfe Biegungen beim Durchhänge. (Man beachte, wie jedes einzelne Rollenpaar um einen Punkt drehbar ist und sich daher der Seilkurve besser anschmiegen kann.)

Die Kupplung dient zum Klemmen des Wagens auf dem Zugseile und besteht der Hauptsache nach aus zwei Backen, die sich beim Verlassen der Station automatisch an das Seil pressen und beim Erreichen der Gegenstation automatisch wieder lockern. Diese Automatik kann auf zweierlei Weise erzielt werden: Entweder durch das bloße Gewicht des Wagens, das zur Geltung kommt, wenn derselbe an der Kuppelstelle von der Laufschiene auf das Tragseil und damit auch auf das dortselbst im richtigen Abstände eingestellte Zugseil aufläuft, — bzw. außer Funktion tritt, wenn in der Gegenstation der Uebergang auf die Laufschiene stattfindet. Diese Art Kupplung heißt Gewichtskupplung.

Hier soll als Beispiel die zweite Art der Automatik, die im allgemeinen bei größeren Steigungen anwendbare Schraubekupplung vorgeführt werden, u. zw. bringt Abb. 14 die Konstruktion, Abb. 15 die An- und Abkupplung zur Darstellung. Abb. 14 zeigt, daß die beiden Backen oder Klemmen K1 und K2 auf einer horizontalen, drehbaren Spindel a durch die Wirkung zweier entgegengesetzt gerichteter Schraubenwindungen b und c genähert, bzw. von einander entfernt werden können. Die hiezu erforderliche Drehung der Spindel a erfolgt durch einen Anschlaghebel mit Gewichtsrolle auf folgende Art und Weise: Vor dem Verlassen der Station (linke Hälfte der Abb. 15) befindet sich der Hebel in der Stellung I und die Backen in geöffnetem Zustande. Wenn nun der Wagen nach rechts geschoben wird, läuft die Gewichtsrolle des Hebels von selbst auf der schrägen Leitschiene auf und der Hebel gelangt in die Stellung II. In diesem Momente stößt aber auch schon die Spitze des Hebels an einen Anschlag, so daß die Gewichtsrolle durch ihr Beharrungsvermögen mit Vehemenz nach rechts geschleudert wird und der Hebel in die Stellung III gelangt (die der Abb. 14 entspricht). Der Hebel hat sonach von I über II nach III eine Drehung absolviert, die sich der Spindel a (Abb. 14) und den beiden Schraubengewinden b und c mitteilt, so daß die aufgesetzten Backen K1 und K2 sich einander nähern müssen und dadurch am Zugseile festgeklemmt werden. Bei der Abkupplung (rechte Hälfte der Abb. 15) ist der Hebel vor dem Erreichen der Gegenstation in der Stellung I (die der Stellung III der linken Figurenhälfte entspricht). Bei der weiteren Verschiebung nach rechts läuft die Gewichtsrolle auf die Leitschiene, wodurch der Hebel zunächst in die Stellung II gelangt. Nun stößt aber die Gewichtsrolle wieder an einen Anschlag und rutscht am abgebogenen Teil der Leitschiene herunter, wodurch die Stellung III erzielt wird. Wieder hat sich eine Drehung des Hebels und damit der Spindel a, nur in entgegengesetzter Richtung, vollzogen, wobei die Backen b und c sich voneinander entfernen und das Zugseil freigeben.

Besonders über, die Kupplungen gibt es viele verschiedene Patente, doch genügt zum allgemeinen Verständnis das eben in ganz groben Zügen angeführte Beispiel. (Die Feinheiten der Konstruktion kommen in Ansehung des Zweckes vorliegenden Aufsatzes nicht in Betracht.)

Erwähnt sei, daß die Firma Bleichert eine neue Gewichtskupplung konstruiert hat*, die geeignet sein dürfte, die Schraubekupplung zu verdrängen. Nebst den Vorteilen der früheren Patente (hauptsächlich Anwendbarkeit derselben Kupplung für verschieden starke Seile) besitzt

die neue Type die Eigenschaft, daß Winkelstationen durchfahren werden können, ohne daß sich der Wagen vom Zugseile zu lösen braucht. Für größere Steigungen und schwach belastete Wagen (deren Gewicht eine zu geringe Klemmkraft ausüben würde) sind Einrichtungen vorgesehen, die den Klemmbackendruck verstärken. Es werden fünf Typen für Lasten von 400—2310 kg des einfachen Wagens erzeugt.

Das *G e h ä n g e*** ist die Aufhangvorrichtung für den eigentlichen Träger der Last. Es besteht — siehe Abb. 9, 12, 15 — aus einem System von Flach-, Winkel- oder Rundeisen, das auch bei schrägem Tragseile (Abb. 9), also unabhängig von der Stellung der Tragrollen, eine solche Lage annimmt, daß der Schwerpunkt der Last vertikal unter die Tragrollen zu liegen kommt.

Der eigentliche Träger der Last ist nun — je nach der Beschaffenheit derselben — entweder ein Kasten, eine Plattform oder Tragbahre, ein Sack etc. oder (wie in Abb. 9) auch nur eine Ketten- oder Seilschlinge. Bezügliche Beispiele werden bei der Besprechung der Einseilbahn geboten werden.

Doppelwagen. Die eben angeführte Abb. 9 zeigt, wie langgestreckte Lasten (Balken von 8—12 m Länge, längere Bretter, Stangen) transportiert werden, indem statt eines Förderwagens deren zwei in Verwendung treten. Ein solcher Doppelwagen hat natürlich die doppelte Tragfähigkeit, wie ein Einzelwagen, doch muß — um das Seil im *g a n z e n* nicht zu stark zu beanspruchen — ein größerer Abstand der aufeinander folgenden Wagen eingehalten werden, als bei Einzelwagen. Bei Anwendung von Doppelaufwerken wie in Abb. 12, konnten Baumstämme von 18 m Länge und 1.5 m Durchmesser mit einem Einzelgewichte von über 4000 kg befördert werden. (Entsprechende Stärke des Tragseiles ist natürlich Grundbedingung.)

Rückfrachten. Der Ausdruck „Leertragseil“* besagt nicht, daß die auf demselben rückbeförderten Förderwagen leer sein müssen, doch enthalten sie in der Regel leichtere Lasten. Bei den Kriegsbahnen kam der Transport leerer Verpackungsgefäße, Abfallstoffe, reparaturbedürftiger Werkzeuge und Geräte, besonders aber der Personen-, speziell Verwundetentransport in Betracht. (Wenn ausnahmsweise gleich schwere Lasten bei der Hin- und Rückfahrt befördert werden sollen, müssen natürlich beide Tragseile gleich stark sein.)

Bemerkt sei, daß sich der Personenverkehr in beiden Richtungen in völlig sicherer Weise abspielt, da das Entgleisen eines Wagens soviel wie ausgeschlossen ist.

f) Motor.

Als Motoren können je nach den örtlichen Verhältnissen — im Kriege auch nach der Erlangbarkeit sowohl der Maschinen als auch des Betriebsstoffes — alle möglichen Typen verwendet werden. Bei den österr.-ung. Kriegsseilbahnen standen Diesel-, Benzin-, Rohol-, Elektromotoren und Dampfmaschinen von 20—150 Pferdestärken in Verwendung, u. zw. im allgemeinen langsam laufende Motoren (von höchstens 1000 Touren). Die Stärke des Motors hängt hauptsächlich von der Gesamtbelastung der Sektion und von den Neigungsverhältnissen derselben sowie von der Fördergeschwindigkeit ab, welche letztere zwischen 1.6 und 2.5 m per Sekunde variiert. Der Motor kann sowohl in der Anfangs- als in der Endstation der Sektion oder auch in einer Winkelstation aufgestellt werden. Bei Kriegsbahnen im Gebirge ist die Anfangsstation zumeist die tiefer gelegene (leichter erreichbare) und immer die vom Feinde entferntere, — es sprechen daher im allgemeinen sowohl Transports- als auch Sicherheitsrücksichten für deren Wahl als Antriebsstation. Bei Explosionsmotoren ist größere Höhenlage wegen der Luftverdünnung auch der Leistung abträglich.

* Eigentlich ist der Ausdruck „Leerseil“ üblicher.

** Der Ausdruck „Gehänge“ wird häufig auch für den ganzen Förderwagen angewendet.

g) Verzweigungsstationen, Weichen.

Es kommt häufig vor, daß eine Seilbahn sich in ihrem Verlaufe gabeln muß, was eine entsprechende Einrichtung der bezüglichen Station involviert. Abb. 16 der Tafel XII zeigt das Beispiel einer solchen Station, aus welchem ersichtlich ist, daß behufs der erforderlichen Leitung des Verkehrs aus der Anfangsrichtung I in die Abzweigungen II oder III an den Laufschiene die 3 Weichen W1, W2 und W3 angebracht werden müssen. Die Detailausgestaltung solcher Weichen zeigen die Beispiele Abb. 17, 18 und 19.

Abb. 17 stellt eine einfache Klappweiche dar, die normalmäßig (wie im Bilde) offen steht. Erfolgt der Verkehr in der Richtung der Pfeile und soll von I in der Richtung II gefahren werden, so spielt die Weiche keine Rolle. Soll aber die Richtung III eingeschlagen werden, so muß die Weiche mittels des strichuliert angedeuteten Schnurzuges niedergezogen werden. Würde der Verkehr in entgegengesetzter Richtung erfolgen, so drückt sich beim Uebergange von III nach I die Weiche durch den auflaufenden Wagen von selbst nieder, während sie beim Verkehr von II nach I abermals keine Rolle spielt.

Abb. 18 zeigt eine Weiche an einer Gleiskreuzung, die beim Verkehr in beiden Richtungen automatisch wirkt. Normalmäßig steht sowohl die eingezeichnete Weiche, als auch jene der kreuzenden Richtung (die durch das Profil der Laufschiene mit der aufsitzenden Laufrolle angedeutet ist) offen. Kommt ein Wagen von links nach rechts, so hebt das vordere Rad des Laufwerkes die um den Punkt O1 drehbare Schiene Sch und senkt dadurch unter Vermittlung des Winkelhebels die Weiche nieder. Erfolgt der Verkehr von rechts nach links, so stößt das Rad an den unteren Arm des um O2 drehbaren Hebels H2, wodurch der obere Arm nach rechts gedreht wird und den eingezeichneten Schnurzug mitnimmt, wodurch die vorerwähnte Schiene Sch gleichfalls gehoben, der Hebel H1 betätigt und die Weiche gesenkt wird. In beiden Fällen hindert die offenstehende Weiche der kreuzenden Fahrriichtung den Verkehr in keiner Weise. Soll in der letzteren Fahrriichtung gefahren werden, so geschieht genau das eben erläuterte, nur senkrecht (oder schräge) auf die Bildebene.

Abb. 19 zeigt eine Hängedrehscheibe, die den gleichen Zweck erfüllt, wie die eben besprochene Weiche, doch muß sie von Hand aus eingestellt werden. Das drehbare Schienenstück Sch stellt entweder die im Grundrisse voll oder die strichuliert ausgezogene (darauf senkrechte) Verbindung her. Damit in der jeweiligen unterbrochenen Richtung kein Wagen herunterstürzen könne, sind an dem Tragbügel T zwei gebogene Schienenstücke S1 und S2 angebracht, an die der Wagen anstößt und daher in seinem Laufe gehemmt wird.

h) Blitzschutz, Telephon.

Störungen durch Blitzschlag kamen während des Krieges äußerst selten vor, da Seilbahnen selbst kräftig wirkende Blitzschutzanlagen darstellen, indem sie ständig saugend, verteilend und ableitend wirken. Vorteilhaft ist es, wenn etwa alle 200 m eine Erdung der Eisenbestandteile der Stützen stattfindet. Hingegen sind Auffangstangen entbehrlich.

Eine Telephonleitung ist schon während des Baues vorteilhaft, für den Betrieb aber unerlässlich. Sie wird eventuell zuerst feldmäßig hergestellt und später permaniert. Wird die Leitung unterhalb der Seile und parallel mit diesen verlegt (jedoch ohne Kollisionsgefahr beim Durchhange der Seile), so ist sie gut gegen Blitz geschützt, doch sind deshalb die üblichen Blitzschutzvorrichtungen nicht entbehrlich und es ist auch bei Gewittern die Anerdelegung der Telephonleitung nicht zu unterlassen. Bei größerer Entfernung vom Gegner kann die Erde als Rückleitung benützt werden. Dort, wo die Telephonleitung durch schweres Schneewetter, Lawinen und Sturm stark gefährdet wäre, kann mit Hilfe besonders konstruierter Telephone (Niederspannungstelephon System Zuegg) auf den Seilen der Seilbahnen selbst korrespondiert werden.

i) Schutznetze und Schutzbrücken.

Obwohl bei Kriegsbahnen nur ausnahmsweise angewendet, sei doch erwähnt, daß bei der Ueberquerung wichtiger Kommunikationen und menschenreicher Betriebe durch eine Seilbahn Schutznetze oder -brücken angeordnet werden, damit nicht eine Gefährdung von Menschen durch etwa herabfallende Teile des Fördergutes eintrete. (Daß ganze Förderwagen entgleisen, ist ein besonderer nicht in Betracht zu ziehender Ausnahmefall.)

1) Betrieb.

Der Betrieb der Zweiseilbahnen ist ein sehr einfacher und sicherer und erfordert wenig Personal. Außer der Bedienung des Motors (1 bis 2 Mann) und der Streckenaufsicht (2 oder mehrere Mann, je nach Länge der Bahn und den vorkommenden Terrainschwierigkeiten) sind in den Stationen noch die Verlademannschaft und die bei den Kuppelstellen angestellten Leute erforderlich. Die Anzahl der Verlademannschaft richtet sich gänzlich nach den örtlichen Verhältnissen und der Förderleistung. Sie darf nicht zu sparsam bemessen sein, damit die Förderwagen derart rasch be- und entladen werden, daß in dem Zeitintervalle von etwa einer Viertelminute tatsächlich immer ein Wagen expediert werden kann. (Nebenbei ist auch ausreichende Längenausdehnung der Station — besonders bei Langholztransporten — notwendig.) Ueberdies müssen bei der Forderung von Massengütern, wie Kohle, Erze, Stein, Sand, eigene Vorrichtungen, sogenannte „Füllrumpfe“ vorgesehen sein, aus denen das Material nach Oeffnung eines geeigneten Verschlusses in die Fördergefäße abrutscht. (Solche Füllrumpfe kommen bei Kriegsbahnen nur ausnahmsweise in Betracht.)

An den Kuppelstellen ist je 1 Mann für das Voll- und das Leertragseil notwendig, also bei der Anfangs- und bei der Endstation je 2 Mann*, in den Winkelstationen 2 und in den Anschlußstationen 4 Mann. Für das so wichtige Schmieren der Seile gibt es automatisch wirkende Schmierwagen.

Für die laufende Reparaturstätigkeit in eigenen Werkstätten, dann für die Behebung der durch die Beschießung entstehenden Schäden muß separat vorgesorgt werden. In letzterer Hinsicht sei erwähnt, daß merkwürdigerweise die Seile verhältnismäßig häufig beschädigt wurden. Infolge der starken Spannungen der Seile genügen nämlich mitunter schon kleine Sprengstücke, um Seile abzuschießen oder schwer zu beschädigen. Sie müssen dann frisch gekuppelt, bezw. gespleißt werden, was aber bei entsprechender Uebung rascher vor sich geht, als man zu glauben geneigt ist.

m) Leistungsfähigkeit.

Die Leistungsfähigkeit der Seilbahnen mit Umlaufbetrieb (also auch jene der noch nicht besprochenen Einseilbahn) ist von der Sektions- und theoretisch** auch von der Gesamtstreckenlänge unabhängig und wird nur durch die zulässige Nutzlast (Ladegewicht) des Einzelwagens sowie durch die Anzahl der in der Minute expedierbaren Wagen beeinflusst. Beträgt z. B. die Nutzlast des Einzelwagens 500 kg und können in der Minute 4 Wagen, daher in der Stunde $4 \times 60 = 240$ Wagen expediert werden, so beträgt die Stundenleistung $240 \times 500 = 120.000 \text{ kg} = 120 \text{ t}$. Wieviel in einem Tage geleistet werden kann, hängt dann von der Anzahl der täglichen Betriebsstunden ab. Es ergibt sich also, wenn täglich in 2 Schichten á 8 Stunden = 16 Stunden gefördert wird, eine Tagesleistung von $120 \times 16 =$ nahezu 2000 t.

* Bei geringeren Leistungen genügt für eine Station auch ein Mann; maßgebend hierfür ist die Größe der Wagen und deren Geschwindigkeit sowie die Entfernung der Be- und Entladestelle von der Ein- und Auskuppelstelle.

** In Wirklichkeit vergeht in den Zwischenstationen, namentlich wenn in selben eine Abgabe oder Aufnahme von Gütern stattfindet, oft eine längere Zeit, so daß die Leistungsfähigkeit (Zahl der pro Minute expedierten Wagen) von Sektion zu Sektion sinken kann.

Bei einer Nutzlast von nur 300 kg würde sich eine Stundenleistung von 72 t und eine Tagesleistung von 1200 t ergeben, was hier wegen eines späteren Vergleiches angeführt ist.

Die errechnete (theoretische) Förderleistung kann aber angenähert nur bei Lasten mit hohem spezifischen Gewichte und natürlich nur bei tadellosem Betriebe erreicht werden. Bei den Kriegsbahnen kamen aber vielfach spezifisch leichte Güter in Betracht, bei denen die Tragfähigkeit des Einzelwagens wegen des großen Volumens und verhältnismäßig geringen Gewichtes der Ladung (z. B. Heuballen) bei weitem nicht ausgenützt werden konnte. Ueberdies war der Betrieb naturgemäß vielen Störungen ausgesetzt. Und so kam es denn, daß der auf Seite 104 des vorigen Heftes erwähnte offizielle Behelf nur Tagesleistungen (a'16 Stunden) von höchstens 400 t erwähnt. Die Minimalleistung betrug 140 t.

n) Im Kriege verwendete Systeme.

Seitens der osterr.-ung. Armee wurden die im Frieden gangbaren Systeme der in Rede stehenden Type teils unverändert übernommen, teils dem Kriegsbedarfe angepaßt, u. zw. Seilbahnen der Firmen P o h l i g in Köln, H e c k e l in Saarbrücken, Bleichert in Leipzig, Hinterschweiger in Wels, Wagner, Biro&Kurz in Wien sowie eigene Bauausführungen.

4. Verwendbarkeit, sowie Vor- und Nachteile der Zweiseilbahnen mit Umlaufbetrieb.

Die Zweiseilbahn mit Umlaufbetrieb stellt im allgemeinen die vollkommenste Type dar. Sie gestattet die größten, bei Seilbahnen überhaupt möglichen Einzellasten und Tagesleistungen, womit große Betriebssicherheit und nur geringe Seilabnutzung verbunden ist. Bezüglich Anwendbarkeit in schwierigem Gebirgsgelände wird sie zwar von den Typen mit Pendelbetrieb übertroffen, da diese größere freie Spannweiten und steilere Seilneigungen gestatten und geringeren Raum für die Stationen beanspruchen, steht jedoch über der Einseilbahn mit Umlaufbetrieb. Mit letzterer Type hat sie den Vorteil gemein, daß mehrere Sektionen aneinander gereiht werden können, ohne daß ein Umladen stattfinden muß.

Als unter Umständen ausschlaggebender Nachteil ist der verhältnismäßig große Arbeitsaufwand beim Bau zu nennen.

Wo es also nicht auf besonders rasche Bauausführung ankommt und nicht ganz besondere Geländeschwierigkeiten zu überwinden sind, wird die Zweiseilbahn mit Umlaufbetrieb den übrigen Systemen vorzuziehen sein. Im vordersten Stellungsgebiete verbietet sich deren Anwendung im allgemeinen ebenso, wie jene der übrigen motorisch angetriebenen Typen.

Type 1 b, Einseilbahn mit Umlaufbetrieb.

1. Konstruktionsprinzip.

(Siehe Schema Ib der Tafel XIII.)

Diese Type unterscheidet sich von jener Ia hauptsächlich dadurch, daß ein stets in gleichem Sinne umlaufendes Seil ohne Ende gleichzeitig als Trag- und als Zugseil dient. In den Stationen, wo das Seil um die Antriebs-, bzw. Spannscheibe läuft — müssen ganz analog wie bei der Zweiseilbahn — Laufschiene angeordnet werden.

Da das Seil sich bewegt, kann es nicht wie das Tragseil der Zweiseilbahn auf Auflagerschuh ruhen, sondern es muß über an den Stützen angebrachte R o l l e n laufen (siehe Lichtbild 1 im vorigen Heft, Seite 108, obere Bahn). Die Förderwagen sind am Seile in ähnlicher Weise festgeklemmt, wie am Zugseile der Zweiseilbahn. Wie bei dieser, so erfolgt auch hier das Fest- bzw. Losklemmen beim Uebergang von bzw. auf die Laufschiene selbsttätig. Da das Seil gleichzeitig tragfähig und biegsam sein muß, welche letztere Eigenschaft nur auf Kosten der ersteren erzielt werden kann, sind bloß verhältnismäßig geringe Nutzlasten der Förderwagen —

100 bis 300 kg — zulässig und es müssen sich die Wagen am Seile in größeren Zeit- und daher auch Streckenintervallen folgen als bei der Zweiseilbahn.

Das Minimalintervall beträgt meistens mehr als eine halbe Minute (36"), was bei der — gleichfalls geringeren — Fördergeschwindigkeit von normal 1,5 m per Sekunde einem Wagenabstand von 54 m entspricht. Dies alles setzt natürlich die Leistungsfähigkeit im Vergleiche zu jener der Type Ia wesentlich herab, wofür jedoch der Vorteil leichterer Konstruktion und daher bedeutend rascherer Erbauungsmöglichkeit eingetauscht wird.

Das Förderseil* ist in der Antriebstation durch die A n t r i e b s c h e i b e fixiert, während in der anderen Station die in der Bahnachse verschiebbare Spannscheibe durch ein Spanngewicht oder durch einen Flaschenzug mit Winde (oder bloß durch ein Spannschloß) entsprechend angezogen und dadurch das Seil in Spannung erhalten werden kann.

2. Gesamtdisposition.

Die Sektionslänge ist aus naheliegenden Gründen bedeutend geringer als bei Type Ia, normal 2 bis 2,5 km, doch kamen in Ausnahmefällen auch Sektionslängen bis 7 km vor. Aneinanderreihung von Sektionen ohne Störung der Betriebskontinuität ist natürlich auch bei der Einseilbahn anstandslos möglich, doch resultieren bei gleicher Streckenlänge selbstverständlich viel mehr Uebergangsstationen, was vermehrten Personalbedarf mit sich bringt.

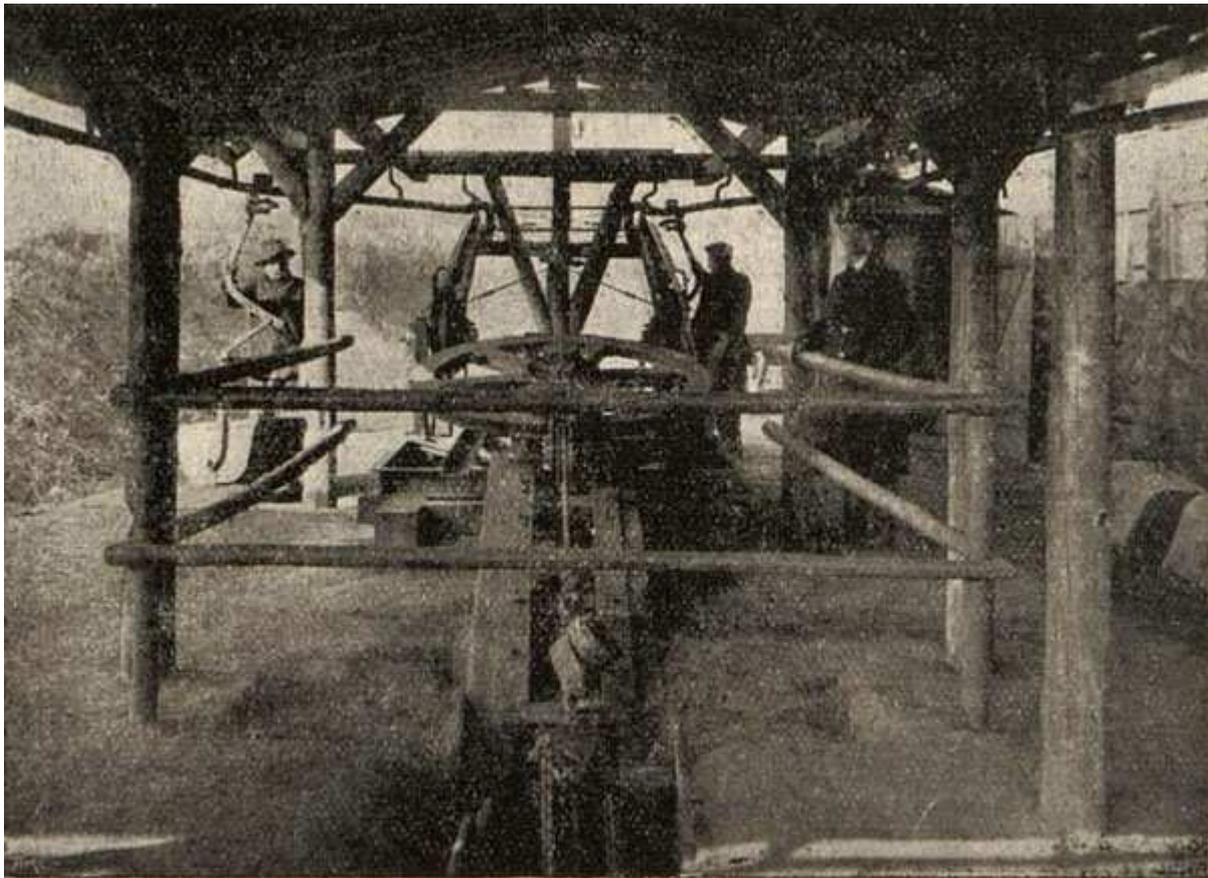
Hinsichtlich der T r a s s e der Seilbahn in der Horizontalprojektion und bezüglich Winkelstationen gilt Analoges, wie bei Type Ia, hingegen entfallen die Zwischenspannstationen.

Auch bezüglich der Profilverhältnisse kann auf Type Ia verwiesen werden, doch sind zulässige Stützenentfernung und Seilneigung geringer. Erstere beträgt im Maximum etwa 500 m** (normal 60—80 m), letztere höchstens 30°. Falls das Seil behufs Verhinderung des Abrutschens der Wagen Knoten (Muffen) erhält, können allerdings auch Neigungen bis 45° angewendet werden, doch nur bei wesentlicher Verringerung der Fördergeschwindigkeit (auf 0,75—1,00 m per Sek.) und daher auch der Leistung.

Die Stationen (siehe Lichtbild 4) sind entsprechend der geringeren Leistung und infolge des Wegfalles eigener Tragseile bedeutend kompändiöser konstruiert (meist in Eisen) als jene der Zweiseilbahn, lassen sich also besser im Gelände verbergen und maskieren, eventuell auch schußsicher gestalten. Die nötige Horizontalentwicklung muß aber gleichfalls vorhanden sein, bezw. durch gerüstartigen Aufbau oder Aussprengung geschaffen werden.

*Dies ist der gebräuchlichste Name für das Seil der Einseilbahn.

**Bei stark vergrößertem Wagenabstande.



Lichtbild 4 (Spannstation einer Einseilbahn (Type Bleichert))

Bevor auf die Einzelheiten übergegangen wird, sei bemerkt, daß die Einseilbahn wegen ihrer verhältnismäßig einfachen und leichten Bauart sowie raschen Ausführbarkeit bei im allgemeinen für Kriegszwecke noch hinreichender Leistung sich vorzugsweise als „Feldseilbahn“ eignet und in diesem Sinne während des Krieges von der Firma B l e i c h e r t entsprechend ausgestaltet worden ist. Vorerst wurde das „Modell 100“ für Einzelnutzlasten von 100 (ausnahmsweise — bei ebenem Gelände — 125 kg) geschaffen, und zwar unter der Voraussetzung, daß die Bahn auch im Bewegungskriege Verwendung finden werde. Da dies nicht der Fall war, wurde auf Kosten der Beweglichkeit alsbald das verstärkte „Modell 150“ (150 bzw. 200 kg) geschaffen, das den Anforderungen des Stellungskrieges sowohl bezüglich Leistung als auch Betriebssicherheit weit besser entsprach. Gegen Ende des Krieges folgte noch das schwere „Modell 250“ (250 bzw. 300 kg).

In den nachfolgenden Ausführungen wird gelegentlich auch das System P o h l i g gestreift, das im Frieden vielfach angewendet worden ist.*

3. Einzelheiten.

a) Förderseil und Laufschiene.

Das Förderseil ist im allgemeinen ein Litzenseil von 18 oder 18,5 mm Durchmesser mit gewöhnlich 72 Einzeldrähten. Es wird in Längen von etwa 1000 m geliefert, die Verbindung erfolgt ausschließlich durch Speißung.

Die L a u f s c h i e n e ist ein hochkantig gestelltes Flacheisen. Deren Uebergang zum Förderseile ist je nach dem System der Wagenkupplung verschieden. (Hievon später.)

In den Stationen waren behufs Ablenkung des Förderseiles zu den Scheiben und Anbringung der Laufschieneenden kranartige eiserne Ausleger oder Elemente vorgesehen

(siehe schematische Skizze Ib). Die Firma Bleichert hat einen solchen Ausleger derart ausgebildet, daß er bei beliebiger Seilneigung beim Aus-, bzw. Einlaufe verwendet werden konnte.

b) Stützen.

Entsprechend der weit geringeren Beanspruchung, als bei der Type Ia sind die Stützen einfache Stiel- oder Maststützen (siehe Lichtbild 1 im vorigen Hefte, Seite 108, obere Bahn und Abb. 20 der Tafel XIII.)

Sie bestehen aus einem im Boden eingegrabenen Rundholze, an dessen oberem Ende ein eiserner Stützenkopf befestigt ist, der seinerseits die Seiltragrollen trägt. Die Erhaltung der vertikalen Lage erfolgt durch Ankerdrähte nach Abb. 20, bei höheren Stützen wohl auch durch hölzerne Streben. Starker beanspruchte Stützen werden entweder als Portalstützen (siehe Abb. 22) ausgestaltet oder es werden doppelte Maststützen verwendet.

Bei Anwendung entsprechender Portalstützen können auch 2—3 Seilbahnstrecken knapp nebeneinander verlegt werden. Die 2. und 3. Bahn hängen dabei auf nach seitwärts frei auskragenden Teilen eines Querholzes, während die 1. Bahn innerhalb der Vertikalstützen läuft.

Die Seiltragrollen sind fast immer paarweise angeordnet. Sie werden gewöhnlich am Horizontalarme des Stützenkopfes (bzw. am Querarm der Portalstütze) freibeweglich aufgehängt und zu diesem Behufe nach Abb. 23 (Seitenansicht) ausgestaltet, ihre Lage kann sich also den beiderseitigen Belastungsverhältnissen des Seiles anpassen. Bei geringen Stützenentfernungen oder wenig von der Geraden abweichenden Führung des Seiles kommt auch die unnachgiebige Rollenlagerung bei Anwendung von nur einer Rolle nach Abb. 21 in Betracht. Hingegen kann bei großer Ablenkung des Seiles oder auch bei großen Ladegewichten die Anwendung von Doppeltragrollen nach Abb. 24 notwendig sein.

Die normale Stützenhöhe beträgt 6—8 m, bei Ueberquerung von Kuppen (enge Stützenstellung, — höchstens 40 m Abstand) nur 3—4 m. Unter Umständen kommen aber auch bedeutend größere Stützenhöhen vor.

Um bei Konkavhängen und Talüberschreitungen die Stützen nach Entfernung und Höhe richtig austeilen bzw. bemessen zu können, dienen Kurvenschablonen, die ein Bestandteil jener, reichlich mit Konstruktionszeichnungen versehenen „Bau- und Betriebsvorschriften“ sind, welche jeder gelieferten Feldseilbahn beigegeben wurden.

c) Förderwagen.

Das Laufwerk bei Einseilbahnwagen ist, da diese auf der freien Strecke am Seile festgeklemmt erscheinen, nur für das Umlaufen auf den Laufschiene notwendig, während es auf der freien Strecke außer Benutzung bleibt. Es besteht aus einem Paare kleiner Auflaufrollen, die sich z. B. bei der Bleichert-Kupplung (Abb. 23 links und Abb. 25) oberhalb der Klemmbacken, bei der Pohlig-Kupplung (Abb. 26) neben den Klemmbacken befinden. Demgemäß muß im ersteren Falle die Laufschiene an der Kuppelstelle in entsprechendem Abstände oberhalb des Zugseiles situiert sein (wie bei Abb. 29 der Tafel XIII ersichtlich), während in letzterem Falle die Anordnung nach Abb. 28 getroffen erscheint. Natürlich gibt es auch noch andere Möglichkeiten. Die Kupplung selbst ist meist eine Gewichtskupplung.

Gehänge und eigentliche Lastträger sind — wie schon bei Type Ia erwähnt — in den verschiedensten Formen ausgebildet, deren hauptsächlichste, u. zw. Kasten, Plattform, Sack und Gehänge für den Brettertransport auf der Abb. 22 ersichtlich sind. In größerem Maßstabe zeigt Abb. 25 eine Plattform, Abb. 26 einen Sack, Abb. 27 eine Tragbahre für den Verwundetentransport.

Bemerkt sei, daß der Personenverkehr auf Einseilbahnen wegen der geringeren Sicherheit nur „auf eigene Gefahr“ erfolgt, daß aber dank der während des Krieges konstruierten Bleichertschen Sicherheitskupplung, trotz massenhaften Transporten Unglücksfälle infolge Absturzes eines Förderwagens zu den größten Seltenheiten gehört haben.

Doppelwagen kommen auch bei der Einseilbahn in Verwendung, doch dürfen Langhölzer und Bretter nicht länger als 6 m sein. (Für 4 m lange Bretter genügen Einzelwagen.)

Rückfracht ist bei leichteren Wagentypen sogar direkt notwendig, da sonst die Gewichtskupplung nicht sicher funktioniert. Eventuell muß — wie z. B. bei Säcken — irgend ein Ballast genommen oder ein Gehänge an ein anderes gehängt werden.

d) Motor.

Entsprechend der geringeren Leistungsfähigkeit der Einseilbahnen haben auch deren Motoren eine geringere Stärke, so z. B. bei den Bleichertbahnen M. 100, bzw. 150 und 250 eine solche von 25, 35 und 60 Pferdestärken. Für diese Bahnen waren besonders Benzin-Benzolmotoren beliebt, doch standen auch Elektromotoren im Gebrauche. Die normale Fördergeschwindigkeit beträgt nur 1,5 m per Sekunde.

Die Motoren fanden je nach Umständen sowohl in Anfangs- oder End-, als auch in Winkelstationen Aufstellung.

e) Spezielle Stationsanlagen.

Verzweigungsstationen waren ganz analog, wie bei der Type Ia unter Zuhilfenahme einfacher Weichen- und Kreuzungsstücke anwendbar.

Eine in der Regel nur bei Einseilbahnen vorkommende Stationsart sind die geraden Durchgangsstationen. Um nämlich bei der Ueberquerung von Tälern große Spannweiten und Stützhöhen zu vermeiden, wurden — wie Abb. 29 der Tafel XIII zeigt — die Bahnstrecken beiderseits bis in die Talfurche herabgeführt, woselbst aber das Förderseil, um nicht nach oben auszuweichen, durch ein Rillenrad daran verhindert werden mußte.

Bei all diesen wie auch bei den Anschlußstationen an Sektionsgrenzen können die normalen eisernen Ausleger verwendet werden (Abb. 29), doch ist auch Holzkonstruktion zulässig (Abb. 30).

f) Blitzschutz, Telephon.

Hierüber gilt Analoges wie bei Type Ia.

g) Schutznetze und Schutzbrücken.

Solche kamen bei Einseilbahnen kaum bei Friedensbauten zur Anwendung.

h) Betrieb.

Das bei der Zweiseilbahn Gesagte ergänzend, sei bemerkt, daß die in der Konstruktion wurzelnde geringere Betriebssicherheit und die subtilere Durchbildung der Stationen und Stützen geschulteres Personal erfordert. Daß dasselbe auch zahlreicher sein muß, wurde bereits früher erwähnt. Eine besondere Aufmerksamkeit erfordert die Beaufsichtigung und Instandhaltung des Förderseiles, da es wegen seiner doppelten Beanspruchung einem bedeutenderen Verschleiß ausgesetzt ist. Es hat demnach auch eine viel kürzere Lebensdauer, als die Tragseile und das Zugseil der Type Ia.

i) Leistungsfähigkeit.

Aehnlich, wie bei der Type Ia dargelegt, läßt sich auch bei Einseilbahnen die Stunden- und Tagesleistung berechnen. Im günstigsten

Falle, d. i. bei nur 36 Sekunden Wagenintervall, können in der Minute

60

— = 1,65 Wagen, in der Stunde $60 \times 1,65 =$ rund 100 Wagen expediert werden.

30

Bei der maximalen (nur in ebenem Gelände erzielbaren) Nutzlast von 300 kg per Einzelwagen würde die Stundenleistung 30 t, die Tagesleistung (bei 16 Betriebsstunden) 480 t betragen. Im Vergleiche mit den bezüglichen Ziffern der Zweiseilbahn (72 bzw. 1200 t) ergibt sich also, daß die Mindestleistung der letzteren 2,4 mal so groß ist, als die Maximalleistung der Einseilbahn.

Als im Kriege bei Berücksichtigung aller Störungen tatsächlich erzielte Leistungen gibt der offizielle Behelf beim Modell 100, bzw. 150* Tagesleistungen (à 16 Stunden) von 100—120, bzw. 140—200 t an, die sich beim Transport leichter Güter (Rauhfutter) auf 60, bzw. 100 t ermäßigten. (Bei der Zweiseilbahn betragen die Ziffern 140—400 t.) Nach diesen Ziffern ist der Unterschied zwischen den Leistungen der Typen Ia und Ib allerdings nicht ganz so bedeutend, wie oben errechnet wurde. Die Ursache dieser Erscheinung dürfte darin zu suchen sein, daß auch Zweiseilbahnen mit einer weit geringeren Nutzlast als 300 kg in Verwendung gestanden sein dürften. Immerhin liegt die bedeutend höhere Leistungsfähigkeit der Zweiseilbahn gegenüber der Einseilbahn klar zutage.

k) Im Kriege verwendete Systeme.

Es standen ausschließlich die Bleicherttypen M. 100 und 150 in Verwendung, doch wurden Einheiten des gleichen Systemes aushilfsweise auch von der Firma H e c k e l in Saarbrücken geliefert. Als Sammel- und Verteilungsstelle fungierte das stabile Eisenbahnzeugsdepot in Korneuburg.

4. Verwendbarkeit sowie Vor- und Nachteile der Einseilbahnen mit Umlaufbetrieb.

Dieses System ist wegen seiner raschen Erbaumöglichkeit (ohne Beziehung direkter Fachingenieure) als Feldseilbahn im eigentlichen Sinne des Wortes anzusprechen und daher — bei Vorhandensein entsprechender Anlagebedingungen — immer d a n n jedem anderen motorisierten Systeme vorzuziehen, wenn die Zeit drängt.

Hinsichtlich erzielbarer Tagesleistungen rangiert es direkt nach dem System Ia, doch sind die zulässigen Einzellasten geringer als bei diesem und den Pendelbahnen (II a und II b). Auch hinsichtlich Anwendung in schwierigem Hochgebirgsgelände steht es hinter den eben genannten Systemen zurück, da diese größere freie Spannweiten und Seilneigungen zulassen.

Ferners ergeben sich als Nachteile der große Seilverschleiß, große Personalbedarf und der empfindliche, häufigen Störungen unterworfenen Betrieb, weshalb volle Ausnützung nur mit tadellos geschulter (Betriebsmannschaft erzielbar ist, die nicht immer in ausreichender Anzahl zur Verfügung steht. Letztgenannter Uebelstand dürfte aber auf Grund der erzielten Erfahrungen in Hinkunft einer wesentlichen Abschwächung fähig sein.

Zieht man nicht Kriege-, sondern Friedensverhältnisse in Betracht, so kommen als Vorteil gegenüber der Type Ia die geringeren Anschaffungskosten in Betracht, wogegen aber größere Betriebskosten und geringere Bestandsdauer als Nachteile angeführt werden müssen.

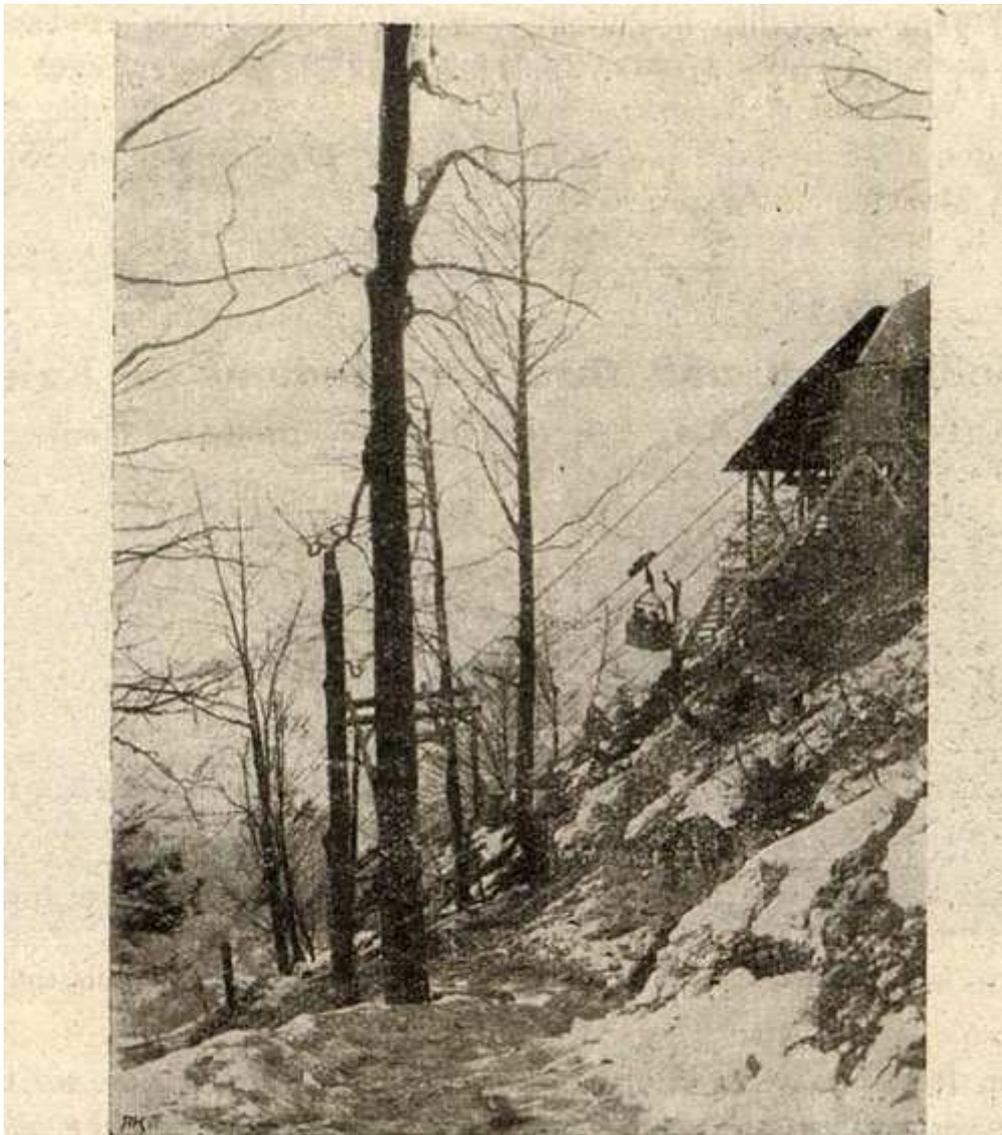
* Modell 250 dürfte nicht mehr zur Anwendung gekommen sein.

Type IIa, zweispurige Zweiseilbahn mit Pendelbetrieb (auch zweispuriger Seilaufzug genannt.)

1. Konstruktionsprinzip und wichtigere Einzelheiten. (Hiezu Schema IIa auf Tafel XV.)

Ganz ähnlich, wie bei Type Ia, sind zwei Tragseile und ein Zugseil ohne Ende vorhanden, doch läuft auf jedem Tragseile immer nur e i n Wagen (oder Doppelwagen) voll hinauf und (auf demselben Seile) leer hinunter, — dergestalt, daß unten der eine (gefüllte) und oben der andere (entleerte) Wagen gleichzeitig die betreffende Station verlassen, sonach in der Streckenmitte aneinander vorbeifahren. Es pendeln also beide Wagen, jeder auf seinem Seile, fortwährend in einander entgegengesetzter Richtung hin und her, woraus sich ergibt, daß das Zugseil nach jeder Fahrt seine Bewegungsrichtung wechseln muß.

Die fixe und bewegliche Verankerung der Tragseile erfolgt ähnlich wie bei Type Ia, doch sind, da aus später zu erörternder Ursache nur Streckenlangen von 0,6 bis 3 km in Betracht kommen, Zwischenspannstationen entbehrlich. Aus gleichem Grunde braucht das Zugseil nicht durch ein Gegengewicht, sondern nur mittelst Flaschenzug und Winde gespannt zu werden. Laufschiene sind zumeist entbehrlich.



Lichtbild 5: Bergstation einer steilen zweispurigen Zweiseil-Pendelbahn.

Werden sie aber — wie im Schema II a — wegen zweckmäßigerer Verankerung und Spannung der Tragseile angewendet, so bestehen sie bloß aus zwei parallelen Schienenstücken von einer solchen Länge, die jener des beladenen Wagens oder Doppelwagens entspricht. Die Stationen fallen daher sehr kurz aus.

Die Wagen besitzen keine lösbare Kupplung, sondern sind am Zugseile starr befestigt.

Da ein Verschieben der Wagen in den Stationen von Hand aus entfällt und erstere in völlig sicherer Weise am Zugseil befestigt sind, können die Tragseile eine sehr große Neigung, bis zu 60° , erhalten.

Die Stationen können — wie die schematische Abbildung und obiges Lichtbild zeigen — in sehr steilem Gelände untergebracht werden.

Da das Seil immer nur durch einen Wagen belastet ist, kann es bei den üblichen Stärken sehr weit frei gespannt werden; in der Praxis kommen Freispannweiten bis zu 2400 m vor. Aus diesem Grunde konnten viele Bahnen ganz ohne Zwischenstützen erbaut werden; wo solche notwendig waren, — z. B. in der Nähe der Bergstationen, um die Seile weniger steil einlaufen zu lassen, — wurden sie ganz genau so wie die Portal- oder Bockstützen der Type Ia gestaltet (siehe Lichtbild 5).



Lichtbild 6: Splittersicher eingedeckte Talstation einer zweiseitigen Zweiseil-Pendelbahn

Die Zeit, die ein Wagen zur Hin- und Rückfahrt benötigt, wächst natürlich mit der Streckenlänge. Da diese sonach auch die Leistungsfähigkeit ganz wesentlich beeinflusst, wurden — wie früher erwähnt — nur Streckenlänge von 0,6 bis höchstens 3 km angewendet. Ein Aneinanderreihen von Sektionen wurde wo immer möglich vermieden, da beim Anschlusse infolge der starren Wagenbefestigung kein Uebergang des Wagens von einer auf die andere Strecke stattfinden konnte, demnach umgeladen werden mußte.

Entsprechend der geringen Belastung der Strecke durch nur einen Wagen konnte die maximale Fahrgeschwindigkeit trotz der steileren Seilneigung größer angenommen werden, als beim Umlaufbetriebe, nämlich bis zu 5 m per Sekunde. Bei den tatsächlichen Bauausführungen des Krieges betrug sie bei einer Motorstärke von 16 bis 25 PS allerdings nur 2 bis 3,6 m.

Die Motoren waren Benzin-, Rohol- oder Elektromotoren.

Auch die Nutzlasten konnten verhältnismäßig groß gewählt werden, doch wurden im Kriege nur solche von 150 kg (leichte Type) bis 300 kg (schwere Type) in Betracht gezogen, die ausnahmsweise auf 300 bzw. 600 kg gesteigert werden konnten. Regelmäßiger und vollkommen sicherer Personenverkehr war gewährleistet. Dagegen waren Langholztransporte wegen der ungünstigen Be- und Entladeverhältnisse nur ausnahmsweise durchführbar.

Die kompdiösen Stationen konnten in der Regel im Gelände gut gedeckt untergebracht, eventuell sogar in Kavernen angelegt werden. Winkelstationen innerhalb einer Sektion kamen nicht vor, sie hätten aus naheliegenden Gründen „automatische“ (vgl. Seite 109 des März-Aprilheftes) sein müssen.

Alle sonstigen Einzelheiten lassen sich aus jenen der Type Ia ableiten.

2. Im Kriege verwendete Systeme, Leistungsfähigkeit.

Das im Kriege vorzugsweise verwendete System war den Personenseilbahnen Lana—Vigiljoch und Kohlerbahn nachgebildet und wurde von der Firma Hinterschweiger in Wels in zwei schweren und zwei leichten Typen geliefert. Es kamen aber auch eigene Bauausführungen vor.

Die Leistungsfähigkeit ist naturgemäß eine weit geringere, als jene der Typen mit Umlaufbetrieb und sinkt — wie bereits erwähnt — mit der Streckenlänge.

Bei obigen Typen betrug die Tagesleistung (16 Stunden) bei 2,5 m Geschwindigkeit bei einer Streckenlänge von:

0,6	1,0	2,0	3,0 km
32	24	14	10 Tonnen.

für die schwere und die Hälfte für die leichte Type. Bei einer Geschwindigkeit von 3,6 m erhöhten sich obige Leistungen um 40%, betragen also 45, 34, 20, 14 Tonnen, bzw. die Hälfte davon.

3. Verwendbarkeit, Vor- und Nachteile.

Die große zulässige Freispannweite und Seilneigung im Vereine mit dem geringen Raumbedarf der Stationen befähigen das System zur Ueberwindung ganz bedeutender Geländeschwierigkeiten des Hochgebirges, doch ist es im allgemeinen nur unter dieser Voraussetzung anzuwenden, da in weniger schwierigem Gelände die Hauptvorzüge nicht so sehr zur Geltung kommen, hingegen die Nachteile (geringe Leistung, Umladen in Anschlußstationen) weit überwiegen.

An Vorteilen waren noch die große Betriebssicherheit, einfache und wenig Personal erfordernde Bedienung und der geringe Seilverschleiß, — als Nachteile die verhältnismäßig lange Bauzeit und der Umstand anzuführen, daß bei starkem Sturme die Gefahr besteht, daß auf großen Spannweiten die Seile durch die entstehenden Schwankungen zusammenschlagen, was oft Betriebseinstellung notwendig machte. (Diesem Uebelstande konnte übrigens durch Anwendung einer größeren Spurweite abgeholfen werden.)

Im Frieden wird dieses System — in entsprechender Ausführung — hauptsächlich zur Personenbeförderung, zum Lastentransport aber nur dann angewendet, wenn geringe Tagesleistungen genügen.

4. Abweichende Ausführungsart.

Das vorstehend charakterisierte System wurde während des Krieges gelegentlich behufs Leistungssteigerung in derart abgeänderter Form ausgeführt, daß zwei oder mehrere Wagen in Abständen von 200 bis 400 m mittels lösbarer Wagenklemmen am Zugseile befestigt werden konnten. Natürlich mußte bei jedesmaligem Festklemmen eines Wagens die Förderbewegung eingestellt werden, — weiters war in jeder Station ein horizontales Abstellgeleise (Laufschienen) entsprechender Ausdehnung notwendig.

Hiedurch konnte die Leistungsfähigkeit um 40 bis 100% gesteigert werden, doch nur bei Freispannweiten bis zu 1500 m. Weiters war ein Zusammenschluß von Sektionen ohne Notwendigkeit des Umladens möglich, indem die Wagen überführt werden konnten.

Disposition und Bau waren schwieriger, der Betrieb wegen der lösbaren Klemmen weniger sicher, die Anwendungsfähigkeit auf weniger schwieriges Gelände beschränkt. Alles in allem eine Halbheit, ein Mittelding zwischen den Typen Ia und II a.

Die Tagesleistung (16 Stunden) betrug bei 2,5 m, bzw. 3,5 m, bzw. 5 m Geschwindigkeit:

Bei 1 km Streckenlänge:	55	68	99	Tonnen
„ 2 „	„	38	43	65 „
„ 3 „	„	27	32	43 „

Type II b, einspurige Zweiseilbahn mit Pendelbetrieb

(auch einspuriger Seilaufzug genannt).

1. Prinzipielle und sonstige Unterschiede gegen Type II a.

Statt zwei Tragseilen ist nur eines vorhanden, so daß immer nur ein Wagen (oder Doppelwagen) auf der Strecke pendelt. Der leer zurücklaufende Teil des Zugseiles ohne Ende wird aus der Fahrebene der Bahn seitlich abgelenkt.

Die Antriebs- und die Gegenstation sind derart einfach und kompandoös gebaut, daß sie auch auf sehr beschränktem Raume, z. B. auf schmalen Felskanzeln untergebracht, bzw. leicht kaverniert werden können. Zulässige Freispannweite und Seilneigung konnten noch größer gewählt werden, als bei Type II a, nämlich 3 km und 70°.

Bauzeit und Bedienungspersonal geringer, Bedienung noch einfacher als bei Type II a, Betriebssicherheit auch bei Sturmwind gewährleistet. Telefonieren bei Benützung des Tragseiles als Leitung sogar vom fahrenden Wagen aus möglich.

All diesen Vorteilen steht bloß der Nachteil gegenüber, daß die Förderleistung unter sonst gleichen Umständen theoretisch nur halb so groß ist, als bei Type II a. In der Praxis ist jedoch dieser Nachteil nicht nur nicht eingetreten, sondern es wurden sogar größere Leistungen erzielt, weil das System weit besser durchgebildet war, als jenes II a.

Es waren Nutzlasten von 400 kg — steigerbar bis 800 kg — und größere Fahrgeschwindigkeiten — bis 5 m — angewendet worden. Natürlich waren auch die Motoren stärker, — bis 35 PS.

2. Im Kriege verwendete Systeme, Leistungsfähigkeit.

In Verwendung standen vorzugsweise Systeme von Zuegg in Lana, Köllensperger in Innsbruck, Rüschi&Ganahl in Dornbirn, Zontini in Tione sowie eigene Bauausführungen. Die Tagesleistung (16 Stunden) betrug bei 2,5 m, bzw. 3,5 m, bzw. 5 m Geschwindigkeit:

Bei 1 km Streckenlänge:	33	40	58	Tonnen
„ 2 „	„	22	25	38 „
„ 3 „	„	16	19	25 „

Vergleicht man die bei 2,5 m Geschwindigkeit entfallenden Ziffern 33, 22 und 16 mit den für die gleiche Geschwindigkeit und gleiche Streckenlänge (jedoch geringeres Ladegewicht) bei Type II a angeführten Zahlen, nämlich 24, 14 und 10, so ergibt sich, daß letztere statt größer kleiner sind, was sich zum Teil durch die geringeren Ladegewichte der Type II a, zum Teil aber dadurch erklärt, daß bei kleinerem Ladegewicht ein öfteres Be- und Entladen stattfinden muß und daher mehr Zeit vergeht, als wenn dieselbe Gesamtquantität in größeren Teilladungen, befördert wird.

Die paradoxe größere Leistungsfähigkeit des einspurigen gegenüber dem zweisepurigen Aufzuge ist daher nur ein in der Durchbildung der bezüglichen Systeme begründeter Zufall, während unter ganz gleichen Umständen selbstverständlich die Type II a eine doppelt so große

Leistungsfähigkeit haben muß, als jene II b, weil bei ersterer immer zwei, bei letzterer aber nur ein Wagen unterwegs ist.

3. Verwendbarkeit.

Die Verwendbarkeit des einspurigen Aufzuges erstreckt sich nach dem unter 1. Gesagten auf noch schwierigeres Gebirgsterrain, als es beim zweispurigen Aufzug der Fall ist, während er in leichterem Gelände natürlich ebensowenig angewendet werden soll, als letzterer. Die Vor- und Nachteile ergeben sich bereits aus Punkt 1.

4. Abweichende Ausführungsart.

Bezüglich Steigerung der Leistungsfähigkeit durch Anhängung zweier oder mehrerer Wagen gilt dasselbe, wie bei Type II a.

III. Handaufzüge.

1. Konstruktion.

Die Handaufzüge sind den Seilbahnen der Typen II a und II b nachgebildet, charakterisieren sich sonach als zwei- bzw. einspurige Pendelbahnen. Mit Rücksicht auf die geringe, mit Handbetrieb bewältigbare Förderleistung sind sie wesentlich leichter und einfacher konstruiert. Während des Krieges standen sowohl von Firmen gelieferte, als auch von den Truppen selbst mit den einfachsten Hilfsmitteln improvisierte Aufzüge im Gebrauche.

Vorhanden sind je nach der ein- oder zweispurigen Anlage ein oder zwei dünne Tragseile, die bei Improvisationen oft nur durch dicken Eisendraht ersetzt erscheinen. Die Verankerung ist meist beiderseits eine fixe, — eventuell ist das Nachspannen mittels Spannschlösses vorgesehen. Die Seilneigung beträgt bis zu 60°.

Das abwechselnd in beiden Förderrichtungen laufende Zugseil ohne Ende ist bei Improvisationen meist kein Draht-, sondern nur ein Hanfseil. Bei den von Fabriken gelieferten Bahnen ist eine einfache Spannvorrichtung vorgesehen.

Da Freispannweiten bis zu 1000 m zulässig waren, wurden in der Regel keine Zwischenstützen eingebaut. Sind solche ausnahmsweise notwendig, so können sie als vereinfachte Portalstützen (analog Abb. 5 der Tafel XII des vorigen Heftes) erbaut werden, indem statt der pendelnden Auflagerschuhe für das Tragseil fixe Schuhe, statt der Auflagerrollen für das Zugseil rotierende Walzen angebracht werden.

Die von Fabriken gelieferten Förderwagen (einfache oder Doppelwagen) ähneln den einfachen Typen der Motorbahnen und sind — wie bei Pendelbahnen überhaupt — starr am Zugseil befestigt. Einen improvisierten Förderwagen zeigt Abb. 32 der Tafel XV: Das Laufwerk besteht aus einer gewöhnlichen Rolle mit Bügel, an deren Ring das Zugseil (als Oberseil) eingeknotet ist, während der Haken unter Vermittlung eines aus Seilen gebildeten Gehanges das eigentliche Fördergefäß, z. B. eine vorhandene oder aus Brettstücken zusammengeschlagene Kiste, trägt. Wie in der Abbildung angedeutet, kann durch Verbindung zweier Einzelwagen mittels Rundeisenbügels ein Doppelwagen improvisiert werden. Beim Brettertransport (bis 4 m Länge) hängen die Bretter einfach in Seilschlingen. Auch der Transport einzelner Personen kann ausnahmsweise möglich sein.

Das Ladegewicht betrug im allgemeinen 50 bis 100 kg.

Der Antrieb erfolgt unter Vermittlung von Bauwinden oder — wie in Abb. 33 — mit Haspel u. zw. ist behufs Verdopplung der Kraft gewöhnlich sowohl in der Berg,- als auch in der Talstation ein Windwerk aufgestellt, so daß acht Mann angestellt werden können. Bei zweispurigen Aufzügen kann durch Verladen von Ballast (Steine, Erde, Schnee, Wasser) im talfahrenden Wagen die Arbeit erleichtert, bzw. die Leistung erhöht werden.

Der Antrieb kann auch mit Pferdegöpel oder Wasserrad bewirkt werden. Bei von Fabriken gelieferten Aufzügen wurden im Kriege auch kleine Elektromotoren von 4 bis 6 PS verwendet, in welchem Falle der Ausdruck „Handaufzug“ allerdings nicht mehr gerechtfertigt ist. (Zur Kraftlieferung konnten außerhalb der Beleuchtungszeit die Beleuchtungszüge herangezogen werden.)

Die Fahrgeschwindigkeit betrug beim Bergtransport 0,2 bis 0,6 m, beim Horizontaltransport 0,8 bis 1,2 m, beim Taltransport 2 bis 3 m pro Sekunde.

Hintereinanderschalten mehrerer Aufzüge (jedoch mit Umladen) ist möglich und wurde vielfach auch angewendet.

2. Im Kriege verwendete Systeme, Leistungsfähigkeit.

Es wurden zwei Typen der Firma *H i n t e r s c h w e i g e r* in Wels, eine Type Perwanger und verschiedenartige Improvisationen verwendet.

Die Tagesleistung (16 Stunden) betrug bei Handantrieb mit acht Mann an den Kurbeln (und ohne Verwendung von Ballast) bei den Förderhöhen von 200 m, 400 m und 600 m — 4, 2 und 1,5 Tonnen.

Bei Gewichtsausgleich oder ausnahmsweisem Kraftantrieb konnte das zwei- bis dreifache geleistet werden.

3. Verwendbarkeit.

Wegen ihrer einfachen Ausführungsart und Bedienung eignen sich die Handaufzüge vorzugsweise für den vordersten Stellungsbereich, woselbst die übrigen Typen zumeist überhaupt nicht verwendbar sind. An ruhigeren Fronten kamen sogar Aufzüge vor, die den feindwärtigen Abhang hinabführten, um vorgeschobene Stellungsteile zu versorgen. Ueberdies boten sie ein willkommenes Mittel zur Ueberquerung von Schluchten und lawinengefährdeten Wegstellen.

IV. Bremsseilbahnen (Bremsberge).

Handelt es sich nur um Lasttransporte bergab (was im Frieden sehr häufig, im Kriege aber selten vorkommt) und sind die Neigungsverhältnisse der Bahn derart verteilt, daß der vollbeladene, bergab gehende Wagen den leeren über die ganze Strecke bergauf zu ziehen vermag, so braucht man keinen Motor, sondern nur eine Bremsvorrichtung, damit der Taltransport nicht allzu rasch erfolge.

Die im Kriege verwendeten Bremsberge waren durchwegs zweispurige Zweiseilbahnen mit Pendelbetrieb, entsprachen daher der Type II a und unterschieden sich von dieser im Prinzip nur durch die Hinweglassung des Motors und das Hinzukommen der Bremse.

Bei Friedensausführungen kommen aber auch Bremsbahnen mit Umlaufbetrieb u. zw. entweder Ein- oder Zweiseilbahnen, in Betracht und sei des Interesses halber in Abb. 31 (als Beispiel nicht als Type) die Oberstation einer solchen Bahn — einer Zweiseilbahn — vorgeführt. Die Tragseile sind in dieser Station fix (in der Talstation beweglich) verankert und in beiden Stationen durch Laufschiene miteinander in Verbindung gebracht. Das Zugseil läuft statt über die Antrieb— über die Bremsscheibe, während in der Talstation die Spannscheibe sich befindet. Die Bremsung erfolgt dadurch, daß oberhalb und unterhalb des Seilumlaufes je ein stählernes Bremsband angebracht ist.* Das eine Ende eines jeden Bremsbandes ist an einem Querholze starr befestigt, während die beiden anderen Enden durch eine entsprechende Vorrichtung von Hand aus nach Bedarf mehr oder weniger angezogen oder nachgelassen werden können. Hiedurch vergrößert, bzw. verkleinert sich die Reibung zwischen den Bändern und dem Umfang der Bremsscheibe, woraus langsamere oder schnellere Rotation und Fahrgeschwindigkeit resultiert.

Nun wieder zu der im Kriege angewendeten Ausführung als Zweiseilpendelbahn:

Das Ladegewicht betrug je nach Bauart 150 bis 500 kg, die größte Freispannweite 600 m, die Seilneigung zwischen 30 und 45°. Die Fahrgeschwindigkeit war 2 bis 6 m per Sekunde.

Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 3 m betrug die Tagesleistung (16 Stunden) bei einer Streckenlänge von 0,6 km, bzw. 1,0 km, bzw. 1,5 km:

22 16 12 Tonnen bei leichten
und 70 45 35 „ „ schweren Typen.

Die Bremsberge sind in Ansehung militärischer Zwecke besonders zur Entlastung von in Serpentina angelegten Gebirgsstraßen und zum Holzablassen aus hoch gelegenen Wäldern geeignet.

Die Bedienung ist einfach und bedarf nur wenig und noch dazu keiner besonderen Schulung bedürftiges Personale. Bau verhältnismäßig rasch, Förderleistung ziemlich groß. Der Hauptnachteil des Systems besteht in der Abhängigkeit von geeigneten Geländeprofilen.

Zusammenfassung über die Seilbahnen vom militärischen Standpunkte.

Den Seilbahnen kommt im Kriege, namentlich im Hochgebirge oder in sumpfigem Gelände, eine enorme Bedeutung zu. Speziell im Winter ist die Versorgung der Höhenstellungen ohne Seilbahnen fast ausgeschlossen. Doch selbst in ebenem oder hügeligem, aber weggarmen Gelände vermag die Seilbahn gute Dienste zu leisten und es sei schließlich noch darauf hingewiesen, daß auch bei der Ueberquerung breiter und tiefer Flüsse für den Anfang oft auf die Seilbahn gegriffen werden wird.

Die Seilbahn ist vor allem weit rascher herstellbar, als eine Vollbahn oder Fahrstraße, in einigermaßen schwierigem Gelände verdient sie auch vor Kleinbahnen den Vorzug. Dabei ist der Aufwand an Baumaterial ein verhältnismäßig sehr geringer, der Betrieb einfach und hinreichend sicher, die Instandhaltung nur mit geringem Aufwand an Zeit und Arbeitskraft durchführbar. Ein wesentlicher Vorteil ist auch der Wegfall der Zugtiere und der Sorge für deren Fütterung, — ferner ist der Betrieb in hohem Grade von den Witterungseinflüssen unabhängig.

Gegen Geschützfeuer und Fliegerbomben ist die Seilbahn zwar keineswegs immun, doch läßt sie sich weit unauffälliger anlegen, als jede andere Kommunikation, wo durch schon ein gewisser Schutz verbürgt erscheint.

Die Aufzählung der Vorteile ließe sich noch fortsetzen, wogegen als einziger Nachteil gegenüber Schienenbahnen und Kraftwagenbetrieb die geringere Leistungsfähigkeit in Bezug auf maximales Ladungsgewicht und Tagesleistung zu nennen ist. So z. B. kommt Geschütztransport nur auf Schwerseilbahnen und da nur für leichtere Kaliber (in zerlegtem Zustande) in Betracht.

Wie bereits erwähnt, kommt der Seilbahn speziell im Hochgebirge die größte Bedeutung zu, sie ist dortselbst für den geregelten Nachschub an Munition, Verpflegung, technischem Material sowie für den Kranken- und Verwundetenabschub, in höheren Regionen sogar für den normalen Personenverkehr, unentbehrlich.

Demgemäß waren im Hochgebirge die weitaus dichtesten und verzweigtesten Seilbahnnetze anzutreffen, was die Festlegung eines großzügigen, einheitlichen Seilbahn-Bauprogrammes zur Voraussetzung hatte.

Was für Schwierigkeiten bei der Durchführung zu überwinden waren, wird der dritte Teil des vorliegenden Aufsatzes vor Augen führen.

Der weitaus größte Teil des Seilbahnnetzes liegt im Truppenbereiche und soll dortselbst bis zu den vordersten Linien sich verzweigen. Hierbei muß der Natur der Sache nach, der anzuwendende Seilbahntyp im allgemeinen ein umso leichter sein, je näher die Bahn zur Front gelegen ist.

In dieser Hinsicht sind im Großen drei Kategorien von Seilbahnen zu unterscheiden, u. zw. die Nachschubsbahnen, die Verteilungsbahnen und die Stellungsbahnen.

* Bei starkem Gefälle muß motorische Bremsung eintreten.

Die Nachschubsbahnen beginnen im Etappenraume an Eisenbahn-(Voll- und Feldbahn-) Endstationen oder Straßenknoten, woselbst die großen Magazine für Reservevorräte und für die Ausgabe des laufenden Bedarfes angelegt sind. In diesem Bereiche gelangen die leistungsfähigsten Typen, gewöhnlich Zweiseilbahnen mit Umlaufbetrieb, zur Verwendung.

Die Verteilungsbahnen, bereits verzweigt und verastelt, führen von Zwischendepots, soweit als es mit Bezug auf die feindliche Feuerwirkung möglich oder rätlich erscheint, an die Stellungen heran. Hier ist die Domäne der leichteren Typen, vornehmlich der Einseilbahnen mit Umlaufbetrieb, doch wird bei schwierigem Terrain auch schon die Anwendung, bezw. Einschaltung von Pendelbahnen notwendig, — die übrigens unter Umständen bereits in der ersten Zone hie und da nicht zu vermeiden sind.

Bemerkt sei, daß sowohl bei den Nachschubs- als auch Verteilungsbahnen des öfteren behufs Erhöhung der Tagesleistung zwei Strecken knapp nebeneinander (sogenannte zweigeleisige Anlage) erbaut worden sind, (Vergleiche Lichtbild 3 im letzten Hefte.)

Im feindwärtigsten Teile der Stellungenzone endlich treten die Stellungsbahnen in ihr Recht, die vorwiegend Handaufzüge sind und — ihrer geringen Leistungsfähigkeit entsprechend — in größerer Anzahl angelegt werden.

Natürlich ist Vorstehendes schon aus dem Grunde nicht als Schema aufzufassen, als ja im Kriege auch die Beschaffungsfrage eine große Rolle spielt und man nicht immer die passenden Typen in ausreichender Streckenlänge zur Hand hat. So z. B. wird es vorkommen, daß man sich hie und da auch im rückwärtigsten Bereiche mit leichteren Typen (Feldseilbahnen) begnügen muß, während anderseits die Verhältnisse es gestatten können, daß schwere Typen sehr nahe an die Front herangeführt und das Zwischenglied der Feldseilbahnen erspart werden kann.

Auf eines muß jedoch aufmerksam gemacht werden, daß nämlich bei der einem Großkampf vorausgehenden, lebhaften feindlichen Feuertätigkeit und während des Kampfes selbst große Beschädigungen sowohl an einzelnen Stationen als auch an der laufenden Strecke zu erwarten sind und der Seilbahnbetrieb nahezu lahmgelegt werden kann. Dieser Umstand weist einerseits auf die Aufstapelung von Reservevorräten aller Art im vordersten Bereiche, anderseits darauf hin, daß die möglichste Verlängerung der Auto- und sonstigen fahrbaren Straßen, trotz Vorhandensein eines reichen Seilbahnnetzes, nicht vernachlässigt werden darf, da in kritischen Zeiten, in denen ja immer ein Höchstbedarf eintritt, alle Transportmittel zusammenwirken müssen.

Für die Ausnutzung der Leistungsfähigkeit der Seilbahnen ist auch maßgebend, ob infolge feindlicher Einsicht in das Gelände und Feuerwirkung nur Nachtbetrieb oder Tag- und Nachtbetrieb möglich ist. Auf mehr als 16 Stunden durchschnittlicher Betriebszeit wird schon wegen der unvermeidlichen sonstigen Betriebsstörungen kaum zu rechnen sein.

Nun waren schließlich noch Angaben über die Erbauungszeiten bei den verschiedenen Seilbahnsystemen erwünscht, doch sind diesbezüglich außer den Terrainverhältnissen noch so viele andere Umstände maßgebend, daß nicht einmal grobe Durchschnittszahlen von einiger Verlässlichkeit geboten werden können. Lediglich bezüglich der Bleichertbahnen liegt eine „Durchschnittsangabe“ nach den Leistungen der deutschen Truppen vor, nämlich pro Kilometer Streckenlänge 1000 Tagschichten, hierunter 250 einer im Seilbahnbau ausgebildeten Spezialtruppe. Wie sehr aber solche Angaben unter Umständen von dem tatsächlichen Erfordernisse abweichen, zeigt ein konkretes Beispiel, wonach für eine Bleichertsche Feldseilbahn von 2400 m Länge und 800 m Steigung 1 Offizier, 50 Eisenbahnpioniere und 160 Hilfsarbeiter (vom Beginn des Absteckens bis zur Aufnahme des Betriebes) durch 33 Tage erforderlich waren, was 2900 Tagschichten pro Kilometer entspricht. Anderseits wurde eine 4000 m lange Scherwahnlinie bei 1000 m Steigung in 35 Tagen erbaut, wobei jedoch bedeutend mehr Arbeitskräfte angestellt gewesen sein müssen und vielleicht die Zeit für die Vorarbeiten nicht eingerechnet erscheint. Jedenfalls geht aus diesen beiden Beispielen hervor, daß der Begriff „rasche Herstellung“ nicht allzu optimistisch aufgefaßt werden darf. Um einen Vergleich mit dem Baufortschritt bei einer Autostraße zu haben, sei angeführt, daß jene auf das Pasubiomassiv in Südtirol (18 km lang, 6 m breit, 4 % Maximalsteigung) 1500 Arbeiter während der Dauer eines ganzen Jahres, — also 30.000 Tagschichten pro Kilometer in Anspruch genommen hat.

Der Bau der Seilbahnen wurde teils durch die Eisenbahnkompagnien, teils durch eigens zusammengestellte Baukompagnien durchgeführt. Als Hilfsarbeiter dienten häufig Kriegsgefangene.

Anhang.

Behelfsmäßige Schrägaufzüge ohne Schienenbahn.

Wenngleich — wie einleitend erwähnt — normale Schrägaufzüge während des Krieges nur selten zur Erbauung gelangten, so kamen des öfteren bezügliche Improvisationen vor. So vor allem die „Schlittenaufzüge“, von denen Abb. 34 ein Beispiel gibt. Die Aufzüge können auch aus zwei Skischlitten bestehen, die durch ein Drahtseil von etwa 7 mm Stärke miteinander verbunden sind. Das Seil führt über eine Rolle oder drehbare Walze und es läuft der volle Schlitten bergauf, während sich der leere nach abwärts bewegt. Eine Verbesserung dieser Anlage besteht darin, daß man die Schlitten auch an ihren unteren Enden mit einem Drahtseil von 4—5 mm Stärke verbindet, das in der Talstation über eine Rolle läuft. Dergestalt entsteht ein nur durch die beiden Schlitten unterbrochenes Zugseil ohne Ende. Bei Schlittenaufzügen, die über lange Strecken geführt werden sollen, ist es besser, zwei Aufzüge hintereinander zu schalten, weil hiedurch ein sicheres Funktionieren erzielt wird. In diesem Falle sind die Schlitten am Seile leicht löslich befestigt, damit sie am oberen Ende der unteren Strecke auf das untere Ende der oberen umgeschaltet werden können.

Häufig kommt es vor, daß schwere Lasten, z. B. Geschütze, einmalig über einen steilen, aber ziemlich stetigen Hang hinweg in Stellung gebracht werden müssen. In diesem Falle haben sich Anordnungen nach Abb. 35 oder 36 bewährt, von denen natürlich nach Bedarf auch mehrere hintereinander geschaltet werden können.

Abb. 37 endlich deutet den Vorgang beim Abseilen schwerer Lasten in steilem Gelände an.

Schlußbemerkung.

Vielleicht mehr als auf vielen anderen Gebieten der Technik ist auf jenem des Seilbahnbaues ein stetiger Fortschritt zu verzeichnen. Dieser Fortschritt berührt zwar weniger die Grundprinzipien, wohl aber die Einzelheiten, wobei zu bemerken ist, daß gerade diese oft von ausschlaggebender Bedeutung für die Leistungsfähigkeit, Betriebssicherheit sowie für die Anwendungsfähigkeit eines Seilbahnsystemes sein können. Als Beispiel brauchen nur die Klemmapparate hervorgehoben zu werden, von deren Konstruktion u. a. die steilste zulässige Seilneigung abhängt, welche wieder für die Anwendungsfähigkeit in schwierigem Gelände maßgebend ist. Der Gedanke, irgendwelche Typen als spezifische Militärseilbahnen durch Normalisierung auf Jahre hinaus in allen Einzelheiten festlegen und solche Bahnen in Depots auf Lager halten zu wollen, muß daher verworfen werden und kann es auch, da die Seilbahnindustrie hinreichend leistungsfähig ist, um im Bedarfsfalle geeignete Typen in genügender Anzahl zur Verfügung zu stellen. Im Notfalle können — wie es ja auch zu Beginn des Weltkrieges geschehen ist — eingebaute Friedensseilbahnen abmontiert und anderen Ortes wieder aufgestellt werden.

Wohl aber erwächst für die Heeresverwaltung die Pflicht, alle Fortschritte auf dem Gebiete des Seilbahnwesens zu verfolgen und mit der Industrie hinsichtlich eventueller Kriegslieferungen in Fühlung zu bleiben.