

Eine Drahtseilbahn an der Südostfront.

Von

Dr. techn. Otto Fuchs,
k.k. Ldst.-Ingenieurleutnant,
Privatdozent an der deutschen Technischen Hochschule in Brünn.
(Hiezu Tafel 23 und 4 Textfiguren.)

Der Seilbahn fiel die Aufgabe zu, den Nachschub von Trebinje aus nach Montenegro zu erleichtern. Bis zur Etappenstation Lastwa war schon früher eine Autostraße gebaut worden; von hier führt wohl ein Fahrweg über den Zastrm zur Gendarmeriekaserne Klobuci und weiter zum Kordonposten Kozmac, doch ist er wegen ungenügender Breite, großer Steigung und scharfer Kehren für schwere Fuhrwerke, namentlich aber für Autos nicht fahrbar. Hier sollte die Drahtseilbahn Aushilfe schaffen. Für die Festlegung der beiden Endpunkte waren technische und militärische Gesichtspunkte in gleicher Weise maßgebend. Die Bahn sollte bereits an einer Stelle beginnen, bis zu welcher die bestehende Straße leicht als Autostraße ausgebaut werden konnte und sollte eine Zwischenstation an einer Stelle besitzen, von der die umliegenden Stellungen in möglichst leichter Weise versorgt werden können; endlich sollte sie am Kozmac enden, der damals in Händen des Gegners war.

Die Mittelstation wurde am Zastrm-Plateau gewählt und vorderhand als Endstation angesehen; sie wurde als Winkelstation mit der Direktion Kozmac ausgebildet. Die beiden Endpunkte der Bahn wurden festgelegt, daß sie durch vorliegende Höhen gegen Artilleriefeuer gedeckt waren; die Talstation in Šehovica-Glavica, die vorläufige Bergstation unterhalb der Gendarmeriekaserne in Klobuci.

Der überraschend schnelle Erfolg der Januar-Offensive, durch welche wenige Tage nach der Erstürmung des Kozmac auch schon die Straße von Risano erreicht war, ließ von dem Ausbau der zweiten Sektion absehen, so daß die Station Klobuci Endstation blieb.

Verband man die gewählten Endpunkte durch eine Gerade, so folgt eine Trasse, die den überaus steilen Hang des Zastrm zu überwinden hatte. Die Strecke ergibt eine Länge von rund 2.2 km bei einem Höhenunterschiede von 255m.

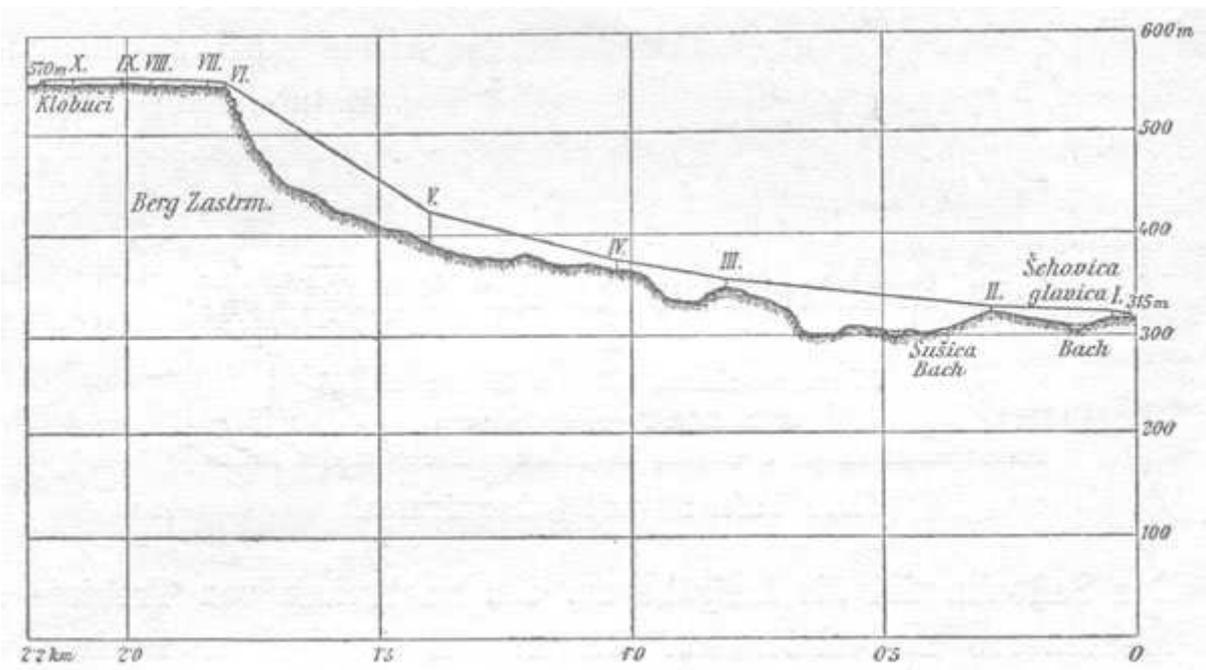


Fig. 1. Längsprofil der Seilbahn Sehovica-Klobuci

Von vornherein war es klar, daß beim Zastrm-Hange die technischen Hauptschwierigkeiten der Bahn liegen würden, die noch dadurch wesentlich vergrößert wurden, daß zwei tiefe und weite Täler (in Textfigur 1 zwischen II und III und zwischen III und IV) in schiefer Richtung überquert werden mußten. Das Terrain war also für eine Feldseilbahn ganz besonders ungünstig.

Das Bahnmaterial war durch das Stabildepot in Korneuburg geliefert worden und hatte die Firma Adolf Bleichert & Co. in Leipzig und Wien zur Erzeugerin. Es war dem bestimmten Verwendungszwecke nicht angepaßt und setzte sich aus den von dieser Firma für den Kriegsbedarf auf Lager gehaltenen Einzelbestandteilen zusammen. Als die Firma Bleichert daranging, die Type für eine Felddrahtseilbahn zu schaffen, schwebte ihr offenbar ein mittleres Gelände vor. Sie konstruierte die Bahn als Einseilbahn, deren Wesen durch die Fig. 2 zum Ausdruck kommt und fußte ihre Bemessungen auf die Annahme, daß auf eine Strecke von 2500m, welche einer Seilbahnsektion entspricht, 25 bis 40 Stützen eingebaut werden, so daß diese Stützen im Mittel in Entfernungen von 60 bis 80m zu setzen sind.

Für die rasche Erfüllung dieser Forderung ist ein sanftes Gelände erforderlich, das keine tiefen und weiten Täler quer zur Trasse besitzt, da sonst in den Tälern hohe Mäste errichtet werden müssen, die einen Aufwand an Material, Zufuhr und Arbeit erfordern, wie er im Felde kaum bestritten werden kann. So auch hier; es wäre eine große Anzahl von Masten in Höhen von 15 bis 40 Metern nötig gewesen, dies bedeutet ungeheure Mengen an Holz, Zement, Sand und Wasser, deren Beschaffung bzw. Zufuhr zu große Schwierigkeiten verursacht hätte; daher wurden nur an den Hügelskämmen, also an den Kulminationen des Längenprofils Maste gesetzt, wodurch sich ihre Zahl auf 10 niedrige.

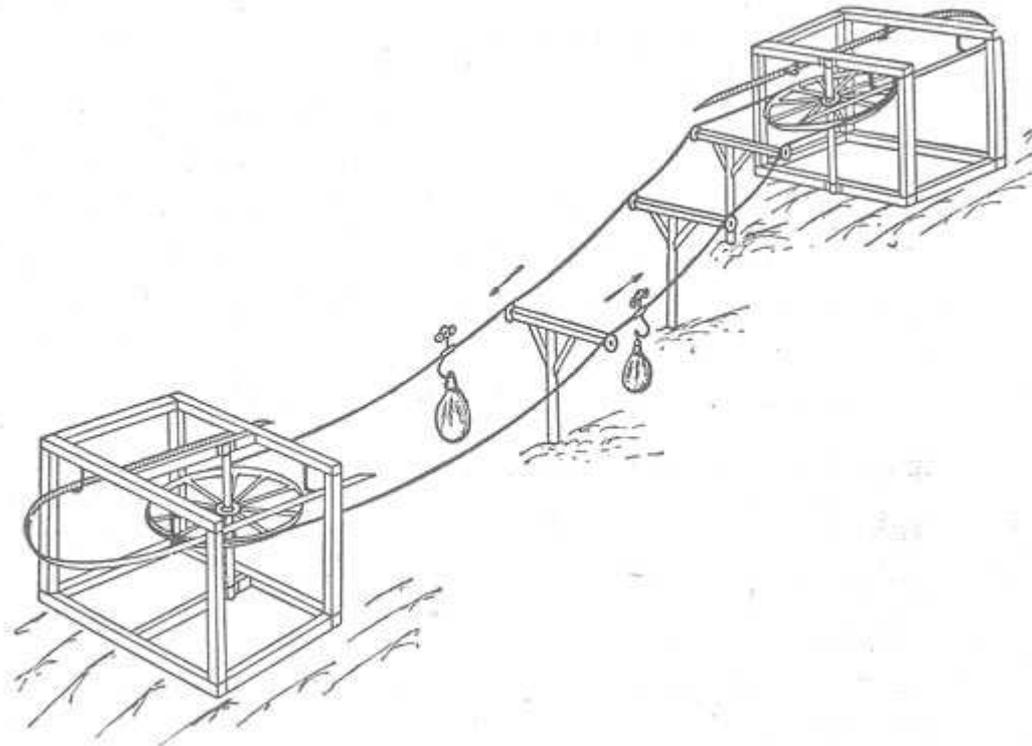


Fig.2. Schematische Darstellung einer Einseilbahn.

Es ist sonst vielfach zur Schonung des Drahtseiles üblich, auf die Kämme in kurzer Folge mehrere Maste zu setzen, wodurch man minder schroffe Ablenkungen erzielt. Es war dies auch bei diesem Bau geschehen, zum Teil auch aus dem Grunde, die überzarten Konstruktionselemente der Maste durch eine weitgehendere Aufteilung der sie beanspruchenden Kräfte zu schonen, um dadurch einen sichereren Betrieb zu erzielen. Es zeigte sich jedoch, daß diese periodische Anhäufung von Masten schon bei einer geringen Unregelmäßigkeit in der Belastung der Bahn, Betriebsstörungen durch Abheben der Seile von der Führungsrolle zur Folge hat. Steht ferner einer dieser Maste auch nur einige Zentimeter aus der Visur, was bei einer Montierung, namentlich im Felde, immer vorkommen kann, so ist dies die Quelle weiterer Störungen, umso mehr als die Stützenköpfe nicht stellbar eingerichtet sind.

Aus diesen Gründen wurden jene Zwischenmaste auf den Kämmen wieder umgelegt. Eine gute Schonung aller Konstruktionsteile wird durch Verwendung von Doppel-Tragrollenpaaren erreicht (siehe Tafel, Abb. 11), die leider nur in zwei Ausführungen zu einer Seilbahnsektion mitgeliefert werden; sie wurden bei II und VI eingebaut.

Als Kraftquelle dient ein raschlaufender vorzüglicher Benzinmotor von 25 PS, der von der Maschinenfabrik Deutz gebaut ist. Er hat seinen Stand bei der Talstation (siehe Tafel, Abb. 2) und treibt mittels Riemens auf eine Scheibe, von der über eine zweimalige ins Langsame gehende Räderübersetzung eine Seilscheibe betätigt wird, über die das Seil mehrfach geschlungen ist und so durch Reibung mitgenommen wird. Auf der Bergseite befindet sich eine Seilrolle, die durch einen Flaschenzug in einem Schlitten verstellbar werden kann, wodurch sich die Seilspannung regeln läßt. Die Verwendung eines Flaschenzuges im Gegensatz zu der üblicheren Gewichtsbelastung bringt es mit sich, daß Temperaturunterschiede beim Seilbahnbetrieb fühlbar werden. In der Nacht gab es im Jänner starke Fröste, mittags den strahlendsten Sonnenschein, so daß die Seilspannung infolge der verschiedenen Längung des Seiles beträchtlich schwankte.

Die Fördergehänge werden mittels der Greifer am Seile festgeklemmt; diese sind zangenartig gebaut, so daß sie umso fester schließen, je größer die Last ist (siehe Textfigur 3).

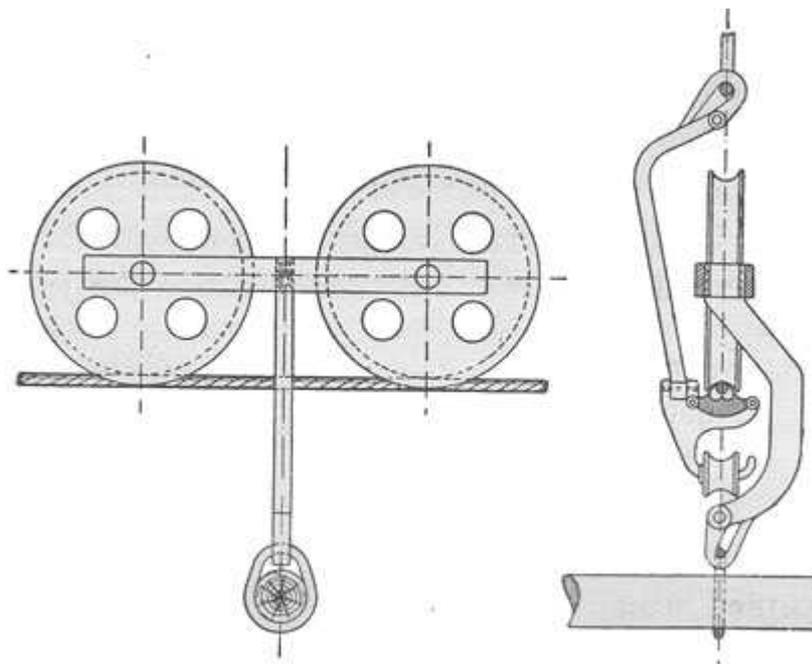


Fig.3. Seil-Tragrollen und Gehänge

Die Gehänge haben den Fehler, daß sie beim Gleiten über die Gehängerollen leicht herauspringen. namentlich wenn eine geringe Last befördert wird. Besonders groß ist der Übelstand bei Verwendung der als Fördermittel mitgelieferten Säcke (siehe Tafel, Abb. 10 und 14), die sonst, namentlich für Lebensmittel und für die Post wegen ihrer Wasserundurchlässigkeit ganz vorzüglich wären. Der Sack hängt an einem eigens für diesen Zweck eingerichteten Gehänge; hat er nun eine Rolle zu überlaufen, so hüpfert er durch den Stoß ein wenig in die Höhe, wodurch sich die Stricke, an welchen er am Gehänge befestigt ist, für einen Augenblick entstraffen; dieser genügt jedoch häufig, um die Zange etwas zum Öffnen zu bringen, so daß das Gehänge nachher nur halb am Seile geklemmt ist. Nun kommt bei einer stärkeren Steigung das Sackgehänge am Seil ins Rutschen; Zusammenstöße und Herabfallen der Gehänge ist dann eine natürliche Folge. Die Firma liefert auf Verlangen auch sogenannte Sicherheitsgreifer, bezüglich welcher ich jedoch keine praktischen Erfahrungen besitze. Von den zur Verfügung stehenden Fördermitteln, Säcken, einfachen Plattformen (Tafel, Abb. 5 und 7) und Plattformen mit aufgesetzten Kästen (Tafel, Abb. 6 und 9) hat sich die einfache Plattform am besten bewährt.

Die Leistung der Bahn ist eine überaus große; der Zugsverkehr wurde so geregelt, daß die Fördermittel in Entfernungen von etwa 70m angehängt wurden. Da die Fördergeschwindigkeit 1.5 m/sek beträgt, wurden also die Züge in Zeiträumen von rund 50 Sekunden abgelassen. Das Ladegewicht betrug im Mittel 70 bis 80kg, so daß die Stundenleistung sich auf 5 bis 6t belief. Die Bahn war meist 9 Stunden täglich im Betrieb, förderte also etwa 50t täglich bergauf und nebenbei geringere Mengen, Häute der oben geschlachteten Tiere, Beutegut u. a. m. herunter. Waren ab und zu größere Mengen zu befördern, so wurde die Bahn stärker belastet, wodurch sich ohne eine Schädigung der Sicherheit des Betriebes noch erhebliche Steigerungen in der Förderung erzielen ließen.

Einige Mitteilungen über die Durchführung des Baues mögen diesen Bericht noch ergänzen. Die Festlegung der beiden Endpunkte der Bahn erfolgte Ende November. Die Trassierung samt Längen- und Höhenvermessung nahm in Anbetracht völlig unsichtiger Witterung und mangels jedweden Hilfspersonals — es mußte mit halbwüchsigen Burschen einer kroatischen Arbeiterkompagnie gearbeitet werden — etwa 8 Tage in Anspruch. Es folgte die Festlegung der Punkte, wo Masten aufzurichten waren. Da die Bahn durch Karstland führt, mußten die Maste einbetoniert werden; an vielen Stellen mußten umfangreiche Sprengungen vorausgehen. Auch für die Verankerung der Abspanndrähte für die Maste waren bei jedem Maste vier Betonsöckel erforderlich. Wegen des schwierigen Längenprofils mußte jeder Mast eine andere Höhe erhalten; der kleinste war nur 3m hoch (Tafel, Abb. 9), der größte erhielt die ansehnliche Höhe von 33m (Tafel, Abb. 8 und 13). Als stärkstes Bauholz stand Schnittholz von 13 X 16cm zur Verfügung; daher wurden stets zwei Hölzer durch Verschraubung zum Querschnitte 16 X 26cm zusammengenommen. Die Maste erwiesen sich alle als genügend kräftig.

Selbstverständlich wurde während des Betriebes die Strecke stets peinlich genau überwacht und das Hauptaugenmerk darauf gelegt, die Abspannungen der Maste in Ordnung zu halten, um vom Holze gefährliche Biegungs-, Knick- und Verdrehbeanspruchungen fern zu halten.

Für die Herstellung und Montierung der Maste und die Montierung der Stationen standen nur einige wenige Zimmerleute und Hilfsschlosser zur Verfügung, das Arbeitsdetachement wurde durch 1 bis 2 Züge einer Arbeiterkompagnie gebildet. Dies brachte es mit sich, daß die Arbeiten nicht in der raschesten Weise vonstatten gingen, so daß sich die Bauarbeiten bis in die zweite Dezemberhälfte erstreckten.

Die Maste wurden am Boden abgebunden, der schmiedeiserne Stützenkopf anmontiert und mit den Abspannseilen versehen; die Seile kamen so beim Aufrichten der Maste zum Halten des Gleichgewichtes gut zustatten. Die großen Mäste wurden natürlich nicht als Ganzes aufgerichtet, sondern staffelweise; immerhin war auch der 33m hohe Mast (Tafel. Abb. 8 und 13) nach Herstellung der Gründung in drei Tagen aufgestellt und abgespannt. Bei der Aufstellung der Stützen bewährt sich in vorzüglichster Weise die in Textfigur 4 dargestellte Seilklemme „Backenzahn“, die rasch montiert ist und unbedingt festhält.



Fig.4. Bleicherts Seilklemme „Backenzahn“.

Die Frage des Transportes und das Auslegen des 18mm starken Drahtseiles wurde überaus leicht und rasch dadurch gelöst, daß die einzelnen Seilstücke von rund 1000m von etwa 50 hintereinander marschierenden Mann im abgewickelten Zustande bergauf getragen wurden. Für das Spleißen standen auch keine wirklichen Fachleute zur Verfügung; es ist jedoch von Interesse, daß nach etwa acht Betriebstagen fast jeder der bei der Seilbahn eingeteilten Landsturm-pioniere die nicht ganz einfache Arbeit des Spleißens vorzüglich erlernt hatte.

Aus der Baugeschichte sei eine interessante Einzelheit besonders hervorgehoben.

An jener Stelle, die in Textfigur 1 mit V bezeichnet ist, mußte zur Überwindung des ungemein steilen Zastrm-Hanges ein hoher Mast errichtet werden; er wurde auf Grund der Seilkurve mit 16m Höhe als Jochstütze zur Ausführung gebracht. Bei dem sofort mit schwerer nach aufwärts bestimmter Last einsetzenden Betriebe, hob sich jedoch das abwärts gehende, meist nur durch leere Fördermittel belastete Seiltrum beim Anfahren ab. Diese Tatsache festigte die Erkenntnis, daß die Festlegung der Stützenhöhen kein statisches Problem ist, sondern in hohem Maste ein dynamisches. Die Stütze muß für das Anfahren bei unbelastetem Abwärtsseil und schwerst belastetem Aufwärtsseil bemessen werden, da hiebei der größte Zug, also die stärkste Straffung in das unbelastete Seil hineinkommt. Dafür aber eine verlässliche Rechnung aufzustellen, erscheint mir schwer möglich, da für die Reibungen, Seilsteifigkeit u. s. w. nur schätzungsweise Annahmen gemacht werden können. Das Seil hob sich also beim Anfahren ab, so daß ein Betrieb ohne weitere Maßnahmen unmöglich

war, ist doch keine Gewähr dafür vorhanden, daß das Seil sich nach der Anlaufperiode wieder in die Seilrille niedersenkt. Außerdem rieb das von der Bolle aufsteigende Seil natürlicherweise an dem Querbalken der Jochstütze. Kam dann ein Wagen an die Stütze heran, so wurde er vom Seile abgestreift und fiel zu Boden.

Stephan berichtet in seinem Buche „Die Drahtseilbahnen“, Berlin, 1914, Julius Springer, S. 196, über einen ähnlichen Fall, der sich in England ereignete. Dort wurde das Abfallen des Drahtseiles von der Bolle durch Vorreiber verhindert, die der Wagen anhob. Solche Dinge können nun begreiflicherweise im Felde nicht improvisiert werden; das natürlichste wäre es daher gewesen, ohne Zögern die Stütze zu erhöhen oder eine neue höhere Stütze an derselben Stelle zu bauen. Eine wesentliche Erhöhung der Stütze war aus konstruktiven Gründen nicht möglich, der Bau einer neuen Stütze aber hätte die Notwendigkeit nach sich gezogen, mit der Inbetriebsetzung der Bahn so lange zu warten, bis die nötigen beträchtlichen Mengen an Holz und Zement zugeführt und zur Baustelle getragen worden wären. Dafür, ferner für die Herstellung der Gründung, das Abbinden und Aufstellen des Mastes, wären mindestens 14 Tage erforderlich gewesen. Im übrigen waren im Augenblicke militärische Aktionen im Gange, welche die zur Verfügung stehenden Fuhrwerke voll in Anspruch nahmen, so daß bereits die Zufuhr der Materialien kaum zu überwindende Schwierigkeiten gemacht hätte.

Der durchführbare Gedanke, das abwärts gehende Seil dadurch am Aufsteigen zu hindern, daß tote Last, etwa Steine, von oben herab befördert worden wären, wurde verworfen, da nur eine bedeutende Fördermenge den angestrebten Zweck hätte erreichen lassen und eine Ungleichmäßigkeit in diesem Betriebe das Seil doch leicht zum Aufsteigen gebracht hätte.

Um aber trotzdem die Bahn sofort in Betrieb nehmen zu können, wurde die Hälfte der Jochstütze in ihrem oberen Teile abgetragen, so daß nur das belastete aufwärtsgehende Seiltrum durch den Mast eine Stütze fand, das unbelastete, oder nur schwach belastete Trum aber an dieser Stelle frei schwingen konnte (siehe Tafel, Abb. 12).

Diese Änderung war in einigen Stunden vorgenommen und der Betrieb eröffnet. Trotz der hiedurch für das eine Seiltrum erwachsenden außerordentlich großen Spannweite von 800m zeigten sich keine nennenswerten Anstände, so daß der Betrieb in dieser Weise so lange als nötig geführt werden konnte; die Bahn lief in dieser Weise über 14 Tage, während welcher Zeit rund 70.000kg befördert wurden.

Trotzdem wurde jedoch unverzüglich ein Mast von 33m Höhe abgebunden und eine Gründung für ihn knapp neben dem zu ersetzenden Maste vorgenommen. Dies erschien trotz des klaglosen Betriebes nötig, da bei einer Feldbahn auch an die Notwendigkeit schwerer Abtransporte gedacht werden muß, bei welchen das bisher an jener Stelle frei schwingende Seiltrum einen zu starken Durchgang erlitten hätte.

Als dann die Verpflegsfassungsstelle an der oberen Station aufgelassen wurde und daher die Transporte eingestellt werden konnten, fand sich Gelegenheit den neuen Mast aufzuführen und den alten abzutragen (Taf. Abb. 8 u. 13). Die Bahn war nun auch für die schwersten nach abwärts gerichteten Transporte leistungsfähig, was sofort eine Erprobung fand, als der Befehl kam, die bei der aufgelassenen Passungsstelle noch lagernden, dem Verderben unterliegenden Verpflegungsgüter möglichst rasch nach Trebinje einzuholen, ebenso die von den Montenegrinern gestreckten Waffen und anderes Beutegut mit der Seilbahn nach abwärts zu befördern.

Die Bahn hatte nun ihre Hauptaufgabe erfüllt: sie bleibt jedoch bestehen und kann jederzeit den Betrieb in vollem Umfange wieder aufnehmen.



Abb. 1. Talstation

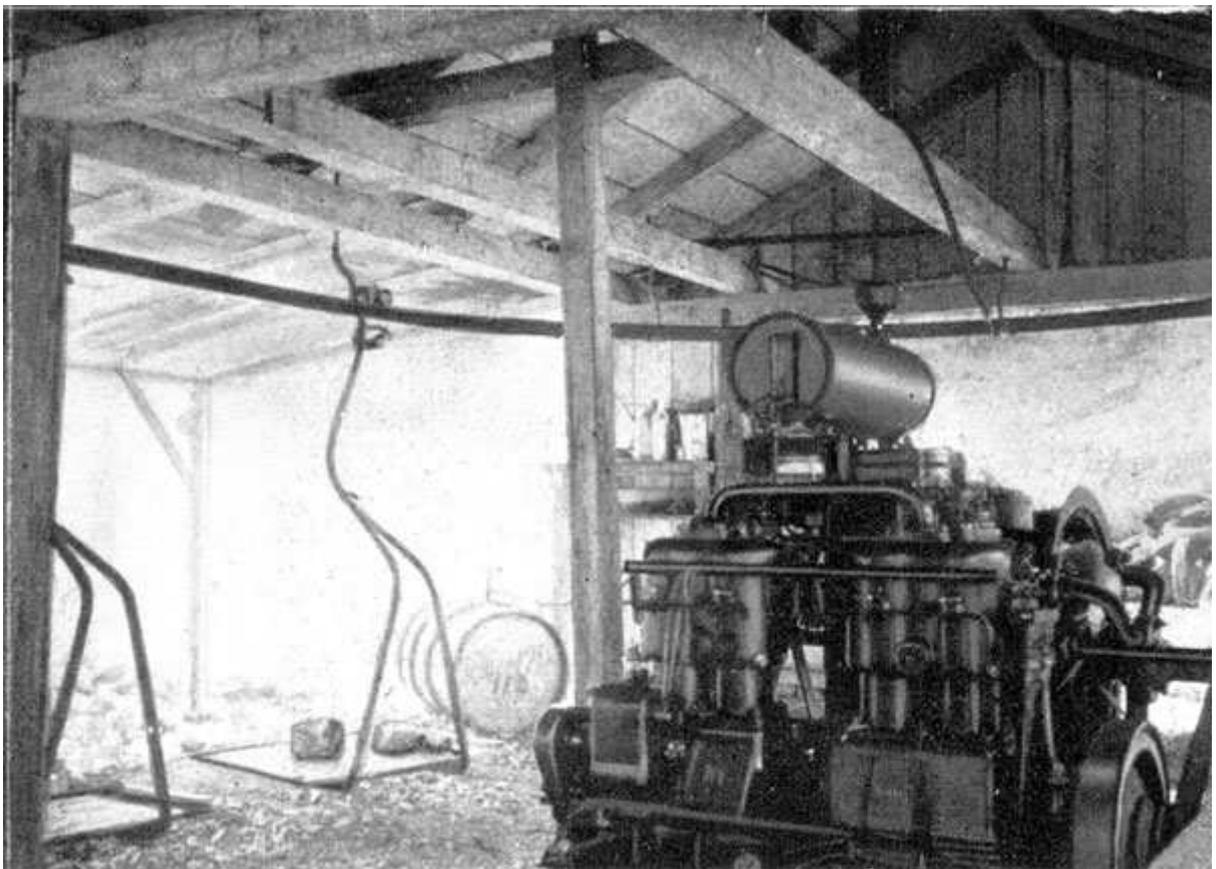


Abb. 2. Antriebsmotor

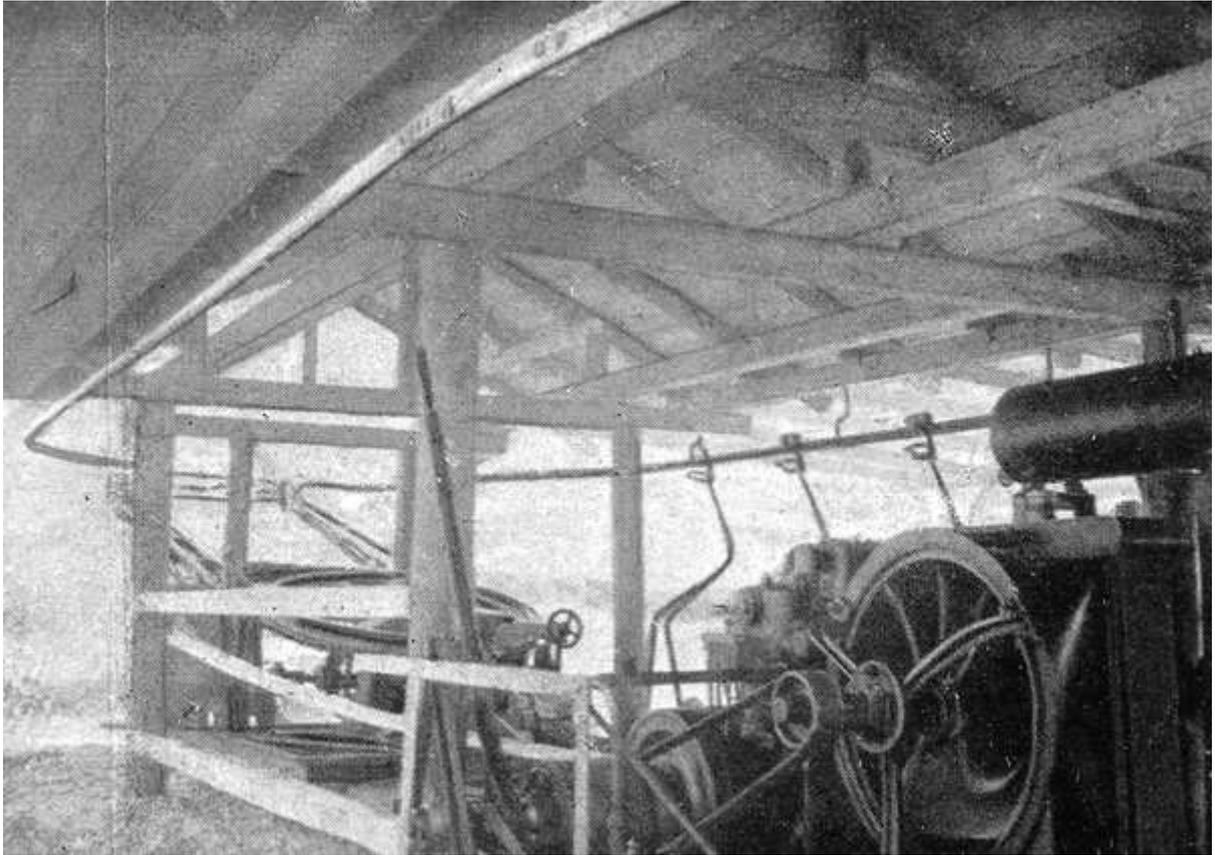


Abb. 3. Talstation von innen



Abb. 4. Bergstation

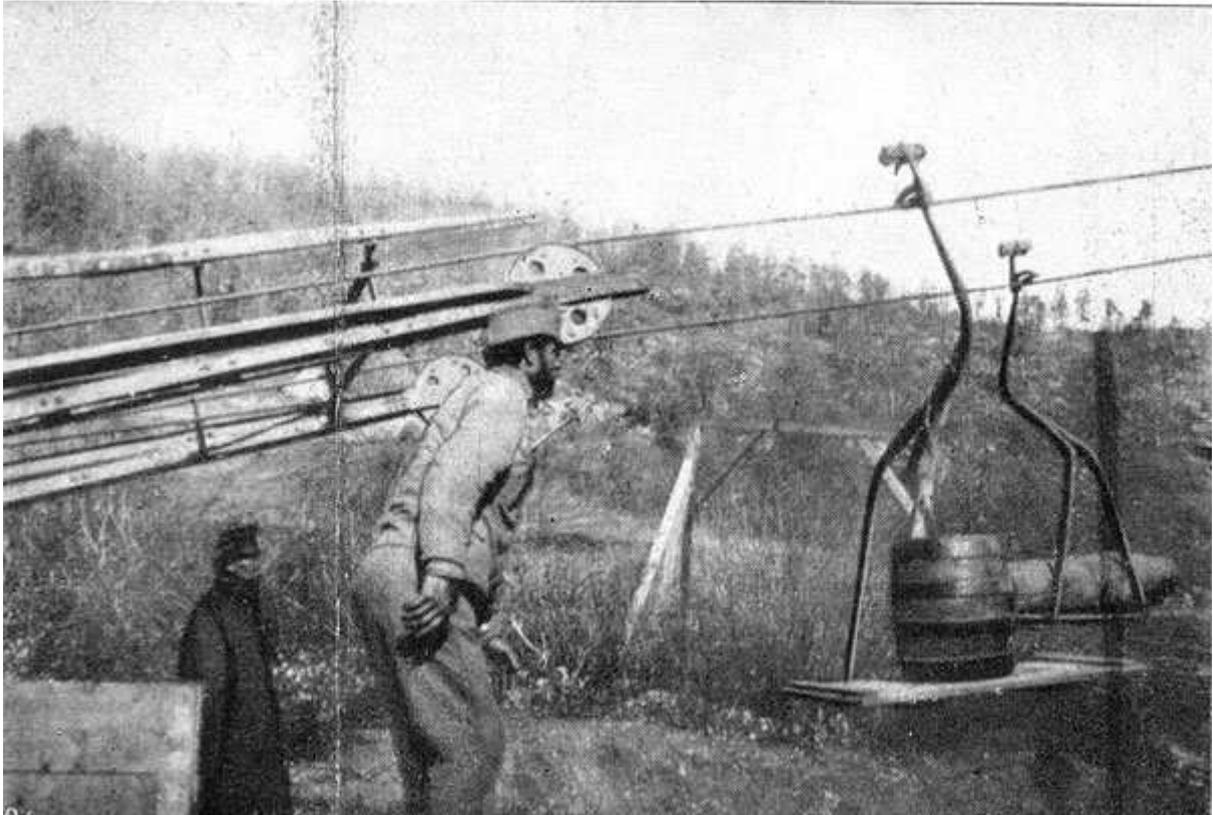


Abb. 5. Ein- und Auslauf der Wagen



Abb. 6. Mast II - Kastenwagen

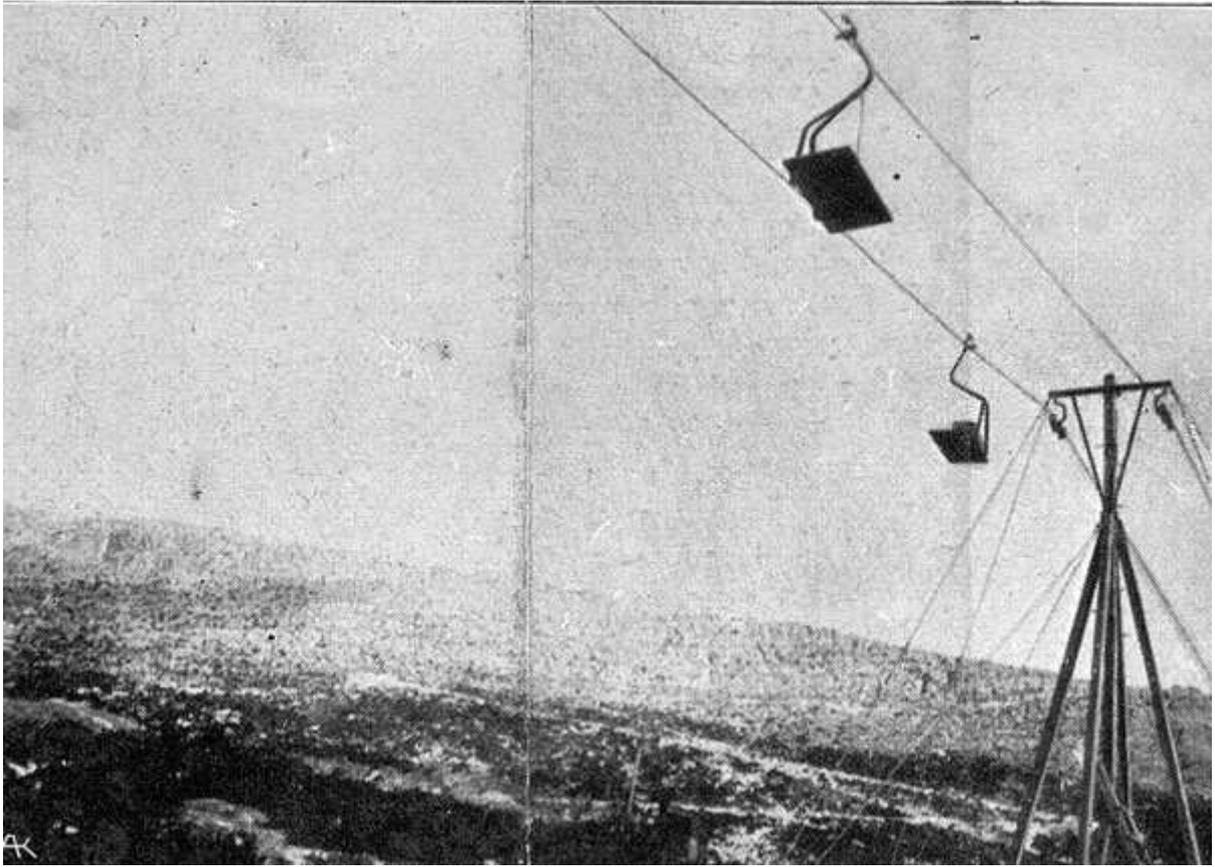


Abb. 7. Mast III - Plattformwagen

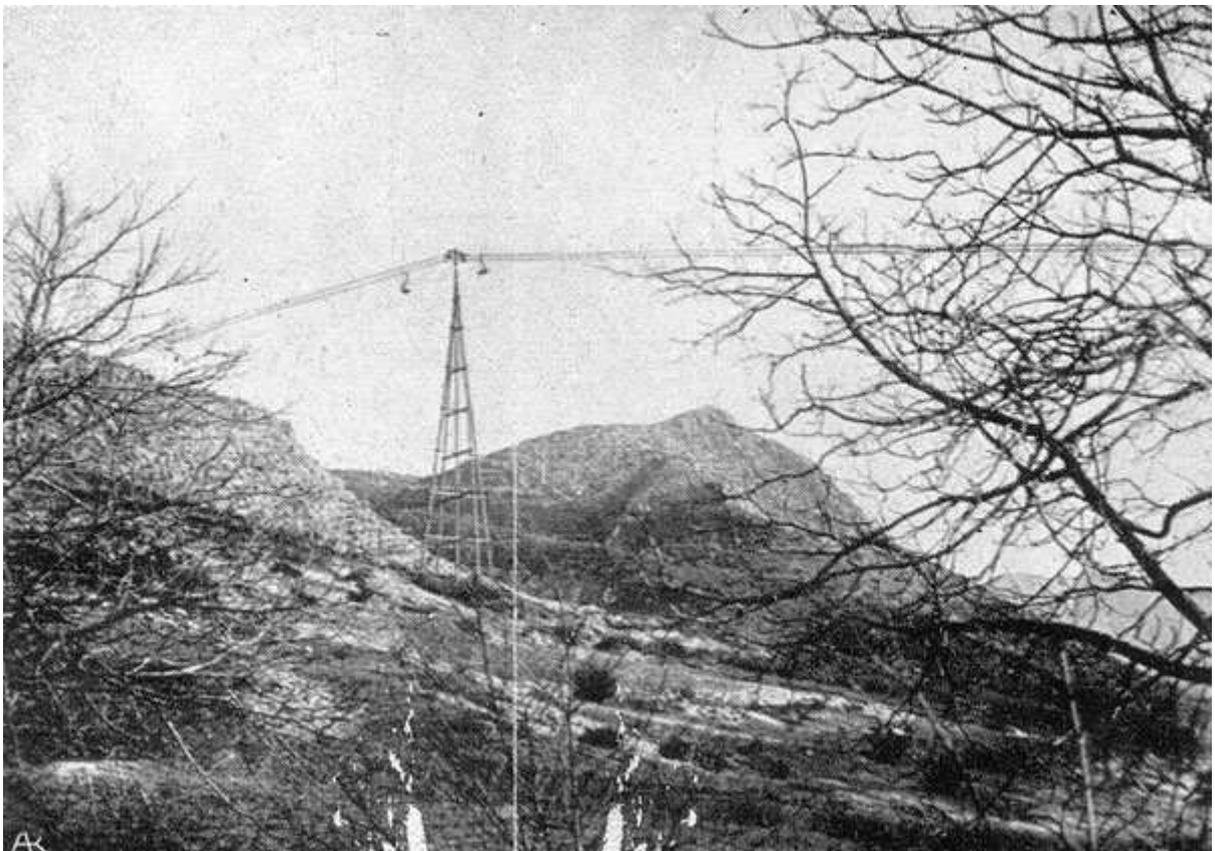


Abb. 8. Mast V.



Abb. 9. Mast VI mit Doppel-Tragrollenpaar

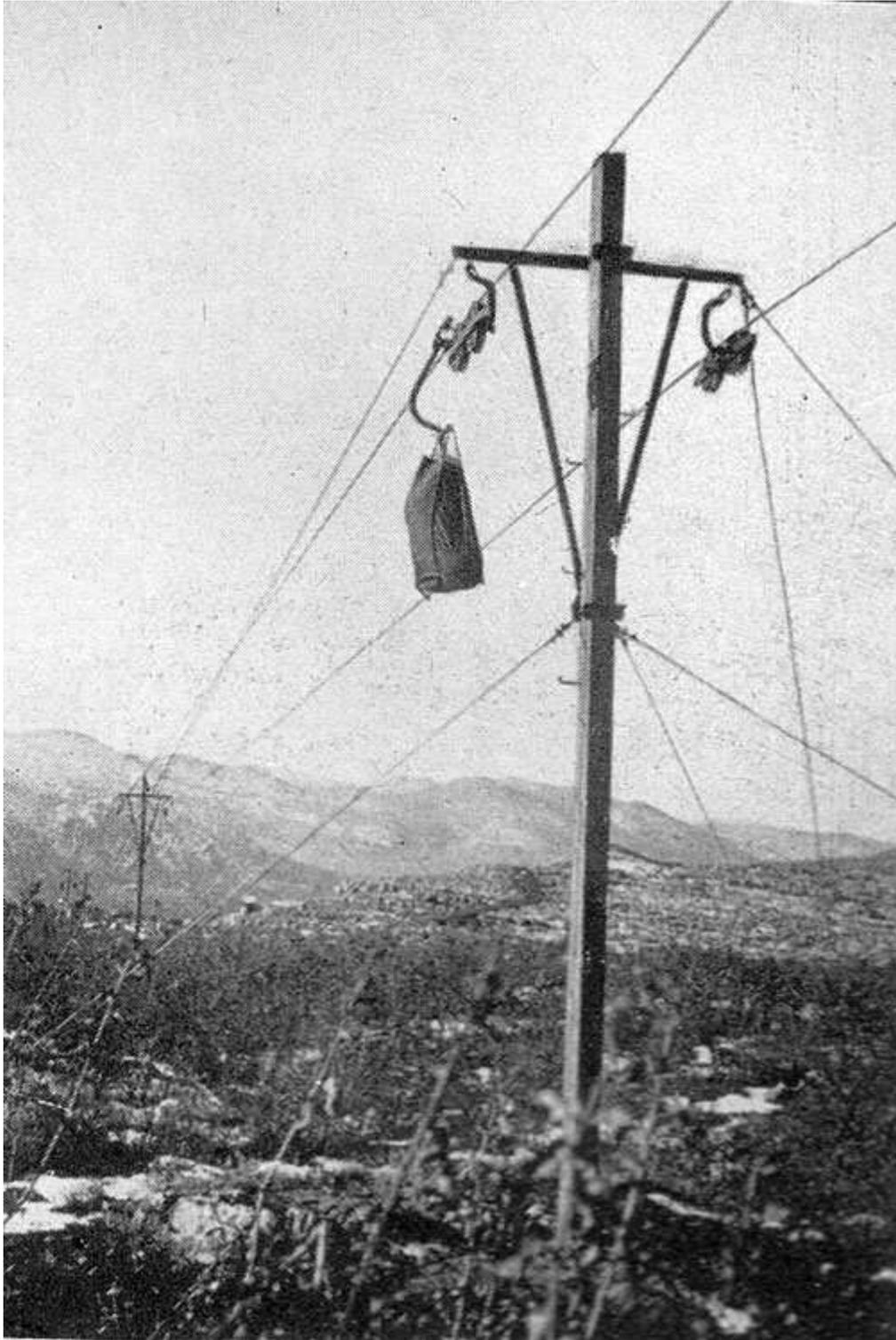


Abb. 10. Mast IX und VIII - Sack

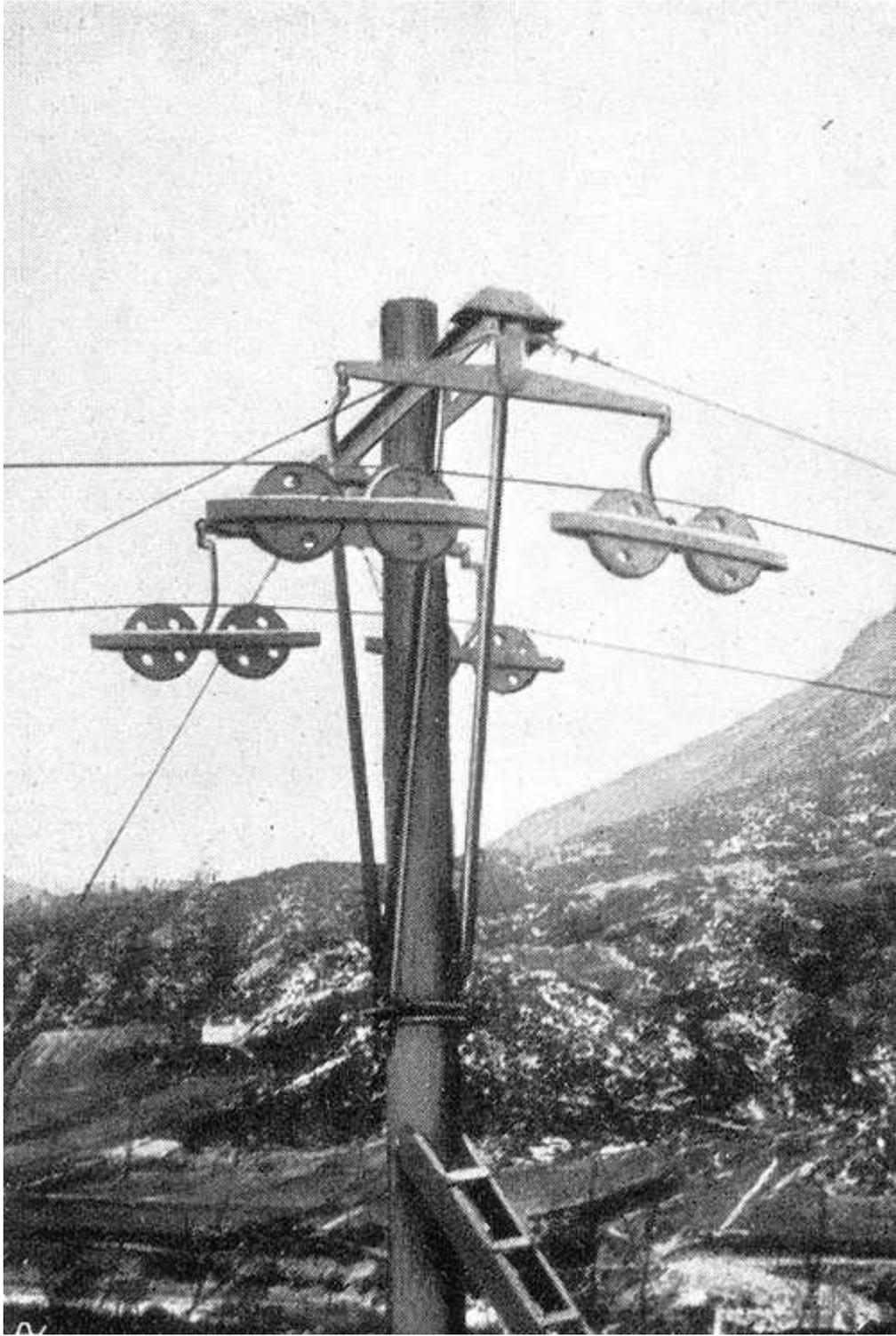


Abb. 11. Mast mit Doppel-Tragrollenpaar

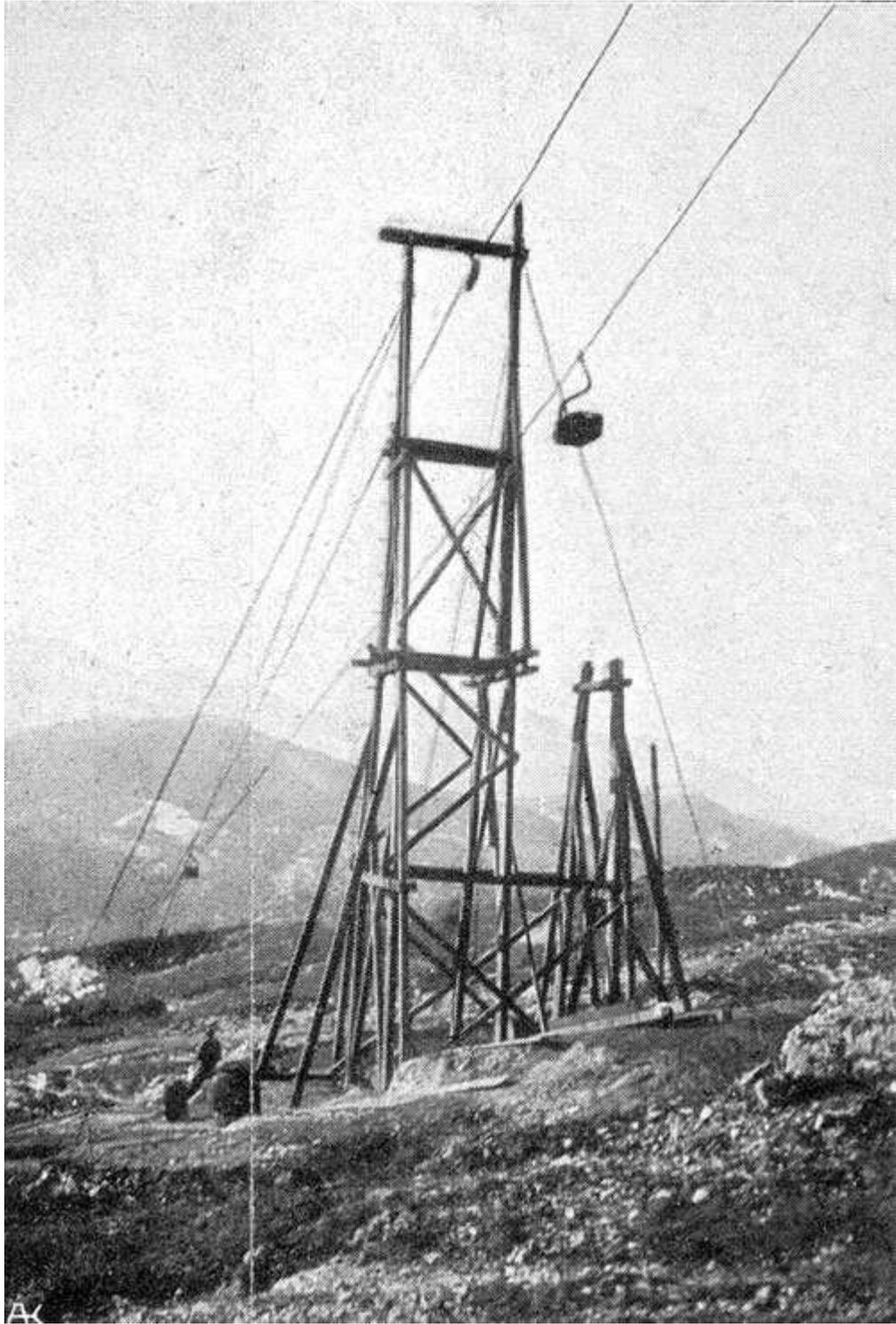


Abb. 12. Mast V, 16m hoch, als Provisorium

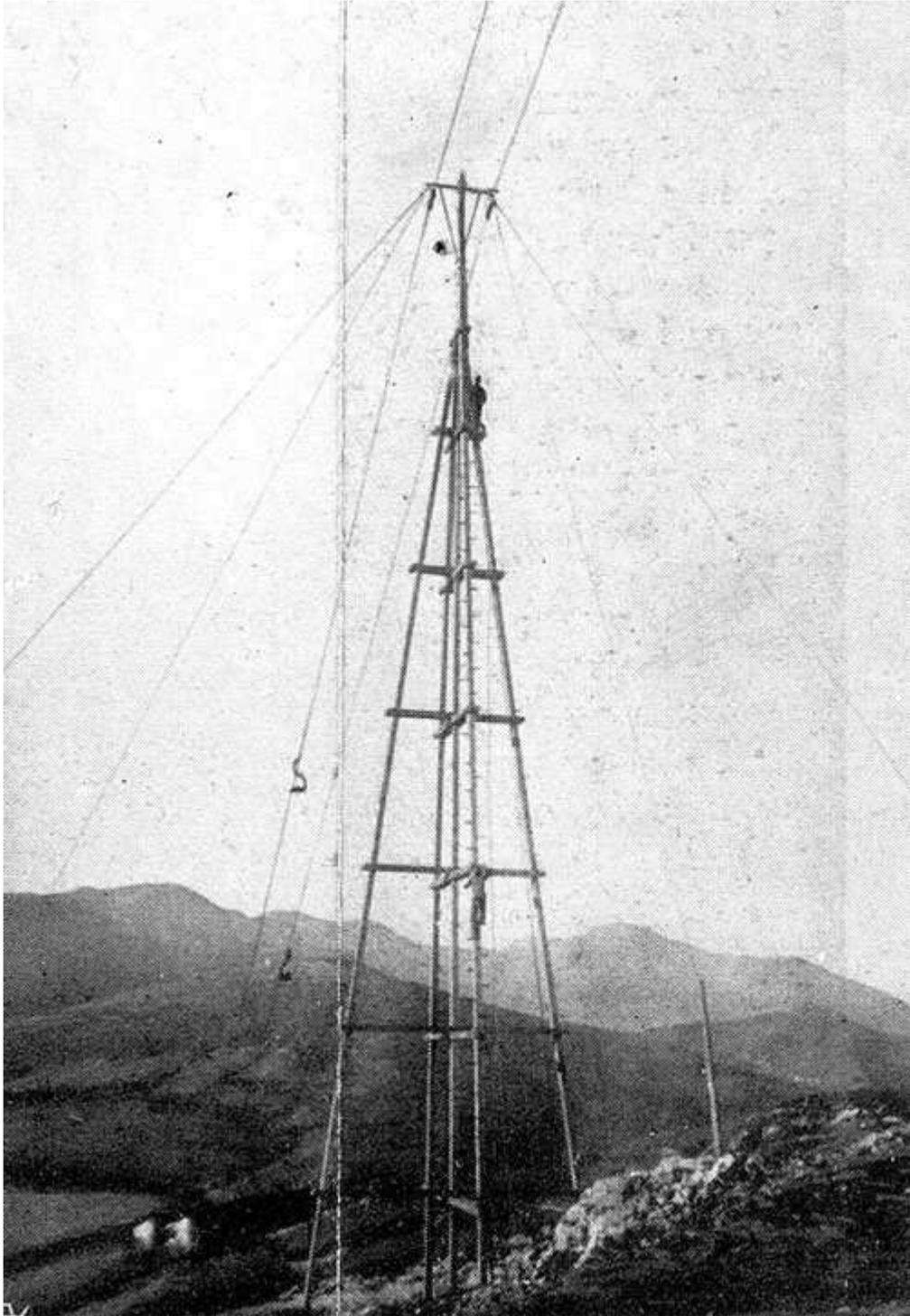


Abb. 13. Mast V, 33m hoch, in endgültiger Form

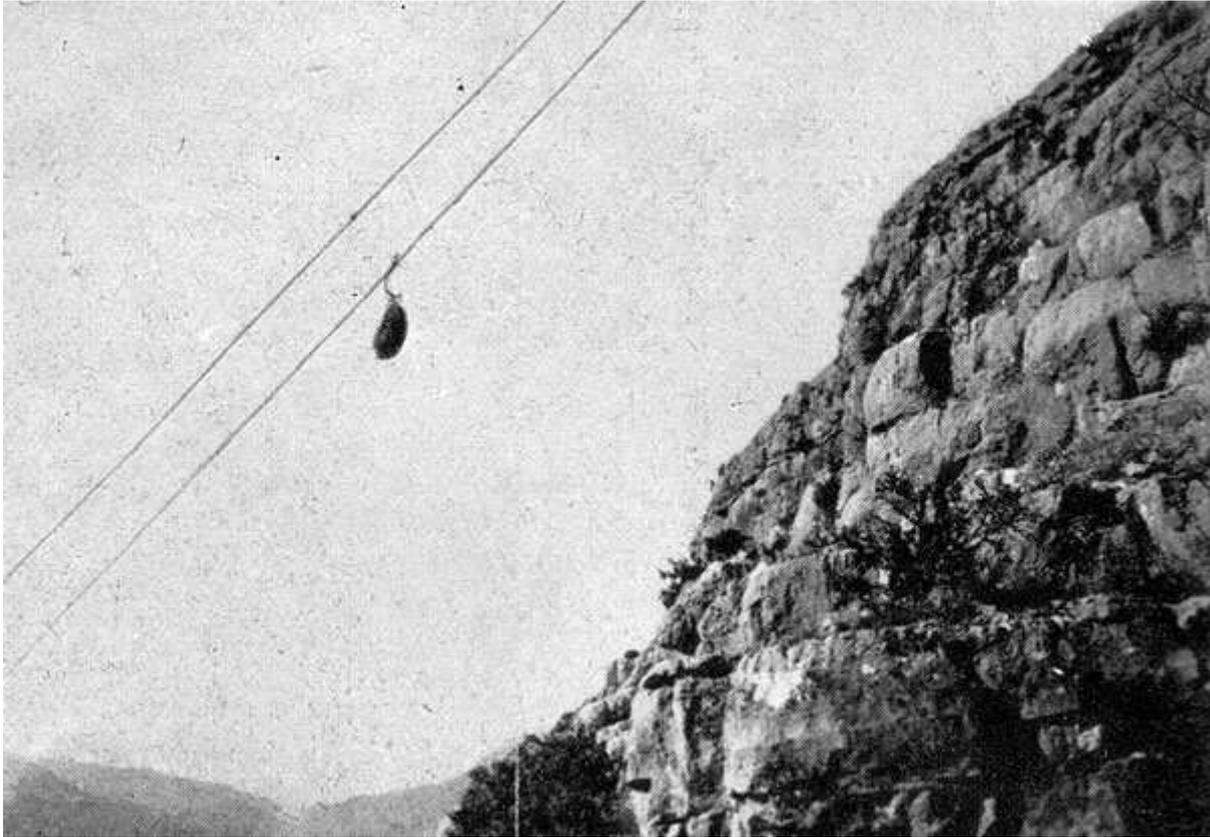


Abb. 14. Steigung am Zastrmhang zwischen V und VI.