download unter www.zobodat.at

Die Zugförderung im Schauhöhlenbetrieb.

Von Dr. Ing. **Robert Oedl** (Salzburg).

Durch die großartigen Entdeckungen, die in den letzten Jahren manche Höhlengebiete in ihrer Gesamtausdehnung vervielfachten, wurde eine beträchtliche Anzahl von Höhlenverwaltungen vor die Notwendigkeit gestellt, ihren von Jahr zu Jahr steigenden Besucherstrom bequem und sicher zu führen.

Aber je umfangreicher die neuen Höhlenteile ausgebaut werden, desto länger dauern die Führungstouren, um so stärkere Anforderungen werden an den Besucher gestellt. Nur in der Leistungsfähigkeit, sowie auch in der Aufnahmsfähigkeit der Durchschnittsbesucher liegt die Grenze der Erschließungsmöglichkeit einer Höhle.

Infolgedessen wird jede Höhlenverwaltung, die bestrebt ist, ihre Naturschönheit der Menschheit zugänglich zu machen, genötigt sein, die Weganlagen stets zu verbessern. Vor allem wird die Zugangsmöglichkeit zum Höhleneingang so ausgestaltet, daß dieser möglichst leicht und rasch erreicht werden kann. Hier sind jene Höhlen bevorzugt, deren Eingänge im Tale liegen. Bei unseren alpinen Höhlen, die oft tausend Meter über der Talsohle gelegen sind, erfordern die Zugangswege große technische Arbeiten.

Insbesondere liegt es im Interesse eines jeden Schauhöhlenbetriebes, neue Höhlengänge aufzuschließen und gangbar zu machen, damit auch solche Besucher, die schon wiederholt dieselbe Höhle besichtigt haben, durch die neuen Höhlenwunder abermals zu einer Befahrung veranlaßt werden.

Auf Grund dieser Erwägungen ist es leicht erklärlich, daß die Länge der Führungswege stets im Anwachsen begriffen ist. Selbst bei bequemsten Weg- und Steiganlagen wird die Entfernung des normalen Führungsweges so groß, daß eine F ö r d e r a n l a g e notwendig wird. Diese Förderung soll besonders jene Strecken schnell durchmessen, die dem Besucher nichts wesentlich Neues mehr bieten oder den oft ermüdenden Rückmarsch abkürzen.

Die A d e l s b e r g e r H ö h l e n v e r w a l t u n g trug nun diesen Umständen schon seit Jahren Rechnung und legte eine etwa 2 km lange Bahnlinie mit 600 mm Spurweite in ihrem ausgedehnten Höhlensystem an. Dadurch konnte ein weitaus größerer Besucherstrom bewältigt werden als vorher. Allerdings sind solche günstige Bahnverhältnisse, wie in diesem erwähnten System, selten anzutreffen. Im Laufe des fast hundert Jahre alten Schauhöhlenbetriebes wurde der Besucherweg zu einer breiten Straße ausgebaut, die den ganzen Raum der

download unter www.zobodat.at

Höhlensohle einnimmt. Außerdem sind diese Gänge fast vollständig eben. Dagegen stellt die Mehrzahl anderer Höhlen durch ihr auf- und abführendes Längenprofil sowie durch zahlreiche, oft unvermittelt auftretende Krümmungen, ganz gewaltige Anforderungen an die Beschaffenheit einer Förderanlage.

Abgesehen von senkrechten Schlünden, Schächten und Abstürzen, die nur durch Aufzüge zugänglich gemacht werden können, wie dies im Padirac- und Mačocha-Schlund ausgeführt wird, werden für die mehr oder weniger horizontal verlaufenden Höhlengänge nur Bahnlinien in Betracht kommen.

Betrachten wir nun die Beschaffenheit von solchen Höhlenbahnlinien. Das Ideal wäre die Einschienenbahn. Doch ist die Sicherheit für Personenbetrieb noch nicht genügend erprobt. Auch sind die Anschaffungskosten bei dieser Sonderausführung viel zu hoch, als daß auf eine Rentabilität gerechnet werden könnte. Ebenso kann man damit nicht größere Steigungen überwinden, da die Adhäsion sehr gering ist.

Von Schwebebahnen können wir im Höhleninnern vollständig absehen, denn die Trag- und Zugseile sowie die Stützen verunstalten das Gesamtbild beträchtlich. Außerdem soll die Verbindung der Anfangs- und Endstation womöglich in einer Richtung liegen, um die teueren Winkelstationen zu vermeiden. Die Höhlen sind aber in ihren Richtungsänderungen so mannigfaltig, daß schon aus diesem Grunde der Seilbahnbau in Höhlen nicht möglich ist.

Eine Abart von Schwebebahnen sind die sogenannten Hängebahnen. Allerdings können sich diese bedeutend besser den Krümmungen anschmiegen, doch verlangt hier die hochliegende Laufschiene großen technischen Aufwand an Abstützungen, der nicht nur kostspielig ist, sondern auch in Höhlen gegen den Naturschutz verstößt.

Es bleibt uns daher nur die festverlegte Zweischienenbahn übrig. Ihre Anschaffung ist am billigsten, ebenso der Unterbau. Die Sicherheit ist am größten. Durch ihre geringe Spurweite, die bis zu 450 mm zwischen den Schienenköpfen ausgeführt werden kann, nimmt sie bedeutend weniger Raum ein als ein gut angelegter Weg. Der grobe Oberbau einer solchen Bahnanlage paßt auch viel besser in den Urzustand einer Höhle, als ein gut beschotterter Gehweg. Mit 5 m kleinstem Krümmungsradius und 80 ‰ größter Steigung sind solche Bahnlinien am besten für Höhlen geeignet. Sollten größere Steigungen vorkommen, so ist die Reibungsbahn (Adhäsionsbahn) durch Zahnradbahnen zu ersetzen, die bei verschiedenen Steigungsverhältnissen für „gemischten Betrieb“ ausgebildet werden können.

Betrachten wir nun die Fördermittel solcher Zweischienenbahnen ob ihrer Eignung für den Schauhöhlenbetrieb.

Von den altbewährten Dampflokomotiven muß wegen der starken Rauchentwicklung vollkommen abgesehen werden. Außerdem sind eine Reihe anderer Betriebseigenschaften zu erwähnen, die im Höhlenbetrieb störend oder

download unter www.zobodat.at

zumindest sehr verteuernd wirken. So z. B. das langwierige Anheizen, ebenso das Feuerlöschen, hoher Wasserverbrauch, großer Verbrauch an Kohle, da ein sehr geringer Wirkungsgrad erzielt wird, und großes Dienstgewicht. Dadurch wird die Verlegung eines schweren Schienenprofils notwendig, wodurch sich der Oberbau wieder verteuert.

Selbst die normale elektrische Lokomotivförderung ist trotz ihrer vielen Vorteile, wie große Zugkraft, Reinlichkeit usw., unbedingt für Höhlen abzulehnen. Vor allem ist bei dieser Lokomotivgattung eine elektrische Oberleitung nötig, die, abgesehen von erheblichen Mehrkosten, dem Besucher in niederen Höhlengängen zur größten Lebensgefahr wird; auch ist die Betriebssicherheit durch die starke Feuchtigkeit, die ja in Höhlen erfahrungsgemäß bis 100 % beträgt, sehr beeinträchtigt. Tropfwasserstellen, allfällige Winter- und sogar permanente Eisbildungen müßten bei der elektrischen Förderung durch erhebliche Baukosten ober dem Fahrdrahte beseitigt werden. Insbesondere dient diese Förderanlage durch ihre zahlreichen Isolatoren und den Fahrdraht gewiß nicht zur Hebung des Naturbildes.

Auch der Akkumulatorenbetrieb ist auf Grund der jüngsten Betriebserfahrungen solchen Betriebsunkosten unterworfen, daß eine Rentabilität angezweifelt werden muß.

Ebenso kann von den sogenannten „Feuerlosen und Druckluftlokomotiven" im Schauhöhlenbetrieb niemals die Rede sein, da die notwendigen Anlagen zur Dampf- oder Drucklufterzeugung ganz gewaltige Kosten verursachen und der Aktionsradius einer solchen Lokomotive sehr beschränkt ist.

Auch die in letzter Zeit vielbesprochenen Diesellokomotiven mit Flüssigkeitsgetriebe kommen in Schauhöhlen nicht in Betracht, da die Abgase solcher Lokomotiven erfahrungsgemäß selbst in Grubenbetrieben schlechte Luft erzeugen. Außerdem arbeiten die bisher bekannten Flüssigkeitsgetriebe durchaus noch nicht einwandfrei und der Kräfteverlust durch Erhitzung des verwendeten Öles ist noch allzu groß, als daß von ihrer Wirtschaftlichkeit gesprochen werden könnte.

Die sogenannten Motorlokomotiven bleiben als letzte Lokomotivgattung auf ihre Eignungsuntersuchung für Schauhöhlenbetrieb übrig. Bei diesen verursacht die Kraftübertragung zwischen dem raschlaufenden Motor und den zu treibenden Lokomotivachsen erhebliche Schwierigkeiten.

Die unmittelbare Kraftübertragung ist leider für den Eisenbahnbetrieb nicht verwendbar. Beim Anfahren und in Steigungen, wo die Lokomotive langsam fährt, wird die größte Zugkraft gefordert, während bei großen Geschwindigkeiten, also bei hohen Motortourenzahlen, die Zugkräfte klein sein sollen. Würde der Motor beim Anfahren schnell auf eine hohe Tourenzahl gebracht werden, um dadurch die nötige Anfahrzugkraft zu gewinnen, so müßte die Lokomotive mit einem solchen Ruck anspringen, daß die Kupplungen der

download unter www.zobodat.at

angehängten Wagen sofort reißen würden. Abgesehen von der schlechten Umkehrbarkeit der Drehrichtung eines Motors für die Rückwärtsfahrt sehen wir schon, daß diese Kraftübertragung für Motorlokomotiven ausscheidet.

Die Zahnradübertragung (oder mechanische Kraftübertragung) durch ein Getriebe mit verschiedenen Übersetzungsstufen, sowohl für Vor- und Rückwärtsfahrt, wird von den meisten Motorlokomotivfabriken ausgeführt.

Ähnlich wie bei den Automobilgetrieben, sind im Laufe der Jahre sehr gute, gebrauchsfähige Konstruktionen dieser Art ausgebildet worden. Durch entsprechende Materialvergütung und neuzeitliche Bearbeitungsmethoden wurden die Reparaturkosten bei dem Getriebe sehr verringert, die allerdings bei dem rauhen Bahngetriebe infolge unrichtiger Wartung bei manchen Konstruktionen auch heute noch oft 100 % des Anschaffungswertes einer solchen Lokomotive in einem Jahre betragen. Der Wirkungsgrad solcher Zahnradübertragungen (siehe Taf. V, Fig. 1) ist aber immer noch sehr ungünstig, ebenso erfordert dieses Getriebe fortwährende Aufmerksamkeit des Führers, damit er bei den verschiedenen Zugkräften und den entsprechenden Geschwindigkeiten, beim Anfahren, in Steigungen und in Kurven jeweils die entsprechende Übersetzung richtig und rechtzeitig einschaltet. Ein stoßloses Anfahren ist trotzdem dabei noch nicht erreichbar.

Die Kraftübertragung mit Flüssigkeiten wurde bei der Besprechung von Diesellokomotiven schon erwähnt. Bei dieser Getriebeart beweist uns die Erfahrung, daß bei größeren Geschwindigkeiten oft große, schädliche Temperaturen des Treiböles auftreten.

Die beste Lösung der Kraftübertragung wird nur mit Hilfe der Elektrizität erreicht. Nur sie allein ist es, die sowohl den Anforderungen des Bahnbetriebes als auch den hohen Umdrehungszahlen eines raschlaufenden Motors in jeder Weise entspricht.

Solche benzinelektrische „Gebus"-Lokomotiven werden seit einer Reihe von Jahren von der Gebus-Lokomotiven-Gesellschaft in Salzburg hergestellt.

Der Grundgedanke des „Gebus"-Systems ist aus Taf. IV, Fig. 1 ersichtlich. Ein raschlaufender Benzinmotor (A) ist direkt mit einer Nebenanschlußdynamo (B) elastisch gekuppelt. Dieses Aggregat erzeugt Gleichstrom, der über einen Vor- und Rückwärtsschalter an der Schalttafel einen Hauptstrommotor (C) betreibt. Mittels einer elastischen Gliederkette wird von diesem die Kraft an die Lokomotivachsen weitergegeben.

Die „Gebus"-Lokomotive ist also eine elektrische Zugfördermaschine, deren Kraftanlage in der Lokomotive selbst eingebaut ist. Sie ist daher vollständig unabhängig vom Fahrdraht und kann trotzdem mehrere Elektromotore, die in den angeschlossenen Wagen eingebaut sind, mit elektrischem Strom versorgen, wenn das Aggregat auf der Lokomotive hinreichend groß gewählt wird (siehe Taf. IV, Fig. 2).

download unter www.zobodat.at

Durch diesen Vielachsenantrieb, der auch auf alle angehängten Förderwagen ausgedehnt werden kann, sind die Reibungsgewichte der Lokomotive und Fahrgestelle sehr gering zu halten, so daß die Achsdrücke sehr klein bleiben und der Oberbau nur ein geringes Schienenprofil benötigt. Trotzdem ist die Zugkraft sehr groß und die Reibungsverhältnisse sind auf diese Weise restlos ausgenützt, so daß Steigungen bis zu 80 $^0/_{00}$ anstandslos befahren werden können, wie dies bei keiner anderen Reibungsbahn möglich ist.

Dieses „G e b u s"-System erlaubt aber auch Krümmungshalbmesser bis zu 5 m im Minimum zu durchfahren, da infolge des Vielachsenantriebes und durch die elektrische Kraftübertragung, die durch bewegliche Panzerkabeln zwischen den einzelnen Wagen ausgeführt ist, die größte Kurvenbeweglichkeit ermöglicht wird. Gerade im Schauhöhlenbetrieb ist dieser Vorzug besonders wichtig, da die Bahnlinie nie durch Sprengungen im Muttergestein das Naturbild der Höhle verändern darf, sondern sich den willkürlichsten Gangänderungen vollkommen anschmiegen muß.

Nicht nur diese technischen Vorzüge, wie auch die stete Betriebsbereitschaft, die Geruchlosigkeit, da keine Abgase vorhanden sind, und der automatische Geschwindigkeitswechsel, unabhängig von der Geschicklichkeit des Führers, und vieles andere bilden die Vorteile der „G e b u s"-Förderung im Schauhöhlenbetriebe, sondern insbesondere auch ihre große Wirtschaftlichkeit.

In Taf. V, Fig. 1 sind die Leistungskurven einer benzinelektrischen „Gebus"-Lokomotive denen einer gleichstarken Motorlokomotive mit zwei Geschwindigkeitsstufen gegenübergestellt.

Wir entnehmen aus der Taf. V, Fig. 1, daß durch das „G e b u s"-System bei jeder beliebigen Geschwindigkeit die entsprechende maximale Zugkraft erreicht wird, während eine Motorlokomotive mit mechanischer Kraftübertragung nur diejenigen Zugkräfte erreichen kann, die den Geschwindigkeitsstufen entsprechen. Die Leistungskurve einer „G e b u s"-Lokomotive gleicht einer Parabel und die Kurve einer Motorlokomotive ist dagegen je nach der Anzahl der Übersetzungen stufenweise abgesetzt. Die in der Figur strichlierte Fläche stellt den Leistungsgewinn der elektrischen Kraftübertragung nach dem System „G e b u s" gegen alle anderen Übertragungsarten dar.

Daraus sind auch die großen Vorteile dieses Systems zu erklären. So insbesondere die automatische Anpassung der Geschwindigkeit an jede beliebige Zugkraft, die durch den Hauptstrommotor, der bei der elektrischen Kraftübertragung verwendet wird, ermöglicht ist. Der erhebliche Leistungsgewinn macht sich durch wesentlich geringere Brennstoffkosten gegenüber anderen Systemen bemerkbar. Die einfache Bedienung, die in wenigen Minuten erlernt werden kann, das vollkommen stoßfreie Anfahren auch bei schwerster Anhängelast in der größten Steigung und viele andere Vorzüge, die hier nicht erwähnt werden können, gestalten dieses Lokomotivsystem zur idealen Grubenlokomotive.

download unter www.zobodat.at

Die „Gebus"-Lokomotivengesellschaft in Salzburg hat nun einen solchen Lokomotivtyp ausgearbeitet, der als „Cavernen"-Lokomotive (siehe Taf. V, Fig. 1) bezeichnet wird und sich ganz hervorragend für den Schauhöhlenbetrieb eignet.

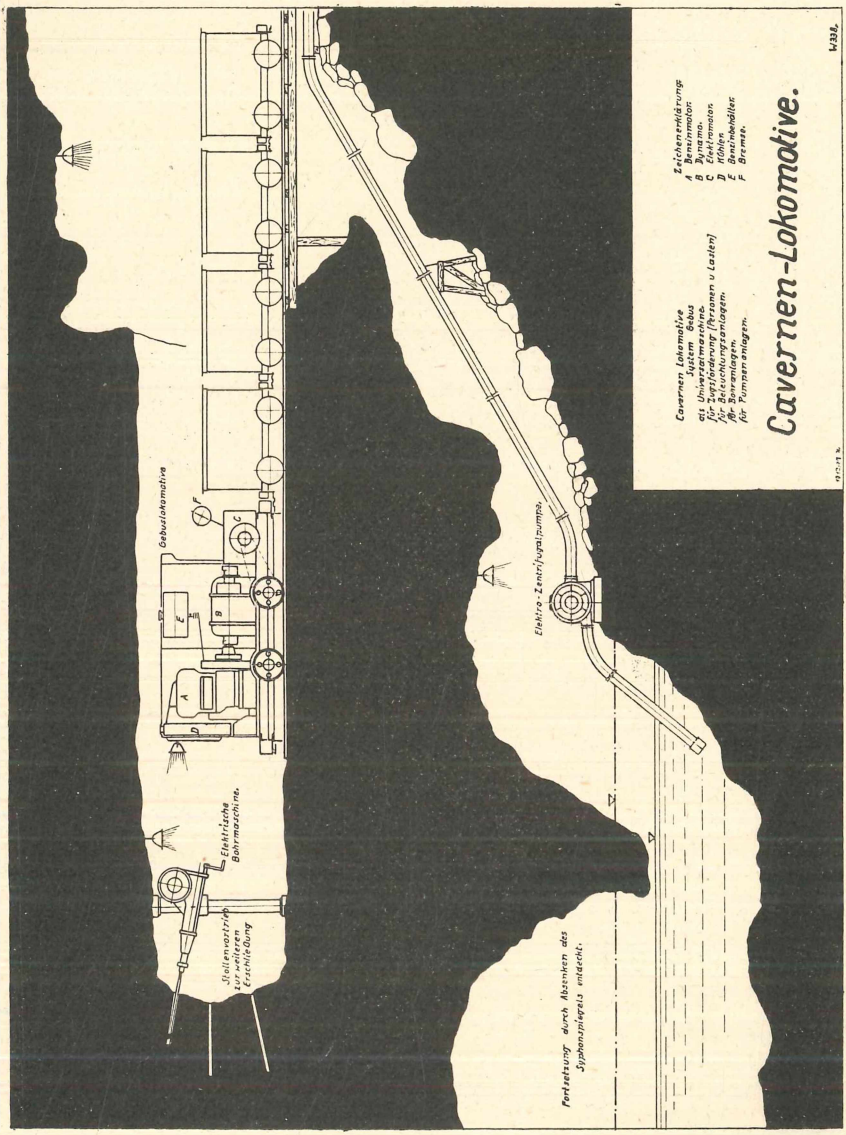

Fig. 18. Verwendungsarten der Kavernen-Lokomotive.

Diese Lokomotive ist als Zugmittel für Personen- und Materialbeförderung bestimmt und kann auch dank der elektrischen Kraftübertragung die Beleuchtung von Höhlenabschnitten vornehmen. Die auf der Lokomotive eingebaute Kraftanlage betreibt elektrische und pneumatische Bohranlagen, die in modernen

download unter www.zobodat.at

Schauhöhlenbetrieben eine große Rolle für die weitere Erschließung der unerforschten Höhlenwelt spielen. Diese Lokomotive kann auch als Kraftquelle für große Zentrifugalpumpen verwendet werden, die oft zur Absenkung von Seespiegeln oder Siphons unbedingt nötig sind. (Fig. 18.)

Wir haben in dieser Lokomotivausführung eine Universalmaschine, die nicht nur für Beförderungszwecke allein, sondern auch als Arbeitsmaschine für alle Fälle, wie sie in der modernen Höhlenerschließung vorkommen, verwendet wird. Dieser Typ ist so konstruiert, daß er in einzelne Trägerlasten zerlegbar ist und sogar zu den hochgelegenen Höhleneingängen unserer alpinen Höhlen hinaufgetragen werden kann, wo die Lokomotive in kurzer Zeit in fahrbereiten Zustand versetzt wird.

Auch vom militärischen Standpunkte ist diese Lokomotivausführung von besonderer Bedeutung. Wir haben doch heute genug Beweise in der Hand, daß anläßlich der Isonzoschlachten im Weltkriege die Höhlen und insbesondere die Kavernen als künstliche Höhlenbildung von größter Bedeutung waren. Jede Militärverwaltung, die in kluger Voraussicht die Karstbildungen in den Dienst der Landesverteidigung stellt, wird die Erschließung und den Ausbau der Höhlen mit den modernsten Mitteln fördern müssen.

download unter www.zobodat.at

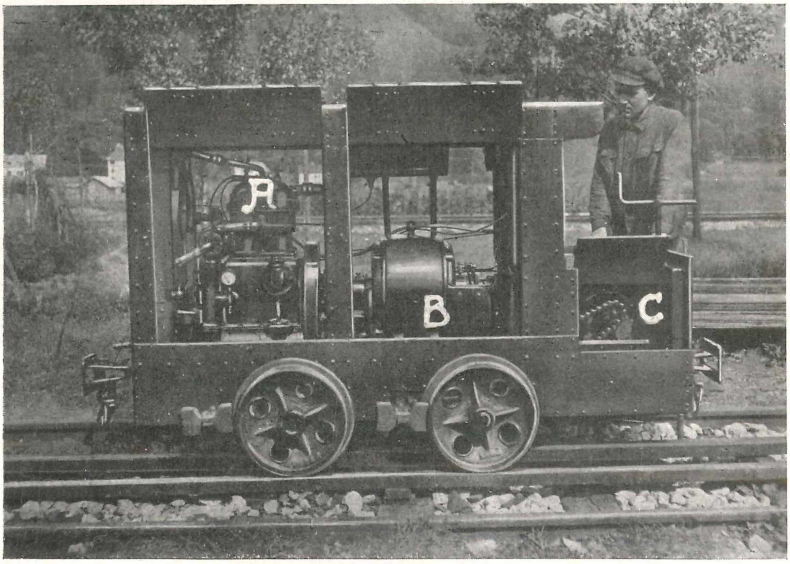

Fig. 1. Eine „Gebus"-Lokomotive mit geöffneten Seitendeckeln.
A = Benzinmotor, B = Dynamo, C = Elektromotor, vor dem die Zahnkette mit Kettenritzel sichtbar ist.

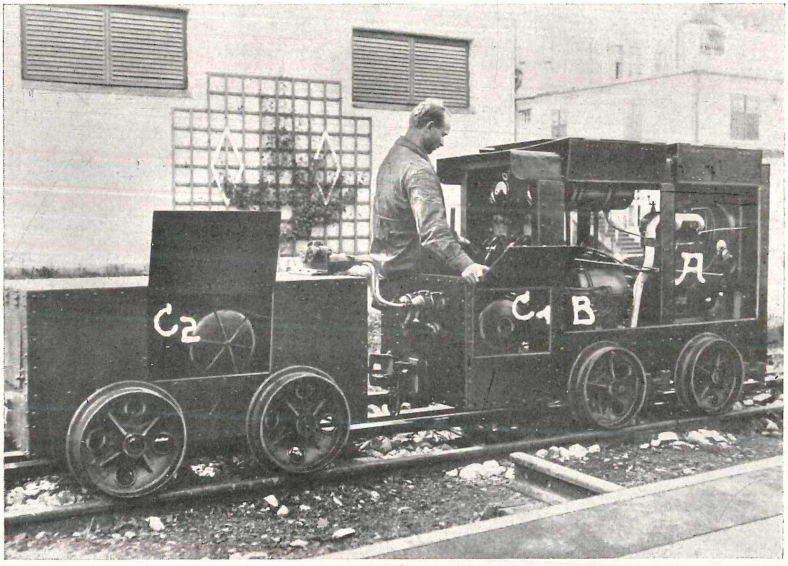

Fig. 2. Eine 10/12 PS „Gebus"-Lokomotive mit Anhängewagen bei geöffneten Seitendeckeln. A und B = Benzinelektroaggregat als fahrbare Kraftanlage, C_1 = Elektromotor in der Lokomotive, C_2 = Elektromotor im Anhängewagen, der durch Ballast beschwert werden kann.

download unter www.zobodat.at

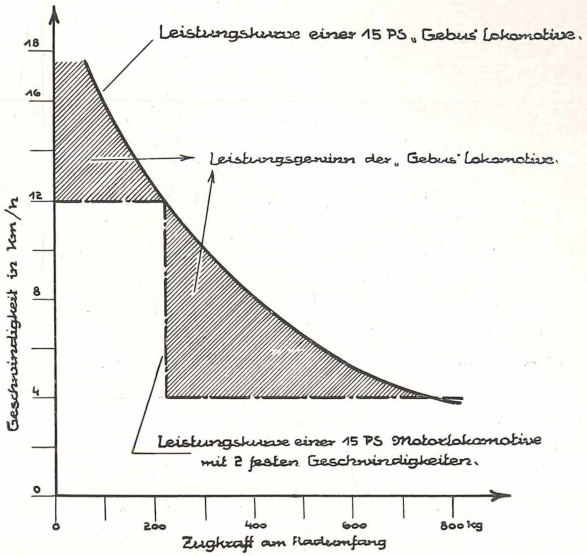

Fig. 1. Leistungsdiagramme einer 15 PS „Gebus"-Lokomotive und einer 15 PS Motorlokomotive mit zwei konstanten Geschwindigkeitsstufen.

Fig. 2. 10 PS „Kavernen-Lokomotive" mit benzinelektrischer Kraftübertragung nach dem System „Gebus" für 450 und 500 mm Spurweite, ermöglicht außer der Zugförderung die Beleuchtung von Höhlenabschnitten und den Betrieb von elektrischen Bohr- und Pumpanlagen. Größte Höhe: 1250 mm, größte Länge: 2450 mm, größte Breite: 660 mm.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Speläologisches Jahrbuch

Jahr/Year: 1927

Band/Volume: 7-9_1927

Autor(en)/Author(s): Oedl Robert

Artikel/Article: Die Zugförderung im Schauhöhlenbetrieb 72-78