Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 81 (1963)

Heft: 40

Artikel: Untersuchungen über Schmier- und Imprägnierungsmittel für Drahtseile von Seilbahnen

Autor: Perret, J. / Fischer, E. / Wullschleger, K.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-66886

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

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

es darum, die wechselseitige Beziehung von Vorschrift und praktischer Anwendung in das nötige Gleichgewicht zu bringen. Nur die angemessene Grundschulung schafft die Voraussetzung für einen einwandfreien Umgang mit Sprengstoffen, und nur die klare gesetzliche Verpflichtung hiezu bietet die Gewähr, dass eine solche Regelung reibungslos und auf dem gesamten Gebiet der Eidgenossenschaft gleichwertig funktioniert. Zwangsläufig müsste aber auch eine straffere Verbindlichkeit hinsichtlich der Lagerung und dem Verkauf von Explosivmitteln gefunden werden. Die Fragen der Sicherheit und der Nachwuchspflege sollten uns schon wegen des hohen Ansehens, das wir auf dem Gebiet der Baukunst geniessen, verpflichten. Die guten Anfänge dürften uns helfen und ermutigen zugleich.

Adresse des Verfassers: Ing. *H. Hickel*, Illnau ZH

Untersuchungen über Schmier- und Imprägnierungsmittel für Drahtseile von Seilbahnen

Von **J. Perret, E. Fischer, K. Wullschleger,** dipl. Ingenieure, Technische Kommission des Verbandes Schweiz. Seilbahnen

DK 625.927:621.89

Einleitung

Es sind vor allem die beträchtlichen Fortschritte in der Drahtseilfabrikation, welche zur Entwicklung der Standseilbahnen, Aufzüge, Luftseilbahnen, kurz gesagt, zu allen Transportmitteln mit Drahtseilen führten. Unbestritten ist, dass die Sicherheit und die Lebensdauer dieser Anlagen in erster Linie von der einwandfreien Wartung der Drahtseile abhängen; sie vermindert die Schwächung der Bruchfestigkeit. Die bundesrätliche Verordnung über Drahtseile für Seilbahnen vom 21. Mai 1946 schreibt u. a. vor, dass das Zugseil einer Standseilbahn ersetzt werden muss, bevor seine Bruchfestigkeit gegenüber dem Neuzustand um 25 % abgenommen hat; für Zugseile von Luftseilbahnen darf dieser Prozentsatz auf keinen Fall 20 % überschreiten. Abgesehen von äusseren Beschädigungen ist die Lebensdauer eines Drahtseiles durch den Ermüdungsgrad, die Abnützung und die Korrosion der Seildrähte beschränkt.

Wenn für eine bestimmte Lebensdauer der Drahtseile die Ermüdungserscheinung im wesentlichen von den baulichen und mechanischen Anlagen abhängt, so ist für die Abnützung und die Korrision im allgemeinen der Unterhalt, d. h. die Reinigung und die Schmierung ausschlaggebend.

Es sollte sich erübrigen, darauf hinzuweisen, dass der Seilschmierung die Reinigung vorangehen soll, da erstere auf einem schmutzigen Drahtseil wirkungslos wäre. Im Handel sind verschiedene Typen von Apparaten, z. B. solche mit rotierenden Bürsten, erhältlich, welche eine gründliche Reinigung bewirken. Je nachdem ist es angezeigt, die Oberfläche des Drahtseiles mit einer geeigneten Lösung, die vom Seillieferanten oder vom Schmiermittellieferanten zugelassen wird, leicht abzuwaschen. Dieses Waschen reinigt die Oberfläche der Drähte gänzlich und entfernt schmutzige Rückstände. Die Abnützung des Drahtseils wird durch das gegenseitige Reiben der Seildrähte im Verband und durch die Auflage des Drahtseiles auf den Seilrädern und Streckenrollen hervorgerufen. Es ist sicherlich einleuchtend, dass ein guter Oel- bzw. Fettfilm auf den Drähten deren Abnützung vermindert.

Die Korrosion ist eine schwieriger erfassbare Erscheinung. Man weiss, dass bei der Berührung mit einer ausgetrockneten Hanfseele, wie auch unter gewissen atmosphärischen Bedingungen die Oberfläche der Seildrähte angegriffen werden kann. In kurzer Zeit zerstört die Korrosion die Drähte im Innern des Seiles und kann dadurch zum Seilbruch führen. Somit ist es möglich, dass Drahtseile, die äusserlich einen geringen Abnützungsgrad aufwiesen, während des Betriebes zerrissen [1]).

Die Technische Kommission des Verbandes Schweiz. Seilbahnen befasste sich ebenfalls mit diesem Problem [2]). Die zu jener Zeit angeordneten Versuche zeigten besonders, dass die Hanfseele, wie sie hauptsächlich für die Drahtseilfabrikation gebraucht wird, häufig genügend Chloride enthält, um unter gewisssen Umständen starke Korrosionen an den Seildrähten hervorzurufen. Diese Erscheinung kann jedoch verhindert werden, wenn der Hanf richtig getränkt wird.

[1]) Untersuchungen über den Bruch eines Drahtseiles bei einer Standseilbahn, von Ing. *J. Perret*, veröffentlicht im «Bulletin technique de la Suisse Romande» Nr. 9/10 vom 16. Mai 1953.

[2]) Einfluss der Hanfseele in Stahldrahtseilen auf die Korrosion der Drähte, von *E. Fischer, J. Bovet, E. Perret*, SBZ 1956, H. 45, S. 688.

Der nächste Schritt bestand darin, die Eigenschaften der verschiedenen Produkte, welche für die Schmierung der Drahtseile und für das Imprägnieren der Hanfseele verwendet werden, durch Versuche zu bestimmen und wenn möglich Qualitätsrichtlinien aufzustellen.

Als sich die Technische Kommission mit diesem Problem befasste, war sie sich angesichts dessen Komplexität bewusst, dass das Aufstellen von eindeutigen Richtlinien kaum möglich sein wird, dass aber die aus Analysen erhaltenen Vergleichszahlen verschiedener Produkte dennoch positiv ausgewertet werden können. Im Jahre 1957 trat sie mit der Abteilung für organische Chemie und Technologie und der Abteilung für Korrosionschemie der Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt (EMPA) Dübendorf/ZH in Verbindung, mit dem Zweck, ein Prüfungsprogramm für die in Frage kommenden Produkte festzulegen, um, wenn möglich, ihre Eignung als Schmiermittel zu kontrollieren. Die Technische Kommission wandte sich auch an die Abteilung für Genie- und Festungswesen des Eidg. Militärdepartementes, welche sich mit den gleichen Problemen beschäftigte und demzufolge an einer Zusammenarbeit interessiert war. Des weiteren zeigte es sich als zweckmässig, die Schmierprodukte für Drahtseile und die Imprägnierungsmittel für Hanfseelen getrennt untersuchen zu lassen.

Prüfungsergebnisse von Drahtseilschmiermitteln

Bei einer 1959 gemachten Umfrage stellte es sich heraus, dass von 98 Mitgliedern des Verbandes Schweiz. Seilbahnen 48 Standseilbahnen 16 verschiedene Oele gebrauchten und dass 47 Luftseilbahnen und Skilifts 9 verschiedene Oele für die Zugseile und 8 andere Schmiermittel für die Tragseile verwendeten. Aus den zahlreichen Antworten auf die Fragen der Technischen Kommission geht hervor, dass verschiedene Bahnen sich auf Grund praktischer Versuche für ein Schmiermittel entschlossen, während andere ein Schmiermittel wählten, ohne es zu erproben. Generell erlaubte die gemachte Umfrage nicht, bevorzugte Merkmale der durch die Mitglieder des Verbandes angewandten Produkte zu geben. Die Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt hat nun im Einverständnis mit der Technischen Kommission ein Versuchsprogramm über Schmieröle aufgestellt, um hauptsächlich die folgenden Eigenschaften zu bestimmen:

- Viskosität der Oele oder Konsistenz der Fette im Anlieferungszustand
- Alterung des Produktes
- Wasserbeständigkeit
- Schmierfähigkeit
- Rosthemmende Wirkung
- Quellwirkung auf synthetische Stoffe, die als Rillenfutter für Seilscheiben und Seilrollen Verwendung finden.

Die Versuche wurden an 15 verschiedenen Schmiermitteln unternommen, wobei die Kosten von den Lieferanten, dem Eidg. Militärdepartement und dem Verband Schweiz. Seilbahnen getragen wurden. Die Prüfungsergebnisse führten zu nachfolgenden Schlüssen:

Bei der Charakterisierung des Produktes ist zu unterscheiden, ob es im Anlieferungszustand ein Lösungsmittel aufweist oder nicht. Das Lösungsmittel dient dazu, das Oel zum Schmieren so dünnflüssig zu halten, dass es leicht zwischen die Seildrähte eindringt; nach kurzer Zeit verdunstet es und lässt den Schmierstoff zurück. Dieses Mittel

kann feuergefährlich oder gesundheitsschädlich sein, weshalb seine Kenntnis und Beurteilung in dieser Hinsicht erforderlich ist. Es ist auch wichtig, zu wissen, wieviel Gewichtsprozente Lösungsmittel das angelieferte Produkt enthält, indem der zurückbleibende Teil, der mindestens das halbe Gewicht des aufgetragenen Oeles haben sollte, die Seilschmierung übernimmt. Ein weiteres Merkmal für den Anlieferungszustand des Produktes ist seine Viskosität bei 20 ° C, die — in Centipoisen gemessen — in wärmeren Gebieten nicht mehr als 2000 cP, in kälteren Gebieten nicht mehr als 1200 cP betragen sollte, damit das Oel zum Schmieren des Drahtseiles nicht zu dickflüssig ist.

Die Prüfung der von einem allfälligen Lösungsmittel befreiten Produkte erstreckte sich auf ihre Viskosität bei 20° C, wenn fettartig, auf ihre Konsistenz (Penetration), ihr Kälteverhalten bei —30° C wegen allfälliger Versprödung, die Neigung zum Abtropfen bei 50° C, die Quellwirkung auf Natur- und Kunststoffe, die als Rillenfutter der Seilscheiben verwendet werden und endlich auf ihre rosthemmende Wirkung. Zur Schmierfähigkeit ist zu bemerken, dass, wenn die Prüfung auf der Wieland-Schmiermittel-Prüfmaschine einen grossen Wert ergab, sich der Reibungswert zwischen dem geölten Drahtseil und der Rillenoberfläche des Triebrades eher etwas vermindert, was unter Umständen zum Gleiten des Seiles in der Triebradrille führen kann. Die Quellwirkung des Oeles auf die Rillenfutter (Kautex, Oxolan, Gummi, Vulkollan, Semperit usw.) erlaubt, eine Auswahl zu treffen, was wichtig ist. Messbare Anhaltspunkte über den durch das Schmiermittel gewährten Korrosionsschutz erhält man, wenn man mit dem Schmiermittel überzogene Eisenplättchen 1 Woche lang in destilliertes Wasser bei 50° C eintaucht und sie während 4 Wochen in Nebel von destilliertem Wasser bei 20 bis 35° C lagert.

Untersuchung von Imprägnierungsmitteln für Hanfseelen

Die Abteilung Korrosionschemie der EMPA hat sechs gebräuchliche Imprägnierungsmittel für Hanfseelen zur physikalisch-chemischen Charakterisierung und Vornahme von Korrosionsversuchen erhalten; ferner wurden ihr von Seilbahnen Drahtseilabschnitte mit verschieden langer Betriebsdauer, die mehr oder weniger Korrosionserscheinungen im Innern aufwiesen, zum gleichen Zweck zugestellt.

Aus den Versuchsergebnissen mit den Imprägnierungsmitteln seien zwei Beispiele herausgegriffen. Das Vaselinfett, mit dem die Hanfseele und die Seildrähte bei der Herstellung des Seiles imprägniert werden, bildet auf den Drähten wohl einen dünnen Ueberzug, der eine ausgezeichnete rosthemmende Wirkung zeitigt. Dieser Ueberzug vermag jedoch bei den Betriebsverhältnissen eines Seiles nicht lange zu bestehen, wie weiter unten beschrieben wird. Ein anderes Fett — genannt S —, das nur zum Imprägnieren der Seildrähte dient, erzeugt einen dicken, plastischen Ueberzug, der die korrosive Wirkung von Wasser und Säuredämpfen verhindert. Ueber die praktische Bedeutung dieser Imprägnierung wird unten Näheres gesagt. Die übrigen untersuchten Mittel bilden Ueberzüge, die dicker als derjenige von Vaselin, aber dünner als vom Fett S sind und einen mehr oder weniger guten Korrosionsschutz darstellen.

Bei den Drahtseilabschnitten aus dem Betrieb konnten folgende Feststellungen gemacht werden: Ein Seilabschnitt, der mit Vaselinfett imprägniert war, zeigte nach vierjähriger Betriebsdauer nur unbedeutende Korrosionsspuren, da das Seil mit einem wiksamen, korrosionshemmenden Seilöl genügend geschmiert wurde. Ein anderer Seilabschnitt, ebenfalls mit Vaselin imprägniert, war nach 8 Betriebsjahren im Innern ausserordentlich stark korrodiert, und die säurehaltige Hanfseele war ausgetrocknet. Dies lässt darauf schliessen, dass der dünne Vaselinfilm auf den Seildrähten nicht lange standhielt und die ausgetrocknete Hanfseele das Eindringen von Wasser ermöglichte. Da zudem ein Seilöl mit nur geringer antikorrosiver Wirkung verwendet wurde, waren die Drähte im Seilinnern einer starken Verrostung ausgesetzt. Von einer Seilbahn wurden der EMPA Abschnitte von zwei verschiedenen Zugseilen eingesandt, die jeweils drei Jahre unter annähernd gleichen Bedingungen im Betrieb gewesen waren. Das eine war mit Vaselinfett imprägniert worden, und dessen Seildrähte wiesen an den Berührungsstellen mit dem Hanf einen starken Rostbelag auf. Beim andern waren die Seildrähte mit dem Fett S und die Hanfseele mit einem dickflüssigen, nicht korrosionshemmenden Oel imprägniert worden. Hier wiesen die Seildrähte nur unbedeutende Rostflecken auf. Da bei dieser Seilbahn für die Transportgeräte Gehängeklemmen am Zugseil befestigt sind, die periodisch versetzt werden, ist anzunehmen, dass durch das Festpressen der Gehängeklemmen der dünne Vaselinfilm auf den Drähten zerstört und Vaselin aus dem Hanf herausgedrückt wurde. Da vermutlich zum Seilschmieren nicht besonders geeignetes Oel verwendet wurde, rosteten die Drähte im Innern. Anders verhielt sich das Drahtimprägnierungsfett S; sein dicker Film hielt offenbar dem Pressdruck der Gehängeklemmen stand und vermochte die Drähte vor der Rostbildung zu schützen, obschon das Imprägnierungsöl der Hanfseele dazu fast nichts beitrug.

Neue Versuche

Auf Grund der erhaltenen Werte aus den ersten Versuchen und der gemachten Erfahrungen stellte die EMPA im Einvernehmen mit der Technischen Kommission im Jahre 1960 ein Prüfungsprogramm für Drahtseilschmiermittel auf, welches später revidiert wurde. Es sei darauf hingewiesen, dass dieses letzte Programm, das anschliessend angeführt und als «Richtlinien» bezeichnet wird, provisorischen Charakter hat, da Unterschiede in den Analysendaten von bekannten Produkten, die sich in der Praxis trotzdem bewähren, vorhanden sind. Man wird deshalb weitere Resultate über praktische Erfahrungen abwarten, um beurteilen zu können, ob die vorgeschlagenen Richtlinien in der Anwendung befriedigen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass in der Folge letztere durch genauere Werte über die erforderlichen Eigenschaften der Drahtseilschmiermittel, welche den besonderen Umständen der Bahnanlage und besonders der Umgebungstemperatur Rechnung tragen, zu ergänzen sind.

Qualitätsrichtlinien für Drahtseilschmiermittel
(vom Mai 1963)

Laboratorium. Die Untersuchungen sind von der Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt (EMPA), Ueberlandstrasse 129, Dübendorf/ZH, durchzuführen, um Gewähr für einheitliche Messmethoden zu haben.

Prüfmuster. Der EMPA sind, wenn das Schmiermittel keine oder nur unbedeutende Mengen an verdunstbarem Lösungsmittel enthält, etwa 1,5 kg, wenn es grössere Mengen davon enthält, etwa 3 kg in einem gut verschlossenen und deutlich beschrifteten Gebinde zuzustellen.

Allgemeines. Die nachstehenden Prüfungen können geändert oder ergänzt werden, falls sich dies, gestützt auf die Betriebserfahrungen mit den Seilölen, ebenso auch auf die provisorisch aufgestellten, zum Teil vorerst geschätzten, maximalen und minimalen Richtwerte, als notwendig erweisen sollte.

Angaben des Herstellers über das Produkt. Genaue Bezeichnung, Angaben über ungefähre Zusammensetzung (antikorrosive Wirkstoffe; lösungsmittelhaltig; graphit- oder molybdänhaltig; Aufsteifungsmittel wie Seifen usw.)

A. Charakterisierung des Produktes im Anlieferungszustand

1. Farbe

2. Geruch (neutral, nach leichten oder schweren Erdölprodukten riechend, besonderer Geruch allfälliger Lösungsmittel)

3. Viskosität (wirkliche oder scheinbare) des Produktes bei 20 ° und 50 °C in cP (Centipoison) oder cSt (Centistock). Grundsätzlich ist es gleich, wie die Viskosität bestimmt wird, indessen ist bei komplizierten Produkten die Bestimmung in geeigneten Viskosimetern am besten, um die Abhängigkeit der sog. scheinbaren Viskosität vom Schergefälle bei konstanter Temperatur zu messen.

Anmerkung: Die Viskosität soll in tieferen Regionen bei 20° C max. 2000 cP oder cSt in höheren Regionen max. 1200 cP oder cSt betragen, damit das Seilöl noch das Drahtseil umfliesst und eindringt, ohne dass es vorher gewärmt wird.

4. Gehalt an leichtflüchtigen Lösungsmitteln in Gewichtsprozenten

Anmerkung: Der Gehalt soll max. 50 % sein, ansonst nach dem Verdunsten des Lösungsmittels nicht mehr viel Schmierstoff übrig bleibt.

5. Art des Lösungsmittels (Mineralölprodukt, chloriertes Lösungsmittel usw.; Gesundheitsschädlichkeit oder Feuergefährlichkeit)

6. Flammpunkt des lösungsmittelhaltigen Produktes im geschlossenen Tiegel (P. M.); derselbe soll über 21° C sein, d. h. das Produkt soll mindestens zur Gefahrenkategorie II gehören.

7. Konsistenz des Produktes, falls es sich nicht um ein fliessendes Oel, sondern um ein Fett handelt.

Anmerkung: Die Konsistenz bzw. SNV- oder ASTM-Penetration bei + 25° C mit dem Normalkonus soll in 5 Sekunden mind. 250 sein (d. h. Eindringen des Konus in 5 Sekunden um 25 mm).

B. Prüfung des vom Lösungsmittel befreiten Produktes oder des praktisch kein Lösungsmittel enthaltenden Originalproduktes

1. Herstellung von lösungsmittelfreiem Produkt durch längeres Erwärmen auf 50° C im Vakuum von 15 ± 1 mm (Quecksilber) auf annähernde Gewichtskonstanz, unter Angabe der hiefür nötigen Zeit bzw. *Anwendung* des lösungsmittelfreien Originalproduktes für die nachstehenden Bestimmungen. Unter Umständen können vom Hersteller Lösungsmittel und eigentliches Schmiermittel der EMPA auch getrennt zur Untersuchung unter Angabe des vorgesehenen Mischungsverhältnisses eingesandt werden.

2. Viskosität bei 20° C in cP (Centipoison) oder cSt (Centistock). Diese Werte sollen bei lösungsmittelfreien Orginalprodukten bei 20° C in tieferen Regionen max. 2000 cP oder cSt und in höheren Regionen max. 1200 cP oder cSt betragen, damit das Seilöl noch ohne vorheriges Erwärmen um das Drahtseil fliesst und eindringt.

Bei lösungsmittelhaltigen Produkten, nach Verdunsten des Lösungsmittels dürfen diese Werte wesentlich höher bis 50 000 cP oder cSt sein, was ungefähr der Konsistenz von weichem Pech entspricht.

3. Konsistenz des Produktes. Die Penetration bei 25 °C mit dem Normalkonus soll mindestens 200 betragen.

4. Kälteverhalten bei —30° C. Im EMPA-Konsistometer soll der 5-kg-Stempel mind. 5 mm/min einsinken. Das Produkt soll bei dieser Temperatur nicht verspröden oder sich vom Drahtseil abschälen.

5. Neigung zum Abtropfen. Auf ein Stahlblech werden pro m² etwa 30 g (± 3 g) des vom Lösungsmittel befreiten Produktes aufgetragen. Nach dem Abtropfen bei Zimmertemperatur wird das Blech im Wärmeschrank in Luft von 50° C während 24 h aufgehängt und nachher die abgetropfte Menge bestimmt. Diese Menge soll max. 30 % derjenigen vor dem Aufhängen des Bleches im Wärmeschrank betragen. *Anmerkung:* Dieser Versuch gibt Aufschluss über das Haftvermögen des Seilöles. Ist letzteres zu klein, so wird beispielsweise das Oel vom sonnenbeschienenen Drahtseil abtropfen, was nachteilig ist.

6. Wasserbeständigkeit. Auf einem unter 45° Neigung befestigten, gewogenen Aluminium-Rundstab werden pro m² etwa 30 g (±3 g) des vom Lösungsmittel befreiten Produktes aufgetragen. Hierauf wird der Stab mit einer Wasserbrause aus 2 m während 48 Stunden bespritzt, nachher vom Wasser befreit und gewogen. Der aufgetretene Gewichtsverlust darf 50 % nicht übersteigen. *Anmerkung:* Dieser Versuch gibt Aufschluss über das Haftvermögen des Seilöles am Drahtseil bei Regenfällen. Ist es zu klein, so wird das Oel vom Regen oder vom Tropfwasser in Tunneln abgewaschen, was nachteilig ist.

7. Alterung bei + 50 °C. Das in 1 mm dicker Schicht auf ein Stahlblech aufgetragene Produkt wird während 2 Wochen im Wärmeschrank bei +50° C aufbewahrt. Diese qualitative Prüfung soll über die Neigung zum Verspröden, zur Rissbildung, zum Fadenziehen und zu andern nachteiligen Veränderungen Aufschluss geben.

8. Schmierfähigkeit. (Ermittelt mit der Wieland-Schmiermittel-Prüfmaschine.) Sie soll etwa doppelt so hoch sein wie diejenige eines zusatzfreien Mineralölproduktes ähnlicher Viskosität oder Konsistenz. Die Anfressbelastung soll für Produkte, die zur Schmierung von Litzenseilen (Zug- und Förderseile, die auf Rollen um Scheiben bewegt werden und deren Seildrähte unter hohem Druck gegeneinander reiben) verwendet werden, mindestens 500 kg betragen. Für Produkte zur Schmierung von verschlossenen Tragseilen, wo lediglich ein wirksamer Rostschutz angestrebt wird und eine hohe Druckfestigkeit des Oeles die Wirkung der Tragseilbremsen stark herabsetzen kann, genügt eine geringere Anfressbelastung. Neben dieser interessiert auch die Angabe des Reibungswertes unmittelbar vor dem Anfressen.

9. Quellwirkung. Verschiedene Kunststoffe 10/5/5 mm, wie Oxolit LPH und Kautex (Fabrikate von Walter Oxe, Witten-Annen, Ruhr), Vulkollan (Gummiwerke Pfäffikon), Semperit (Semperitwerke Wien) und DAG 1671 (Dätwyler & Cie., Altdorf), die als Rillenfutter für Seilscheiben und -rollen Verwendung finden, werden einzeln während 27 Tagen in das vom Lösungsmittel befreite und dauernd auf 50° C erwärmte Produkt gelegt. Die Volumenzunahme durch Quellung, die am genauesten pyknometrisch (durch Wasserverdrängung) bestimmt wird, soll max. 25 % betragen. Die Verminderung der Shore- bzw. internationalen Kautschukhärte (IK) soll max. 12 sein. *Anmerkung:* Wenn der Kunststoff unter dem Einfluss des Seilöles zu stark aufquillt und erweicht, besteht die Gefahr, dass er nach kurzer Betriebsdauer vom Drahtseil zerfetzt wird und ersetzt werden muss. Sollte diese Betriebserfahrung ergeben, dass ein Kunststoff trotz den guten Versuchsergebnissen sich schlecht verhält, so kann der Grund darin liegen, dass das im Seilöl vorhandene Lösungsmittel, z. B. der ungiftige White Spirit, nach dem Auftragen auf das Drahtseil nicht genügend rasch verdunstet und dadurch besonders vulkanisierten Naturkautschuk angreift.

10. Rosthemmende Wirkung

a) Eintauchversuch eines Stahlplättchens, das mit 15 g/m² des Produktes überzogen wurde, in destilliertem Wasser während einer Woche bei 50 °C. Der Gewichtsverlust in g/m² soll den Wert von 0,5 g/m² nicht überschreiten.

b) Lagerung eines Stahlplättchens, das mit 15 g/m² des Produktes überzogen wurde, in Nebel von destilliertem Wasser während 4 Wochen bei 20 bis 35 °C. Die zulässige Anrostung der Oberfläche darf max. 1 % betragen.

Anmerkung: Bei Drahtseilen mit blanken Stahldrähten ist eine vorzügliche rosthemmende Wirkung des Seilöles wichtig, weshalb die angegebenen Maximalwerte nicht überschritten werden sollten.

Abschliessende Bemerkungen

a) Werden als Drahtseilschmiermittel rostlösende Flüssigkeiten mit grossem Kriechvermögen verwendet, so besteht die Gefahr, dass sie die vorhandenen Schmiermittel im Seilinnern zersetzen und dadurch die Korrosion fördern.

b) Für verschlossene Tragseile, bei denen das Schmiermittel hauptsächlich als Rostschutz dient und nicht in das Seil eindringen kann, genügt im allgemeinen ein gut haftendes Produkt ohne verdunstbares Lösungsmittel; wesentlich ist, dass das Tragseil auf der ganzen Oberfläche ohne Oelverschwendung gut geschmiert werden kann. Bei Litzenseilen, besonders bei solchen mit einer Hanfseele, ist es wichtig, dass das Oel in das Seil ganz eindringen kann, weshalb es möglichst dünnflüssig sein soll, was mit dem Lösungsmittel erreicht wird.

c) Den Prüfungsergebnissen kann nicht entnommen werden, ob das Schmiermittel nach dem Auftragen auf das Drahtseil nach geraumer Zeit eine trockene Kruste auf der Oberfläche bildet, die beispielsweise bei verschlossenen Tragseilen die Bremskraft der Laufwerksbremse wesentlich vermindern kann, oder ob es Klumpen bildet, die z. B. bei Litzenseilen die Vertiefungen zwischen den Litzen ausfüllen und das Eindringen von Oel in das Seilinnere verhindern.

d) Es ist wichtig, dass der Hersteller von Drahtseilen vorzügliche Imprägnierungsmittel verwendet, die an den Seil-

drähten gut haften und dem Einfluss der in der Hanfseele enthaltenen, korrosionsfördernden Substanzen entgegenwirken. Diese Imprägnierungsmittel — es wird sich hier hauptsächlich um Fette handeln — sind deshalb grundsätzlich dem gleichen Prüfungsprogramm zu unterwerfen, wie die Seilöle.

Werden Fette verwendet, die beispielsweise die Triebradrillenfutter, wie Semperit oder Kautex, angreifen, so ist zu befürchten, dass der Reibungswert zwischen dem Drahtseil und der vom Fett beeinflussten Oberfläche des Rillenfutters sinkt und das Seil auf dem Triebrad zum Schleifen kommt.

Schlussfolgerungen

Die Prüfungsergebnisse der EMPA lassen nicht eindeutig feststellen, ob sich ein Schmiermittel für den Betrieb eines Drahtseiles wirklich eignet. Aber sie geben Anhaltspunkte über seine Wirksamkeit, um die Seildrähte vor starker Abnützung oder vor übermässiger Korrosion zu schützen und über seine Eigenschaft, das Gleiten des Seiles auf dem Triebrad zu begünstigen oder die Rillenfutter der Seilscheiben und -rollen anzugreifen. Das beste Produkt wäre dasjenige, welches den günstigsten Kompromiss zwischen den verschiedenen Betriebsbedingungen, die sich manchmal widersprechen, darstellen würde. Nur die praktischen Erfahrungen werden schliesslich eine brauchbare Beurteilung ergeben und dies auch nur, wenn die Reinigung und Schmierung des Drahtseiles regelmässig und sachgemäss erfolgt. Zu empfehlen ist, verschiedene Seilöle unter gleichen Betriebsbedingungen zu erproben, um deren Eigenschaften gegeneinander abwägen zu können.

Prof. Bittner hat in seinem ausgezeichneten Aufsatz über die Ueberwachung und den Unterhalt der Drahtseile [3]) erklärt, dass die Eigenschaften der Drahtseilschmiermittel eine Vertrauensangelegenheit gegenüber dem Produzenten sind, der allein ihre Mängel und Nachteile beurteilen kann. Will dies heissen, dass es unter diesen Umständen unnütz war, die 15 Produkte anfänglich zu analysieren, um daraus so wenig positive Schlussfolgerungen zu ziehen? Wir glauben dies nicht, denn diese Folgerungen haben doch den Seilbahnen die Komplexität des Schmierproblems gezeigt und ihnen bestätigt, dass es unerlässlich ist, nur ein Schmiermittel zu verwenden, dem der Fabrikant des Drahtseiles zustimmen kann, und nur Produkte von Herstellerfirmen zu wählen, die über eine grosse Erfahrung auf diesem Gebiet verfügen.

Trotz den dauernden Fortschritten in der Herstellung von Schmiermitteln besteht heute noch kein Universalprodukt, welches sich für alle Drahtseile und für alle Betriebsbedingungen vorzüglich eignen würde.

Adresse der Verfasser: Technische Kommission des Verbandes Schweiz. Seilbahnen, *J. Perret, E. Fischer, K. Wullschleger,* dipl. Ingenieure, Davos-Dorf.

3) «Internationale Berg- und Seilbahn-Rundschau» 1962, Nr. 2.

40 MW-Gasturbinen der Stal-Laval Turbin AG

DK 621.438

Im Jahre 1955 hat die staatliche Elektrizitätsbehörde in Schweden bei der Stal-Laval AG, vorm. Turbin Aktiebolaget de Laval Ljungström, eine Gasturbinenanlage in Auftrag gegeben, die damals zu den grössten der Welt gehörte. Sie soll zur Deckung der Spitzenlast, als Reserve für Jahre mit geringer Wasserführung, bei Ausfall anderer Kraftwerke und als Phasenschieber eingesetzt werden. Dementsprechend wurden niedrige Gestehungskosten, geringer Personalbedarf und kurze Anfahrzeiten verlangt, während die Brennstoffkosten wegen geringer Benützungsdauer (nur etwa 500 Vollbetriebsstunden pro Jahr) kaum ins Gewicht fallen, zumal Schweröl verwendet wird. Unter diesen Umständen war es gegeben, auf einen Wärmeaustauscher zu verzichten und die Gastemperatur beim Eintritt in die Hochdruckturbine verhältnismässig hoch (710 °C) zu wählen. Eine ausführliche Beschreibung ist in «Brennstoff-Wärme-Kraft» *14* (162) Nr. 12, S. 587—592 zu finden, auf die sich die vorliegende Beschreibung stützt.

Die Prozessführung geht aus dem Schaltplan Bild 1 hervor, in dem die Stoffdurchsätze, die Temperaturen und die Drücke eingetragen sind. Auffallend ist die dreiwellige Anordnung, wobei jede der beiden Verdichtergruppen durch eine zweistufige Hochdruck- bzw. Mitteldruckturbine mit individuellen, veränderlichen Drehzahlen angetrieben wird, während die mit 3000 U/min arbeitende Niederdruckturbine die Nutzleistung aufbringt. Die beiden Kompressorturbinen sind je zweistufig und in einem gemeinsamen Gehäuse mit gleicher Axe eingebaut, so dass das Gas wie in einer einzigen Turbine nacheinander die Schaufelkränze beider Maschinen durchströmt.

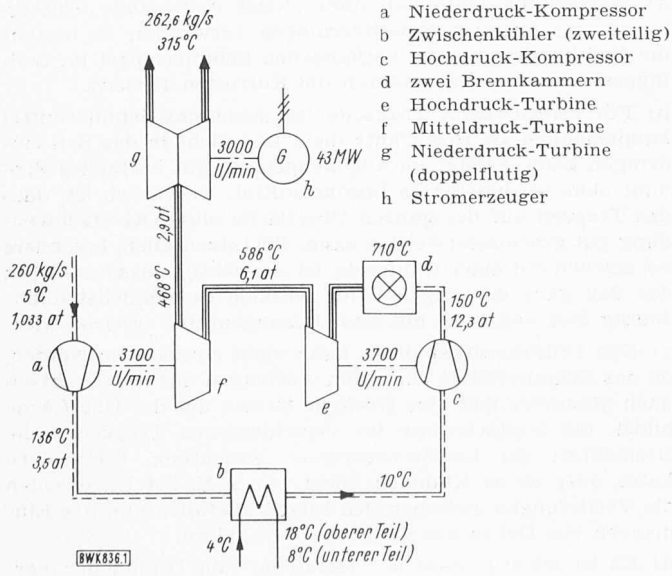

Bild 1. Wärmeschaltplan der Anlage Västervik

Bild 2 zeigt einen Längsschnitt durch den Niederdruckkompressor. Dieser weist, wie ersichtlich, zehn axiale Stufen auf. Der äussere Schaufeldurchmesser beträgt bei der ersten Stufe 1750 mm; die Schaufeln sind 230 mm hoch. Sie bestehen aus 13 % Chromstahl. Der Abstand zwischen den Läuferscheiben a ist durch innere Distanzringe b und durch äussere Ringe c festgelegt. Das Drehmoment wird durch die Bolzen d und durch den Auflagerdruck zwischen den Läuferscheiben und den Ringen c übertragen. Der Läufer wird durch die Hohlwelle e steif gemacht; diese überträgt kein Drehmoment. Die Laufschaufeln f weisen schwalbenschwanzförmige Füsse auf und sind mittels dünnen Blattfedern an den Scheiben befestigt. Die Leitschaufeln g werden in den Leitschaufelträger h und den Ring i eingefügt und verschweisst bzw. hargelötet. Von den beiden Traglagern k und n ist das auf der Seite des Anwurfmotors o als Drucklager ausgebildet. Beide Lager sind mit Oeldunstabsaugungen m versehen.

Der Hochdruckkompressor ist dreizehnstufig. Die Gehäuse beider Kompressoren sind einteilig (Topfbauart) und daher vollkommen axialsymmetrisch. Bei der Montage werden die einzelnen Leitschaufelringe und die beschaufelten Läufer von der Austrittseite her nacheinander eingebaut.

Die Nutzleistungsturbine ist zweiflutig und je dreistufig; an die letzten Stufen schliessen Diffusoren an. Es bestehen zwei vertikale Brennkammern, jede mit sieben Brennern. Die Flammrohre sind im Innern mit Ziegeln aus Aluminiumoxyd ausgekleidet, die durch luftgekühlte Rohre befestigt sind. Der Zwischenkühler weist zwei getrennte Teile auf, die luftseitig hintereinander geschaltet sind. Jeder Teil erhält Seewasser von 4 °C, das sich im ersten Kühlerteil (Strömung 465 kg/s) auf 18 °C, im zweiten (415 kg/s) auf 8 °C erwärmt.

Bild 3 zeigt die Vorrichtung zum Anfahren, die am Saugstutzen des Hochdruckkompressors angebracht ist. Zum An-