

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 75 (1957)  
**Heft:** 16: Schweizer Mustermesse Basel, 27. April bis 7. Mai 1957

**Artikel:** SLM-Dieselmotorengruppen für den Korrosionsschutz von Ölleitungen  
**Autor:** Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik (Winterthur)  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-63339>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

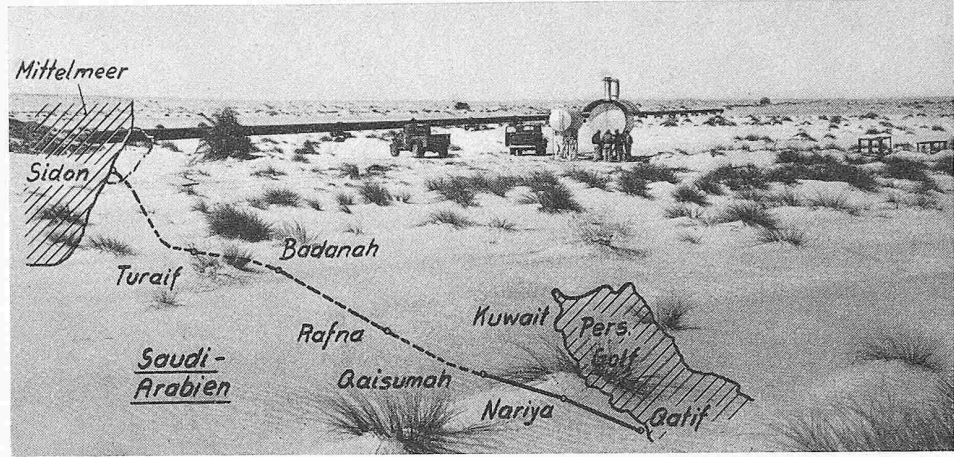
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 06.02.2025

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

zu verkleinern. Durch die zuflussabhängige Selbstregelung der Pumpen kann anordnungsgemäss das für eine begrenzte maximale Schalthäufigkeit notwendige Nutzvolumen verkleinert werden, was infolge des kleineren Pumpensumpfes die Anlagekosten senkt.

Die richtige Auswahl der Kennlinien verbunden mit dem Pumpentyp ist bei einem Abwasserpumpwerk, wie auch bei andern Pumpwerken, bezüglich dessen Gesteungskosten, Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit von eminenten Bedeutung.



## SLM-Dieselelektrogruppen für den Korrosionsschutz von Oelleitungen

Mitgeteilt von der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik, Winterthur

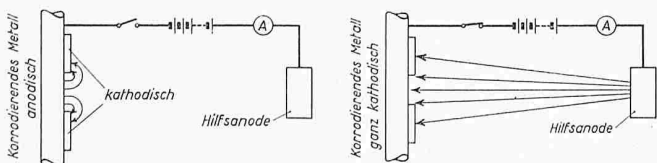
DK 621.436.12:620.197.5

Der Schutz ausgedehnter technischer Anlagen gegen langfristig einwirkende Korrosion hat neuerdings, besonders im Zusammenhang mit den grossen Oelleitungen, die Ingenieure der Oelgesellschaften stark beschäftigt. Die herkömmlichen Methoden zum Schutze der im Boden verlegten Rohrleitungen haben sich als kostspielig und nicht genügend zuverlässig erwiesen. Seit der Zeit des Zweiten Weltkrieges wurden in den USA, in Belgien und Holland, mit der sog. Cathodic Protection-Methode umfangreiche Versuche durchgeführt. Diese Methode des elektrolytischen Schutzes metallischer Bauteile gegen Korrosion geht auf eine Entdeckung von Sir Humphry Davy aus dem Jahre 1824 zurück, hat aber erst in der jüngsten Vergangenheit vielseitige Anwendung gefunden.

Der hier beschriebene Anwendungsfall bezieht sich auf einen Streckenabschnitt der Trans-Arabian-Pipeline, welcher unter der Verwaltung der Arabian American Oil Co. (ARAMCO) steht, und aus Bild 1 ersichtlich ist. Nachfolgend sei die elektrolytische Methode des Korrosionsschutzes kurz beschrieben, worauf ausführlicher auf die Entwicklungsarbeit der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik (SLM) eingegangen werden soll.

### 1. Das Prinzip der «Cathodic Protection»

Aus dem Prinzip der Cathodic Protection kann ein Verfahren abgeleitet werden, das bezweckt, korrodierend wirkende elektrische Ströme zu neutralisieren. Wie auf dem Schema A, Bild 2, angedeutet ist, entsteht bei Vorhandensein von Leitern zweiter Klasse, d. h. von Säuren, Basen, Salzen, zwischen zwei Abschnitten eines metallischen Körpers, welcher in deren Bereich eingelagert ist, ein galvanisches Element, das zum Auftreten elektrischer Ströme und damit zum Ablauf eines korrosiven elektrolytischen Prozesses führt. Stellt man nun parallel zum gefährdeten Körper eine Hilfsanode auf und verbindet das zu schützende Objekt mit dem Minus-, die Hilfsanode mit dem Pluspol einer Gleichstromquelle, so wird das in Korrosion begriffene Metall zur Kathode, wobei der Zersetzung gemäss dem Gesetz der Elektrolyse Einhalt geboten wird. Wie aus dem Schema B, Bild 2,



A. Vorgang ohne Korrosionsschutz

B. Vorgang bei eingeschaltetem Korrosionsschutz

Bild 2. Prinzipschema der Wirkungsweise des elektrolytischen Korrosionsschutzes (Cathodic Protection)

ersichtlich ist, bewegen sich nunmehr die aggressiven Anionen, die hauptsächlich aus Säurerest-Ionen bestehen, zur Hilfsanode, während zur Kathode hin Wasserstoffionen und allfällige vorhandene Metallionen wandern und dort eine Schutzschicht bilden. Im Moment der bewusst bewirkten Polarisation entsteht also ein elektrolytischer Prozess, der zur Ablagerung von Hydroxyden und Metallionen auf der gesamten Metalloberfläche oder an schadhafte Stellen der Isolation führt. Solche Mängel ergeben sich bei unterirdisch verlegten Oelleitungen zumeist durch Einwirkung von Feuchtigkeit, welche die Isolation aufweicht und elektrisch leitend macht.

Der Leitungswiderstand des Erdreichs ist in der Umgebung der Oelleitung erfahrungsgemäss ausserordentlich stark von den Bodenverhältnissen und der Witterung abhängig. Er kann zwischen 30 Ohm und 200 000 Ohm liegen. Bei hohem Widerstand besteht ein erheblicher Unterschied zwischen der Klemmenspannung an den Polen der Stromquelle einerseits und der zu schützenden Oelleitung und dem Boden andererseits. Während unter sehr günstigen Verhältnissen mit einer geringen Ausgangsspannung gearbeitet werden kann, wurde unter den besonderen Aufstellungsbedingungen im Verlauf der hier besprochenen Teststrecke eine Klemmenspannung in der Grössenordnung von 24 bis 60 Volt als erforderlich befunden. Für diesen Fall war es notwendig, eine geeignete Quelle für elektrische Energie einzurichten. Man kam

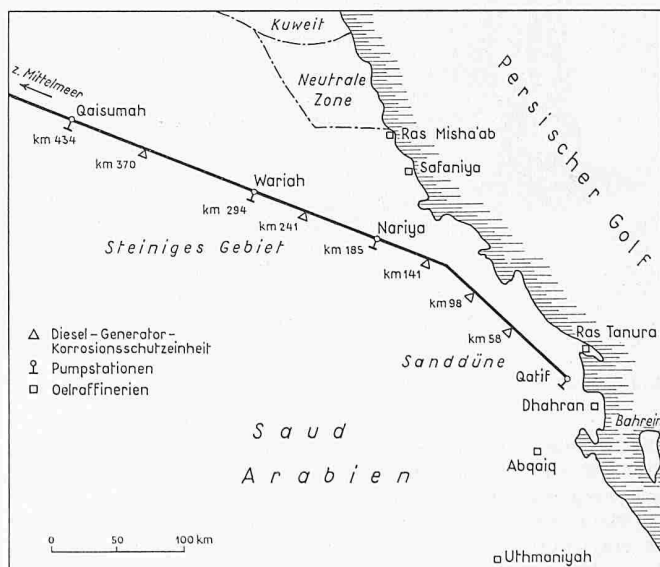


Bild 1. Südöstlicher Abschnitt der in Saudi-Arabien verlegten Trans-Arabian-Pipeline

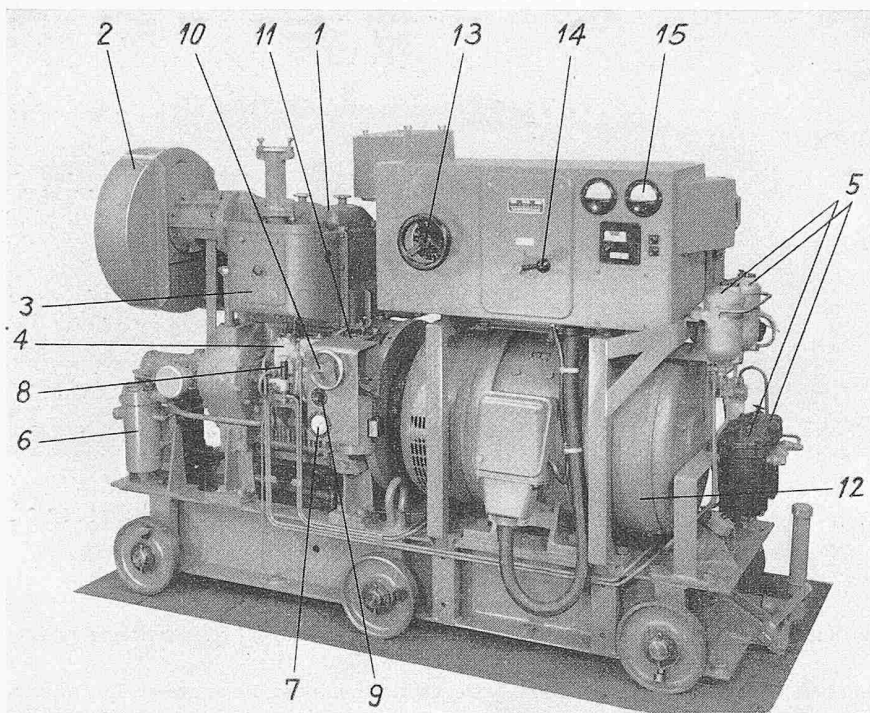


Bild 3. SLM-Diesel-Generator-Gruppe Typ 2 VD 11 E auf fahrbarem Fundamentrahmen

- |                                |                                |  |
|--------------------------------|--------------------------------|--|
| 1 SLM-Dieselmotor Typ 2 VD 11  | 7 Oeldruckmesser               | 15 Voltmeter   |
| 2 Hochdruck-Radial-Kühlgebläse | 8 Anlassschalter               | 16 Akkumulatorenbatterie                                     |
| 3 Kühlluftführung              | 10 Handrad für Drehverstellung | 17 Zusätzliche Luftfilter für die Verbrennungsluft           |
| 4 Brennstoff-Einspritzpumpe    | 11 Dynamo-Kontrolllampe        | 18 Schmierölpumpe  |
| 5 Brennstoff-Doppelfilter      | 12 Gleichstromgenerator        | 19 Anlasser-Generator  |
| 6 Schmieröl-Spaltfilter        | 13 Spannungsregulierung        | 20 Anlasser-Motor, wirkt über ein Zahnrad auf das Schwungrad |
|                                | 14 Hauptschalter               |  |

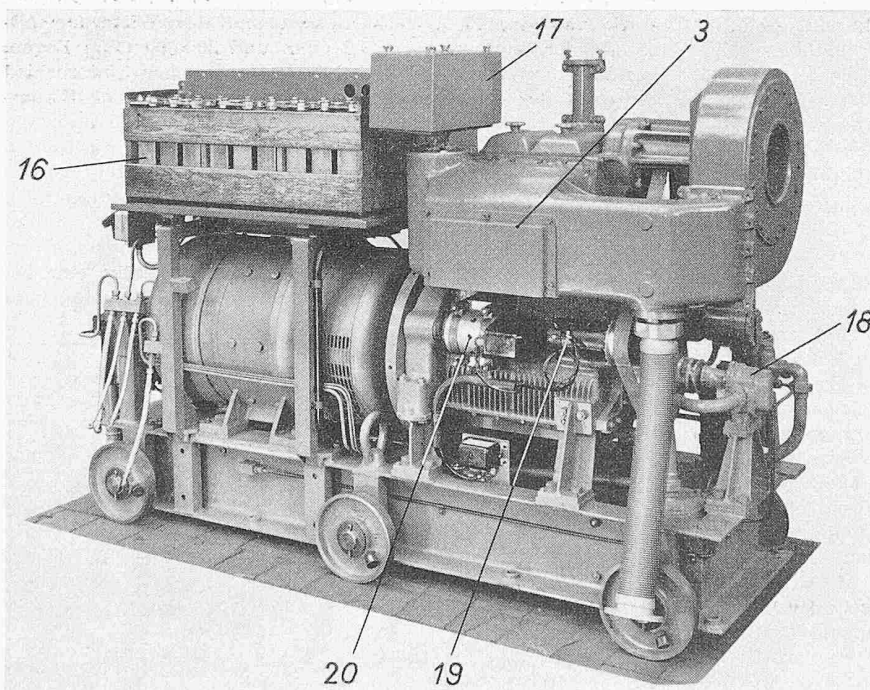


Bild 4. Diesel-Generator-Gruppe von der Gebläseseite

zum Ergebnis, dass jeweils auf einen Streckenabschnitt von 40 bis 60 km eine Leistung von rd. 7 kW bei einer maximalen Spannung von 60 Volt erforderlich sei.

Nach der Methode der Cathodic Protection wird neustens die von Quatif am Persischen Golf nach Quaisumah führende Trans-Arabian-Rohölleitung der ARAMCO OIL CO. geschützt. Sie führt auf einer Strecke von 434 km durch die arabische Wüste. Etwa alle 40 km ist eine Diesel-Elektrogruppe aufge-

stellt worden, die den erforderlichen Strom liefert. Diese Gruppen wurden von der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Zusammenarbeit mit den Ingenieuren der ARAMCO entwickelt.

## 2. Entwicklung der luftgekühlten Diesel-Generator-Gruppen

Als im Herbst 1954 die ARAMCO-Ingenieure mit der SLM in Verbindung traten, kam man überein, die Bedingungen, denen der Dieselmotor gewachsen sein muss, wie folgt festzulegen:

a) Ununterbrochener Betrieb während eines Monats ohne zwischenzeitliche Kontrolle.

b) Betrieb mit gewöhnlichem, nicht raffiniertem Rohöl, das der Pipeline direkt entnommen werden kann (Stabilized Crude Oil).

c) Ausreichende Kühlverhältnisse unter den extremen Temperaturen am Aufstellungsort. Die höchsten Mittagstemperaturen betragen im genannten Streckenabschnitt der Trans-Arabian-Pipeline im Sommer bis zu 50 ° C. Die niedrigste Temperatur im Winter erreicht - 2 ° C.

d) Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung von Sand und Stürmen, die am Aufstellungsort Geschwindigkeiten bis zu 100 km/h erreichen.

e) Ermöglichung eines wirksamen und einfachen Kontroll- und Revisionsdienstes, den die monatlich zur Station fahrenden Techniker auszuführen haben.

Die Hauptprobleme lagen eindeutig bei der Schaffung eines geeigneten Dieselmotors und der zweckmässigen Aufstellung der Dieselgenerator-Gruppe.

## 3. Aufbau der SLM-Diesel-Generator-Gruppe 2 VD 11 E spez.

Wie Bild 3 zeigt, wurde als Antriebsquelle für den Gleichstrom-Generator ein vollständig luftgekühlter, zweizylindriger SLM-Dieselmotor verwendet. Gegenüber der Normalausführung weist dieser Motor besondere Einrichtungen für die Motorkühlung, die Filtrierung von Brennstoff, Schmieröl und Ansaugluft sowie für die Verbrennung von Rohöl auf. Des weitern war es notwendig, die Maschinenanlage in einer staubdichten Trommel unterzubringen. Die technischen Daten der Gruppe sind:

Zylinderzahl	2
Bohrung/Hub	100/140 mm
Dauerleistung des Motors am Aufstellungsort (90 m ü. M., Lufttemperatur max. 50 ° C)	11,2 PS
Ueberlast während einer Stunde	14 PS
Drehzahl	1000 U/min
Brennstoffverbrauch unter Verwendung eines standardisierten Dieselöls von 10 300 kcal/kg	180 g/PS h
Dauerleistung des Generators	6,6 kW
Spannung	60 Volt
Maximale Stromstärke	100 Ampère

Den obgenannten Bedingungen wurde durch folgende konstruktive Massnahmen entsprochen:

a) Der vorgeschriebene Dauerbetrieb während eines Monats setzt vor allem eine geeignete Dimensionierung der Filter

für Brennstoff, Schmieröl und Kühl- und Verbrennungsluft voraus.

Das *Brennstoffsystem* besteht aus einem von der ARAMCO bereitgestellten Brennstofftank für einen Monatsbedarf an Rohöl, dem ein dreifach abgestuftes, reichlich dimensioniertes Filtersystem folgt. Mit dem Motor ist eine mechanische Förderpumpe gekuppelt, welcher die Einspritzpumpe nachgeschaltet ist. Die Brennstoffdüsen konnten in der üblichen Ausführung beibehalten werden.

Das *Schmierölssystem* erforderte neben ausreichend bemessenen Filtern einen besonders grossen Oeltank (50 l Inhalt), der im Fundamentrahmen der Diesel-Generator-Gruppe untergebracht ist. Eine Zahnradpumpe treibt das Schmieröl durch einen direkt im Luftstrom liegenden Oelkühler und von dort zu den einzelnen Schmierstellen. Der monatlich erforderliche Oelwechsel kann ohne Herausnahme der Dieselgruppe aus dem Maschinenhaus rasch und einfach durchgeführt werden.

Besondere Aufmerksamkeit musste auch dem *Luftfiltersystem* geschenkt werden, das jegliches Eindringen von Sand in den trommelförmigen, unter Abschnitt d) näher beschriebenen Maschinenraum und den Motor verhindern muss. Die Filterelemente sind für die Revision und die Auswechslung leicht zugänglich angebracht worden.

b) Der zweiten Forderung entsprechen zum grossen Teil die unter a) genannten Einrichtungen, wobei insbesondere dem Filtersystem für den Brennstoff entscheidende Bedeutung zukommt. Im Betrieb hat es sich gezeigt, dass auch bei Verwendung von Rohöl die serienmässig vorgesehene, intensive Kühlung der Brennstoffdüsen genügend ist.

c) Der dritten Forderung nach ausreichender Kühlung wurde durch die Schaffung eines besonders wirksamen *Hochdruck-Radial-Gebläses* nachgekommen. Dieses erfüllt drei Aufgaben, nämlich die Förderung einer ausreichenden Kühlluftmenge, das Heranführen der Verbrennungsluft und das Schaffen eines Ueberdruckes im Motorenraum, der jegliches Eindringen von Sand durch die ohnehin schon gut abgedichteten Bedienungsöffnungen verhindert.

d) Der Forderung nach Schaffung eines geeigneten Maschinenhauses wurde durch die Konstruktion einer Schutztrommel entsprochen, die auf Bild 5 gezeigt ist. Die Trommel ruht auf einem Gestell; sie ist dadurch den direkten Einwirkungen der Umgebung entzogen und befindet sich auf der für die Bedienung vom Lastwagen aus richtigen Höhe. Das ganz aus Stahlblech hergestellte Maschinenhaus vermag allen Unbilden der Witterung zu widerstehen.

Die auf einem Sockel fest verankerte Trommel ist mit beidseitigen Bedienungsöffnungen zum Motorenraum und zum Filterraum ausgestattet. Die kaminartigen Aufsätze dienen dem Ansaugen der Kühl- und Verbrennungsluft sowie der Ableitung der warmen Kühlluft und der Verbrennungsgase. Das Maschinenhaus ist vor direkter Sonnenbestrahlung durch ein zusätzliches Wellblechdach geschützt, und die ganze Anlage ist mit einem sehr widerstandsfähigen Aluminium-Farbanstrich versehen. Da diese Stationen unter Umständen wochenlang ohne Kontrolle arbeiten, waren auch Vorkehrungen zu treffen, um Eingriffe durch Unberufene zu verunmöglichen. Die Trommel ist sicher verschlossen, und alle wesentlichen Elemente sind fremdem Zugriff entzogen.

Einige Kontrollvorrichtungen sorgen dafür, dass die Anlage bei bedeutenderen Störungen keinen Schaden nimmt. Eine Sicherheitsabstellvorrichtung setzt die Anlage ausser Betrieb, wenn der Oeldruck im Schmierölssystem absinkt, der Ventilatorriemen bricht, die Dynamo des 12-Voltsystems ausfällt und die Stromstärke im elektrischen Hauptsystem den zulässigen Wert überschreitet. Durch einen mit Drucköl betätigten Servo-Kolben wird während des Betriebes die Abluftklappe auf dem Kamin offen gehalten. Fällt der Oeldruck ab, so wird diese Klappe geschlossen und betätigt zugleich eine optische Anzeigevorrichtung, die in Gestalt eines weithin sichtbaren Drehkreuzes über den Betriebszustand der Anlage Auskunft gibt. Auf diese Weise kann bei einem Kontrollflug entlang der Pipeline der Pilot aus einer Höhe von etwa 50 m feststellen, ob die Gruppe in Betrieb ist.

Zur Erleichterung der periodisch erforderlichen Revisionen sind die SLM-Diesel-Generator-Gruppen mit einem fahrbaren Fundamentrahmen ausgerüstet worden. Wie Bild 6 zeigt, kann die Gruppe nach Durchführung verhältnismässig

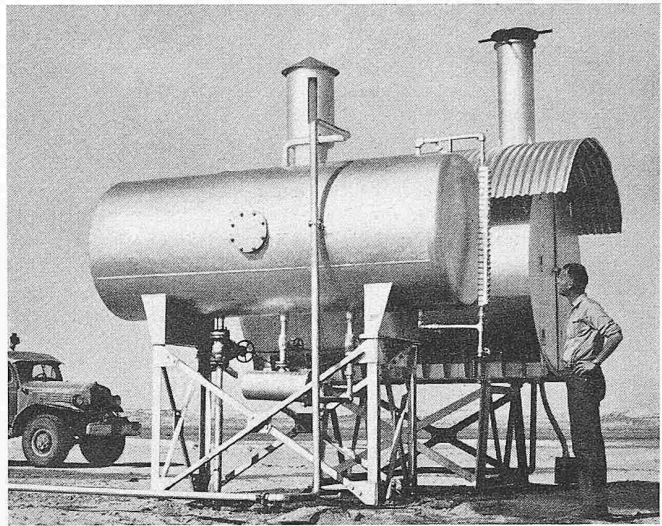


Bild 5. Maschinenhaus und Brennstofftank für eine Diesel-Generator-Gruppe am Aufstellungsort. Aufnahme anlässlich einer Kontrollfahrt. Wie das geöffnete Drehkreuz auf dem Kamin rechts anzeigt, steht die Anlage in Betrieb

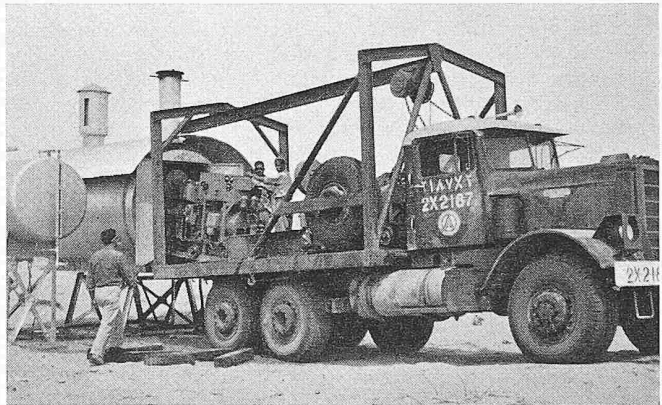


Bild 6. Diesel-Generator-Gruppe beim Einsetzen in das Maschinenhaus von einem Spezialfahrzeug aus

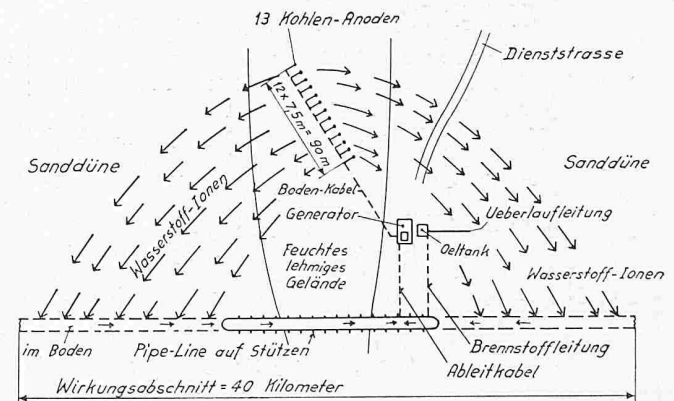


Bild 7. Installationsschema einer «Cathodic Protection»-Anlage. Die 13 Anoden sind auf eine Länge von etwa 100 m in Abständen von je 7,5 m eingegraben

einfacher Handgriffe von einem Lastwagen aus in das Maschinenhaus eingeführt und auf gleich einfache Weise auch wieder aus diesem herausgenommen werden. Neben dem Maschinenhaus befindet sich ein von der ARAMCO erstellter Hochtank, Bild 5, der den Monatsbedarf an Brennstoff enthält. Dieser Tank steht mit der Pipeline in direkter Verbindung, wobei Vorkehrungen getroffen worden sind, um jegliche unkontrollierte Oelverluste zu vermeiden.

#### 4. Die Aufstellung der Diesel-Generator-Gruppen im Wüsten-gebiet

Nach dem von den ARAMCO-Ingenieuren zusammen mit der SLM aufgestellten Bauplan begannen die Vorarbeiten für die Einrichtung des Cathodic Protection-Systems im Frühjahr 1955. Bei jeder Station waren je 13 Anoden nach der in Bild 7 dargestellten Anordnung einzugraben. Jede dieser Anoden wurde in eine etwa 2 m tiefe Grube eingesetzt. Im Monat September 1955 waren die Bauarbeiten beendet und sämtliche Anoden und Leitungskabel an den Stationen eingerichtet. Der notwendige Gleichstrom wurde vorerst transportablen Schweißgeneratoren entnommen, die im Dezember des gleichen Jahres durch die SLM-Diesel-Generator-Gruppen ersetzt wurden.

Seit Mitte Dezember 1955 stehen die oben beschriebenen SLM-Diesel-Generator-Gruppen vom Typ VD 11 E ohne län-

gere Unterbrechung mit nur kurzen monatlichen Kontrollen und den damit verbundenen Servicearbeiten in Betrieb. Damit haben diese Einheiten zusammen mit einigen Gleichrichterstationen auf der gesamten 434 km langen Teststrecke der ARAMCO von Quatif bis Quaisumah nun seit über einem Jahr ihre Aufgabe ohne nennenswerte Störungen erfüllt. In der Zwischenzeit ist im Auftrage der ARAMCO von der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik für gleiche Aufgaben im Gebiet des östlichen Saudi-Arabiens eine weitere grössere Anzahl solcher Einheiten ausgeführt worden.

#### Literaturverzeichnis

*Kenneth R. Wright J. M.:* Cathodic protection for Pipeline across Arabian Desert; «Civil Engineering», May 1956 (Vol. p. 289), 33–36.

*J. S. Gerard:* Corrosion and Cathodic Protection in Kuwait, «Journal of the Institution of Electrical Engineers», Volume 2, (New Series), No. 13, January 1956, page 2–6.

## Der neue Schwertransportwagen der SBB

DK 625.245.7

Von Dipl. Ing. H. Weber, Zugförderungs- und Werkstättendienst der Schweizerischen Bundesbahnen, Bern

### 1. Die Aufgabe

Die starke Entwicklung des Grossmaschinenbaues rief in den letzten Jahren einer ständig wachsenden Nachfrage nach geeigneten Transportmitteln für schwere und sperrige Güter. Noch bis zum letzten Weltkrieg mussten sich die Konstrukteure bei der Dimensionierung ihrer Werkstücke nach den Abmessungen der normalen Güterwagen richten. Seither haben die SBB, den besonderen Transportwünschen ihrer Kundschaft Rechnung tragend, über 30 Spezialgüterwagen mit vier, sechs und acht Achsen sowie Tragfähigkeiten bis zu 106 t beschafft.

Ganz aussergewöhnliche Verhältnisse bildeten sich auf dem Gebiete des Elektromaschinenbaues. Um dem unaufhaltsam steigenden Bedarf an elektrischer Energie zu entsprechen, müssen die Elektrizitätsgesellschaften ihre Jahreserzeugung durch Erweiterung der bestehenden Anlagen und Bau neuer Kraftwerke stets beträchtlich vergrössern. Im Interesse einer möglichst wirtschaftlichen Ausnutzung der Rohenergie, der Produktionsmittel und der Verteilanlagen werden Kraftwerke von immer grösserer Leistung gebaut. Dabei spielt auch der Wirkungsgrad der Anlagen eine entscheidende Rolle. Es ist deshalb verständlich, dass in modernen Grosskraftwerken Maschineneinheiten von sehr grossen Leistungen aufgestellt werden. Mit steigender Maschinengrösse wachsen aber auch die Anforderungen an die Transportmittel. Besondere Probleme

brachten die für Dampfzentralen entwickelten Turbogeneratoren. Die Statoren dieser hohtourigen Maschinen weisen gegenüber den langsamer laufenden Generatoren von Wasserkraftwerken einen aktiven Teil von viel kleinerem Durchmesser, aber entsprechend grösserer Länge auf und können deshalb nicht so leicht in verschiedene transportierbare Stücke zerlegt werden wie jene.

Da die Gewichte der Statoren von Turbogeneratoren für Leistungen über 100 000 kVA die Tragfähigkeit der stärksten in Europa bestehenden Eisenbahnfahrzeuge übersteigen, bestand bisher keine Möglichkeit für den Bahntransport. Die Konstrukteure mussten sich entweder auf den Bau kleinerer Einheiten beschränken, oder den zeitraubenden und mit grösseren Umtrieben verbundenen Transport auf Strassenfahrzeugen in Kauf nehmen.

Als die AG. Brown, Boveri & Cie. in Baden im Frühjahr 1955 den Bau eines Grossturbo-Generators von 214 000 kVA für das neue Kraftwerk Frimmersdorf der Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerke Essen (RWE) übernahm, stellte sich u. a. auch die Frage nach den Transportmöglichkeiten. Das schwerste Objekt der grossen Maschine war der Stator, der nach Angabe der Konstrukteure einen Durchmesser von 4 m und ein Gewicht von über 200 t aufweisen würde. Da die Firma Brown, Boveri den Bau weiterer Grossgeneratoren

