

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 71 (1953)
Heft: 34

Artikel: Von Arx-Rohrreinigungs-Maschinen für die Druckschächte der Kraftwerke Oberhasli
Autor: Oertli, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-60608>

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: 14.03.2025

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

nungszereemonie als der rechtmässige Nachfolger der in gleichen Formen gekrönten früheren Könige ausgewiesen werden, und so kommt es hier auf den Ausdruck der Dauer an, und nicht auf Modernität. Diese hat ihren Standort anderswo — bei den Turbo-Triebwerken in der Kongresshaus-Ausstellung beispielsweise. Und keiner der englischen Herzöge wird es als unmöglich empfunden haben, im Flugzeug oder Auto

heimzufahren, nachdem die Krönung vorbei, und die Pears-Krone im Futteral versorgt war — und dann allenfalls wieder mit dem bewussten Barockbesteck zu essen. Und es ist anzunehmen, dass auch der eine oder andere der Direktoren und Ingenieure der Flugzeugfabriken mit einem solchen Besteck isst, ohne im geringsten das schlechte Gewissen zu haben, kein «moderner Mensch» zu sein. P. M.

Von Arx-Rohrreinigungsmaschinen für die Druckschächte der Kraftwerke Oberhasli

Von Dr. H. OERTLI, Ing., Bern

DK 627.844.00467

Ueber die maschinelle Reinigung von Rohrleitungen berichtete hier Ing. F. G. Rüfenacht [1]*). Gestützt auf früher erschienene Veröffentlichungen [2] [3] wies er auf das Rosten und die Druckverluste von Druckleitungen hin; er zeigte an Beispielen die Druckverluste von verrosteten, von entrosteten und von neu gestrichenen Druckleitungen und beschrieb die von Arx-Rohrreinigungsmaschine, die 1947 in der alten Robbia-Druckleitung der Kraftwerke Brusio AG., Poschiavo, verwendet worden war.

Je grösser die Wassergeschwindigkeit in einer Druckleitung ist, um so grösser sind die Druckverluste, die die Rostwarzen und der infolge Rostwarzen vermehrte Kalkansatz verursachen. Je grösser die durch die Druckverluste verursachten Energieverluste sind, um so wünschenswerter ist es, durch Innen-Entrostung der Druckleitung und Erneuerung des Rostschutzes diese Verluste zu vermindern. Die Innen-Entrostung einer Druckleitung und die Erneuerung des Rostschutzes können aber auch aus Sicherheitsgründen notwendig werden. Je dünner das Blech einer Druckleitung ist, um so sorgfältiger muss dafür gesorgt werden, dass die Rohre durch den Rostfrass nicht gefährlich geschwächt werden und auch nicht durch Lochfrass undicht werden.

Soll der Innen-Rostschutz einer bestehenden Druckleitung erneuert werden, so muss diese für eine längere Zeit entleert werden, was immer mit betrieblichen Nachteilen und in der Regel mit einem Ausfall an Energieproduktion verbunden ist, der sich um so empfindlicher auswirkt, je geringer die Zahl der Druckleitungen der betreffenden Wasserkraftanlage ist. Dies gilt besonders für Anlagen mit nur einem Druckschacht, bei denen die Erneuerung des Rostschutzes der Druckschachtpanzerung das Stilllegen des ganzen Werkes bedingt.

*) Die Zahlen in eckigen Klammern weisen auf das Literaturverzeichnis am Schlusse hin.

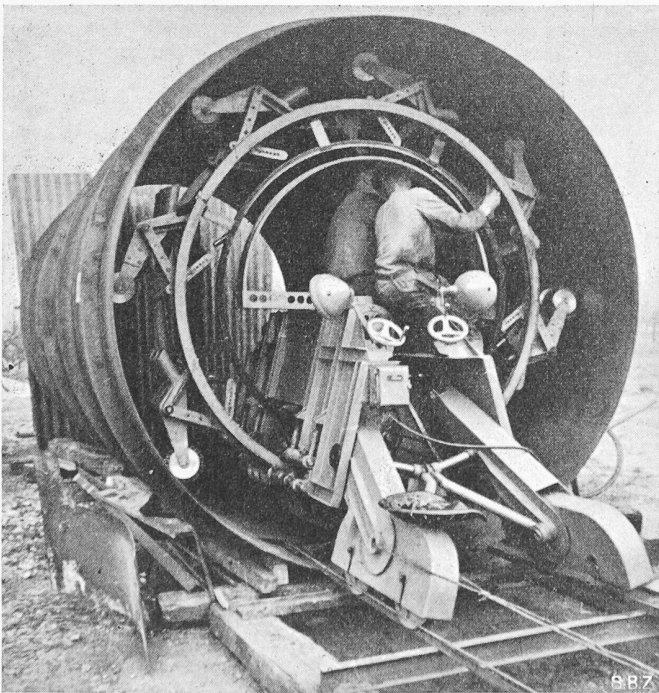


Bild 1. Von Arx-Rohrreinigungsmaschine, hergestellt im Auftrag der KWO, bei Versuchen in Sissach in einem Rohr von 2,8 m Durchmesser. Für den Druckschacht Innertkirchen hatte von Arx fünf solcher Maschinen vorgesehen

Die Sandstrahl-Reinigung und die Rostschutzbehandlung der Stollen- und der Druckschachtpanzerungen stellen eine zeitraubende Arbeit dar. So dauerten beim Bau des Kraftwerkes Innertkirchen das Sandstrahlen und der Bitumenanstrich von rund 24 000 m² fünf Monate; beim Bau des Kraftwerkes Handeck II wurden rd. 6000 m² in vier Monaten sandgestrahlt, spritzverzinkt und mit Bitumenlack gestrichen.

Die Kraftwerke Oberhasli (KWO) kontrollierten periodisch die Druckschächte der Kraftwerke Handeck I [4] und Innertkirchen [4], verfolgten die Entwicklung der Verrostung der Panzerbleche und studierten die Frage, wann und wie die Instandstellung und Verbesserung des Rostschutzes am zweckmässigsten und am raschesten durchgeführt werden könnte. Die Studienkommission der KWO behandelte im Jahre 1950 im Einvernehmen mit Obering. Juillard und dem Verfasser als Sonderberater die Frage der Rostschutzerneuerung der Panzerrohre im Zulaufstollen und im Druckschacht des Kraftwerkes Innertkirchen. Die während des Krieges aufgetragenen Rostschutzanstriche zeigten damals bereits Mängel, und es war zu erwarten, dass eine Erneuerung des Rostschutzes um so mehr Zeit erfordern würde, je länger sie hinausgeschoben würde. Um die Druckschachtpanzerung in möglichst kurzer Zeit reinigen zu können, wurde eine maschinelle Reinigung in Aussicht genommen.

Im Auftrag der KWO entwarf die Maschinenfabrik von Arx, Sissach, eine Rohrreinigungsmaschine; im Mai 1951 führte von Arx die Versuchsmaschine in einem Rohr von 2,8 m Durchmesser in Sissach vor (Bilder 1 und 2). Mit einem Zusatz konnte die Maschine auch zum Anstreichen verwendet werden. Die Qualität der Arbeit und die stündliche Leistung dieser Versuchsmaschine erfüllten die damals für den Druckschacht Innertkirchen gestellten Bedingungen. Die Maschine hätte aber noch in längeren Dauerversuchen erprobt werden müssen, bevor man es hätte wagen dürfen, sie im Druckschacht von Innertkirchen praktisch zu verwenden.

Die auf das Frühjahr 1951 vorgesehene Rostschutzerneuerung des Druckschachtes Innertkirchen musste wegen der Betriebsverhältnisse aufgeschoben werden; sie wäre damals auch noch nicht möglich gewesen, weil die Rohrreinigungsmaschinen noch nicht bereit waren. Es wurde wahrscheinlich, dass der Druckschacht Handeck I [4] vor dem Druckschacht Innertkirchen gereinigt und neu gestrichen werden sollte. Eine für Handeck I geeignete Maschine musste imstande sein, Rostgruben, wie sie an der Druckschachtpanzerung von Handeck I stellenweise vorkommen, gründlich zu entrosten. Versuche in Sissach an Blechen mit Rostgruben zeigten, dass die im Bild 1 dargestellte Rohrreinigungsmaschine Gruben nicht vollständig entrostete. Entsprechend den Wünschen der Studienkommission entwarf die Firma von Arx eine neue Bauart, deren Schlagorgane ähnlich wirkten wie die Nadeln der von Arx-Druckluftpistolen für Entrostung und Reinigung [5] (Schweizer Patent 290 394). In Versuchen wurde zuerst die Wirkung einzelner Entrostungsräder geprüft (Bild 3). Die verbesserten Entrostungsräder waren auch im Rohrinne imstande, Bleche mit Rostgruben, mit Buckeln und sogar mit aufgeschweissten Laschen innert kurzer Zeit lupenrein zu entrosten. Nach den Werkversuchen mit einzelnen und mit Paaren von Entrostungsrädern war noch abzuklären, wie eine mit solchen Entrostungsrädern ausgerüstete Rohrreinigungsmaschine wirkt, und besonders wie sie sich im Dauerbetrieb bewährt. Zu diesem Zwecke beschloss die Studienkommission, eine nach der neuen Bauart erstellte Rohrreinigungsmaschine in der 300 m langen Panzerstrecke des Zulaufstollens des Kraftwerkes Oberaar erproben zu lassen und bei günstigem Ergebnis hierauf auch im Druckschacht Oberaar einzusetzen.

Weil für den Grundrostschutz der Blechpanzerungen dieser Objekte Spritzverzinkung vorgesehen war, musste ver-

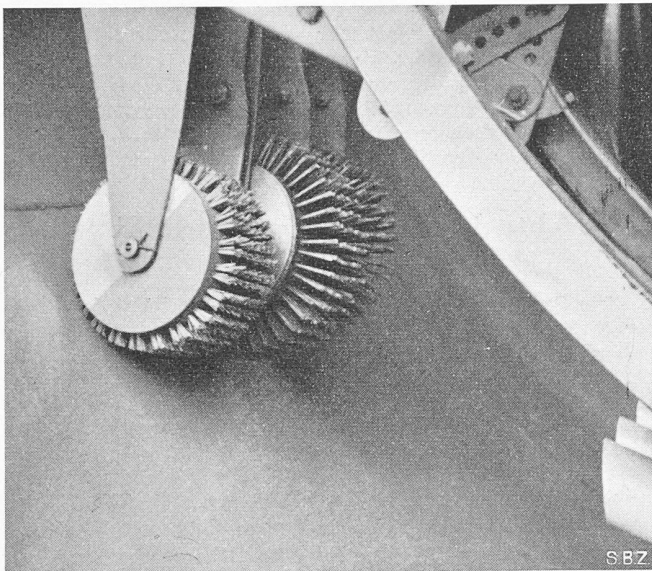


Bild 2. Stachelscheiben der Rohrreinigungsmaschine nach Bild 1, mit meisselförmigen Stachelenden

langt werden, dass die maschinell entrosteten Flächen nicht nur vollkommen rein, sondern dazu derart beschaffen seien, dass ein gespritzter, 0,2 mm dicker Zinküberzug ebenso gut haftet wie auf einer mit Quarzsand gestrahlten Blechoberfläche. Von Arx konnte diese Forderung mit Paaren aus gegenläufigen Entrostungsrädern erfüllen. Die für das Kraftwerk Oberaar gebaute Rohrreinigungsmaschine ist in Bild 4 beim Versuchsbetrieb in Sissach dargestellt und in Bild 5 beim Betrieb im Zulaufstollen von Oberaar; siehe auch [6] und [7].

Die Reinigungsmaschine läuft im Rohr auf vier Rollen; ein auf der Maschine sitzendes Spill, dessen Drehgeschwindigkeit nach Bedarf eingestellt werden kann, wickelt sich an dem in der Rohraxe gespannten Drahtseil ab und gibt dadurch der Maschine den gewollten Vorschub. Auf dem Wagen der Maschine ist ein drehbares zylindrisches Gerüst gelagert, das die 16 elastisch gelagerten Entrostungsmotoren trägt. Diese bestehen aus speziellen Elektromotoren mit innenliegendem Stator und aussenliegendem Rotor, der die Entrostungsräder trägt. Während sich alle Entrostungsmotoren drehen und sich die Maschine im Rohr vorwärts bewegt, schwenkt der Zylinder automatisch hin und her. Weil die einen Entrostungsmotoren sich im Rechtssinn drehen, die andern im Linkssinn, wird jeder Flächenteil von rechtsdrehenden und von linksdrehenden Entrostungsrädern bearbeitet. Die Entrostungsmotoren haben eine nominelle Leistung von je 1 kW und nehmen im Betrieb eine elektrische Leistung von je 0,8 kW auf. Der Elektromotor für die Vorwärtsbewegung und für die Schwenkbewegung hat eine nominelle Leistung von 1,5 kW. Zur Ausrüstung der Maschine gehören ferner die elektrischen Schalt- und Sicherheitseinrichtungen, Vorrichtungen zur Einstellung der Höhenlage der Maschine, zur Anpassung an Rohrdurchmesser von 1,5 m bis 2,5 m, und zur Messung und Korrektur der Seitenrichtung der Maschine. Die elektrischen Apparate und die Lager sind staubdicht gekapselt, was besonders wegen des Zinkstaubes wichtig ist.

Bei den Arbeiten im Zulaufstollen Oberaar war jeweils nur die Hälfte der montierbaren Entrostungslamellen in Betrieb. Die Vorschubgeschwindigkeit der Maschine betrug etwa 5,7 m/h; bei einem Rohrdurchmesser von 1,75 m war somit die Entrostungsleistung rd. 31 m²/h, d. h. ein Vielfaches der mit Sandstrahlen möglichen Leistung, wobei die geringe Staubeentwicklung ein weiterer Vorteil war. Bei voller Bestückung der Maschine und entsprechend stärkeren Motoren hätte offenbar bei gleicher Qualität die doppelte Leistung erzielt werden können. Die gereinigten Flächen waren lupenrein (Bild 6) und derart beschaffen, dass die Haftfestigkeit einer etwa 0,2 mm dicken gespritzten Zinkschicht ebensogut war wie auf einer sandgestrahlten Fläche. Die Haftfestigkeit der Zinkschicht wurde mit der «Hammerprobe» und mit der «Meisselprobe» geprüft [8].

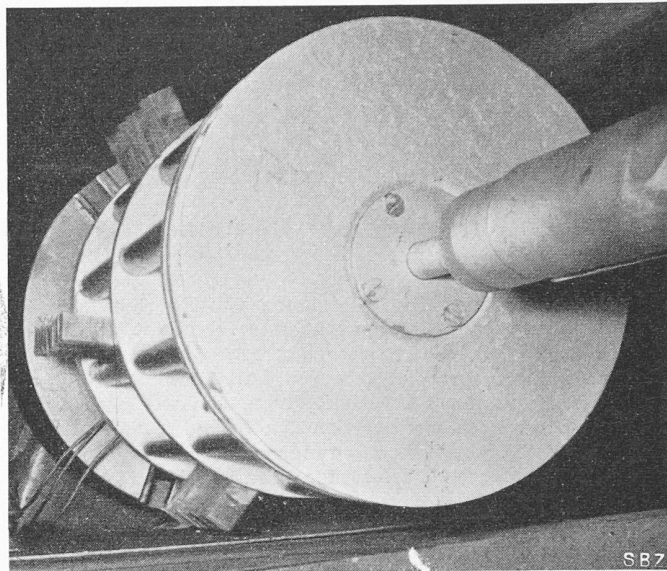


Bild 3. Ein von Arx-Entrostungsräder mit schwenkbaren Stahlblechlamellen, das auch Rostgruben sauber entrostete, bei Versuchen auf einer Drehbank; Drehzahl etwa 600 U/min. Elektronenblitzaufnahme

Beim länger dauernden Betrieb im Zulaufstollen konnten wertvolle Erfahrungen über Abnutzungen und Ermüdungen und über Material und konstruktive Ausbildung gesammelt werden. Die gereinigten Flächen und die Haftfestigkeit der gespritzten Zinkschicht wurden fortwährend geprüft; abgenutzte Entrostungslamellen wurden gekehrt oder ersetzt. Da die Rohrreinigungsmaschine im Zulaufstollen — abgesehen von den Störungen durch «Kinderkrankheiten» — gut arbeitete, wurde sie auch im Druckschacht des Kraftwerkes Oberaar verwendet. Auch unter den hier schwierigeren Arbeitsbedingungen wurde die Blechpanzerung derart entrostet, dass sie spritzverzinkt werden durfte.

Die Firma von Arx wird die im Zulaufstollen und im Druckschacht Oberaar gemachten Erfahrungen verwerten und ist nun in der Lage, noch leistungsfähigere Maschinen zu bauen. Die Kraftwerke Oberhasli können daher damit rechnen, für die Rostschutzerneuerung der Druckschächte Handeck I und Innertkirchen eine den Betriebsbedürfnissen entsprechende Rohrreinigungsmaschine zu erhalten. Solche Maschinen werden nicht nur bei den Kraftwerken Oberhasli verwendet werden, sondern zweifellos auch bei andern Kraftwerken, bei denen Druckleitungen innen in möglichst kurzer Zeit gereinigt werden sollen.

Literaturverzeichnis:

- [1] F. G. Rüfenacht: Die maschinelle Reinigung von Rohrleitungen. SBZ 1948, Nr. 5, S. 59*.
- [2] H. Oertli: Betriebserfahrungen über das Rosten und den Rostschutz von Druckleitungen in der Schweiz. «Bulletin des SEV» 1942, Nr. 16, S. 437.
- [3] E. Hoock: Druckverluste in Druckleitungen grosser Kraftwerke. Mitteilungen aus der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH Nr. 3, Zürich 1943, Verlag Gebr. Leemann & Co.
- [4] Das Kraftwerk Innertkirchen, die zweite Stufe der Oberhasliwerke. SBZ 1942, Bd. 120; Nr. 3, S. 29* (Druckschacht Handeck); Nr. 5, S. 47* (Druckschacht Innertkirchen).
- [5] W. Kesselring: Modernstes Entrostungsverfahren am Sitterviadukt der Bodensee-Toggenburg-Bahn. «Der öffentliche Verkehr», Sept. 1952, Heft 9.
- [6] H. Oertli: Erfahrungen mit Spritzverzinkung als Unterwasserrostschutz. «Bulletin des SEV» 1952, Nr. 24, S. 973.
- [7] J. Bächtold: Vom Bau des Kraftwerkes Oberaar. SBZ 1953, Nr. 19, S. 271*.
- [8] H. Oertli: Beitrag zur Prüfung der Dicke und der Haftfestigkeit gespritzter Rostschutz-Zinkschichten. «Bulletin des SEV» 1952, Nr. 24, S. 987.

MITTEILUNGEN

Neue Triebwagen für die Trogenerbahn. Die elektrische Strassenbahn St. Gallen—Speicher—Trogen, die im Jahre 1903 ihren Betrieb eröffnete, hat 1952 drei neue Motorwagen für Pendelbetrieb eingesetzt, deren elektrische Ausrüstung von der Maschinenfabrik Oerlikon entwickelt und gebaut wurde, während die Schindler-Wagon AG., Pratteln, den mechanischen Teil lieferte. Die nach modernsten Grundsätzen in leichter

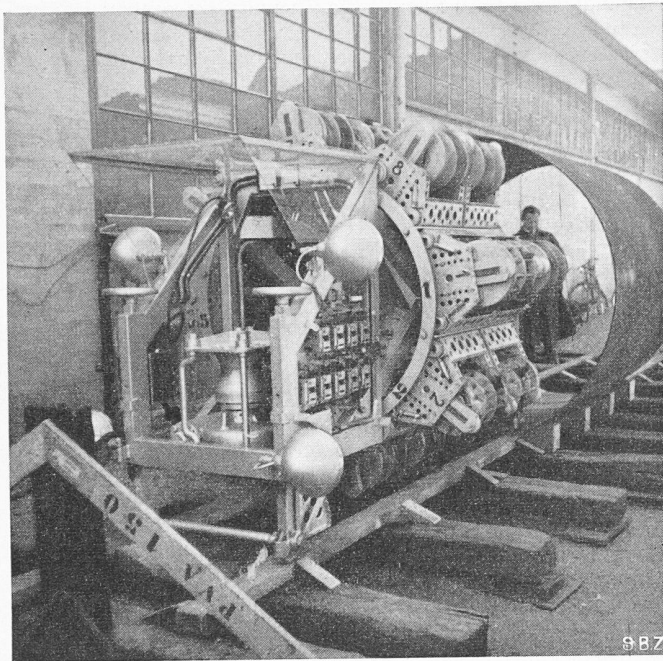


Bild 4. Neue von Arx-Rohrreinigungsmaschine bei Versuchen in Versuchsanlage an einem Rohr von 1,75 m Durchmesser

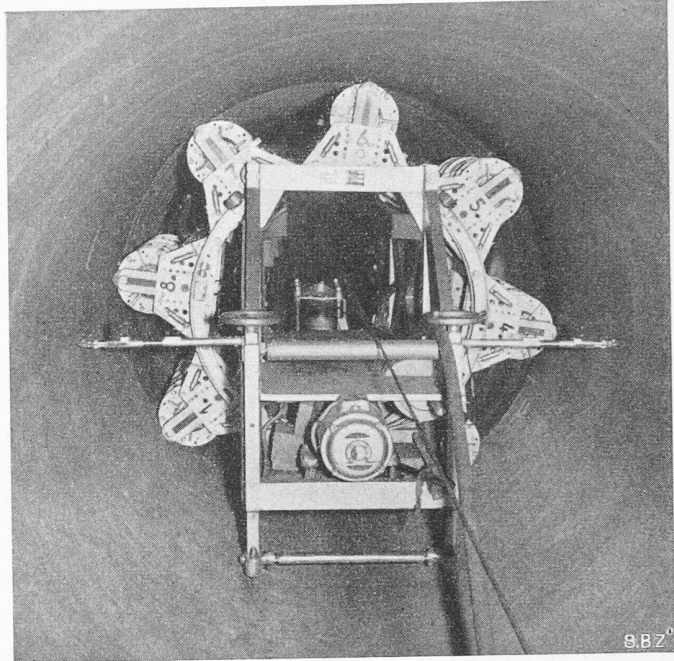


Bild 5. Von Arx-Rohrreinigungsmaschine im Zulaufstollen des Kraftwerkes Oberaar der KWO

Stahlkonstruktion gebauten Wagen vermögen bei 27 t Tara insgesamt 81 Personen sowie rd. 25 t Gepäck aufzunehmen und ausserdem 25 t, ausnahmsweise 40 t Anhängengewicht auf der mit maximal 70 % ansteigenden Strecke zu befördern (totales Zugsgewicht 75 t). Die grösste Fahrgeschwindigkeit beträgt 65 km/h, die Nennleistung 516 PS (bei 33,5 km/h). Neu ist die Anwendung von Tatzlagermotoren mit gummi-federten Antriebsrädern, was dank des geringen Motorgewichtes (rd. 5 kg/PS) möglich war und eine wesentliche Vereinfachung und Verbilligung gegenüber den bisher üblichen Konstruktionen, zum Beispiel den Innenrahmen-Drehgestellen, bedeutet. Diese Wagen stehen seit mehreren Monaten im Betrieb und befriedigen in jeder Beziehung; eine Beschreibung namentlich der elektrischen Ausrüstung findet man im «Bulletin Oerlikon» Nr. 295 vom Dezember 1952.

Erdgas in Italien. Schon seit 14 Jahren wird in Italien Erdgas gewonnen und für industrielle Zwecke verwendet, und zwar in der Po-Ebene; die Entwicklung ist in den letzten vier Jahren ganz besonders schnell vorwärtsgeschritten. Das Gas wird in so reinem Zustand gewonnen, dass eine Verfeinerung nicht erforderlich ist. Ueber 1000 Stahlwerke, Kraftwerke, Textilfabriken und andere Anlagen arbeiten nur noch mit Methan. Unter der Oberaufsicht der Regierung sind 1450 km Stahlrohre verlegt worden, weitere 2000 km sind im Bau. Bereits im Betrieb befindliche Bohrlöcher gewährleisten einen Ertrag an Gas, der einer Gasmenge entspricht, die mit 6,5 Mio t Kohlen im Jahr erzeugt wird; die tägliche Ausbeute beträgt etwa 45 Mio m³ Gas, was einem Durchsatz von rd. 7000 t

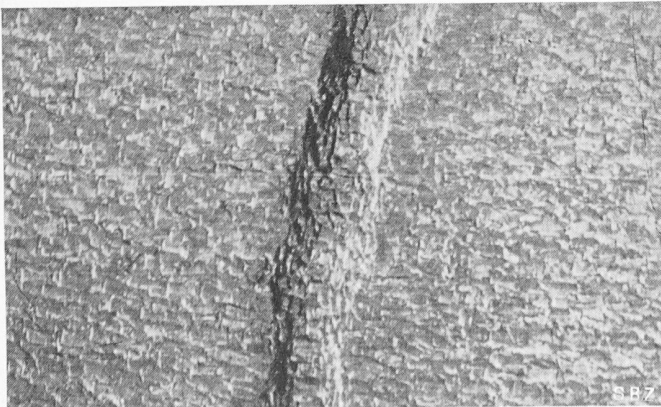


Bild 6. Eine maschinell entrostete Fläche, abgebildet im linearen Masstab 2,25:1. Auch die Schweissraupe ist lupenrein entrostet; die im Bilde dunklen Stellen sind Schatten

Kohlen gleichkommt. Allein die Anlage in Cortemaggiore gewinnt heute täglich etwa 28,3 Mio m³ Gas und ausserdem beinahe 400 t flüssige Produkte. Fast alle Hauptstädte des nördlichen zentralen Italiens sind an das Ferngasnetz angeschlossen, andere Städte werden in Kürze folgen. Es hat den Anschein, dass in wenigen Jahren Italien kaum noch Kohlen zu importieren braucht und seine Einfuhren an Petroleum voraussichtlich auf die Hälfte zurückgehen werden.

Das Dampfkraftwerk Brighton B bei Southwick (Süddistrikt der British Electricity Authority) hat eine Ausbauleistung von 330 000 kW. Es besteht aus vier Einheiten von 52 500 kW und zwei von 60 000 kW. Gegenwärtig stehen zwei Einheiten von 52 500 kW bei 3000 U/min im Betrieb. Es handelt sich um dreihäusige Maschinensätze von Richardsons Westgarth Ltd., die Frischdampf von 63,3 at und 480 ° verarbeiten. Im Hochdruckgehäuse befinden sich eine Aktionsstufe und 24 Reaktionsstufen, im Mitteldruckgehäuse sind 19 Reaktionsstufen untergebracht und im doppelendigen Niederdruckgehäuse je sechs Stufen. Eine ausführliche Beschreibung findet man in «The Engineer» vom 8. und 15. Mai 1953.

Die nördlichst gelegene Schweisswerkstatt der Welt. Die Amerikaner haben bekanntlich in Thule (Grönland), der nördlichst gelegenen Siedlung der Welt, eine Militär-Flugbasis errichtet. Thule mit seinen 300 Eskimo-Einwohnern liegt nahe dem 75. Breitengrad. Der Flugplatz wird auch dem Zivilverkehr offen stehen. Verschiedene Fluggesellschaften haben bereits Pläne für eine Verbindung Europa—USA mit Zwischenlandung in Thule aufgestellt. Den in diesen Eisregionen stationierten Mechanikern steht selbstverständlich auch eine Schweisswerkstatt zur Verfügung. Kürzlich wurde die erste Lieferung Castolin-Schweissmaterial nach Thule versandt.

Building Exhibition, Olympia, London 1953 (SBZ 1951, S. 209, und 1953, S. 297). In Ergänzung unserer früheren Mitteilungen über diese ausserordentlich vollständige Schau der Bautechnik sei mitgeteilt, dass den Methoden der Vorfabrikation im Hochbau besondere Beachtung geschenkt wird. Ebenso werden sämtliche Systeme der Spannbetonbauweise gezeigt, die ja in England stark ausgebildet worden sind. Alle Auskünfte über die vom 18. November bis 2. Dezember stattfindende Ausstellung sind erhältlich in London WC 1, Vernon Place 4.

Troisième Journées de l'Hydraulique, Alger 1954. Diese wasserbauliche Tagung wird vom 12. bis 14. April veranstaltet von der Société Hydrotechnique de France, 199, rue de Grenelle, Paris 7^e. Anschliessend findet ebendort der zweite internationale Kongress für Bewässerung und Entwässerung statt. Wer einen Bericht einzureichen wünscht, wird gebeten, eine Zusam-