

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 81 (1963)  
**Heft:** 40

**Artikel:** 40 MW-Gasturbinen der Stal-Laval Turbin AG  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-66887>

### **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:** 15.03.2025

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

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 Triebdrillenrillenfutter, 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 Triebdrillen 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 Abnutzung oder vor übermässiger Korrosion zu schützen und über seine Eigenschaft, das Gleiten des Seiles auf dem Triebdrillen 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<sup>3)</sup> 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 unnützlich 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 Gesteungskosten, 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 Hochdruckturbinen 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 Verdichterguppen durch eine zweistufige Hochdruck- bzw. Mitteldruckturbinen mit individuellen, veränderlichen Drehzahlen angetrieben wird, während die mit 3000 U/min arbeitende Niederdruckturbinen die Nutzleistung aufbringt. Die beiden Kompressorturbinen sind je zweistufig und in einem gemeinsamen Gehäuse mit gleicher Achse eingebaut, so dass das Gas wie in einer einzigen Turbinen nacheinander die Schaufelkränze beider Maschinen durchströmt.

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 Läufer-scheiben 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 Läufer-scheiben 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 beschauelten Läufer von der Austrittseite her nacheinander eingebaut.

Die Nutzleistungsturbinen sind 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-

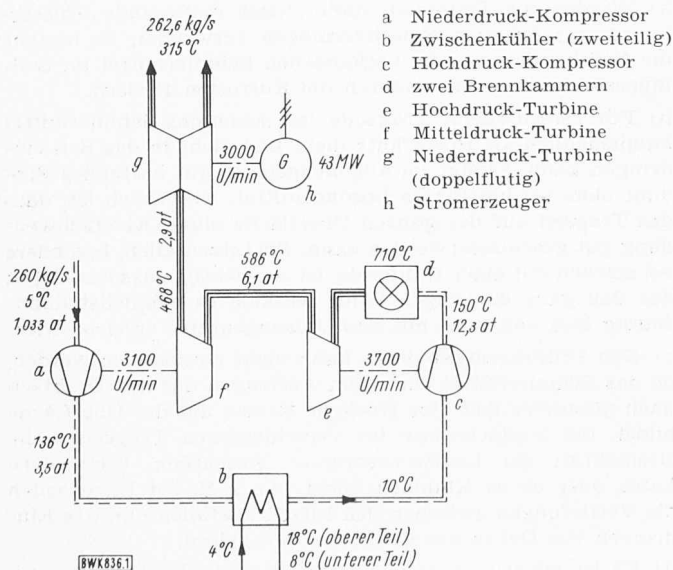


Bild 1. Wärmeschaltplan der Anlage Västervik

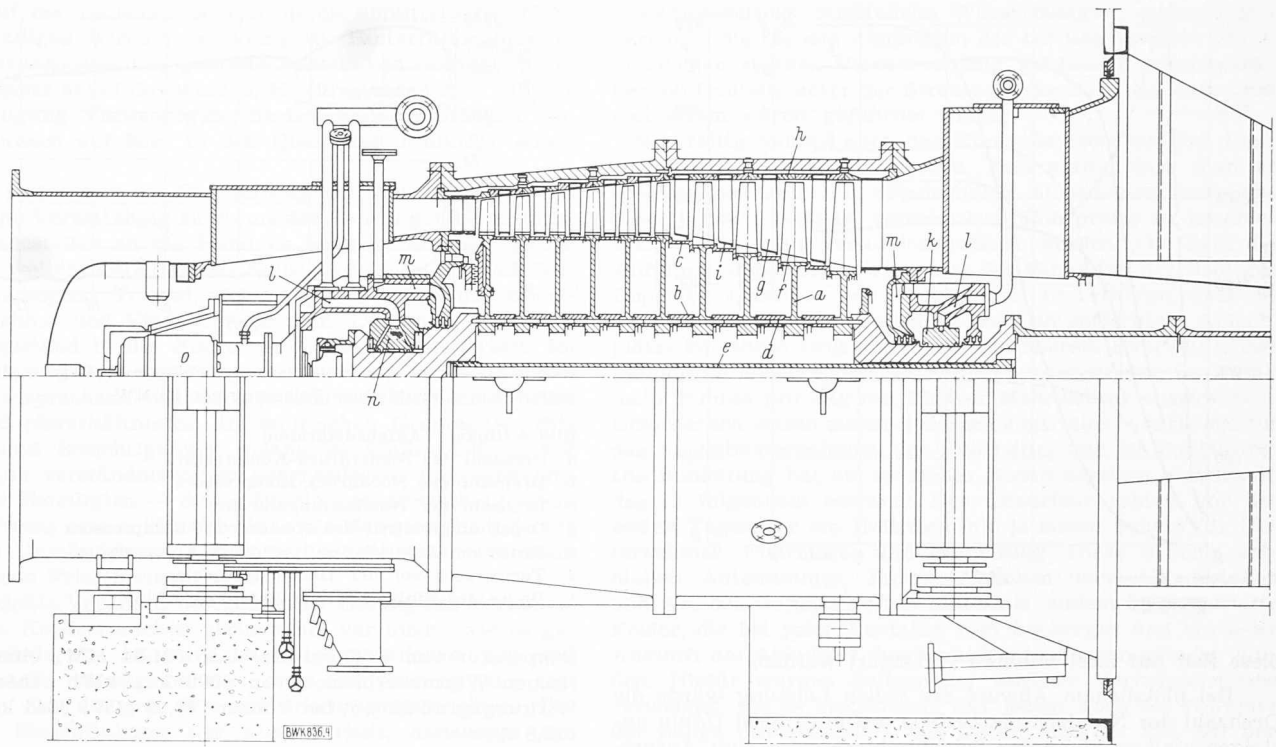
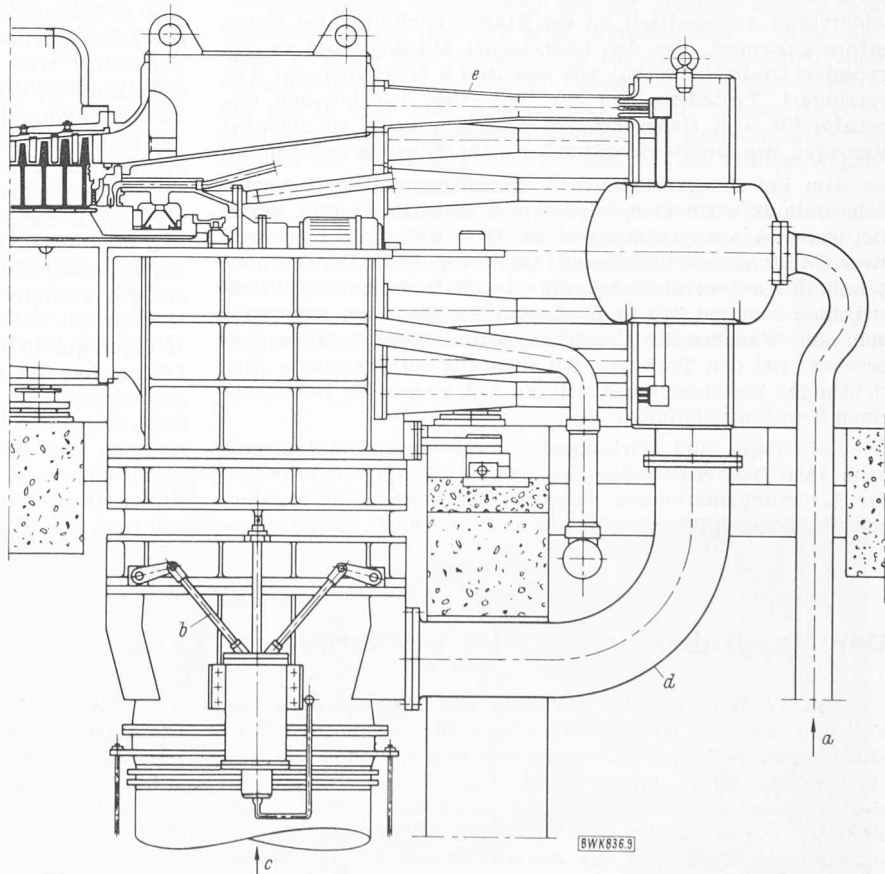


Bild 2. Längsschnitt durch den Hochdruck-Kompressor

- a Laufradscheibe
- b Innerer Distanzring
- c Aeusserer Distanzring
- d Bolzen
- e Hohlwelle
- f Laufschaufel
- g Leitschaufel
- h Leitschaufelträger
- i Aeusserer Leitschaufelring
- k Gleitlager
- l Oelzufuhr
- m Oeldunstabsaugung
- n Drucklager
- o Elektromotor

Bild 3 (rechts). Anfahrvorrichtung

- a Anfahrluft
- b mit Drucköl betätigtes Gestänge zum Öffnen und Schliessen der Klappen
- c Luftleitung vom Niederdruck-Kompressor
- d Bypassleitung
- e zwölf Injektoren



fahren wird einem Vorratsbehälter Druckluft von 50 at entnommen, auf 11,5 at entspannt und dann durch die Leitung a einem Verteilkasten zugeführt, der mit dem Saugstutzen des Hochdruckkompressors durch zwölf Injektoren e verbunden ist. Gleichzeitig schliesst ein mit Drucköl betätigtes Gestänge b mittels zwei im Saugstutzen eingebauten Klappen die Verbindungsleitung c zum Niederdruckkompressor ab. Die Druckluft expandiert in den Strahlapparaten e, wobei sie Luft aus der Atmosphäre durch den Niederdruckkompressor und eine Bypassleitung d mit sich reisst. Das Gemisch gelangt in den Hochdruckkompressor, wodurch dieser als Turbine arbeitet und den Anwurfmotor unterstützt. Dieser Vorgang dauert rd. eine Minute und benötigt 250 kg Druckluft. Die erforderliche elektrische Antriebsleistung wird zu 210 kW angegeben. Falls die äussere Stromversorgung ausfällt, springt ein Diesel-Notstrom-Aggregat von 240 kW ein.

Die beiden Kompressorgruppen sind mit Elektromotoren gekuppelt, die einerseits zum Anwerfen und andererseits zum Drehen der Rotoren nach dem Abstellen dienen. Man bezweckt damit ein gleichmässiges Abkühlen. Es ist auch möglich, mit Druckluft allein anzufahren, wobei aber etwas grössere Luftmengen erforderlich sind. Die Nutzleistungsturbine wird mit dem Gasstrom angefahren. Wie aus dem Anfahrtdiagramm Bild 4 ersichtlich ist, dauert ein normaler Anfahrvorgang rd. 4 Minuten, bis zur vollen Leistungsabgabe verstreichen sechs weitere Minuten; in Notfällen kann

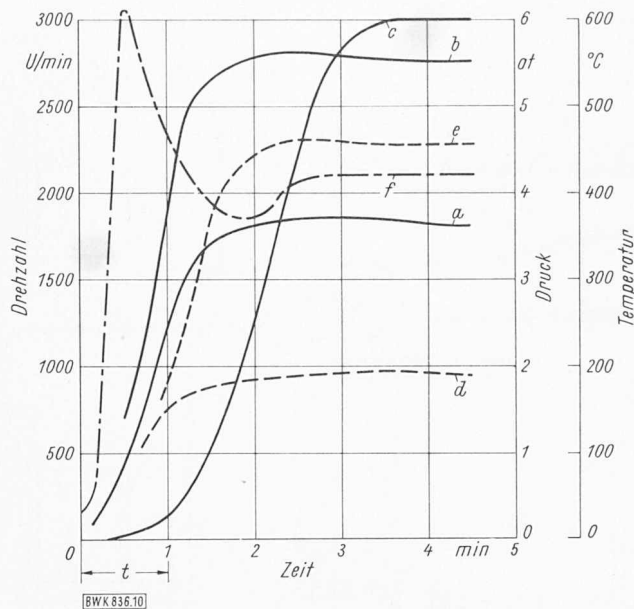


Bild 5. Drehzahl der Nutzleistungsturbine und Regelventilhub bei plötzlichem Abwurf einer Belastung von 39 MW

Bild 4 (links). Anfahrtdiagramm

- a Drehzahl des Niederdruck-Kompressors
- b Drehzahl des Hochdruck-Kompressors
- c Drehzahl der Nutzleistungsturbine
- d Druck am Austritt des Niederdruck-Kompressors
- e Druck am Austritt des Hochdruck-Kompressors
- f Temperatur vor der Hochdruckturbine
- t Dauer des Einblasens von Anfahr-Druckluft

diese Zeit auf zwei Minuten verringert werden.

Bei plötzlichem Abwurf der vollen Leistung würde die Drehzahl der Nutzleistungsturbine auf etwa 3900 U/min ansteigen, und es käme der Schnellschlussregler zum Ansprechen, der auf 3300 U/min eingestellt ist. Um dies zu verhindern, wird in einem solchen Fall ein elektrischer Bremswiderstand automatisch an die Ständerwicklung des Generators gekuppelt, der den Lastabwurf auffängt und so den grössten Drehzahlanstieg, wie aus Bild 5 ersichtlich, auf 6 % verringert. Trotzdem sind zur Sicherheit Turbine und Generator für 30 % Ueberdrehzahl bemessen, damit sie auch bei Versagen des Bremswiderstandes nicht Schaden nehmen.

Um bei Schwerölbetrieb Verkrustungen der Turbinenschaukeln zu vermeiden, wird dem Brennstoff Perolin, ein in Oel lösliches Aethylsilikat mit rd. 15 % SiO<sub>2</sub>, zugesetzt, und zwar im Mengenverhältnis zur Asche von 4,5:1. Der Aschengehalt des Schweröls schwankte im Betriebsjahr 1959/1960 zwischen 150 und 370 ppm. Es wurden besondere Massnahmen zum Waschen der Verdichter während des Betriebs vorgesehen. Bei den Turbinen, wo ebenfalls entsprechende Einrichtungen bestehen, muss sich die Anlage vor der Reinigung einen Tag lang abkühlen.

Leistungs- und Wirkungsgradmessungen konnten erst nach 1800 Betriebsstunden und nach vorgängigem Waschen der Strömungsmaschinen durchgeführt werden. Sie ergaben bei einer Aussentemperatur von 5 °C und einer Kühlwasser-

temperatur von 4 °C bei Halblast (21,54 MW) einen spezifischen Wärmeverbrauch von 4096 kcal/kWh (thermischer Wirkungsgrad 21 %), bei Vollast (43,08 MW) 3341 kcal/kWh (25,8 %).

Eine ähnliche Anlage von 40 MW ist in Sundsvall im nördlichen Schweden aufgestellt worden; sie kam gegen Ende 1962 in Betrieb und wird als Spitzenlast- und Reserveeinheit mit einer jährlichen Betriebszeit von etwa 800 h dienen. Als Brennstoff wird wieder Schweröl verwendet, das aber im Gegensatz zu dem der Anlage in Västervik gewaschen und zur Erhöhung des Schmelzpunktes der restlichen Aschen mit einem Zusatz von Mg SO<sub>4</sub> versehen wird. In der Waschanlage, die automatisiert ist, wird zuerst ein Emulsionsbrecher und danach 5 bis 10 % Wasser zugeführt. Dann folgt die Vermischung in zwei parallelgeschalteten Vorrichtungen und schliesslich die Abscheidung des Wassers vom Oel in vier Separatoren, wobei die wasserlöslichen Salze mit dem Wasser grösstenteils weggehen. So verringert sich z. B. der Natriumgehalt bei einmaligem Waschen nach Messungen von 150 ppm auf 10 ppm. Die anschliessende Zugabe von Mg SO<sub>4</sub>-Lösung hat den Schmelzpunkt der nach dem Waschen übrig gebliebenen Oelaschen von etwa 600 °C auf über 800 °C erhöht. Besondere Vorkehrungen wurden getroffen für das Vorwärmen des Schweröls und des Versorgungssystems bis unmittelbar vor die Brenner vor dem Anfahren sowie zum Füllen dieses Systems und der Brenner mit destilliertem Oel während des Stillstandes.

## Der Baugrubenaushub «Im Lochergut» in Zürich

DK 624.055

Am 20. Januar 1963 wurde in der stadtzürcherischen Volksabstimmung eine Kreditvorlage für die Wohnkolonie «Lochergut» in Zürich-Aussersihl von 36,5 Millionen Franken (Kostenbasis 1961) gutgeheissen. Das (heute etwas reduzierte) Bauprogramm enthält im wesentlichen 351 Wohneinheiten mit Einstellgarage für 430 Autos, ferner: Ladenzentrum (16 Einheiten), ein Restaurant auf der (erhöhten) Fussgängerebene, Werkstätten, Kindergarten und Freizeiträume; einen Quartier-Luftschutzbunker für 1500 Personen mit Sanitätshilfsstelle und Unterstand für die Kriegsfeuerwehr.

Mit der Ueberbauung des Lochergutes ist Architekt S. I. A. Karl Flatz, Zürich, beauftragt. Ihm und dem örtlichen Bauleiter, Robert Philipp, danken wir den nachfolgenden Bericht, der die schwierigen technischen und vor allem organisatorischen Probleme anschaulich schildert, welche mit dem ausserordentlich grossen Umfang des Aushubes und Materialabtransportes für die in ihrer Fläche 14 000 m<sup>2</sup> mes-

sende Baugrube verbunden waren. Mit der geschickt getroffenen Organisation des Transportbetriebes hat die Bauleitung in erspriesslicher Zusammenarbeit mit den städtischen Behörden und den ad hoc zusammengeschlossenen Transportunternehmungen gleichsam eine Pionierleistung vollbracht, die verdient, in Fachkreisen gewürdigt zu werden. G. R.

Wer sich heute, nach vollendetem Aushub, die Baugrube ansieht, wird von deren erstaunlicher Grösse sehr beeindruckt. Von der Grösse und von der Mannigfaltigkeit der Organisationsprobleme, die mit dieser Arbeit verbunden waren, mag sich auch der Fachmann nicht leicht eine Vorstellung machen. Für deren Lösung war zu berücksichtigen: Die Baustelle liegt im Stadtinneren an der überaus stark befahrenen Badenerstrasse und wird weiter begrenzt durch die verkehrsreiche Sihlfeldstrasse, ferner die vorwiegend Anliegerverkehr aufweisenden Seebahn- und Karl-Bürkli-Strasse. Diese besondere Lage schloss eine Deponie des Aus-