

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 107/108 (1936)  
**Heft:** 21

**Artikel:** Saug-Bagger mit Wanderrost  
**Autor:** Brupbacher, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-48304>

#### **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:** 10.01.2026

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

## Saug-Bagger mit Wanderrost.

Von Ing. H. Brupbacher, Zürich.

Seit einigen Jahren befasst sich die *Maschinenfabrik a. d. Sihl A.-G.*, Zürich mit dem Bau selbstansaugender Förderpumpen für die Entschlammung von Gruben und Schächten, sowie für den Aushub von Kies und Sand; die Pumpenanlagen werden je nach dem in Betracht kommenden Standort als ortfeste, fahrbare oder schwimmende Bagger konstruiert. Bei ihnen erfolgt der Aushub durch Absaugen des Materials, das in einem sogenannten «Saugrüssel» vom Förderwasser mit hochgerissen und sodann in Leitungsröhren nach einem Vorfluter fortgespült wird. Ein vor der Mündungsöffnung des Saugkorbes angeordnetes Gitter erhält eine der zulässigen Korngrösse des Fördergutes entsprechende Maschenweite; es verhindert ein Eindringen gröberen Gesteins in den Saugrüssel, der an dem unter Wasser befindlichen Teil der Uferböschung abwärts schreitend das Material von der Böschung abhebt.

Während es dank der kräftigen Saugwirkung der Pumpe zwar leicht möglich ist, selbst groben, bis faustgrossen Steine mitführenden Kies zu fördern, fehlt es den Saugbaggern bis anhin an einer den ausgiebigen Aushub grobsteinigen oder kompakten Materials gewährleistenden Lockerung des Bodens. Eine solche wurde bei schwerem Material auch mit dem Druckwasserstrahl kaum mehr erreicht, zumindest nicht in einem den Aushub ökonomisch gestaltenden Umfang. Um den bezügl. Anforderungen der Praxis entsprechen zu können, ist die Maschinenfabrik a. d. Sihl dazu übergegangen, ihre neueste Saugbaggeranlage mit einem, von den *von Roll-Werken Rondez* gebauten «Wanderrost» auszurüsten. Dieser bildet einen den Fahrzeuraupen ähnlichen endlosen Kettenrost mit über die Kette vorstehenden Aufreissern, die in den Boden eingreifen, ihn lockern und das aufgewühlte Material vor das Mundstück des Saugrüssels schieben. Der Wanderrost ist gewissermassen ein gelenkiges Gitter von 90 mm Maschenweite, das walnuss- bis faustgrossen Steinen den Durchlass freigibt. Grösseres Geröll wird vom Wanderrost weggeschoben, während zwischen den Aufreissern festgehaltene ganz grosse Steine mitgenommen, im Falle ihrer Verwendbarkeit vom obern Trumm von Hand abgehoben, oder aber mechanisch abgestreift und auf den Seegrund versenkt werden. Der Wanderrost ist in einen starren Rahmen eingebaut, dabei über zwei untere Leitrollen und oben über Mitnehmerrollen geführt. Die letzgenannten Rollen sitzen auf einer ortfest gelagerten Antriebwelle, um die der Wanderrost in senkrechter Ebene verschwenkt werden kann. Der Saugrüssel ist seitlich am Rahmen angebracht, er ragt mit dem einwärts gebogenen Mundstück unter der Leitrollenwelle hindurch bis nahe an das Gitter heran. Das vorn flache Saugmundstück hat die Breite des ihm vorgelagerten Gitters und geht hinten mit rundem Querschnittsprofil in das Saugrohr des Rüssels über. Der in Abb. 2 gezeigte Wanderrost hat in Vierergruppen nebeneinander angeordnete Aufreisser, wogegen diese bei dem weiter unten in Anwendungsbereitschaft abgebildeten Wasserrost zu Dreiergruppen zusammengestellt sind (Abb. 3). Trotz der etwas geringeren Breite des Rostes ist hier der gegenseitige Abstand der Aufreisser grösser als bei den Vierergruppen. Davon abhängig ist einerseits die minimale Grösse der Steine, die zwischen den Aufreissern noch festgehalten und auf dem Wänderrost nach oben transportiert werden können. Anderseits ist der Abstand der in dieser Gruppenordnung gleichsam als Rechen wirksamen Aufreisser massgebend für die zweckmässige Lockerung des Bodens, indem es sowohl für die Geschiebebewegung als auch für die Aufrauhung der im Zwischenzahnabstand gelegenen Streifen, bei grobsteinigen oder kompakten Böden weitähnlicher, bei feineren Böden dagegen engzähniger Rechen bedarf. Abbildung 3 lässt erkennen, dass jeweils die beiden äusseren Aufreisser der Dreiergruppen obernends auswärts gebogene Schaufeln haben. Diese bewirken die Aufrauhung einer Bodenfläche, die breiter ist, als der Vorderteil des Wanderrostes. Dadurch wird verhindert, dass dieser mit seinem Vorderteil beziehungsweise den über ihn vorstehenden seitlichen Deckplatten sich im Boden eingraben oder festklemmen kann. Der den Wanderrost und Saugrüssel aufnehmende Rahmen hängt an dem über einem Differentialflaschenzug geführten Förderseil einer Konsolwinde; er kann mittels dieser in der vertikalen Schwenklage verstellt und damit der Wanderrost samt Saugrüssel während des Baggerbetriebs ständig in Arbeitstellung gehalten werden. Im Gegensatz zu der früher beschriebenen Ausführung des auf Saugwir-

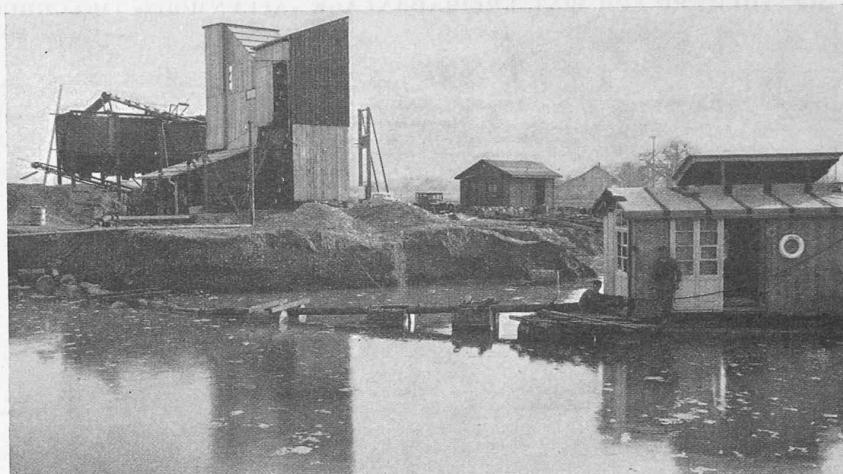


Abb. 6. Pumpenhaus auf Floss mit schwimmender Druckleitung zum Siebwerk und Silo.

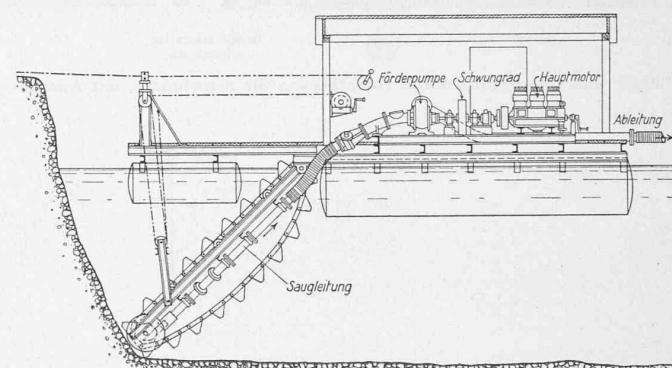


Abb. 1. Schemat. Längsschnitt der «Saug-Rost-Bagger»-Anlage, 1:150.

kung allein beruhenden Baggers schreitet bei dem sogenannten «Saug-Rost-Bagger» der Wanderrost an dem unter Wasser befindlichen Teil der Uferböschung, von der der Saugrüssel das Material abhebt, aufwärts.

Die Förderpumpe und der Antriebmotor sind zusammen mit einer Druckwasserpumpe nebst zugehörigem Hilfsmotor auf einem soliden Untergestell gelagert. Dieses ruht auf einem mit dem Maschinenhaus überbauten Floss. Ein im Maschinenhaus untergebrachtes, an einem 8 PS Motor laufendes Schneckenradgetriebe ist durch Kette und Kettenräder mit der Mitnehmerwelle des Wanderrostes verbunden, der eine Geschwindigkeit von  $0,1 \div 0,12$  m/sec erhält. Er schiebt das Material vor die Mündung des Saugrüssels, in dem es von dem angesogenen Wasser hochgerissen und in die Ableitung fortgespült wird. Diese hat bei der in Abb. 6 gezeigten Anlage eine Länge von etwa 30 m; im Vorfluter wird der feine Schlamsand ausgeschieden, das gewaschene Material aber von einem Elevator hochgehoben und

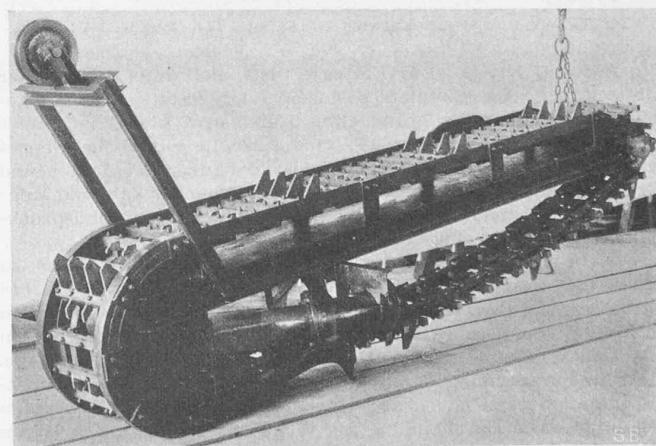


Abb. 2. Wanderrost mit Saugmundstück und in Vierergruppen angeordneten Aufreissern. — Konstruktion L. v. Roll'sche Eisenwerke, Rondez.

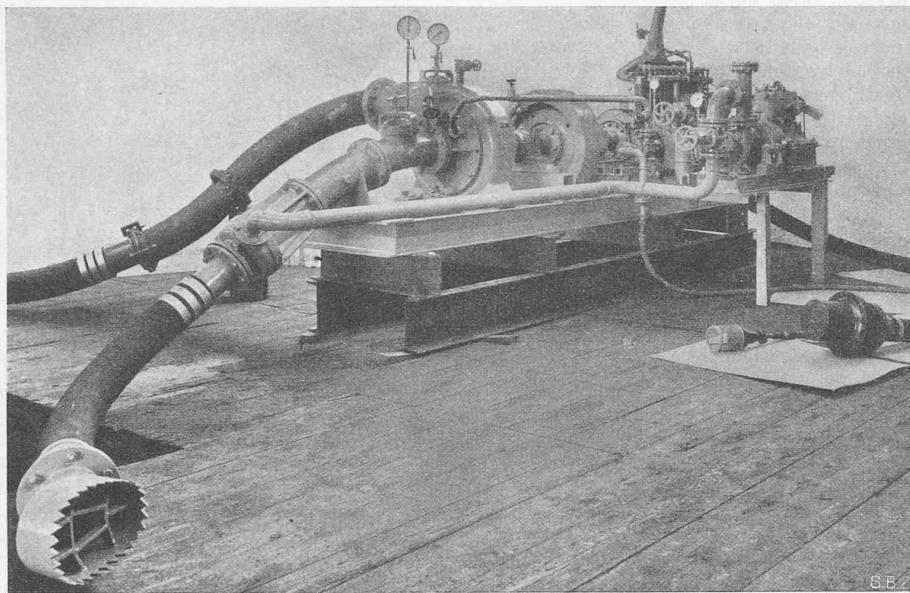


Abb. 5. Förderpumpe mit Antrieb, Saugrüssel, Ansaug-Aggregat und Injektor auf dem Versuchstand.

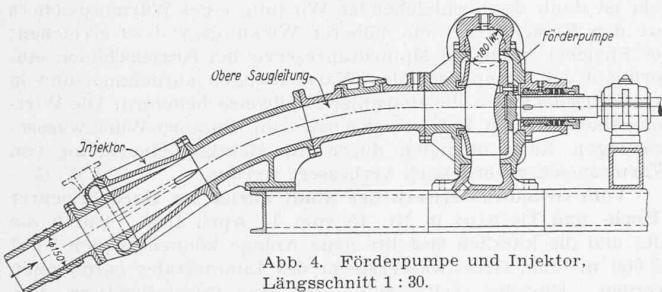


Abb. 4. Förderpumpe und Injektor, Längsschnitt 1:30.

dem nach drei verschiedenen Korngrössen sortierenden Siebwerk zugeführt, wo es versandfertig in die Silos gelangt. Der durch einen weiten Gummischlauch mit der Förderpumpe verbundene Saugrüssel hat einen lichten Durchmesser von 150 mm, die Ableitungsrohre dagegen haben einen solchen von 180 mm. Diese Rohrdurchmesser haben sich bei Verwendung einer leistungsfähigen Förderpumpe für einen Materialtransport von  $30 \div 50 \text{ m}^3/\text{h}$  als ausreichend erwiesen, das sind an festem Material  $15 \div 20 \%$  der Gesamtfördermenge. Die Förderpumpe erreicht einen Druck bis 1,9 at, wovon 1,3 at für die Ueberwindung des Widerstandes in der Ableitung verbraucht werden; für die Saugarbeit verbleiben somit 0,6 at Unterdruck, entsprechend einer effektiven Saughöhe von 6 m Wassersäule. Man hat gefunden, dass auf jeden Meter effektiver Saughöhe eine Baggertiefe von 4 m entfällt, sodass bei einer Saughöhe, die vorliegendenfalls vom Wasserspiegel zur Saugmündung der Pumpe 0,7 m misst, eine Baggertiefe von  $(6 - 0,7) \cdot 4 = 21,2 \text{ m}$  gewährleistet wird. Liegt auch der Wir-



Abb. 3. Wanderrost vor Arbeitsbeginn, Aufreisser in Dreiergruppen.

kungsgrad des Saugbaggers beispielsweise unter dem eines Eimerbaggers, so ist er diesem hinsichtlich des vom Bagger zur Ablagerungsstelle sich erstreckenden Materialtransportes dennoch überlegen. Die Vorzüge der Druckwasserleitung für den Materialtransport fallen namentlich dort ins Gewicht, wo verhältnismässig grosse Förderstrecken zu überwinden sind. Die Anschaffungskosten der Förderrohre und die Kosten für die Montage sowie den Unterhalt sind eher geringer als diejenigen langer Förderrinnen, ganz abgesehen davon, dass diese für sehr lange Transportwege nicht verwendbar sind. Auch liegt es nahe, dass nicht nur die Anschaffung, sondern auch der Betrieb der Druckwasserleitung beträchtlich billiger zu stehen kommt als Einrichtungen für den Materialtransport auf endlosen Bändern, Schiebewagen oder dgl. Zudem verhindert die relativ grosse Wassergeschwindigkeit von  $2,5 \div 3,0 \text{ m/sec}$  weitgehend ein Gleiten und Schieben des Materials in den Ableitungsrohren. In diesen werden die Steine rollend fortbewegt, während der Sand im Wasser wird. Der Reibungswiderstand in der Ableitung ist somit relativ geringer als der in offenen Förderrinnen, wodurch die mechanische Abnutzung der Leitungsröhre herabgesetzt und in der Folge an den sonst teuren Verschleisskosten der Förderrinnen eingespart wird. Neben diesen Vorteilen werden Saugbagger aber auch deshalb geschätzt, weil sie ermöglichen, das Material in einem zusammenhängenden Arbeitsgang zu baggern und zu fördern, dabei zu waschen und versandfertig in die Silos zu verbringen.

Die sehr robuste Förderpumpe (Abb. 4 und 5) hat eine axiale Saugmündung, durch die festes und flüssiges Material zwischen die Flügel des mit 900 U/min rotierenden Förderrades gelangt, wo das durch die tangentiale Fliehkräftekomponente beschleunigte feste Material mitgerissen wird. Während sich die beschriebene Pumpe für die Massenförderung vorzüglich eignet, bedarf sie für den ersten Anhub einer die Saugarbeit selbsttätig einleitenden Ansauge-Vorrichtung. Diese besteht in einem möglichst nahe dem Wasserspiegel gelegenen Injektor, der vier kräftige Wasserstrahlen in das Saugrohr spritzen lässt (Abb. 4). Der patentierte Injektor besteht aus einem in die Saugrohrleitung eingebauten weiten Gehäuse mit vier darin untergebrachten, nach oben gerichteten Wasserstrahldüsen, die von einer  $4 \div 5$  at liefernden Druckpumpe gespeist werden. Diese wird von einem 15 bis 17 PS leistenden Hilfsmotor angetrieben, der ausserdem für den Anwurf des mit ihm in Wirkungsverbindung stehenden, mit der Förderpumpe direkt gekuppelten 70 PS Rohölmotors bestimmt ist. Die Inbetriebsetzung der Baggeranlage erfolgt in nur wenigen Sekunden. Für das Anlaufenlassen des Rohölmotors bedarf es des Hilfsmotors nicht, wenn jener einen leichten Anwurf hat oder an seiner Stelle ein Elektromotor die Förderpumpe treibt. In diesem Falle kann die, wie bereits gesagt, nur beim ersten Anhub der Förderpumpe arbeitende Druckwasserleitung vom Hauptmotor aus betätigt werden, der in der Anlass-Periode ohnehin nicht voll belastet ist und während des kurzen Intervalls die für den Betrieb der Druckwasserleitung erforderliche Energie ohne Weiteres abgeben kann. Der momentane Kraftbedarf der Druckwasserleitung kann mithin bei der Rentabilitätsberechnung der Anlage nahezu vernachlässigt werden. Es liegt ausserdem nahe, das den Wanderrost bewegende Schneckengetriebe gegebenenfalls vom Hauptmotor aus anzutreiben. Die aus der Druckwasserleitung und dem Injektor bestehende Anlassvorrichtung hat gegenüber ausländischen Saugbaggeranlagen (in der Schweiz werden keine Konkurrenzfabrikate erstellt) den Vorteil, dass weder in der Saugleitung Druckleitung Absperrorgane vorhanden sind. Denn diese sind bekanntlich bei sand- und kiesführenden Leitungen starkem Verschleiss ausgesetzt. Auch gestaltet sich das mit der Tätigung von Schiebern oder Klappen verbundene Anlassen von Saugbaggern zeitraubend, insbesondere verschlechtert undicht gewordene Absperrorgane die Vakuumbildung in der Saugleitung. Dadurch wird die Inbetriebsetzung des Baggers oft ganz beträchtlich verzögert und der Wirkungsgrad der Anlage herabgesetzt. Verstopfungen in der Ableitung sind, wenn diese richtig verlegt wird, selten. Sollten solche dennoch auftreten, so gelingt ihre Behebung in einfachster Weise durch gleichmässiges

Neigen der Ableitungsrohre oder gegebenenfalls auch durch deren Abklopfen. Eher treten Verstopfungen im Saugrüssel dann auf, wenn eine Reihe aufeinanderfolgender grosser Steine mit ungleichen Fördergeschwindigkeiten gehoben werden, sich hierbei nebeneinander lagern und im Rohr festklemmen. Auch in diesem Fall bereitet die rasche Behebung der Verstopfung keine Schwierigkeiten, indem durch Oeffnen eines an der Förderpumpe angebrachten Lüftungsventils die Saugwassersäule plötzlich abgebrochen und das festgeklemmte Material unter dem Gewicht der fallenden Wassersäule losgerissen wird.

Selbstverständlich könnte der Saugbagger statt auf einem schwimmenden Floss auch ortfest am Ufer aufgestellt oder wie etwa bei Flussbaggerungen auf einem Landfahrzeug, z. B. einem solchen mit Raupenantrieb montiert sein. Eine bevorzugte Anwendung findet der Saug-Rostbagger für die Ausbaggerung von Flussbetten und Kanälen, z. B. bei hydroelektrischen Kraftwerken, außerdem aber auch bei Landaufschüttungen mit dem aus Flussbetten oder Gruben geförderten Material, wie dies bei der Aushebung von Geländen oder Urbarmachung von Sumpfgegenden oft notwendig wird. In Bezug auf die hiervor mitgeteilten Anwendungsmöglichkeiten des Saugbaggers ist dieser, mit dem über grosse Entfernungen bis 1000 m gewährleisteten direkten Materialtransport in der Druckleitung, andern Bagger-systemen überlegen.

## MITTEILUNGEN

**Wirtschaftlichkeit grosser Zentralheizungen.** Bedeutungsvolle Messungen an ausgeführten Zentralheizungs-Anlagen veröffentlicht A. Frietsche in der «Z. VDI» (Bd. 79 (1935) Nr. 51). Mit thermo-elektrischen Wärmemengenmessern wurden die den Heizkörpern zugeführten und von ihnen abgegebenen Wärmemengen für die Dauer mehrerer Betriebsjahre an fünf Pumpen-Warmwasserheizungen mit 0,72 bis  $3,5 \cdot 10^6$  Cal/h gemessen. Die resultierenden Wärmeflussbilder zeigen für verschiedene Belastungsstufen, wie die im Brennstoff den Kesseln zugeführte Wärme sich auf Nutz- und Verlustwärme verteilt. Bei einer Mindestleistung von nur  $1/15$  der Höchstleistung fällt zwar der Anteil der Heizkörper-Nutzwärme von 55 % auf nur 27,2 %; da aber der Anteil der von den Strängen an das Haus abgegebenen Nutzwärme gleichzeitig von 9,8 auf 21,8 % ansteigt und die nur zur Hälfte als Verlust bewertete Wärmeabgabe der Hauptleitungen und Anschlüsse von 5,2 auf 21 %, so folgt das außerordentlich wichtige Ergebnis, dass selbst bei der genannten Mindestleistung der Gesamtwirkungsgrad von Pumpen-Warmwasserheizungen insgesamt um nur etwa 8 % abnimmt. Die Drosselung der Heizkörper bewirkt eine wesentlich erhöhte Wärmeabgabe des Rohrleitungssystems an das Haus außerhalb der Wohnungen. Vorausgesetzt ist bei dieser Rechnung allerding der Beharrungszustand, ferner die Bewertung der vollen Wärmeabgabe der Stränge und halben Wärmeabgabe der Hauptleitungen und Anschlüsse als Nutzwärme, schliesslich ein von der Belastung unabhängiger Kesselwirkungsgrad von 70 %, was jedoch nur als rohe Annäherung gelten kann.

Für die Wärmeabgabe der Heizkörper ergab sich eine erstaunlich eindeutige, geradlinige Abhängigkeit von der monatlichen Gradtagzahl bei einer durchschnittlichen Innentemperatur von  $18^{\circ}$  C. Dagegen liegen die mittleren Heizwassertemperaturen für die einzelnen Monate im praktischen Betrieb wesentlich höher als theoretisch erforderlich, besonders in den Uebergangsmonaten, namentlich am Ende der Heizperiode. Bei Aufstellung der Heizkörper unter den Fenstern passen sich die beobachteten Heizwassertemperaturen dem theoretischen Verlauf merklich besser an. Die Heizkörperausnutzung, d. h. das Verhältnis der gemessenen Wärmeabgabe der Heizkörper zur höchstmöglichen Wärmeabgabe, ist durchwegs erstaunlich niedrig, in der Uebergangszeit meist nur etwa 20 %; sie kommt nur während der 3 bis 4 Wintermonate auf etwa 40 % und beträgt im Monatsmittel höchstens 45 %.

Für das Hochheizen der Anlage ist eine mit sinkender Heizkörperausnutzung steigende Leistung nötig. So beträgt die Hochheizleistung bei zweistündiger Hochheizdauer für 100 % Ausnützung etwa 140, für 20 % Ausnützung 180 % der Dauerwärmeleistung. Dabei nehmen, neben den Heizkörpern, vor allem die Hauptleitungen einen wesentlichen Teil der gespeicherten Wärmemengen auf. Die Hochheizdauer kann beträchtlich abgekürzt werden, wenn ein Wärmespeicher eingebaut wird. Statt etwa 2 h vor der Benutzung der Räume mit dem Heizen beginnen zu müssen, genügt dann eine Hochheizzeit von nur  $1/2$  h; dadurch können die sonst in den übrigen  $1 \frac{1}{2}$  h abgegebenen Wärmemengen eingespart werden, was umgerechnet etwa 5 % des jährlichen Brennstoffverbrauchs bedeutet. Wird der Wärme-

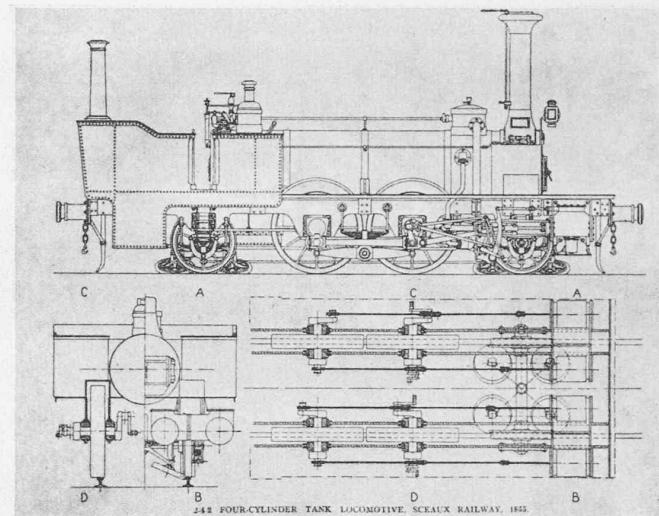


Abb. 1. Lokomotive der Bahn Paris-Sceaux, 1855 (nach «The Locomotive»).

speicher von den nachts nur durchbrennenden Kesseln aufgeladen, so erhöht sich diese Ersparnis sogar auf etwa 20 %. Außerdem ist dank der ausgleichenden Wirkung eines Wärmespeichers auf den Kesselbetrieb ein höherer Wirkungsgrad zu erreichen; der Speicher kann als Momentanreserve bei Kesselschäden einspringen, bei Pumpenschäden Wärmemengen aufnehmen und in den Betriebspausen die Heizanlage teilweise beliefern. Die Wirtschaftlichkeit und Betriebsicherheit von Pumpen-Warmwasserheizungen kann demnach durch die richtige Einordnung von Wärmespeichern erheblich verbessert werden.

W. G.

**Vom Grundwasserwerk der Stadt Zürich im Hard** berichtet «Hoch- und Tiefbau» in Nr. 15 vom 11. April 1936. Durch die alte und die kürzlich erstellte neue Anlage können täglich total 43 000 m<sup>3</sup> dem Grundwasserstrom des Limmattales entnommen werden. Einzelne Teile sind auf eine Gesamtleistung von 99 000 m<sup>3</sup> bemessen, sodass sich die spätere Erweiterung auf die Anlage neuer Filterbrunnen und die Aufstellung von Pumpenaggregaten beschränkt. Das Fassungsgelände misst rund 257 000 m<sup>2</sup>, die darauf stehenden Gebäudeteile des Landwirtschaftsbetriebes werden abgetragen und die Wiese mit teilweise Düngerverbot verpachtet. Der Schmutz- und der Hochwasserkanal der städtischen Kanalisation sind seit 1934 durch außerhalb des Geländes liegende Stränge ersetzt, um jede Infiltration von Schmutzwasser in das Fassungsgebiet auszuschliessen.

Die Brunnen wurden nach vorgängiger Sondierbohrung bis zum Grundwasserspiegel, das ist rd. 3 m, von Hand ausgeschachtet. Anschliessend folgte die Bohrung von 1000 bis 1200 mm Durchmesser. Die Filter und der Schlamsack bestehen aus Steinzeug. 10 m unterhalb des niedersten Grundwasserstandes schliesst die 500 mm weite gusseiserne Heberleitung an. Der Raum zwischen Filterrohr und Bohrlochwand ist mit Filterkies ausgefüllt. Die Tiefe der Brunnen beträgt 28 m. Die Fassungsrohre münden in zwei getrennte Heberleitungen und diese in den zylindrischen Sammelbrunnen von 9,5 m Durchmesser, der pneumatisch rd. 10 m unter Grundwasserspiegel abgesenkt ist. Das Pumpengebäude ist auf diesem Brunnen aufgebaut. Die Gründung der Transformatorenanlage und anderer Nebengebäude musste mit Hilfe von 5 m langen Trägern derart gestaltet werden, dass der dem Sammelbrunnen unmittelbar benachbarte Boden wegen Setzungsgefahr nicht beansprucht wird. An Maschinen sind vorhanden: Eine Zentrifugalpumpe von Escher-Wyss für 250 l/sec, eine Schraubenpumpe von Sulzer für 500 l/sec, eine automatische Entlüftungspumpe für die Heberleitung und eine Ejektorpumpe zum Entleeren des Saugschachtes. Eine eigene Transformatorenstation mit Zubehör und elektrische Akkumulieröfen vervollständigen die Einrichtung der Anlage. Die Abgabe des Wassers an das städtische Netz erfolgt mittels zweier Leitungen, wovon die eine (850 mm, Gusseisen) beim Dammsteg, die andere (450 mm) in Altstetten angeschlossen ist.

**Führungsrollen statt Spurkränze.** Im Jahre 1840 veröffentlichte der französische Ingenieur Arnoux einen von den Physikern Coriolis, Arago und Dulong unterstützten Bericht an die französische Akademie, in dem er ein neues Eisenbahnsystem vorschlug, das nachher auf der Bahnlinie Paris-Sceaux eingeführt wurde. Abb. 1 zeigt die eigenartige Lokomotive dieser Bahn mit den geneigten Führungsrollen, die an Stelle von Spur-