

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 105/106 (1935)
Heft: 25

Artikel: 1-D-1 Heissdampf- Express-Lokomotiven für die Bulgarischen Staatsbahnen
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-47541>

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: 15.05.2025

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

auf sich zog. Es war nicht nur begreiflich, sondern nötig, dass sie den Anschluss an das blühende Reich der Technik suchte, um wieder festen Boden unter sich zu fühlen, und das neu erwachte Interesse des Architekten am Technischen war keineswegs nur Sache des Intelles, vielmehr ein Streben nach Sicherheit, Klarheit und Sauberkeit schlechthin.

Dabei sind freilich die technischen Möglichkeiten dem Architekten nicht selten über den Kopf gewachsen: sie stellten so viele dringliche Probleme des Vordergrundes, dass manchmal nur schon die Zeit fehlte, sich ernsthaft mit den tieferliegenden Fragen zu befassen. Ausserdem stand der Architekt wie jeder andere so sehr unter der Faszination der technischen Erfindungen, dass er sich zurückgeblieben vorgekommen wäre, hätte er auf eine der gebotenen Möglichkeiten verzichtet; er geriet in Gefahr, zu vergessen, dass die Technik immer nur Mittel für ausser-technische Zwecke sein kann, und dass für die Architektur der Mensch das Mass aller Dinge ist und bleibt. Der Architekt muss sich die Freiheit ausdrücklich vorbehalten, innerhalb der technischen Möglichkeiten eine Auswahl zu treffen, die durchaus nicht immer die Grenze des Möglichen erreichen muss. Die Ausnützung der äussersten Grenzen ist für Ingenieurkonstruktionen nötig, für die Architektur ist es oft wichtiger, zur Wahrung des menschlichen Massstabs etwas *nicht* zu tun, obwohl man es technisch könnte, als es nur deshalb zu tun, *weil* man es technisch kann. Die heutige Situation ist der des Jahrhundertanfangs entgegengesetzt: damals war es nötig, die ungewohnten, nicht unmittelbar anthropomorphen technischen Formen populär zu machen, die man zuerst ängstlich durch historisches Detail an die gewohnte Formenwelt zu binden suchte; heute ist diese Scheu vor dem Technischen so sehr überwunden, dass wir erst wieder einige Distanz vom Technischen gewinnen müssen, um es wirklich zu beherrschen.

Dabei hat die Technik jederzeit auf das ästhetische Fassungsvermögen eingewirkt: für den in kleinen Hütten lebenden Menschen der Vorzeit hätte wahrscheinlich ein römischer Thermensaal oder ein gotischer Dom jenseits dessen gelegen, was seiner gefühlsmässigen Besitzergreifung zugänglich war, und gewiss haben die wachsenden technischen Möglichkeiten dazu beigetragen, das Raumgefühl auszuweiten. Man weist zu Recht auf die Zusammenhänge zwischen Technik und Stilform hin, nur soll man nicht vergessen, dass der Rahmen des Ästhetisch-Möglichen stets enger gezogen war, als der des Technisch-Möglichen: das letzte Wort hat die menschliche Entscheidung.

Die grossen Gegenwartsprobleme der Architektur liegen nicht auf dem Felde der Technik, sondern auf dem des Rechts, somit der Politik, also im Sozialen. Ein Baugesetz und ein Bodenrecht, das die Möglichkeit gäbe, die menschlichen Siedlungen im Interesse Aller: der Bewohner, des Verkehrs, der Bodenbesitzer als geordneten Organismus aufzubauen, an Stelle der heutigen Anarchie, wäre bei weitem wichtiger als jedes Plus oder Minus an technischen Neuerungen.

1-D-1 Heissdampf-Express-Lokomotiven für die Bulgarischen Staatsbahnen,

gebaut von der SCHWEIZ. LOKOMOTIV- UND MASCHINENFABRIK WINTERTHUR.

Die Generaldirektion der Bulgarischen Staatsbahnen hat im letzten Jahr sechs schwere Express-Lokomotiven bei der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur bestellt, die zufolge ihrer bedeutenden Abmessungen und ihrer konstruktiven Besonderheiten Beachtung verdienen.

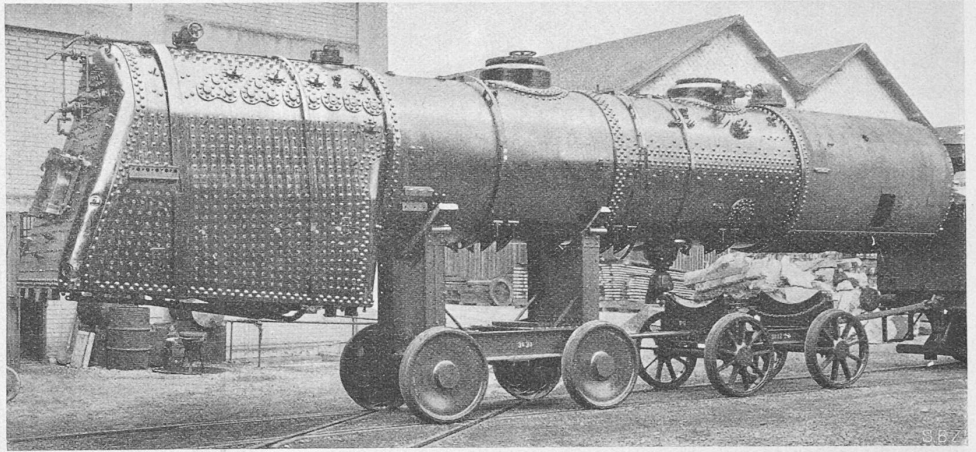


Abb. 3. Lokomotivkessel für 16 at Heissdampf, Rostfläche 4,86 m², feuerberührte Heizfläche 17,4 m², totale Heizfläche 308 m².

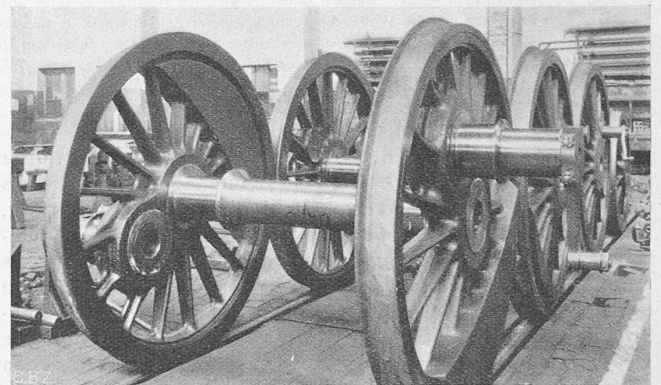


Abb. 2. Triebachsen der SLM-Winterthur-„Bulgarenlokomotive“, Ø 1650 mm.

Die Lokomotiven sind dazu bestimmt, den Schnellzug- und schweren Personenzug-Verkehr auf den Strecken Tzaribrod-Sofia-Plovdiv, bzw. Sofia-Pleven zu versehen, wobei lange Steigungen von 25 ‰ mit zahlreichen Kurven bis zu 275 m Radius herab zu überwinden sind. Das Gewicht der Schnellzüge beträgt im Durchschnitt 350 bis 400 t am Lokomotivhaken, das Gewicht der Personenzüge ist zuweilen erheblich höher. Die Geschwindigkeiten, die mit diesen Lokomotiven zu erzielen sind, sind auf ebener Strecke dauernd 75 km/h und vorübergehend 90 km/h; auf den Steigungen sinkt diese Geschwindigkeit bis auf 40 km/h. Im Verlaufe des Parcours ist eine lange Steigung des Balkangebirges von 17 km Länge mit einer durchgehenden Steigung von 25 ‰ und unausgeglichenen Kurven von 300 m Radius mit Schnellzügen von 376 t Gewicht ohne Nachschub zu überwinden, wodurch die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven bestimmt ist. Die zur Verbrennung gelangende Kohle wird im Lande gewonnen und hat folgende Charakteristik: Heizwert 3800 bis 4200 Cal, Aschengehalt bis 30 ‰ und Korngrösse bis 30 mm; die Kohle ist langflammig, stark rauchend und hinterlässt eine nichtschlackende Asche.

Damit sind die Anforderungen umschrieben, die an diese Lokomotiven gestellt werden; aus diesen ergibt sich unschwer der Typ der Lokomotiven und die Bauart des Kessels. Zuzufolge des niedrigen Heizwertes der zur Verwendung gelangenden Kohle muss eine breite Feuerbüchse mit möglichst grosser Rostfläche und entsprechender direkter Heizfläche vorgesehen werden, damit eine rege Verdampfung gewährleistet ist. Aus der Tatsache, dass langflammige Kohle verwendet werden muss, ergibt sich ferner ein entsprechender Abstand des Rostes von der untersten Siederohrreihe, also eine tiefe Feuerbüchse, die wegen ihrer Breite über Räder und Rahmen gestellt werden muss. Da im fernern mit dieser Lokomotive Geschwindigkeiten bis zu 90 km/h erzielt werden sollen, musste ein entsprechender Triebbraddurchmesser von 1650 mm vorgesehen werden. Aus obigen Tatsachen geht hervor, dass eine hohe Kessellage mit einem relativ grossen Kessel angenommen werden musste. Ein weiterer bemerkenswerter Umstand ist, dass zufolge des schwachen

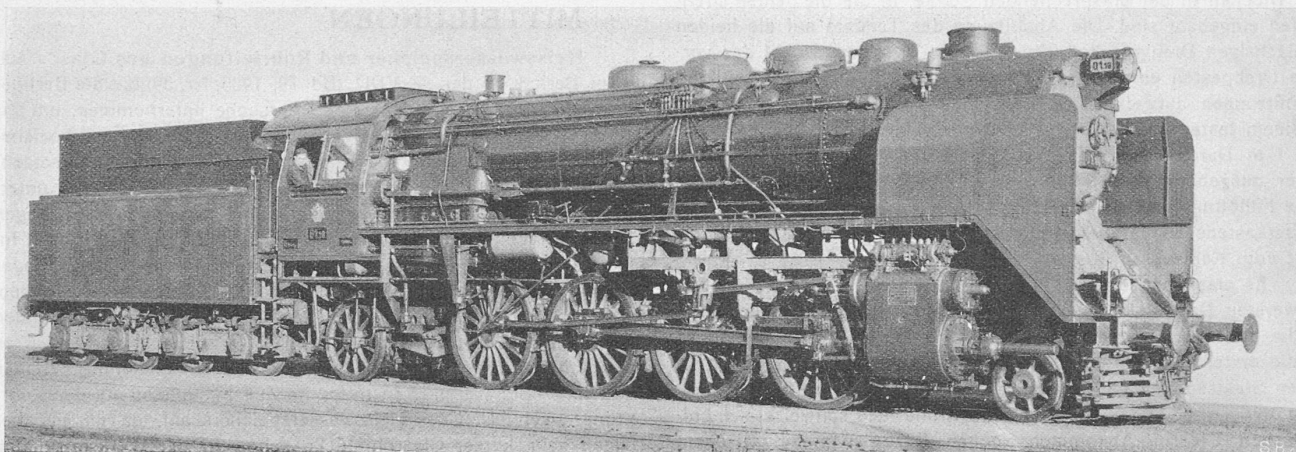


Abb. 1. Zweizylinder-Zwillings-Heissdampflokomotive für die Bulgarischen Staatsbahnen, gebaut von der Schweizer Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur.

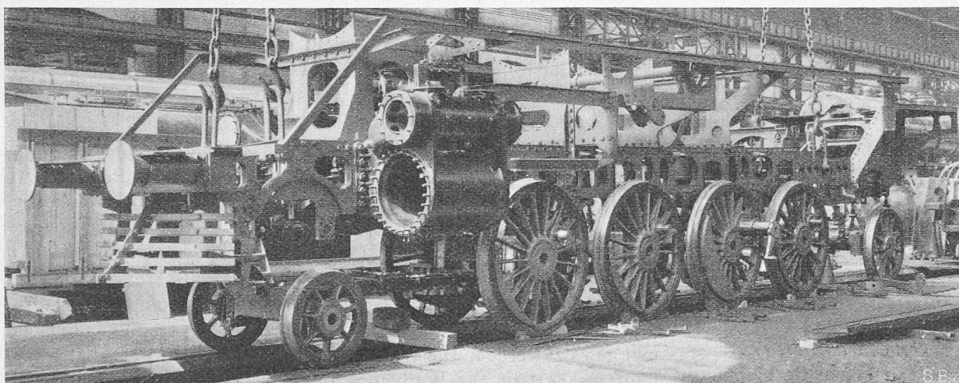


Abb. 4. Absetzen des Lokomotivrahmens samt Kesselträger und Zylindern auf die sechs Achsen.

Oberbaues auf den Balkanstrecken der max. zulässige Achsdruck nur 17 t beträgt, sodass zur Erzielung der Zugkraft, die diese Lokomotive ausüben muss, die Kupplung von vier Achsen notwendig war. Die erste Kuppelachse ist mit der führenden Laufachse zu einem kombinierten Drehgestell vereinigt, die zweite, dritte und vierte Kuppelachse sind fest im Rahmen gelagert und die hintere Laufachse ist eine radial einstellbare Adamsachse; Triebachse ist die dritte Kuppelachse (Abb. 1 u. 2). Um einen möglichst billigen und einfachen Unterhalt der Lokomotive zu erzielen, wurde trotz der grossen auftretenden Kräfte im Triebwerk die Lokomotive als Zwei-Zylinder-Zwillings-Lokomotive gebaut, die Rahmen zwecks besserer Zugänglichkeit der innen liegenden Konstruktionsteile als Barrenrahmen von 90 mm Stärke ausgebildet.

Der Kessel (Abb. 3) wurde unter voller Ausnützung des Achsdruckes möglichst gross ausgebildet; gemäss den verlangten Leistungen musste ein entsprechend grosser Dampf- und Wasserraum vorgesehen werden. Der Langkessel besteht aus zwei Schüssen; an den vorderen Kesselschuss schliesst sich die Rauchkammer an, die durch einen geschweissten Kesselträger fest mit dem Barrenrahmen verbunden ist. Die Feuerbüchse ist aus Kupfer und musste in ihrer Rückwand ziemlich stark geneigt werden, um eine zu starke Belastung der hinteren Laufachse zu vermeiden. Die Kessel sind mit zahlreichen modernen Armaturen versehen, um eine entsprechende Oekonomie im Brennstoffverbrauch und eine möglichst weitgehende Ausnützung des Brennstoffes zu erzielen. Es wurde ein Ueberhitzer eingebaut, ein Speisewasserreiniger vorgesehen und eine Kesselspeisung eingebaut, die zum Teil den Abdampf ausnützt, alles Massnahmen, um bei möglichster Schonung des Kessels grosse Leistungen zu erreichen und die Unterhaltskosten zu vermindern.

Dampfmaschine. Die beiden Dampfzylinder liegen horizontal ausserhalb der Rahmen. Die Schieber sind als Kolbenschieber mit doppelter, innerer Einströmung ausgebildet; die Schieberkörper sind aus Gusseisen mit federnden Ringen, die Kolben aus Flusstahl gepresst mit ebensolchen schmalen, federnden Kolbenringen. Die

Stopfbüchsen sind vorn und hinten gleich ausgeführt und mit Kombinationsfederpackungsringen versehen. Oberhalb der Kolbenschieber befindet sich der mit Luft betätigte Druckausgleich, der für die langen Leerfahrten mit geschlossenem Regulator dient.

Triebwerk. Zur Herabsetzung des ungefederten Gewichtes wurden die Trieb- und Kuppelstangen aus legierten Stählen hergestellt. Die Stangenlager sind geteilt aus Rotguss mit Weissmetallausguss mit eingelegten Filzstreifen zur Schmierung und weisen Keilnachstellung auf. Die Kreuzköpfe aus Stahlguss sind einschienig mit Rotgussgleitschuhen und Weissmetallausguss.

Die Steuerung ist aussenliegend und nach dem System Walschaert ausgeführt. Die Umsteuerung geschieht durch eine handbetätigte Steuerschraube. Alle Bolzen, Büchsen und Zapfen zur Steuerung sind aus hochwertigem Stahl.

Führerstand und Trottoirs. Der Führerstand ist geräumig gehalten und erhält auf beiden Längsseiten Lüftungsclappen; die Seitenwände haben feste und verschiebbare Fenster. Zur Revision der ausserhalb der Kesselverschalung liegenden Apparate und Vorrichtungen dienen beidseitig angeordnete Trottoirs mit einer genügenden Anzahl von Fusstritten, Handstangen und Handgriffen zu beiden Seiten des Kessels. Zur Lokomotivausrüstung gehört ferner ein Druckluftsandstreuer, ein registrierender Geschwindigkeitsmesser und eine mechanisch angetriebene, automatische Schmierung aller beweglichen Teile. Die Bremsung der Lokomotive, des Tenders und des Zuges erfolgt mit einer Druckluftbremse normalen Systems. Für die Bremsung der Züge, die noch nicht auf dieses System umgebaut sind, ist eine automatische Vakuumbremse vorgesehen. Für die langen Gefällsfahrten dient eine Repressionsbremse System Rigenbach.

Tender. Entsprechend den grossen Abmessungen des Kessels musste natürlich auch der Fassungsraum des Tenders entsprechend gross gewählt werden, da die Entfernung zwischen den Wasserstationen verhältnismässig gross ist. Kohlen- und Wasserkasten bestehen aus kräftigen Blechen, die miteinander durch Winkel und Versteifungen vernietet sind. Das Chassis besteht aus Profileisen

HAUPTDATEN VON LOKOMOTIVE UND TENDER.

Lokomotive: Zylinder $\varnothing$ 640 mm, Kolbenhub 700 mm, Trieb- $\varnothing$ 1650 mm, Laufrad $\varnothing$ 850 mm, Schleppachse 1250 mm; Fester Radstand 3800 mm, totaler 11500 mm; Zugkraft (0,6 p) 16700 kg, Leergewicht etwa 90 t, Dienstgewicht etwa 100 t, Adhäsionsgewicht etwa 68 t; Dampfdruck 16 at, Rostfläche 4,86 m²; Heizfläche: Feuerbüchse 17,4 m², Siederohre 113,4 m², Rauchrohre 93,2 m²; Verdampfungsheizfläche 224 m², Ueberhitzer 84 m², Totale Heizfläche 308 m².

Tender: Raddurchmesser 1000 mm, fester Radstand 1800 mm, totaler 5150 mm. Wassereinhalt 30 m³, Kohleneinhalt 11 t. Leergewicht 28,5 t, Dienstgewicht 69,5 t.

Lokomotive und Tender: Totales Dienstgewicht 169,5 t, totaler Radstand 18850 mm, totale Länge 22400 mm, Gewicht pro laufenden m 7,51 t.

und Blechen in der entsprechenden Stärke, in die die beiden Drehzapfen eingebaut sind. Die Abstützung des Tenders auf die beiden zweiaxigen Drehgestelle erfolgt in drei Punkten, wobei das vordere Drehgestell eine zentrale Tragpfanne, das hintere zwei seitliche Abstützungen aufweist. Die Drehgestelle mit je zwei Achsen, die in einem festen Radstand von 1800 mm gelagert sind, haben Räder von 1 m Durchmesser; die Tenderachslager sind als Isothermos-Lager ausgebildet. Die Füllung des Tenders geschieht durch seitliche Füllöffnungen, die beidseitig auf der ganzen Länge des Tenderwassertankens angeordnet sind; die Füllung des Kohlenkastens erfolgt vom Kohlenkran aus, von oben.

Es mag noch erwähnt werden, dass diese Maschinen zu den schwersten Dampflokomotiven gehören, die von der Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik je gebaut worden sind. Uebrigens sind es die ersten Maschinen, die seitens dieser Firma an die Bulgarischen Staatsbahnen geliefert werden. Die Lieferung und die Bezahlung der Lokomotiven erfolgen auf Grund des schweizerisch-bulgarischen Clearing-Abkommens gegen Bezug von bulgarischem Tabak durch die schweizerische Tabakindustrie; diese Verrechnungsart bietet somit auch vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet erhebliches Interesse.

Zur Frage eines Zürcher Konzert-, Kongress- und Ausstellungsgebäudes.

Unsere letzte Berichterstattung (Nr. 22, vom 30. Nov.) über den Stand dieser Frage, ausgelöst durch die überraschende Veröffentlichung eines Projektes von Dr. E. Gull jun. und den dringenden Appell des Verkehrsdirektors Dr. A. Ith an die Zürcher Architekten-schaft, entsprach dem in unsern Architektenkreisen erweckten Eindruck. In einer längeren Zuschrift vom 11. d. M. an uns bezeichnet nun Dr. Ith Verschiedenes unserer Mitteilung als missverständlich, was daher im folgenden präzisiert sei.

1. Es bestehe z. Zt. erst ein noch nicht bereinigter Programm-entwurf der von Dr. Ith präsierten „Genossenschaft Zürcher Konzert-, Kongress- und Ausstellungsgebäude“; unsere Bezeichnung „Ith'sches Wettbewerbsprogramm“ sei unzutreffend.

2. Das Gullsche Projekt sei keineswegs eine Illustration dieses Programm-Entwurfs (wie man in Fachkreisen tatsächlich vermutete, Red.). Dr. Ith erklärt uns, dass seine persönliche Auffassung (über die Idee des Tonhalle-Ausbaues) nach einer ganz andern Richtung gehe, als die von Dr. E. Gull; er habe übrigens von der Existenz dieses Architekten erst Kenntnis erhalten, als dieser der „Genossenschaft“ sein Projekt unterbreite.

3. Dass Dr. Ith bezweifle, ob für die Durchführung eines Wettbewerbs noch genügend Zeit sei, wenn der Bau im Frühjahr 1938 solle von der Landesausstellung benützt werden können, diese Meinung war die weitverbreitete Wirkung des Artikels von Dr. Ith, der uns erklärt, er habe diesen Eindruck nicht erwecken wollen. Er wollte lediglich Angaben über den Zeitbedarf für die Durchführung des Wettbewerbs, Aufstellung des Bauprojektes, Vergebung der Bauarbeiten und Bauausführung seitens der Fachkreise erhalten. Dies sei auch der Wunsch der „Genossenschaft“, die die andern, nicht architektonischen Vorfragen soweit abgeklärt habe, dass von jetzt an mit den Bauachtleuten zusammen gearbeitet werden sollte. —

*

Die von Dr. Ith. durch die Tagespresse¹⁾ an die Zürcher Architektenschaft gerichteten Fragen hat diese auf dem gleichen Wege am 7. d. M. (N. Z. Z. Nr. 2043) beantwortet. B. S. A. und Z. I. A. lehnen, gestützt auf eigene Studien, die Vereinigung auch der Ausstellungsräume mit dem Kongress- und Konzerthaus-Baukörper ab; eine mehrgeschossige Ueberbauung der städtebaulich so wertvollen Freifläche des Tonhallgartens (wie von Gull vorgeschlagen) kommt gar nicht in Frage. Die „Verbände können nur bedauern, dass die „Genossenschaft“ nicht schon früher die Verbindung mit der Zürcher Architektenschaft aufgenommen hat, die ihr ihre umfangreichen Vorarbeiten gerne nutzbar gemacht hätte. Doch sind wir überzeugt, dass es uns auf Grundlage dieser Vorarbeiten auch im jetzigen Zeitpunkt noch möglich sein wird, der Stadt innert nützlicher Frist den Weg zu einer optimalen, wirtschaftlich tragbaren Lösung dieses schwierigen, wichtigen und dankbaren Problems zu weisen.“ —

Mit diesen Feststellungen dürften die Missverständnisse zwischen Dr. Ith und den Fachkreisen beseitigt sein.

¹⁾ „Neue Zürcher Zeitung“ vom 26. Nov. (Nr. 2062).

MITTEILUNGEN.

Heisswasserspeicher und Rohrleitungen aus Glas. Nach einem Bericht in der „Z. VDI“ (Bd. 79, 1935, Nr. 39) hat die Berliner Licht- und Kraft A.-G. erfolgreiche Versuche unternommen, um das bisher verwendete verzinnete Kupfer für Elektro-Heisswasserspeicher und deren Anschlussleitungen durch andere Stoffe zu ersetzen; nach Eisen, Aluminium und Presstoffen wurde jetzt Glas untersucht. Gefordert wird dabei besonders Unempfindlichkeit gegen Temperaturschwankungen und mechanische Beanspruchungen. Infolge seiner geringen Ausdehnungszahl hält Jenaer Glas sogar Temperaturschwankungen bis zu 120 und 150° aus, ohne zu brechen, während die grössten beim Heisswasserspeicher auftretenden Schwankungen nur 75° betragen. Im Glas können Spannungen an der Farbenbrechung erkannt und durch Nachbehandlung behoben werden. — Schwierigkeiten treten im Zusammenhang mit den Rohrleitungsanschlüssen des Heisswasserspeichers auf, da ein genaues Biegen sehr kurzer Glasrohrstücke schon in der Werkstatt kaum durchführbar ist; daher wurden die Anschlüsse unter Benützung eines kurzen Stückes Kupferrohr, von gleichem Durchmesser wie das Glasrohr, ausgeführt, das durch eine Gummimuffe so mit dem Glasrohr verbunden wird, dass durch einen Abstand von etwa 10 mm eine elastische Einspannung erreicht wird. Die mechanische Festigkeit der Glasrohre ist, wie Schlagversuche zeigen, sehr hoch.

Die Glasbehälter für die Heisswasserspeicher haben einen Inhalt von 50 l bei einer Wanddicke von 3 bis 6 mm; neuerdings werden sie bis zu 100 l hergestellt. Die Flaschen werden aus Durax-Glas geblasen und mit einem Ueberdruck von 5 at abgepresst. An den Flaschenhals wird noch im Glaswerk ein zweiteiliger Flanschring aufgebracht, der unter Zwischenlage einer Gummidichtung angeschraubt wird; an diesen Flanschring wird der eigentliche Heizflansch durch Stiftschrauben befestigt. Als äusserer Schutz der Glasbehälter dient ein dünnwandiges Holzfass aus Fournierholzlagen, die bei 40 at und 130° unter Zwischenlegen von Leimfilmen maschinell gewalzt werden. Die Wärmeisolierung zwischen Glasbehälter und Holzfass besteht aus Wellpappe mit Schichten aus Blattaluminium und Zellenleim, wodurch bei 60° Wassertemperatur eine Wärmeleit-zahl von 0,037 C/mh° Cal erreicht werden konnte. W. G.

Arbeitsgelegenheiten für Techniker in Südamerika sind z. Zt. in den meisten Staaten deswegen spärlich, weil wohl Bedürfnisse und Projekte für grosse Bauten und maschinelle Anlagen vorliegen, die Finanzierungsmöglichkeiten aber fehlen. Unter die aussichtsreicheren Länder gehört Chile, wo der hohe Kurs des Schweizerfrankens eine Einreise aufs Geratewohl begünstigt, indem auch die Lebenskosten dort nur $\frac{1}{6}$ jener der Schweiz betragen. Die in Entwicklung begriffene Industrialisierung des Landes bietet in der Textilbranche, im Maschinenbau und in Bewässerungsanlagen ziemliche Arbeitsmöglichkeiten. In Bolivien und Brasilien hingegen ist wegen Einreise-, bzw. Berufssperre für Ausländer trotz teilweise günstigem Arbeitsmarkt Stellenannahme nur in besonderen Fällen, durch vorherigen Kontraktabschluss, möglich. Columbien und Venezuela, die vor einigen Jahren noch Möglichkeiten boten, sind heute aussichtslos, ebenso Uruguay und, wie seit langem, Paraguay. Neben diesen Angaben, die wir der STS verdanken, hoffen wir demnächst etwas Zuverlässiges zu den sehr widerspruchsvollen Berichten aus Argentinien beitragen zu können.

Spaltkavitation an Wasserturbinenlaufrädern ohne Aussenkranz. Bei raschlaufenden Wasserturbinenlaufrädern ohne Aussenkranz, z. B. bei Kaplan-turbinen, können im Fall korrosiver Angriffe auf der Saugseite der Schaufeln zwei auf verschiedene Ursachen zurückzuführende Erscheinungen beobachtet werden: Korrosion der eigentlichen Schaufelflächen infolge von Kavitation, und Korrosion des Aussenrandes der Schaufeln in der Nähe des Radspaltes; mit der zweiten befasst sich Dr. H. Müller in der „Z. VDI“ vom 28. Sept. 1935. Sie tritt auch dann auf, wenn die Bedingungen für ein kavitationsfreies Arbeiten der Schaufelflächen erfüllt sind. Der Schaufelrand wird am Spalt zwischen Laufrad und Gehäuse auf der Druckseite scharfkantig ausgeführt, damit eine starke Eintrittskontraktion erreicht und der Spaltverlust so klein als möglich wird. Diese Kontraktion hat die Bildung eines Wirbelgebietes im Spalt zur Folge und erzeugt dadurch im engsten Querschnitt der Strömung eine bis zur Grenze der Wasserdampfspannung gehende Druckverminderung. Dadurch wird der Druck im Spalt kleiner als auf der Saugseite der Schaufel; die Strömung löst sich beim Aus-