

Das Kieswerk Marstetten der Reichsbahndirektion Stuttgart in seinen wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Auswirkungen.

Von Dr. Ing. K. Schaechterle, Stuttgart.

Hierzu Tafel 26 und 27.

I.

Die Hebung der Betongüte ist für die künftige Entwicklung der Massivbauweise von entscheidender Bedeutung. Je mehr es gelingt, die Festigkeit des Betons zu steigern und gleichmäßige Güte zu gewährleisten, um so erfolgreicher wird sich der Beton- und Eisenbetonbau im Wettbewerb mit anderen Bauweisen behaupten.

Die überwiegende Mehrzahl der Bauunfälle und sonstiger Fehlschläge, die im Beton- und Eisenbetonbau vorgekommen sind, konnte auf Fehler der Ausführung, insbesondere in der Herstellung des Betons zurückgeführt werden. Abgesehen von Fällen grober Fahrlässigkeit, wo zur Herstellung des Betons zu wenig Zement oder ungeeigneter oder durch unsachgemäße Lagerung unbrauchbar gewordener Zement verwendet worden ist, waren ungenügende Festigkeitsergebnisse des Betons durch die Verwendung unreiner oder unbeständiger Zuschlagstoffe, sowie unangebrachter Mischungen und unzweckmäßiger Kornzusammensetzungen bedingt. Die Betonbereitung auf der Baustelle hat mit der Entwicklung der Wissenschaft nicht überall gleichen Schritt gehalten. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Bindemittel, die Beschaffenheit und geeignete Körnung der Zuschläge, die Verarbeitung des frischen und die Nachbehandlung des abgeordneten Betons haben in der Praxis noch nicht die Beachtung gefunden, die sie verdienen. Man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, daß die Güteforderungen allzusehr gegenüber wirtschaftlichen Erwägungen zurückgedrängt worden sind. Demgegenüber muß immer wieder betont werden, daß im freien Wettbewerb der Bauweisen nicht nur die Wirtschaftlichkeit, sondern auch die Vertrauenswürdigkeit eine große Rolle spielt.

Zur Nutzbarmachung der wissenschaftlichen Forschungsergebnisse hat der Deutsche Beton-Verein die Baukontroll-Leitsätze und die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft die Anweisung für Mörtel und Beton (A M B, Berlin 1928, Verlag W. Ernst & Sohn) herausgebracht. Prof. Graf ist dafür eingetreten, daß durch die Vorbehandlung und Vergütung natürlicher Kiessande die zur Betonbereitung erforderlichen Zuschläge nach Sorten getrennt in den Körnungen bereit gestellt werden, die die Beton verarbeitende Industrie braucht, um Beton hoher Festigkeit und gleichmäßiger Güte zu gewährleisten. Diese Bestrebungen haben bereits zu erfreulichen Erfolgen geführt.

Die Beschaffung der Zuschlagstoffe zur Herstellung des Betons ist heute meist dem Unternehmer überlassen, der seinerseits Sand, Kies, Steingrus oder Splitt, Steinschlag von einem Kies- oder Steinwerk bezieht. Natürliche Gemische von Kiessand aus Flußgeschieben oder Kiesgruben werden wegen der Billigkeit, ferner wegen der Einfachheit der Beförderung und Verarbeitung bevorzugt. Nun ist aber das Vorkommen natürlicher Gemische in einer für die Betonbereitung günstigen Kornzusammensetzung selten. Bei dem einen Naturgemisch fehlt es an Sand, beim andern an Steinen; im Sand ist in einem Fall zuviel Feinkorn, im andern zuviel gröberes Korn vorhanden. Ganz abgesehen davon, daß schon im Flußbett

oder in der Kiesgrube die Zusammensetzung des natürlichen Gemisches schichtenweise stark wechselt, tritt noch beim Baggern, Aufladen, während des Transports und beim Entladen auf der Baustelle eine Entmischung ein. Die groben Steine sondern sich ab, so daß in den Kiessandhaufen auf den Baustellen in den oberen und mittleren Schichten Sand, in den unteren und seitlichen Teilen Rollkies vorherrscht. Auch bei Entnahme des Kiessandes aus Baustellensilos kann man häufig beobachten, daß einmal zuviel Sand, das andere Mal zuviel Steine in den Förderwagen fallen. Daß unter solchen Umständen die Erzielung eines durchweg gleichmäßigen Bauwerkbetons nicht möglich und eine durchweg gleichmäßige Festigkeit nicht gewährleistet werden kann, liegt auf der Hand. Durch Zusetzen von Steingrus oder -splitt, Steinschlag oder Grobkies können derartige natürliche Gemische nicht immer oder nur ungenügend verbessert werden.

Fluß- und Grubenkiessande sind ferner selten ganz rein, in der Regel mehr oder minder durch schädliche Beimengungen organischer, lehmiger und toniger Bestandteile verunreinigt. Organische Beimengungen stören den Abbindevorgang, tonige Beimengungen verhindern die Ver kittung, d. h. das Anhaften des Bindemittels an den Steinen. Derart verunreinigte Kiessande müssen vor der Verwendung gewaschen werden. Behelfsmäßige Wascheinrichtungen auf den Baustellen liefern unzulängliche Ergebnisse. Der Reinigungsvorgang wird deshalb zweckmäßig an die Gewinnungsstelle verlegt. Die Einrichtung wirksamer Stoffwäschen in Kies- und Schotterwerken ist in starker Zunahme begriffen, weil sowohl für Betonierstoffe als auch für Bettungs- und Übergründungsstoffe mehr und mehr reine Stoffe verlangt werden.

Das Endergebnis bei Verwendung von natürlichen Kiessandgemischen ist stets ein ungleichmäßiger Beton im Bauwerk. Eine Baukontrolle durch Würfeldruckproben ist in diesem Falle unzuverlässig, da diese nur über den Beton Aufschluß geben kann, aus dem die Würfel zufällig hergestellt worden sind, während der Beton im Bauwerk z. T. ganz anders geartet sein kann. Außerdem weisen die Ergebnisse immer starke Streuungen auf.

Eine vollständig gleichmäßige Zusammensetzung des Betons im Bauwerk kann nur dadurch erreicht werden, daß die Einzelbestandteile: Sand, Feinkies, Grobkies getrennt angeliefert und gelagert und in jeder einzelnen Mischung genau in dem vorgeschriebenen Verhältnis zusammengesetzt werden.

Prof. Graf, Stuttgart, hat durch Versuche mit Mörtelkörpern aus Rheinsand nachgewiesen, daß durch Vorbehandlung des Sandes zur Erzielung einer geeigneten Körnung eine rund doppelt so hohe Festigkeit erzielt werden kann als wenn der Sand im natürlichen Vorkommen verwendet wird. Er hat weiter nachgewiesen, daß die Festigkeit des Betons in erster Linie von der richtigen Körnung des Mörtels abhängt, während die Korngröße der Steine von untergeordneter Bedeutung ist.

Die von Fuller, Graf, Absams und anderen Forschern angestellten Untersuchungen haben sichere Aufschlüsse über

die günstigste Kornzusammensetzung erbracht und zur Aufstellung von praktisch verwertbaren Siebregeln geführt*).

Die Einführung der sogen. Siebregel in den praktischen Baubetrieb begegnet zur Zeit in Deutschland noch großen Schwierigkeiten. Die durch die verschiedenartigen Verwendungszwecke (Straßenbau, Brückenbau, Hoch- und Tiefbau) bedingten Anforderungen lassen sich schwer vereinheitlichen. So haben die Normungsbestrebungen für Sand, Feinkies, Steingrus oder Splitt, Grobkies und Steinschlag**) bislang noch keine befriedigenden Ergebnisse gezeitigt.

Die wissenschaftliche Versuchsforschung hat auch in der bisher umstrittenen Frage des Wasserzusatzes Klarheit gebracht. Prof. Graf ist es gelungen, einen gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen Wasserzusatz (ausgedrückt durch den Wasserzementfaktor) und Betondruckfestigkeit nachzuweisen. Danach nimmt die Festigkeit des Betons mit steigendem Wasserzusatz beträchtlich ab und das Zurückbleiben in der Festigkeit wird auch später nicht mehr aufgeholt. Die zur Erzielung einer bestimmten Betonsteife notwendige Wassermenge ist je nach Zementart, Körnung und Reinheit der Zuschlagstoffe verschieden. Dasjenige Gemenge, das am wenigsten Wasserzusatz erfordert, ergibt unter sonst gleichen Bedingungen die höhere Festigkeit.

Bei Stampfbeton ist die Menge des Anmachwassers durch die Forderungen begrenzt, daß der Beton gerade noch stampffähig ist, und beim erdfeuchten Beton erst bei beendigtem Stampfen an der Oberfläche Wasser austreten soll. In der Praxis wird der Stampfbeton meist ein wenig nasser als erdfeucht gewählt. Die Erfahrung lehrt, daß dieser Beton gleichmäßiger ist, seine Güte von der Art des Stampfens und der Behandlung der Anschlüsse zwischen den einzelnen Stampfschichten (Arbeitsfugen) weniger beeinflusst ist. Für den Wasserzusatz bei Eisenbetonausführungen kann eine allgemein gültige Regel nicht aufgestellt werden. Während für Eisenbetonausführungen früher vorwiegend weicher Beton verwendet und mit kleinen Stampfern zwischen den Eiseneinlagen sorgfältig durchgearbeitet wurde, steht seit Einführung des Gießverfahrens der flüssige (breiige) Beton im Vordergrund. Man kann nun auf Baustellen oft beobachten, daß der Beton dünnflüssig gemacht wird, weil er in dieser Beschaffenheit den geringsten Verarbeitungsaufwand erfordert. Bei flüssigem Beton besteht aber immer die Gefahr der Entmischung sowohl auf dem Wege von der Mischmaschine zur Verwendungsstelle, sei es nun im Karren oder in der Gießrinne, als besonders beim Einbringen in die Schalung, wobei sich die Steine vom Mörtel trennen, unter Umständen sogar im Mörtel der Zementbrei sich absondert. Die Folge von zuviel Anmachwasser sind Stein- und Sandnester, blasenförmige Hohlräume und Schlammschichten an der Oberfläche der Betonierungsabsätze (z. B. in den Säulenköpfen und zwischen Steg und Platte), wie sie leider an vielen Eisenbetonbauwerken festgestellt werden können.

Die Nachprüfung des Wasserzusatzes zu Eisenbetonmischungen geschieht durch die Steifeprobe; als Maß für die Steife des Betons dient das Setz- oder das Ausbreitmaß. Die von Amerika übernommene Setzprobe hat sich nach unseren Erfahrungen nur für ungewaschene Zuschlagstoffe bewährt. Bei gewaschenen Zuschlagstoffen fällt der Betonkegel beim Abheben des Bechers leicht auseinander. Zuverlässigere Ergebnisse liefert die Ausbreitprobe. Prof. Graf hat eine kombinierte Setz- und Ausbreitprobe vorgeschlagen, die heute sehr verbreitet ist. Der für die Setzprobe notwendige Becher dient zugleich als Meßgefäß für die Betonmenge, die ausgebreitet werden soll und für alle Vergleichsproben gleich groß sein muß.

*) Vergl. Graf. Der Aufbau des Mörtels im Beton. Verlag: Julius Springer, Berlin 1923, Seite 1, Seiten 25 bis 27 und Abb. 21.

**) Vergl. Din 1176 (Entwurf).

II.

Die Ansicht, daß die Festigkeitseigenschaften des Betons nur von der Güte des Zements und dem Raummengenverhältnis Zement zu Zuschlägen abhängt, ist noch weit verbreitet. Sie kommt in der üblichen Bezeichnung, z. B. Stampfbeton 1:8, 1:9, 1:10 oder Eisenbeton 1:4, 1:5 zum Ausdruck. Es fehlen darin Angaben über die Zementart, über Beschaffenheit und Zusammensetzung der Zuschläge. Man hat deshalb die Bezeichnung schärfer gefaßt, z. B. Eisenbeton, 1 Raumteil gewöhnlicher Portlandzement:5 Raumteilen gemengte Zuschlagstoffe, z. B. Kiessand (Sand:Kies 2:3). Etwas anderes bedeutet die Bezeichnung 1 Rtl gewöhnlicher Portlandzement:2 Rtl Sand + 3 Rtl Kies, die für getrennte Anlieferung und Zugabe von Sand und Kies gilt. Das Mischungsverhältnis 1 Rtl Zement:5 Rtl Kiessand bedeutet, daß 1 Rtl Zement (lose eingelaufen) mit 5 Rtl lose geschütteten Zuschlagstoffen

gemischt werden soll, wobei auf 1 m³ Trockengemisch $\frac{1000}{1+5} =$

= 166,7 Liter Zement und 833,3 Liter Kiessand entfallen.

Das andere Mischungsverhältnis 1 Rtl Zement:2 Rtl Sand + 3 Rtl Kies bedeutet, daß 1 Rtl Zement mit 2 Rtl Sand + 3 Rtl Kies gemischt werden soll. Auf 1 m³ lose geschüttetes,

nicht gemengtes Haufwerk sind dabei erforderlich $\frac{1000}{1+5} =$

= 166,7 Liter Zement, 333 Liter Sand und 500 Liter Kies.

Beim Durchmengen der Zuschlagstoffe füllt der Sand die Hohlräume des Kieses. Infolge des Eingangs ergeben 2 Rtl Sand + 3 Rtl Kies nicht 5 Rtl Trockengemenge, sondern weniger, beispielsweise 4,2 Rtl Trockengemenge, und es kommen auf

1 m³ Trockengemisch $\frac{1000}{144,2} = 192$ Liter Zement; außerdem

sind erforderlich 385 Liter Sand und 577 Liter Kies.

Die Bemessung des Zements nach Raumteilen mußte mit der Einführung der hochwertigen Zemente, der Misch- und Sonderzemente aufgegeben werden, weil die Raumgewichte zu verschiedenen sind und Schwankungen des Zementgehaltes bei gleichem Raummengenverhältnis bis zu 40% eintreten können. Die Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton vom Jahr 1925 schreiben deshalb vor, daß die Zuschläge nach Raumteilen, der Zement nach Gewicht zu bemessen, aber nach Raumteilen zuzugeben ist. Man hat die althergebrachte Bezeichnung (Mischungsverhältnis nach Raumteilen) beibehalten, dabei gleichzeitig ein mittleres Raumgewicht des Zements mit 1250 kg (A M B, Taf. 4) vorausgesetzt und gefordert, daß für einen Zement von größerem oder geringerem Raumgewicht das Mischungsverhältnis umzurechnen ist. Für die oben angeführte Mischung 1 Rtl Zement:2 Rtl Sand + 3 Rtl Kies ergibt sich beispielsweise bei einem Raumgewicht von 1250 kg das Zementgewicht auf 1 m³ lose geschüttetes Haufwerk $166,7 \cdot 1,25 = 208$ kg und auf 1 m³ Trockengemenge $192 \cdot 1,25 = 240$ kg. Wird statt des Zements mit 1250 kg Raumgewicht ein Zement mit 1000 kg/m³ verwendet, so ist zur Einhaltung der gleichen Gewichtsmenge eine um das $\frac{1250}{1000} = 1,25$ fache größere

Raummenge aufzugeben. Das entsprechende Mischungsverhältnis ist dann

$$1,25:2+3=0,25$$

oder 1 Rtl Zement:1,25 Rtl Sand + 2,28 Rtl Kies.

Neuerdings wird der Zementanteil in Gewicht auf 1 m³ fertigen Beton vorgeschrieben. Dabei muß in jedem Einzelfall festgestellt werden, wieviel Liter Trockengemenge auf 1 m³ fertigen Betons gebraucht werden. Das Einstampungsmaß ist von der Beschaffenheit, Kornzusammensetzung der Zuschläge und ihrem Wassergehalt und der Art der Verarbeitung (Stampfbeton, Weichbeton, Gußbeton) abhängig. Bei Anlieferung getrennter Zuschlagstoffe ist außerdem die Auflockerung zu

berücksichtigen. Die Einstampf- und Auflockerungsmaße sind durch Versuche zu ermitteln. Man kann so Mischtabellen aufstellen, aus denen für eine bestimmte Gewichtsmenge Zement auf 1 m³ fertigen Beton die entsprechende Literzahl lose gemischter trockener Zuschläge (A M B, § 5) oder die entsprechenden Literzahlen nach Korngrößen getrennt angelieferter Zuschläge (z. B. Sand, Feinkies, Grobkies) zu entnehmen sind. Derartige Tabellen haben nur für die Stoffe Gültigkeit, mit denen die Versuche angestellt wurden, und nur für die Annahmen, die hinsichtlich Zusammensetzung und Verarbeitungsweise gemacht worden sind.

Das genaueste und zuverlässigste Verfahren des Zusammensetzens von Zement, Zuschlagstoffen und Wasser ist das Gewichtsverfahren, wie es heute allgemein in den Materialprüfungsanstalten angewandt wird, um genaue Vergleichsergebnisse bei Versuchsreihen zu erzielen. In die Praxis ist das Gewichtsverfahren zuerst von den Amerikanern eingeführt worden (vergl. Technische Bedingungen des US Bureau of Public Roads). Das Gewichtsverfahren gestattet den Zementverbrauch in den engsten Grenzen zu halten und gewährleistet die beste Ausnutzung der Baustoffe. Der Aufbau einer Mischung mit 100 kg Zement auf 1 m³ fertigen Stampfbeton und einem Mörtelgehalt (Teile 0 bis 7 mm) von 40% des Gewichts der trockenen Stoffe, dessen Gewicht frisch verarbeitet zu 2370 kg/m³ ermittelt wurde, berechnet sich wie folgt:

$$\text{Für } W = \frac{\text{Wassergewicht}}{\text{Zementgewicht}} = 1,13 \text{ ist der Wassergehalt in } 1 \text{ m}^3$$

frisch verarbeiteten Beton $1,13 \cdot 103 = 116 \text{ kg}$,
somit das Gewicht des trockenen Gemenges

$$2370 - 116 = 2254 \text{ kg,}$$

des trockenen Mörtels

$$\frac{2254}{100} \cdot 40 = 902 \text{ kg,}$$

hiervon entfallen auf Sand 0 bis 7 mm

$$902 - 103 = 799 \text{ kg}$$

und auf Kies 7 bis 50 mm

$$2254 - 103 - 799 = 1352 \text{ kg.}$$

Ist der Sand in 2 Sorten $\left\{ \begin{matrix} 0 \text{ bis } 3 \\ 3 \text{ ,, } 7 \end{matrix} \right\}$ getrennt und der Kies

in 3 Sorten $\left\{ \begin{matrix} 7 \text{ bis } 12 \\ 12 \text{ ,, } 25 \\ 25 \text{ ,, } 50 \end{matrix} \right\}$, so ist folgende Unterteilung

zweckmäßig:

| | | | | | |
|------------|-------|-------|--------|---|--|
| Feinsand | 0 bis | 3... | 479 kg | } | (Feinsand: Grobsand = 3:2) |
| Grobsand | 3 ,, | 7... | 320 ,, | | |
| Feinkies | 7 ,, | 12... | 451 ,, | } | (Feinkies: Mittelkies: Grobkies = 1:1:1) |
| Mittelkies | 12 ,, | 25... | 451 ,, | | |
| Grobkies | 25 ,, | 50... | 451 ,, | | |

Bei Verwendung feuchter Zuschlagstoffe mit 4% Wassergehalt sind die Zahlen mit 1,04 zu multiplizieren, und es ergibt sich folgende Zusammensetzung:

| | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|--------|---|---------|---------|---------|---------|-----|-----------|
| Feinsand | 0 bis | 3... | 498 kg | } | oder | Raum- | geteilt | Gewicht | = | 418 Liter |
| Grobsand | 3 ,, | 7... | 333 ,, | | | | | | | |
| Feinkies | 7 ,, | 12... | 469 ,, | } | mit dem | gewicht | geteilt | = | 302 | ,, |
| Mittelkies | 12 ,, | 15... | 469 ,, | | | | | | | |
| Grobkies | 25 ,, | 50... | 469 ,, | | | | | | | |

III.

Wie ein natürliches Kiessandvorkommen zu untersuchen, zu behandeln und zu verbessern ist, um die für die Herstellung

hochwertigen Betons erforderliche Reinheit und Körnung zu erhalten, soll an dem praktischen Beispiel des bahneigenen Kieswerks Marstetten gezeigt werden. Die Moränekieslager Oberschwabens enthalten vorwiegend Kies aus hartem Gestein, der Sand ist scharfkörnig und quarzreich, das Gemenge gemischtkörnig. Grobe Geröllsteine über 7 cm Durchmesser (Wacken) machen rund 5% der Masse aus. Die Kieslager sind von großer Mächtigkeit und enthalten hier und da natürliche Bindemittel, die zur Bildung harter Nagelfluhbänke geführt haben. Dazwischen befinden sich leider auch Schichten aus feinen Sanden (Schwemmsand), die durch tonige Bestandteile stark verunreinigt sind. Man hat sich ursprünglich damit begnügt, die unbrauchbaren Stoffe schichtenweise beim Abbau auszuscheiden. Mit der Ausdehnung der Grubenbetriebe infolge des gesteigerten Bedarfs erwies sich jedoch diese Art des Abbaus als unzulänglich und unwirtschaftlich. Im Jahre 1925 ist in Marstetten bei Leutkirch eine mechanische Sortieranlage und Wäsche eingerichtet worden.

Um zunächst festzustellen, nach welcher Hinsicht das Marstetter Material verbesserungsbedürftig ist, wurden Kiesmengen aus verschiedenen Stellen der Grube entnommen und in der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart eingehend untersucht. Dabei wurde zuerst der Gehalt von abschwemmbareren Teilen bestimmt und im Mittel zu 6% gefunden. Sodann wurde die Kornzusammensetzung des Sandes geprüft. Es ergab sich ein zu großer Anteil an Feinkorn bis 1 mm. Die Abweichung von der Grafschen Siebkurve war bei den Körnern von 0,24 bis 1 mm am größten. Um den Einfluß der unreinen Beimengungen (Lehm und Ton) auf die Betonfestigkeit zu ermitteln, wurde ein Teil des Naturgemisches gewaschen und die im Wasser schwimmfähigen Teile entfernt.

Mit dem ungewaschenen und gewaschenen Kiessand sind Probewürfel in einer erdfeuchten und einer weichen Mischung hergestellt und nach sieben Tagen zerdrückt worden. Hierbei ergab sich eine Erhöhung der Druckfestigkeit des Betons durch das Waschen bei der weichen Mischung 1:5 um 57%, bei der erdfeuchten Mischung 1:5 um 47%. Damit war für das Marstetter Material die Notwendigkeit des Waschens erwiesen.

Man hat weiterhin die Kornzusammensetzung des Sandes verbessert. Durch diese Maßnahmen wurden Festigkeitserhöhungen von 30 bis 40% gegenüber den gewaschenen Stoffen in der ursprünglichen Zusammensetzung und von 100 bis 150% gegenüber dem ungewaschenen Naturgemisch erzielt.

Durch die Reinigung des Kiessandes, die Trennung von Sand und Kies, letzteres nach 3 Klassen $\left\{ \begin{matrix} 7 \text{ bis } 12 \text{ mm,} \\ 12 \text{ ,, } 25 \text{ ,,} \\ 25 \text{ ,, } 50 \text{ ,,} \end{matrix} \right\}$

sowie die Verbesserung des Sandes durch Absondern des Zuviel an Feinkorn und Zugabe von fehlendem Korn konnte hiernach eine bedeutende Verbesserung erzielt werden.

Im Kieswerk Marstetten wurde eine maschinelle Wasch- und Sortieranlage in Verbindung mit Silos zum Verladen in Eisenbahnwagen eingerichtet (Abb. 1 und Taf. 26*). Der aus der Kiesgrube kommende Kiessand wird in einer Trommel mit Schwerterausrüstung vorgewaschen und läuft dann durch eine Unterwasser-Siebanlage mit mehreren langsam umlaufenden Siebtrommeln, wobei gleichzeitig der Kiessand in die vier Kornklassen 0 bis 7 mm, 7 bis 12 mm, 12 bis 25 mm und 25 bis 50 mm getrennt wird. Die Wacken werden im Steinbrecher zerkleinert und dann wieder dem Naturgemisch beigemischt. Abb. 2 zeigt eine Waschmaschine mit Schwertauflöser der Excelsior-Maschinenbau-Gesellschaft, Stuttgart, die die gesamte Einrichtung geliefert hat. Das Betriebswasser wird einem in der Kiesgrube angelegten Grund-

*) Aus Beton und Eisen, Jahrgang 1929, Heft 17. (Beil.)

wasserbecken entnommen und mittels Hochdruckkreiselpumpe der hochgelegenen Wascheinrichtung zugeleitet, der Schlamm des aus der Wäsche abfließenden Wassers in großen Schlammbecken abgesetzt. Durch die Regelung der Wassermenge zum Waschen wird auch eine Verbesserung der Sandkörnung erreicht, indem ein Teil der überflüssigen, staubfeinen Körner mit abgeschwemmt wird. Es bleibt jedoch ein Überfluß an Körnern von 0,24 bis 1 mm im Sand. Zur weiteren Verbesserung des Sandes muß deshalb der Anteil an Körnern von 1 bis 7 mm erhöht werden. Zu diesem Zweck wird in einer Steinmühle Quetschsand gebrochen und dem Natursand beigemischt.

Die Erfolge dieser Maßnahmen in Hinsicht auf die Festigkeiten des Bauwerkbetons sind aus folgenden Angaben zu ersehen:

Würfeldruckfestigkeiten W_{b28} in kg/cm^2 .

| Zement | Mischungsverhältnis | Naturgemisch | Vorbehandelte Zuschlagstoffe |
|---------------------------------|---------------------|--------------|------------------------------|
| Portlandzement . . . | { 1 : 4 | 100 bis 150 | 400 weich |
| | { 1 : 10 | 60 „ 100 | 250 erdfeucht |
| Hochwertiger Portlandzement . . | { 1 : 4 | 150 „ 200 | 500 weich |
| | { 1 : 10 | 80 „ 120 | 300 erdfeucht |

und unbewehrten Betons ab von der Würfelfestigkeit von Beton in derselben Beschaffenheit, wie er im Bauwerk verarbeitet wird nach 28tägiger Erhärtung. Mit den in den Vor-

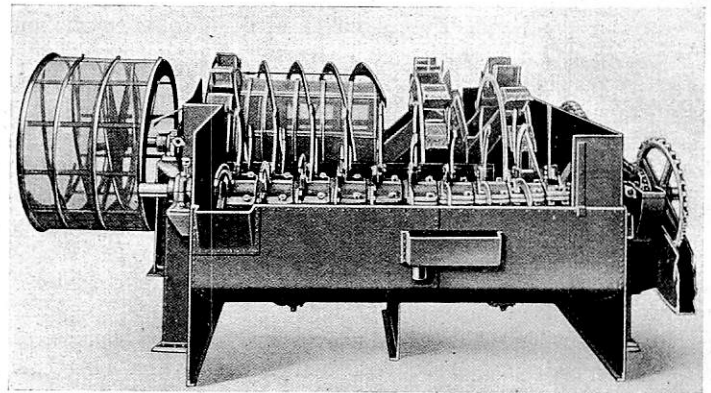


Abb. 2. Excelsior Waschmaschine für schwer lösliche Verunreinigungen.

schriften geforderten Sicherheitsgraden ν sind die zulässigen Druckspannungen des Betons $\frac{W_{b28}}{\nu}$.

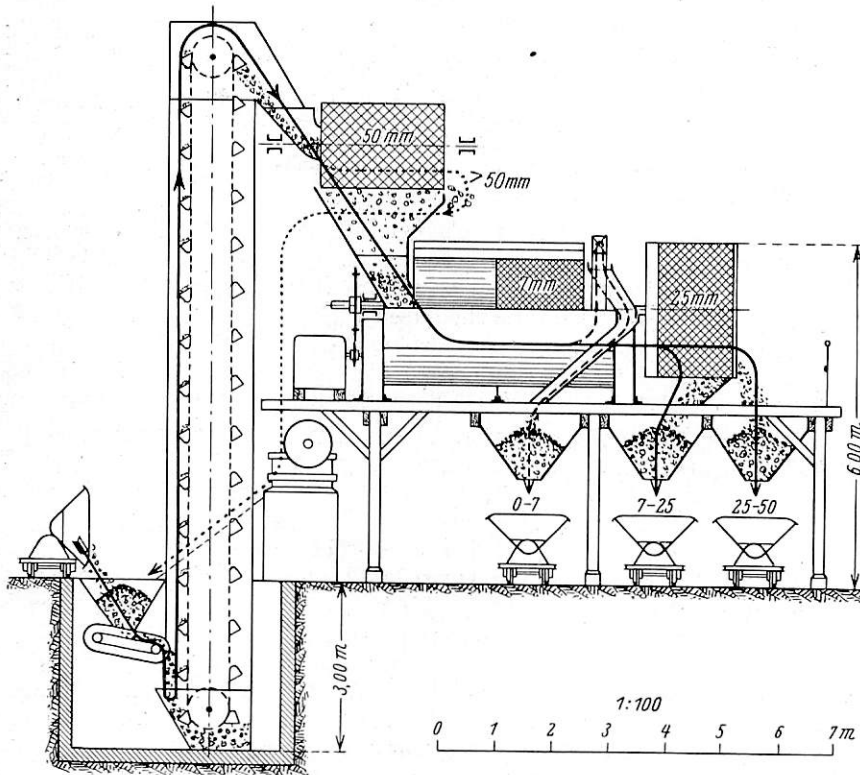


Abb. 1.

Maschinelle Wasch- und Sortieranlage. Bildliche Darstellung des Arbeitsvorganges.

Die Aufwendungen für die Vorbehandlung des Kiessandes, auf 1 m³ Gemisch umgerechnet, haben sich in mäßigen Grenzen gehalten (70 bis 90 Pfennig).

IV.

Für die Wahl der Mischungsverhältnisse auf der Baustelle ist im allgemeinen die Festigkeit maßgebend, die der Beton im Bauwerk nach einem gewissen Zeitraum (z. B. nach 28 Tagen) haben muß und die sich nach der größten im Bauwerk auftretenden Beanspruchung richtet. Nach den Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton und den Berechnungsgrundlagen für massive Brücken (Din 1075 vom August 1930) hängen die zulässigen Beanspruchungen des bewehrten

Die Ausnützung gesteigerter Betonfestigkeiten durch Zulassung höherer Spannungen ist meist gleichbedeutend mit einer Verringerung der Bauwerksabmessungen und Baustoffersparnis. Häufig kann auch die erforderliche Festigkeit bei Verwendung von vorbehandelten und vergüteten Zuschlagstoffen mit weniger Zement erreicht, also an Zement gespart werden. Wo vorbehandelte und vergütete Zuschlagstoffe zur Verfügung stehen, wird es stets wirtschaftlich sein, die zulässigen

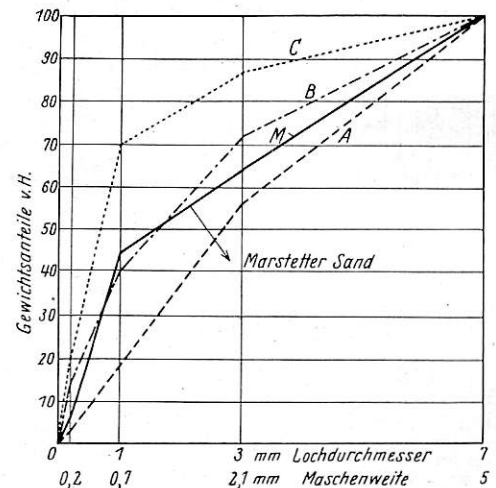


Abb. 3.

Körnung des Marstetter Sandes.

Beanspruchungen auf Grund von nachgewiesenen Würfel-festigkeiten festzusetzen und im Bauwerk voll auszunützen.

Um die wirtschaftliche Verwendung der im Kieswerk Marstetten bereitgestellten Betonzuschlagstoffe zu fördern, sind an der Materialprüfungsanstalt der Techn. Hochschule Stuttgart (Prof. O. Graf) systematische Versuche mit zehn Stampfbetonmischungen (100, 150, 200, 250 und 300 kg Zement auf 1 m³ fertigen Beton) und sechs Eisenbetonmischungen (250, 300, 350 kg Zement auf 1 m³ Beton) durchgeführt worden, und zwar mit einem gewöhnlichen Portlandzement und einem hochwertigen Portlandzement. Dabei haben sich einfache Beziehungen zwischen Festigkeit und Zementgehalt ergeben. Weiterhin konnten aus den Versuchsergebnissen einfache und

übersichtliche Tabellen für Mischungen und Stoffbemessung abgeleitet werden.

Die Siebprobe der von Marstetten gelieferten Zuschlagstoffe führte zu folgendem Ergebnis:

| Stoffbezeichnung Korngröße | Durchgang durch Sieb mit | | | | | | Bemerkungen |
|--------------------------------------|--------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| | 0,2 mm Maschenweite | 1 | 3 | 7 | 15 | 30 | |
| Sand im Einlieferungszustand | 7 | 44 | 65 | 95 | 100 | 0 | 0 |
| Sand 0 bis 7 mm | 7 | 46 | 68 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| Feinsand 0 bis 3 mm | 11 | 70 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Grobsand 3 bis 7 mm | 0 | 0 | 1 | 87 | 100 | 0 | 0 |
| Feinkies 7 bis 12 mm | 0 | 0 | 0 | 8 | 100 | 0 | 0 |
| Mittelkies 12 bis 25 mm | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 | 100 | 0 |
| Grobkies 25 bis 50 mm | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 55 | 100 |

Mittelwerte aus 3 Versuchen

Um möglichst genaue Vergleichsergebnisse zu erzielen, wurde der Sand 0 bis 7 mm in der Versuchsanstalt getrennt in Feinsand 0 bis 3 und Grobsand 3 bis 7 und zur Herstellung der Probewürfel im gleichen Verhältnis 3:2 zusammengefaßt.

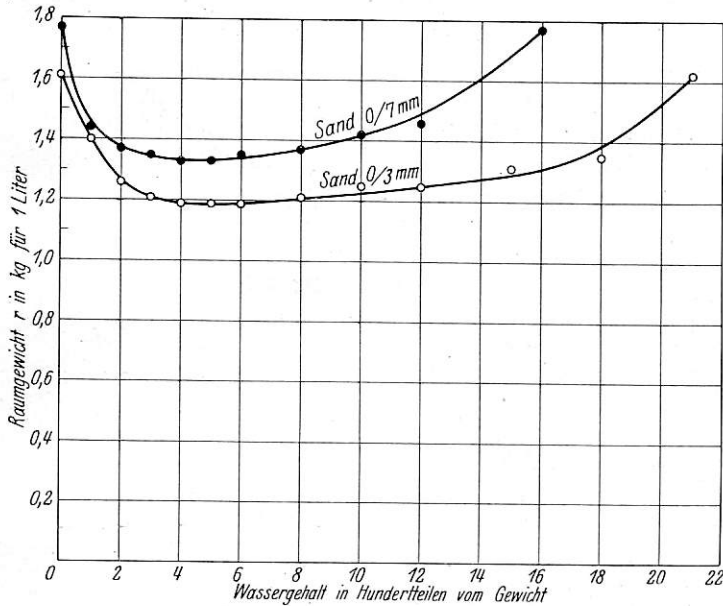


Abb. 4. Raumgewicht (ermittelt durch loses Einfüllen) von Sand aus Marstetten bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt.

Die Körnung des Marstetter Sandes 0 bis 7 mm ist in Abb. 3 dargestellt, mit den von Prof. Graf angegebenen Grenzen zweckmäßiger Kornzusammensetzung des Sandes.

Die Raumgewichtsbestimmung für Zement und Zuschlagstoffe, ermittelt durch loses Füllen eines zylindrischen Gefäßes von 10 l Inhalt, lieferte folgende Werte:

- a) Zemente:
 - normaler Portlandzement (Nürtingen) 1,17 kg/Liter
 - hochwertiger Portlandzement (Nürtingen) 1,06 kg/Liter
- b) Zuschlagstoffe:

Sand.

| Wassergehalt | Gewicht von 1 Liter Baustoff in kg | | | |
|--------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|--|
| | Sand 0—7 mm (Einlieferungszustand) | Feinsand 0—3 mm | Grobsand 3—7 mm | Sand 0—7 mm, bestehend aus 60 v. H. d. Körnung 0—3 mm 40 v. H. d. Körnung 3—7 mm |
| Lufttrocken | 1,77 | 1,61 | 1,52 | 1,78 |
| 1 v. H. | 1,44 | 1,40 | — | — |
| 2 „ „ | 1,37 | 1,26 | — | 1,37 |
| 3 „ „ | 1,35 | 1,21 | — | — |
| 4 „ „ | 1,33 | 1,19 | 1,48 | 1,33 |
| 5 „ „ | 1,33 | 1,19 | — | — |
| 6 „ „ | 1,35 | 1,19 | — | — |
| 8 „ „ | 1,37 | 1,21 | — | — |
| 10 „ „ | 1,42 | 1,25 | — | — |
| 12 „ „ | 1,46 | 1,25 | — | — |
| 15 „ „ | 1,77 | 1,31 | — | — |

Vergl. auch Abb. 4.

Kies.

| Wassergehalt | Gewicht von 1 Liter Baustoff in kg | | |
|--------------|------------------------------------|---------------------|-------------------|
| | Feinkies 7—12 mm | Mittelkies 12—25 mm | Grobkies 25—50 mm |
| Lufttrocken | 1,56 | 1,56 | 1,54 |
| 2 v. H. | 1,56 | 1,56 | 1,54 |
| 4 „ „ | 1,56 | 1,56 | 1,54 |

Die Normaldruckfestigkeit der verwendeten Bindemittel, festgestellt nach den deutschen Zementnormen an Würfeln von 7 cm Kantenlänge, betrug:

| Bindemittel | Druckfestigkeit nach | | |
|---|----------------------|-----|-----|
| | 3 | 7 | 28 |
| Normaler Portlandzement Nürtingen | — | 350 | 501 |
| Hochwertiger Portlandzement Nürtingen . . | 444 | 473 | 602 |

Nach dem Arbeitsplan war die Herstellung von Betonwürfeln mit folgendem Zementgehalt in kg/m³ fertig verarbeiteten Beton vorgesehen:

| Betonart | Zementmenge in 1 m ³ verarbeiteten Beton | Bemerkungen |
|-------------|---|---|
| Stampfbeton | 400 kg 150 „ 200 „ 250 „ 300 „ | Würfel mit 30 cm Kantenlänge, Beton ein wenig weicher als erdfeucht. |
| Eisenbeton | 250 „ 300 „ 350 „ | Würfel mit 20 cm Kantenlänge, Betonsteife entspr. einem Ausbreitmaß von 47 cm mit der Graf-schen Setz- und Ausbreitprobe. |

Dementsprechend ergaben sich acht Versuchsreihen mit normalem Portlandzement und weitere acht Versuchsreihen

mit hochwertigem Portlandzement, eine Reihe jeder Mischung aus sechs Würfeln bestehend, von denen drei nach sieben Tagen und drei nach 28 Tagen geprüft wurden. Insgesamt sind 120 Würfel hergestellt worden. Lagerung der Würfel: sieben Tage unter feuchten Tüchern, 21 Tage an der Luft in einem geschlossenen Arbeitsraum. Temperatur der Luft 16° C.

Für jede Versuchsreihe mußten Mischungsverhältnisse angestrebt werden, die Höchstwerte an Festigkeit und Dichtig-

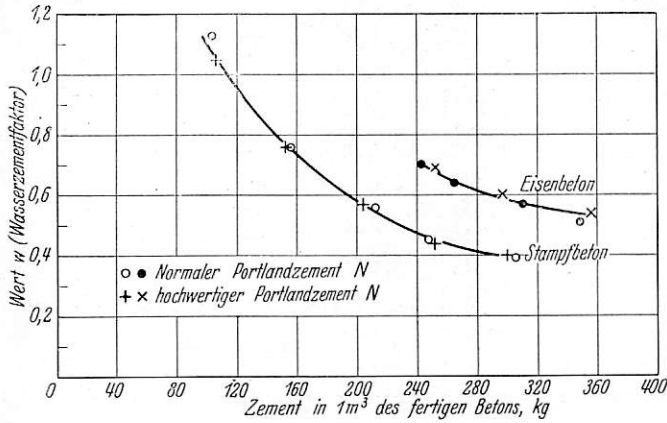


Abb. 5. Größe des Wasserelementfaktors W bei verschiedenem Zementgehalt und bei gleicher Konsistenz der Vergleichsmischungen.

keit erwarten ließen, außerdem war die vorgesehene Zementmenge auf 1 m³ verarbeiteten Beton möglichst genau einzuhalten. Die reichen Erfahrungen der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart auf diesem Gebiet gestatteten es, Vorversuche zu sparen, die sonst nötig geworden wären.

Abb. 5 zeigt den Einfluß der Werte W, bezogen auf den Zementgehalt und bei gleicher Konsistenz der Vergleichsmischungen.

Die Abb. 6 a und 6 b geben die Kornzusammensetzung der beiden Grenzmischungen: Stampfbeton mit 103 kg Zt/1 m³ fertigen Beton und Eisenbeton mit 348 kg Zt auf 1 m³ fertigen Beton in der üblichen Darstellung mit Sieblinien wieder.

In den Abb. 1 u. 2, Taf. 27 sind die Ergebnisse der Festigkeitsprüfung zeichnerisch dargestellt, und zwar in Abb. 1a u. b, Taf. 27 die Druckfestigkeiten (in kg/cm²) in bezug auf den Zementgehalt (kg Zt in 1 m³ fertigen Beton) nach 7 bzw. 28 Tagen, in Abb. 2a u. b, Taf. 27 die Druckfestigkeiten (in kg/cm²) bezogen auf den Wert $W = \frac{\text{Wassergewicht}}{\text{Zementgewicht}}$.

Die Festigkeitskurven, bezogen auf die Zementgewichte, zeigen einen stetigen Verlauf und dürfen für die praktische Auswertung innerhalb der Versuchsgrenzen durch Geraden ersetzt werden. Hiernach ergeben sich für die Baustellen einfache und klare Stoffmengen- und Mischungstabellen, weiterhin Tafeln, aus denen die mit den verschiedenen Mischungen erreichbaren Würfelfestigkeitswerte $W_{b,7}$ und $W_{b,28}$ ohne weiteres entnommen werden können.

V.

Ist für einen Bauwerkteil die unter ungünstigster Zusammenstellung der äußeren Kräfte und Einwirkungen auftretende größte Beanspruchung σ_{max} bekannt, so ergibt sich mit der für den betreffenden Bauteil vorgeschriebene Sicherheitszahl ν die erforderliche Druckfestigkeit des Betons aus $W_{b,28} = \sigma_{max} \times \nu$. Die Frage, welche Betonmischung und wieviel Zement in Kilogramm auf 1 m³ fertig bearbeiteten Beton notwendig ist, um die erforderliche Druckfestigkeit zu

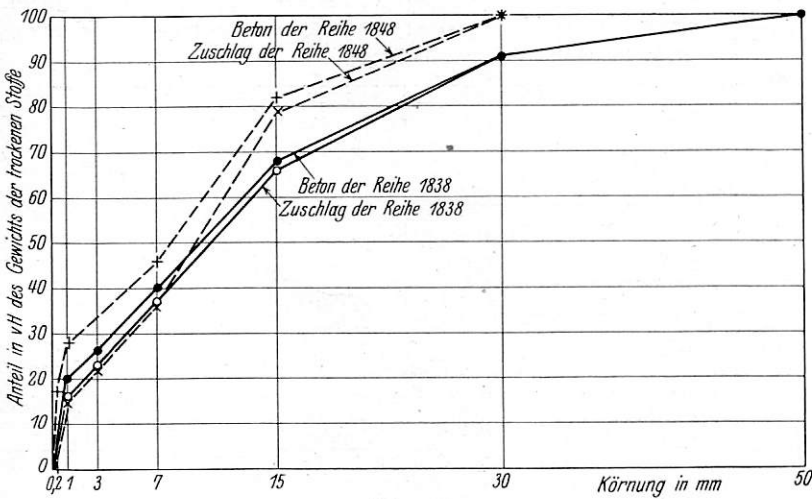


Abb. 6a.

Kornzusammensetzung des Betons und der Zuschläge der Reihen 1838 und 1848. Stampfbeton mit 103 kg Zement auf 1 m³ fertig verarbeiteten Beton.

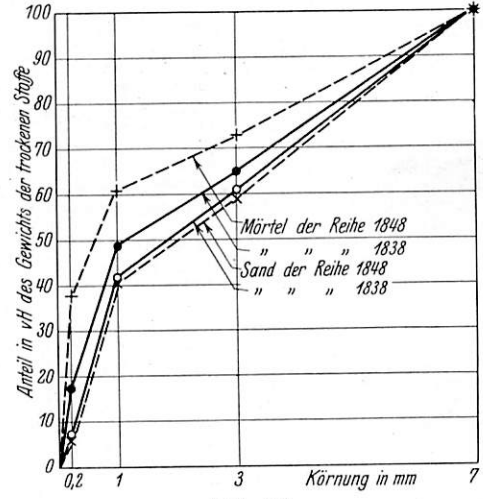


Abb. 6b.

Kornzusammensetzung des Mörtels und des Sands der Reihen 1838 und 1848. Eisenbeton mit 348 kg Zt/1m³ Beton.

Der Mörtelgehalt (Zement und Zuschlagstoffe 0 bis 7 mm) des Betons wurde in Anlehnung an die Untersuchungen von Prof. Graf*) festgelegt bei Stampfbetonmischungen mit rund 40%, bei Eisenbetonmischungen mit rund 45% des Gewichts vom trockenen Beton. Die Würfel sind nach den neuen Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton (Abschnitt D) hergestellt worden (654 Stampfstöße mit einem 12 kg schweren eisernen Stampfer auf jede der beiden Schichten der 30 cm-Würfel und 24 Stampfstöße mit einem 2,5 kg schweren Holzstampfer auf jede der beiden Schichten der 20 cm-Würfel).

*) Über die Größe des Mörtelgehalts vergl. Graf, Der Aufbau des Mörtels und Betons 1930, Seite 21 und Seite 52/53.

gewährleisten, kann nur auf Grund von Vorversuchen beantwortet werden. Bei Verwendung der vorbehandelten Zuschlagstoffe aus dem Kieswerk Marstetten sind die ausgewerteten Versuchsergebnisse für die Wahl der geeigneten Mischungsverhältnisse maßgebend.

Die Aufwendungen für die Vorbehandlung der Zuschlagstoffe, für die getrennte Anlieferung, Lagerung und Verarbeitung der Stoffsorten Sand 0/7, Feinkies 7/12, Mittelkies 12/25 und Grobkies 25/50 werden durch Ersparnisse an Zement oder durch Verringerung der Bauwerkabmessungen, d. h. Ersparnisse an Betonmassen ausgeglichen. Der Hauptvorteil ist jedoch die Gewährleistung eines gleichmäßigen und guten Betons. Ein weiterer Vorteil ist schließlich darin zu sehen, daß

in dem großen, vom Kieswerk Marstetten belieferten Bezirk bei Betonierungsarbeiten gleichmäßig verfahren werden kann, wodurch die Baukontrolle außerordentlich vereinfacht wird. Zur Beaufsichtigung der vielen kleinen und mittleren Bauwerke stehen nicht immer in der Sonderbauweise erfahrene und geschulte Kräfte zur Verfügung. Für sie bringt die Anlieferung von Baustoffen von gleichartiger Beschaffenheit und zweckmäßiger Kornzusammensetzung eine große Erleichterung. Durch die Belieferung zahlreicher Baustellen mit den gleichen Zuschlagstoffen ist es möglich, einheitliche und leicht faßbare Vorschriften für die Herstellung des Betons aufzustellen. Die Zuschlagstoffe werden bezüglich Reinheit und Kornzusammensetzung im Kieswerk geprüft. Die Reichsbahndirektion Stuttgart hat für Stoffbemessung, Wahl der Mischungsverhältnisse und Baukontrolle besondere Vorschriften*) als Anhang zur „Anweisung für Mörtel und Beton“ herausgegeben.

Zuschlagstoffe vom Kieswerk Marstetten.

Das Kieswerk Marstetten liefert die Zuschlagstoffe getrennt in folgenden Korngrößen:

| | |
|----------------------|---------|
| Sand | 0— 7 mm |
| Feinkies | 7—12 „ |
| Mittelkies | 12—15 „ |
| Grobkies | 25—50 „ |

Die Zuschlagstoffe sind nach Korngrößen getrennt anzufordern und auf der Baustelle sorgfältig nach Korngrößen getrennt zu lagern.

Die für 1 m³ fertig verarbeiteten Beton erforderlichen Raum-mengen sind in der Zusammenstellung 1 angegeben. Die Raum-mengen sind dabei aus Versuchen nach dem Gewichtsverfahren,

Zusammenstellung 1

Stoffmengen für 1m³ fertig verarbeiteten Beton, sowie für Vorsatzbeton, Rau- und Glattstrich bei Verwendung von Marstetter Zuschlagstoffen.

a) Stampfbeton.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------|
| Zementbedarf für 1m ³ fertig verarbeiteten Beton | Zuschlagstoffe in Raumteilen (mit 4% Wassergehalt) | | | | Bemerkungen |
| | Sand 0 bis 7 mm | Feinkies 7 bis 12 mm | Mittelkies 12 bis 25 mm | Grobkies 25 bis 50 mm | |
| kg | Liter | Liter | Liter | Liter | |
| 75 | 647 | $\frac{936}{3}=312$ | $\frac{936}{3}=312$ | $\frac{936}{3}=312$ | |
| 100 | 631 | „ | „ | „ | |
| 125 | 615 | „ | „ | „ | |
| 150 | 599 | „ | „ | „ | |
| 175 | 585 | „ | „ | „ | |
| 200 | 568 | „ | „ | „ | |
| 225 | 552 | „ | „ | „ | |
| 250 | 536 | „ | „ | „ | |
| 275 | 520 | „ | „ | „ | |
| 300 | 504 | „ | „ | „ | |
| Vorsatzbeton | | | | | |
| 350 | 600 | 600 | — | — | |

b) Eisenbeton.

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|---|
| 250 | 602 | 417 | 417 | — |
| 275 | 583 | „ | „ | — |
| 300 | 564 | „ | „ | — |
| 325 | 545 | „ | „ | — |
| 350 | 526 | „ | „ | — |

*) Bemerkung der Schriftleitung: Die Reichsbahndirektion Stuttgart hat sich dankenswerter Weise bereit erklärt, diese Vorschriften besonders beteiligten Verwaltungsstellen und Lesern des „Organs“ auf Antrag zu übersenden.

Zusammenstellung 2.

Stoffbedarf der Betonmischungen bei verschiedenen Mischmaschinen-größen (Trommelinhalte) und Verwendung von Marstetter Zuschlagstoffen.

a) Stampfbeton.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|--------------------------|--------|-----------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| Betonart | Inhalt der Misch-trommel | Zement | Sand 0 bis 7 mm | Fein-kies 7 bis 12 mm | Mittel-kies 12 bis 25 mm | Grob-kies 25 bis 50 mm |
| Zementgehalt für 1m ³ fertig verarbeiteten Beton | | | | | | |
| 100 kg/m ³ | 500 | 30,6 | 193 | 96 | 96 | 96 |
| | — | 25,0 | 158 | 78 | 78 | 78 |
| | 300 | 18,5 | 117 | 58 | 58 | 58 |
| | 250 | 15,3 | 96 | 48 | 48 | 48 |
| | 200 | 12,1 | 76 | 38 | 38 | 38 |
| | 150 | 9,3 | 58 | 29 | 29 | 29 |
| 200 kg/m ³ | 500 | 63,7 | 181 | 100 | 100 | 100 |
| | — | 50,0 | 142 | 78 | 78 | 78 |
| | 300 | 38,5 | 109 | 60 | 60 | 60 |
| | 250 | 31,9 | 90 | 50 | 50 | 50 |
| | 200 | 25,2 | 72 | 39 | 39 | 39 |
| | 150 | 19,3 | 55 | 30 | 30 | 30 |

Zusammenstellung 3.

Stoffbedarf der Betonmischungen bei verschiedenen Mischmaschinen-größen (Trommelinhalte) und Verwendung von Marstetter Zuschlagstoffen.

b) Eisenbeton.

| | | | | | |
|-----------------------|------|-------|-----|-----|-----|
| 250 kg/m ³ | 500 | 83,7 | 202 | 139 | 139 |
| | 300 | 50,6 | 122 | 84 | 84 |
| | — | 50,0 | 120 | 83 | 83 |
| | 250 | 41,9 | 101 | 70 | 70 |
| | 200 | 33,1 | 80 | 55 | 55 |
| | 150 | 25,2 | 61 | 42 | 42 |
| 300 kg/m ³ | — | 25,0 | 60 | 42 | 42 |
| | 500 | 101,5 | 194 | 143 | 143 |
| | — | 100,0 | 189 | 140 | 140 |
| | 300 | 62,4 | 117 | 87 | 87 |
| | 250 | 51,6 | 97 | 72 | 72 |
| | — | 50,0 | 94 | 69 | 69 |
| 350 kg/m ³ | 200 | 40,9 | 77 | 57 | 57 |
| | 150 | 31,2 | 59 | 43 | 43 |
| | — | 25,0 | 47 | 35 | 35 |
| | 500 | 123,7 | 186 | 147 | 147 |
| | — | 100,0 | 150 | 119 | 119 |
| | 300 | 74,8 | 112 | 89 | 89 |
| 350 kg/m ³ | 250 | 61,9 | 93 | 74 | 74 |
| | — | 50,0 | 75 | 59 | 59 |
| | 200 | 49,0 | 74 | 58 | 58 |
| | 150 | 37,3 | 56 | 44 | 44 |
| — | 25,0 | 37 | 30 | 30 | |

unter Zugrundelegung eines mittleren Wassergehalts der Zuschlagstoffe von 4%, berechnet. Bei der Zugabe des Zements nach Gewicht, der Zuschlagstoffe nach Raum-mengen spielt der Feuchtigkeitsgehalt des Sandes eine große Rolle. Der Marstetter Sand 0 bis 7 mit 4% Wassergehalt besitzt ein Raumgewicht von 1,33 kg/l, ermittelt durch loses Füllen eines zylindrischen Gefäßes von 10 l Inhalt, das durch vollständige Trocknung im Ofen auf 1,77 kg/l

steigt. Der Gewichtsmenge von 1000 kg entsprechen also im ersten Fall $\frac{1000}{1,33} = 752$ l, im zweiten Fall $\frac{1000}{1,77} = 565$ l. Man kann nun praktisch so vorgehen, daß man die Mischtabellen für Sand mit 1, 2, 3 % Wassergehalt erweitert und auf der Baustelle jeweils vor dem Betonieren den Wassergehalt des Sandes feststellt. Einfacher ist es jedoch, auf der Baustelle den gewünschten Wassergehalt von 4 % durch Feuchthalten des Sandes zu gewährleisten. Etwas zu viel an Wasser schadet nicht, da zwischen 4 und 5 % das Raumgewicht gleich bleibt und erst bei höherem Wassergehalt wieder langsam ansteigt. Der Sand in den zulässigen Grenzen ist gleichmäßig feucht, ohne daß sich beim Zusammenballen in der Hand Wasser ausscheidet.

Um das Umrechnen der in Zusammenstellung 1 angegebenen Stoffmengen zu 1 m³ fertigen Beton für bestimmte Trommelinhalte der Mischmaschinen zu ersparen, sind in den (hier nur auszugsweise wiedergegebenen) Zusammenstellungen 2 und 3 die Stoffmengen

bereits für verschiedene gebräuchliche Trommelinhalte der Mischmaschinen angegeben.

Die mit Marstetter Sand und Kies erreichbaren Würfelfestigkeiten für die verschiedenen Stampfbeton- und Eisenbetonmischungen der in Zusammenstellung 1 angegebenen Zusammensetzung sind in den Abb. 3 und 4, Taf. 27 dargestellt. Dabei wurde die erreichbare Druckfestigkeit des Betons im Bauwerk aus Sicherheitsgründen gegenüber der Würfelfestigkeit bei Stampfbeton mit Maschinenstampfung um 10 % und bei Handstampfung um 20 %, bei Eisenbeton durchweg um 10 % ermäßigt.

Bei der Wahl der Mischungen sind die Sicherheitsgrade und die Grenzwerte der zulässigen Beanspruchungen nach den Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton Teil A (Din 1045) und Teil C (Din 1047) bzw. die Berechnungsgrundlagen für massive Brücken (Din 1075), sowie die Bestimmungen über die Mindestmenge Zement wegen Rostgefahr bei Eisenbeton (Din 1045, § 8,2) zu beachten.

Das Eisenbahnwesen auf der Internationalen Kolonialausstellung in Paris.

Von Dr. Ing. Ludwig Schultheiß, Regensburg.

Die Internationale Kolonialausstellung in Paris — nach Raum und Inhalt wohl eine der größten Veranstaltungen der letzten Jahre — birgt auch eine Reihe beachtenswerter eisenbahntechnischer Neuerungen. Sie betreffen allerdings weniger die Kolonien selbst als das Mutterland, vor allem Frankreich. Insbesondere sind die großen französischen Bahngesellschaften Ostbahn Paris-Lyon Mittelmeerbahn, Nordbahn, Paris-Orleansbahn, sowie die französischen Staatsbahnen vertreten. Sie zeigen in der riesigen 500 m langen und 80 m breiten Industriehalle eine Reihe neu erbauter Fahrzeuge und Einzelteile. Als ausstellungstechnische Neuerung mag erwähnt werden, daß die Gräben unter den Fahrzeugen so reichlich bemessen und beleuchtet sind, daß die Fahrzeuge auch von unten besichtigt werden können.

Was die allgemeinen Konstruktionsgrundlagen betrifft, so steht der Fahrzeug- und besonders der Lokomotivbau in Frankreich augenblicklich im Zeichen hoher Fahrgeschwindigkeit. Erreicht wird diese bei den Lokomotiven durch größere Triebachszahl und erhöhten Dampfdruck. Grundsätzlich geänderte Bauarten sind nicht anzutreffen. Alle Lokomotiven besitzen Langkessel mit Siederöhren und kupferne Feuerbüchsen der üblichen Bauart. Nur die Stehbolzenteilung ist verkleinert. Die Roste sind alle für Stückkohlenfeuerung von Hand eingerichtet. Ein Teil der Rostfläche ist stets kippbar.

Die ausgestellten Personenwagen haben sämtlich zweiachsige Drehgestelle und Seitengang. Sie sind alle aus Stahl gebaut. Mit einer Ausnahme sind die Außenflächen glatt ohne vorstehende Nietköpfe.

Die französische Ostbahn hat eine Vierzylinderverbundlokomotive für Expreszüge ausgestellt. Achsanordnung 2 D 1. Rostfläche 4,45 m², Verdampfungsheizfläche 223 m², Kesseldruck 20 kg/cm². Triebraddurchmesser 1950 mm. Dienstgewicht 115 t. Die Hochdruckzylinder der Lokomotive haben einen Durchmesser von 450 mm. Fast denselben Durchmesser weisen die Kolbenschieber auf. Die Maschine befördert in der Ebene Züge von 700 t Gewicht mit 110 km/Std. Geschwindigkeit. Zur leichteren Bedienung der Steuerung ist in das Gestänge eine Zahnradübersetzung eingebaut. Der Führerstand zeichnet sich durch einfachen Aufbau aus. Erreicht wird dieser zum Teil durch Verwendung von Instrumenten mit mehreren Skalen und Zeigern. So wird mit einem Instrument gemessen: Der Kesseldruck, der Druck im Hochdruckzylinder und im Verbinder. Ebenso ist zur Messung des Druckes in den verschiedenen Teilen der Bremsvorrichtung nur ein Instrument vorhanden. Die Lokomotive besitzt elektrische Beleuchtung mit Turbodynamo, Zentralschmierung, eine große Feuerbrücke, dagegen keinen Speisewasservorwärmer. Der

mächtige Tender faßt 7 t Kohlen, 35 t Wasser, sein Dienstgewicht ist 72 t.

Der ausgestellte 3. Klassewagen nimmt gleichzeitig Gepäck und Post auf. Er ist ganz aus Stahl gefertigt und zwar nicht nur der Wagenkasten, sondern auch der gesamte Innenausbau einschließlich der Türen. Wagenkasten und Unterbau bilden einen röhrenförmigen Block aus gebördelten Blechen, die durch elektrische Schweißung miteinander verbunden sind. Der Drehgestellrahmen ist aus Flußeisenformguß in einem Stück gefertigt und mit Ausgleichhebeln aus Nickelstahl versehen.

Das Gesamtgewicht des Wagens beträgt 43,3 t, die Länge 23,5 m, der Drehgestellabstand 15,5 m. Die Sitze sind mit braunem Leder gepolstert. Die Beschläge sind schwarz, was keinen besonders vorteilhaften Eindruck macht. Der Boden ist mit Linoleum belegt, die Wandflächen sind zum Teil mit Holz verkleidet, zum Teil nur gestrichen.

Die Eisenbahngesellschaft hat auch einen zweiachsigen weiß-rot lackierten Schienen-Autobus leichter Bauart mit vorn liegendem Motor nach Art der Straßenfahrzeuge ausgestellt. Die Kraft wird durch eine Kardanwelle auf die Hinterachse übertragen. Der Nachteil dieser Bauart liegt in der Notwendigkeit des Ausdrehens an der Umkehrstelle, das allerdings auf jeder Wagendrehzscheibe vorgenommen werden kann. Platzzahl: 34 Sitz-, keine Stehplätze, Gesamtgewicht 9,1 t, Radstand 4,5 m, Gesamtlänge 8,7 m. Der Vierzylinder-Viertaktmotor leistet 80 PS bei 1800 Umdrehungen in der Minute und hat Luftvorwärmung durch die Auspuffgase. Diese dienen auch zur Wagenheizung. Die Tages- und Nachtsignale sind fest angebracht und umschaltbar. Möglichkeit der Kupplung mit anderen Eisenbahnfahrzeugen ist nicht gegeben.

Die Chemin de fer du Midi hat eine vierachsige elektrische Personenzuglokomotive für 1500 V Gleichstrom mit Achslagermotoren ausgestellt. Achsanordnung B + B. Die Stundenleistung der vier Motoren beträgt 1400 PS, die Dauerleistung 1000 PS. Länge über Puffer 12,87 m. Höchstgeschwindigkeit 70 km/Std.; Gesamtgewicht 76 t. Die Maschine besitzt Widerstandsbremse und elektropneumatische Steuerung. Der Innenaufbau der Lokomotive macht einen geordneten und einfachen Eindruck. Die Lüfter für je zwei Motoren, ein Kompressor und der Antriebsmotor hierzu sind zu je einem Block zusammengesetzt. Die beiden Sätze stehen hintereinander in der Längsachse der Lokomotive. Die Schützen und die Widerstände sind an den beiden Längswänden in Kastenform aufgebaut. Alle Teile sind sehr leicht zugänglich. Die Maschine hat als einzige Hülsenpuffer.

Der ausgestellte Wagen 1. Klasse besitzt acht Abteile zu je vier Plätzen. Er macht einen eleganten Eindruck. Der Wagenkasten besteht aus Stahl mit sichtbaren Nietköpfen, zum Innenausbau ist Holz verwendet. Die Sitze sind mit grauem Plüsch gepolstert, sie sind nicht in Schlafplätze umwandelbar. Der Boden ist mit braun-grünem Plüsch mit enger Musterung belegt. Die Wände im Gang sind mit grauer Preßtapete, das Abteilinnere mit lichthem Sperrholz verkleidet. Die Beschläge sind aus blankem Messing.

Die Paris-Lyon-Mittelmeerbahn hat eine Vierzylinderverbund-Tenderlokomotive für Vorortbahnen ausgestellt. Achsanordnung 2 D 2, Kesseldruck 16 kg/cm², Triebraddurchmesser 1650 mm, Gesamtlänge 17,8 m, Dienstgewicht 116,8 t, Reibungsgewicht 54 t, Leistung 1500 PS. Die Lokomotive besitzt ebenfalls elektrische Beleuchtung mit Turbodynamo sowie Instrumente mit drei Skalen zur Messung der Dampf- und Bremsdrucke. Die vom Lokomotivführer zu bedienenden Einrichtungen — Steuerspindel mit Handrad und Bremsventile — sind doppelt vorgesehen. Der Lokomotivführer steht sowohl bei Vorwärts- als auch bei Rückwärtslauf der Lokomotive in der Fahrtrichtung und kann seine volle Aufmerksamkeit den Signalen und der Strecke zuwenden.

Der ausgestellte vierachsige rot-schwarz lackierte Drehgestellwagen für Expreszüge ist aus Stahl gefertigt und hat vollkommen glatte Oberfläche. Die Drehgestellrahmen sind aus Flußstahlformguß mit U-förmigen Querschnitt aus einem Stück gegossen. Die 20 Plätze sind wie bei den Schlafwagen zu je zwei in einem Abteil untergebracht. Sie können in Schlafplätze umgewandelt werden. Die Polsterung ist von hellgrauer Farbe und schmutzt sehr leicht. Der Boden ist dagegen mit blaugrünem Plüsch von enger Musterung belegt und schmutzt deshalb wenig. Die Beschläge sind verchromt. Der Wagen besitzt einen Übergangsfaltenbalg Bauart „Mitteleuropa“.

Weiter ist noch vorhanden ein Salonschlafwagen mit zwei Salonabteilen von sehr reichlichen Ausmaßen und sechs Abteilen 1. Klasse. Sowohl die Klubsessel der Salonabteile als auch die Sitzreihen der 1. Klasseabteile können in Schlafplätze umgewandelt werden. Im Außenaufbau unterscheidet er sich von dem vorher beschriebenen Wagen nur durch den Radstand der Drehgestelle, der im Gegensatz zu allen übrigen Schnellzugwagen 3 m beträgt. Gesamtlänge des Wagens 20,84 m, Drehgestellabstand 13,98 m, Gewicht 49 t. Übergangsfaltenbalg Bauart „International“.

Außerdem hat die Gesellschaft noch einen Behälterwagen für Obst und einen Vierrad-Straßenautobus ausgestellt. Der Behälterwagen besteht aus sechs Eisenblechbehältern, die auf einem offenen zweiachsigen Güterwagen aufgebaut sind. Die Behälter laufen auf Schlittenkufen; die Vorderwand ist leicht abnehmbar. Der Achsdruck des Wagens beträgt 15 t.

Der Autobus ist für die Linie Fez—Oudjda bestimmt. Er hat 22 Sitzplätze und macht einen sehr eleganten Eindruck.

Die Französische Nordbahn zeigt ebenfalls eine Vierzylinder-Schnellzuglokomotive der Bauart 2 C 1. Dampfdruck 17 kg/cm², Rostfläche 3,5 m², Verdampfungsheizfläche 214,8 m², Triebraddurchmesser 1,9 m, Zugkraft 20 t, Dienstgewicht 100 t. Die Maschine befördert Schnellzüge von 600 t Gewicht in der Ebene mit 110 km/Std. und Züge von 500 t Gewicht auf 5⁰/₀₀ Steigung mit 100 km/Std.-Geschwindigkeit.

Die zur Schau gestellten Geschwindigkeitsdiagramme lassen erkennen, daß diese Leistungen bei Probefahrten noch überschritten wurden. Auf einer Teilstrecke des Simplon-Orientexpreszuges wurde auf die Dauer von 1 Std. 28 Min. eine durchschnittliche Reisegeschwindigkeit von 110,7 km/Std. erzielt. Auf dem Abschnitt Paris—St. Quentin der Strecke Paris—Berlin wurden 153 km in 1 Std. 28 Min. zurückgelegt.

Es entspricht dies einer Reisegeschwindigkeit von 104,4 km/Std. Die Lokomotive ist mit Windleitblechen, Zentralschmierung, Speisewasservorwärmer, elektrischer Beleuchtung und Druckluftsandstreuern ausgerüstet.

Sie trägt als Besonderheit die Zugnummer in Leuchtbuchstaben an der Stirnseite. Die Tenderdrehgestelle sind besonders schwer gebaut. Der Rahmen weist U-förmigen Querschnitt auf und besteht aus einem Stück Flußstahlformguß. Er faßt 9 t Kohlen, 37 t Wasser, sein Dienstgewicht beträgt 70,9 t. Der Kohlenraum ist besonders günstig geformt, so daß alle Kohlen von selbst in den Griffbereich des Heizers fallen. Ein Vorräumen von Kohlen ist nicht nötig.

Außerdem ist noch eine Schnellzuglokomotive der Bauart 2 D 1 im Modell zu sehen. Leistung 2850 PS, Dienstgewicht 126 t, der Tender wiegt 66 t.

Der ausgestellte Drehgestellwagen 1./2. Klasse mit eigenem Gepäckabteil besteht aus Stahl und ist außen vollkommen glatt, die Ecken der Fenster sind stark abgerundet. Der Wagenkasten ist in selbsttragender Bauart (Form Poutre) aus gebördelten Blechen zusammengefügt, die durch elektrische Schweißung verbunden sind. Gesamtlänge des Wagens 22,4 m, Gewicht 45,3 t. Die Drehgestellrahmen bestehen aus einem Stück Stahlformguß. Der Innenausbau des Wagens einschließlich der Abteiltüren besteht aus Stahl. Die als Drehtüren ausgebildeten Abteiltüren sind im oberen Teil nur gestrichen, was einen wenig eleganten Eindruck macht. Die Sitze sind grau gepolstert, die Wände mit Preßleder verkleidet. Die Beschläge bestehen aus blankem Messing.

Die Gesellschaft hat außerdem noch eine Motordraisine und einen Straßenautobus ausgestellt. Die Motordraisine ist mit einem 40 PS-Vierzylinder-Renault-Motor ausgerüstet und besitzt sechs Plätze. Der Autobus ist für den Verkehr auf der Alpenlinie bestimmt und bietet 17 Personen Raum.

Die Französischen Staatsbahnen sind mit zwei Pullmanwagen vertreten, die sich von den im Rheingoldzug verwendeten nicht wesentlich unterscheiden. Je zwei solcher Wagen bilden eine Einheit mit Gepäckraum und Küche. Der Küchenwagen besitzt 20, der andere Wagen 34 Plätze. Der Wagen ist mit Achskugellagern und einem Übergangsfaltenbalg nach deutschem Muster ausgerüstet. Wagenlänge über Puffer 23,16 m, Drehgestellradstand 2,5 m, Zug- und Stoßvorrichtung sind vereinigt.

Die Klubsessel sind mit braungrünem Plüsch von gefälliger, wenig schmutzender Musterung bezogen. Der Boden ist mit grau-grünem Plüsch belegt. Die Küche selbst ist vollkommen dunkel gehalten, besitzt weder blanke noch weiß emaillierte Teile, und macht deshalb keinen vorteilhaften Eindruck.

Außerdem ist ein Schnellzugdrehgestellwagen 2./3. Klasse zu sehen, dessen Sitze in Schlafplätze umgewandelt werden können. Drehgestellradstand 2,5 m, Drehgestellabstand 14,06 m, Gesamtlänge 21,46 m, Faltenbalg Bauart „International“. Außenanstrich grau. Bei diesem Wagen fällt auf, daß die Dampfheizungsrohre unter dem Wagenboden an sehr gefährdeter Stelle seitlich außerhalb der Drehgestelle geführt sind. Der Grund hierfür ist nicht ersichtlich. Der Wagen besitzt vier Vollabteile 2. und fünf Vollabteile 3. Klasse. Die Polsterung besteht in der 2. Klasse aus grauem Plüsch, in der 3. Klasse aus braunem Leder. Der Boden ist in der 2. Klasse mit Linoleum, in der 3. Klasse mit Holzstein belegt. Die Türen und Zwischenwände bestehen aus Holz.

Die Paris-Orleansbahn zeigt in Modellen die hauptsächlichsten Lokomotiv- und Wagenbauarten seit Inbetriebnahme ihrer Bahnlagen, sowie einen 2. Klasse-Wagen mit neun Vollabteilen. Die Sitze sind grau gepolstert. Der Boden ist im Gegensatz zu sämtlichen anderen Fahrzeugen mit Gummi belegt.

Bemerkenswert sind noch 2 Kühlwagen zur Beförderung leicht verderblicher Lebensmittel in Schnellzügen. Der eine Wagen enthält vier getrennte Räume von verschieden einstellbarer Temperatur. Zur Unterbringung der Lebensmittel sind 180 Haken vorgesehen. Der andere Wagen ist ähnlich gebaut, besitzt aber nur einen Raum.

Die Pariser Metropolitan-Eisenbahn hat neben verschiedenen Fahrzeugen und Anlageteilen ihrer Untergrundbahnen — wie Modellen von Bahnhöfen, Werkstätten, Gleiskreuzungen, Umspannwerken und Sicherungseinrichtungen — auch Fahrzeuge für Außenstrecken zur Schau gestellt. Die Außenstrecken werden mit 1500 V Gleichstrom und Oberleitung (zwei Fahrdrähte) betrieben. Jeder Triebwagen besitzt vier Motoren von zusammen 940 PS Leistung. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 80 km/Std. Länge des Wagenkastens über Puffer 21,9 m. Drehgestellradstand 2,2 m; Gewicht 52,2 t. Die Heizung erfolgt elektrisch und wird selbsttätig geregelt. Die Türen werden wie bei den Untergrundbahnen selbsttätig geschlossen und pneumatisch verriegelt. Die Beleuchtung wird in der Regel mit 1500 V betrieben. Zwei Hilfsbatterien für 48 V Spannung versorgen im Notfall die Beleuchtung und den Kompressormotor mit Strom. An Neben- und Hilfseinrichtungen sind vorhanden:

Die Zugsteuerung für Dampfzüge System Aubert der französischen Nordbahn, die bereits auf der letztjährigen Ausstellung in Lüttich zu sehen war. Die Einrichtung ist recht verwickelt und wird wohl kaum allgemein zur Einführung kommen. An Bekanntem aus Lüttich sind noch im Modell zu sehen: Der Gleisverlegewagen und die aus vier Einzelwagen bestehende Gleisbaggereinrichtung*).

Schwierige und interessante Einzelteile bilden die in einem Stück gegossenen Drehgestellrahmen mit U-förmigem Querschnitt aus Flußstahlformguß der Firma Leonard. Die Société Lorraine zeigt den Aufbau eines selbsttragenden Wagenkastens aus Stahlplatten mit Holzverkleidung. Die Soc. gén. Isotherme in Brüssel hat ihre Ringschmierlager mit Ölschöpfer an Stelle der Schmierringe ausgestellt.

Kolonialbahnen. Die Marokkanischen Eisenbahnen zeigen Bilder von ihren Eisenbahnlinien insbesondere auch von der 80 km langen elektrisch betriebenen Strecke Casablanca—Kourgha. Der Strom wird dem Wasserkraftwerk

*) Siehe Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1930, Heft 24.

Sidi-Maschou entnommen. Beachtenswert sind die Bilder der 120000 V Hochspannungsleitungen. Die Isolatoren müssen zum Schutz gegen Versanden besonders ausgebildet sein. Teilweise besitzen sie die Form tiefer Töpfe, um das Eindringen von Sand in das Innere zu erschweren, teilweise sind sie durch dachförmige Aufbauten geschützt. Die Ketten besitzen teilweise bis zu 14 Gliedern, also erheblich mehr, als bei uns notwendig sind. Die Maste selbst bieten eine gute Ruhestätte für Vögel. Auf der Spitze eines Mastes hatte sich ein Storchenpaar häuslich eingerichtet. Mit derartigen Störungen, Sandstürmen und großen Vögeln haben wir glücklicherweise bei uns nicht zu rechnen. Die Société des grands Travaux de Marseille zeigt Fahrleitungsteile und Bilder der Fahrleitungsanlage auf der Strecke Casablanca—Kourgha. Die Linie wird mit 3000 Volt Gleichstrom betrieben. Es ist im Gegensatz zu den mit 1500 betriebenen Bahnen nur ein Fahrdraht vorgesehen. Jeder Stromabnehmer besitzt jedoch auch hier zwei Stromabnahmestellen.

Die Fahrleitungsanlage bietet keine Besonderheiten. Auf der freien Strecke sind für jedes Gleis einseitige Ausleger vorgesehen, die an Gittermasten befestigt sind. Trageisen und Seitenhalter für den Fahrdraht sind an Isolatorböcken befestigt, die aus Diabolo- und Glockenisolatoren zusammengesetzt sind. Die Isolation ist durchwegs doppelt. In den Bahnhöfen sind Joche verwendet, jedes Gleis ist für sich isoliert. — Im Bild ist auch eine der verwendeten B + B-Lokomotiven zu sehen. Die vier Achslagermotoren leisten zusammen 1400 PS, Höchstgeschwindigkeit 90 km, Gewicht 70 t. Gesamtlänge 11,85 m, Triebbrad Durchmesser 1,4 m. Die auf der Strecke verwendeten Triebwagen besitzen zwei Achslagermotoren von je 350 PS. Höchstgeschwindigkeit 90 km Gewicht 55 t. Gesamtlänge 19,20 m. Triebbraddurchmesser 1,1 m.

Im Belgischen Pavillon sind zwei Dampflokomotiven der Strecke Matadi—Stanley—Pool zu sehen. Spurweite 1,067 m Achsanordnung 1 D 1, Dienstgewicht 78,9 t. Zugkraft 13 100 kg bei einer Reibungsziffer von $\alpha = 0,65$, Dampfdruck 14 kg/cm², Rostfläche 3,45 m², Gesamtheizfläche 153 m². Eine etwas größere Lokomotive mit der Achsanordnung 1 E 0 besitzt eine Zugkraft von 15,73 t und ein Dienstgewicht von 82,5 t. Rostfläche 3,43 m². Heizfläche gesamt 231 m². Die Fahrzeuge besitzen Mittelpufferkupplung.

Die Algerischen Eisenbahnen zeigen Bilder von ihren Strecken und das Modell einer Lokomotive mit zwei Triebtendern.

Ist das Doppel-Rüping-Verfahren für die Tränkung von Buchenholz genügend?

Von Ing. J. AE. van der Ploeg, Vorstand der Werkstätte und Lagerplätze von Oberbaumaterial der Niederländischen Eisenbahnen.

Schon seit Jahren wurden auf den Strecken der Niederländischen Eisenbahnen Buchenschwellen gefunden, die außen keinerlei Fäulnis erkennen liessen, innen aber vollständig verfault waren. Abb. 1 zeigt den Querschnitt einer solchen Schwelle. In allen derartigen Fällen zeigte sich, daß der verfaulte Teil kein Tränkmittel enthielt, und wir waren bisher der Meinung, daß diese inneren, nicht durchtränkten Stellen auf das Vorhandensein von rotem Kern zurückzuführen seien, der ja bekanntlich nicht imprägniert werden kann. Von Dr. Pfeiffer (damals Privatdozent an der Technischen Hochschule in Delft) ausgeführte Untersuchungen haben gezeigt, daß rot kerniges Buchenholz den holzerstörenden Pilzen dreimal mehr Widerstand entgegen-

zusetzen vermag, als gewöhnliches Buchenholz. Mit Teeröl getränktes Buchenholz ist aber ungefähr 20 mal widerstandsfähiger als nicht getränktes Buchenholz. Es ist also nach

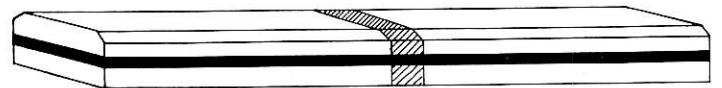


Abb. 2.

diesen Untersuchungen nicht überraschend, daß der nicht imprägnierte rote Kern der Buchenschwellen viel eher verfault als der imprägnierte äußere Teil. Wie die meisten anderen Eisenbahnen haben deshalb auch die Niederländischen Eisenbahnen in ihren Lieferungsbedingungen Buchenschwellen, bei denen der rote Kern einen gewissen Bruchteil des Schwellenquerschnittes übersteigt, von der Annahme ausgeschlossen.

Zufälligerweise wurde nun beim Zersägen mehrerer, nach



Abb. 1.

werden kann. Von Dr. Pfeiffer (damals Privatdozent an der Technischen Hochschule in Delft) ausgeführte Untersuchungen haben gezeigt, daß rot kerniges Buchenholz den holzerstörenden Pilzen dreimal mehr Widerstand entgegen-

dem gewöhnlichen Doppel-Rüping-Verfahren imprägnierten Buchenschwellen bemerkt, daß ein großer Teil der Schwellen in der Mitte kein Teeröl enthielt. Da die Schwellen vollständig frei von rotem Kern waren, vermuteten wir zunächst, daß

ungenügend getrocknete Schwellen getränkt worden waren, aber eine genaue Untersuchung an noch vorhandenen trockenen Schwellen, zeigte uns daß für die jetzt gelieferten Buchenschwellen das Doppel-Rüping-Verfahren ungenügend ist.

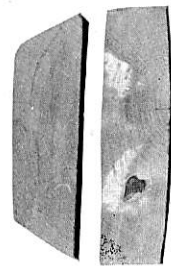
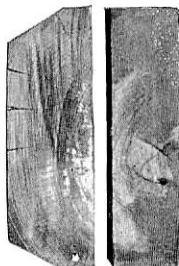
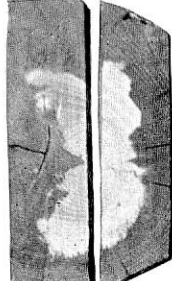
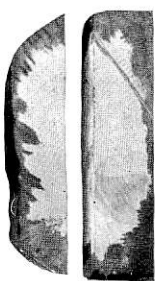
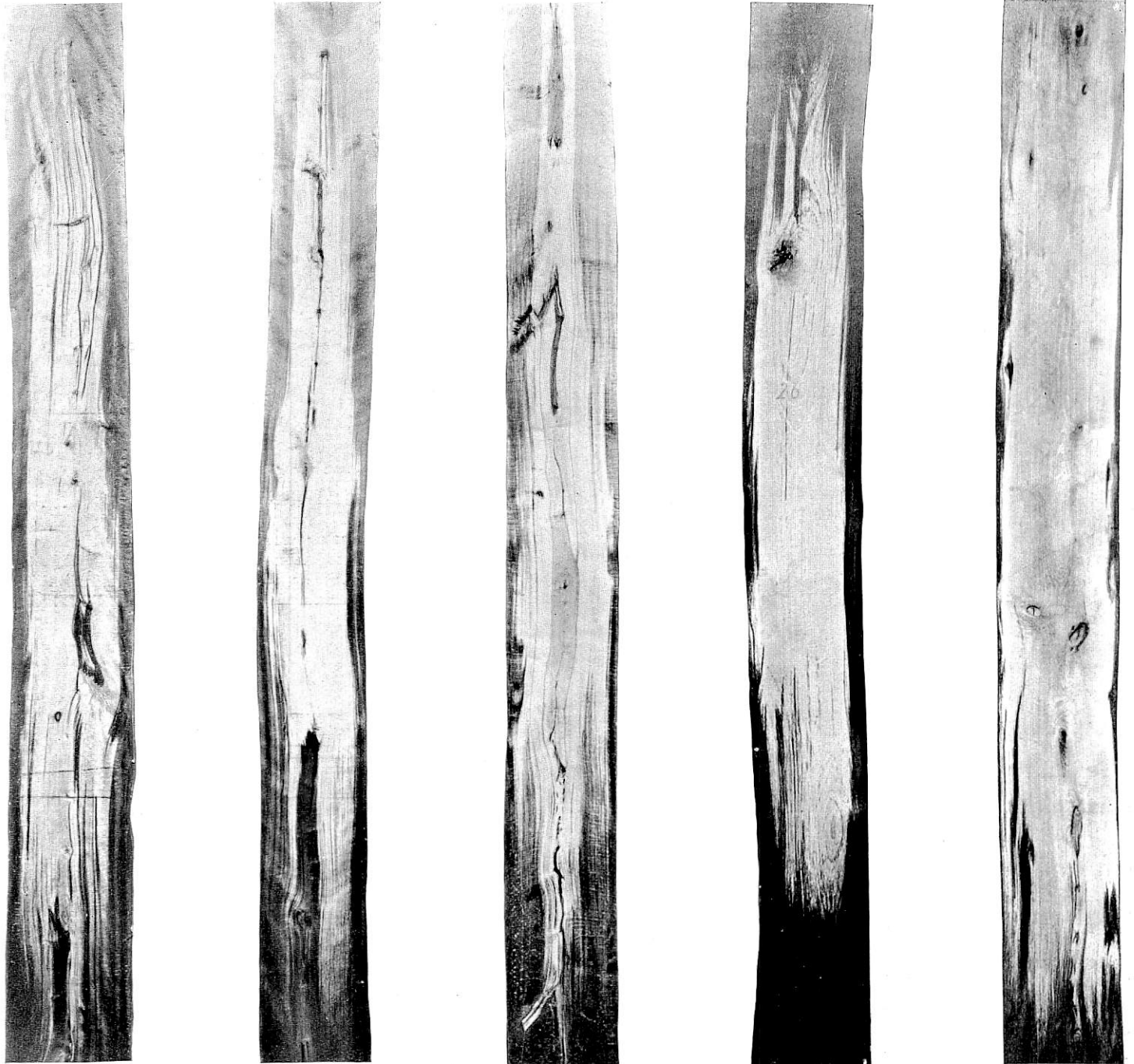


Abb. 3.

Abb. 4.

Nachdem einige vorläufige Versuche diese Annahme als richtig hatten erkennen lassen, wurden weitere Versuche durchgeführt. Die getränkten Schwellen wurden längere Zeit getrocknet, hierauf wurde ein Brett aus der Mitte der Schwelle ausgesägt.

Aus den übrig bleibenden Stücken wurde dann in der Mitte noch eine Scheibe (aus zwei Stücken bestehend) ausgeschnitten (Abb. 2). Von den Quer- und Längsschnitten wurden Lichtbilder angefertigt.



f

g

h

i

k

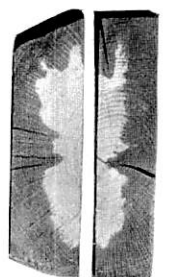
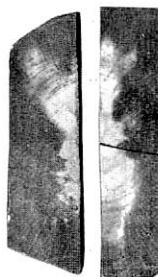
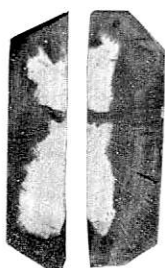
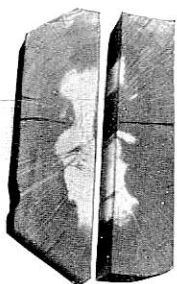


Abb. 4.

Abb. 5.

Bei den Versuchen handelte es sich um folgendes:

1. Zwei Buchenschwellen (aus Holstein) wurden wie üblich an der Luft getrocknet und nach dem Doppel-Rüping-Verfahren imprägniert (Abb. 3a und b).

2. Zwei Buchenschwellen aus Jugoslavien. Behandlung wie unter 1 (Abb. 3c und d).

3. Zwei getrocknete und zwei nasse Schwellen aus Holstein wurden gleichzeitig nach dem Doppel-Rüping-Verfahren getränkt (Abb. 4e, f, g und h).

4. Einige Schwellen wurden drei Monate auf den Dampfkessel zum Trocknen gelegt. Je zwei Schwellen aus Holstein, Jugoslavien und dem Rheinland wurden auf die vorgeschriebene Art getränkt. Von jeder Sorte wurde ein Stück photographiert (Abb. 5i, k und l).

5. Zwei Buchenschwellen der unter 1 beschriebenen Art wurden nach einem dreifachen Rüping-Verfahren getränkt. Dabei wurde jeweils 1, 2 und 3 Stunden gedrückt (Abb. 6m u. n).

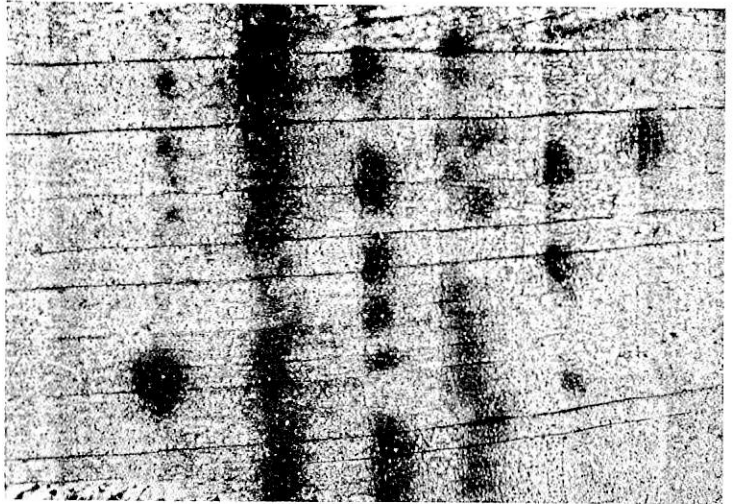


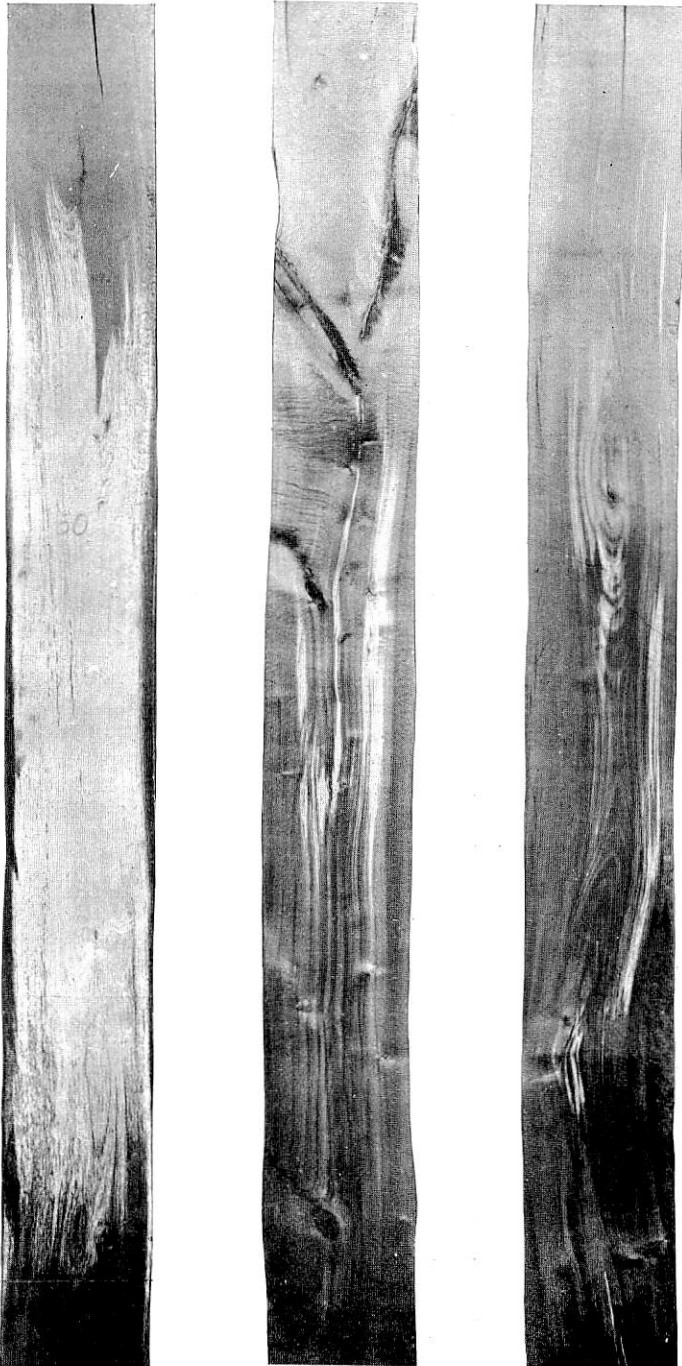
Abb. 7. Vergrößerung: 5 fach.

Es ist besonders zu erwähnen, daß alle zu den Versuchen benutzten Schwellen vollkommen frei von rotem Kern waren. Die in den einzelnen Fällen aufgenommenen Teerölmengen waren folgende:

| | | |
|----------|----------------|--------|
| Abb. 3a | Teerölaufnahme | 8,1 kg |
| b | „ | 22,5 „ |
| c | „ | 14 „ |
| d | „ | 15 „ |
| Abb. 4e | „ | 21 „ |
| f | „ | 20,3 „ |
| g | „ | 11,5 „ |
| h | „ | 11 „ |
| Abb. 5 i | „ | 12 „ |
| k | „ | 10 „ |
| l | „ | 11 „ |
| Abb. 6m | „ | 17,1 „ |
| n | „ | 28,5 „ |

Bei allen Tränkungen betrug der Anfangsluftdruck 2 bis 2½ atm (ungefähr ½ Stunde), der Öldruck 7 bis 8 atm (1 resp. 3 Stunden), die Luftverdünnung ungefähr 65 cm (45 Minuten), die Temperatur des Öles 70 bis 90°. Die Versuche haben klar gezeigt, daß das Doppel-Rüping-Verfahren für Buchenschwellen nicht geeignet ist. Zwar sind einige Versuche (Abb. 3c und d, Abb. 4e) ziemlich befriedigend ausgefallen, im allgemeinen aber sind die Resultate schlecht.

Bei Anwendung eines dreifachen Rüping-Verfahrens waren die Resultate ausgezeichnet, nur ein paar kleine vereinzelte Stellen sind unimprägniert geblieben. Es ist vielleicht möglich, die Öldruckzeit etwas zu verkürzen und anstatt 1, 2 und 3 Stunden z. B. 1, 1 und 3 oder 1, 2 und 2 Stunden zu drücken. Da mir augenblicklich nicht genügende Mengen trockener Buchenschwellen zur Verfügung stehen, konnte ich



l

m

n

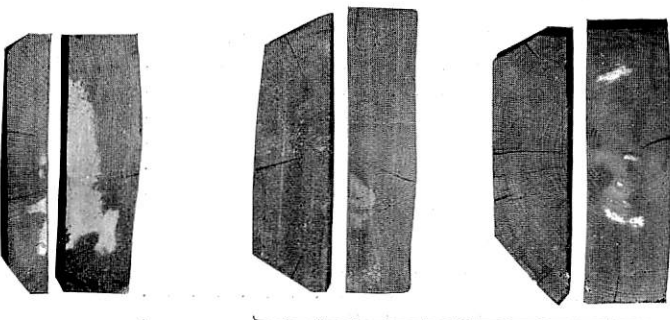


Abb. 5.

Abb. 6.

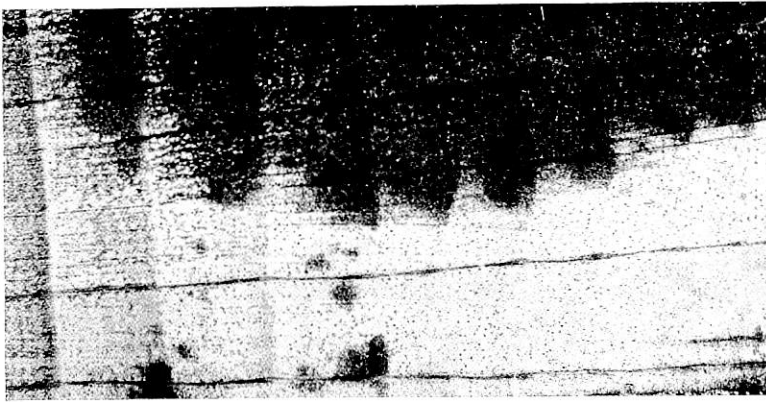


Abb. 8. Vergrößerung: 5 fach.

die Versuche leider nicht fortsetzen. Sobald entsprechende Schwellenmengen vorliegen, werden die Versuche aber ausgeführt.

Auf den verschiedenen Bildern ist sehr gut zu sehen, daß das Teeröl ausschließlich durch die Wasserleitungsbahnen in das Holz eindringt (wie schon Straßburger 1891 behauptet hat). Ein seitliches Eindringen in die Schwellen findet nur dort statt, wo Leitungsbahnen angeschnitten sind; wo das nicht der Fall ist, kommt eine seitliche Eindringung nicht in Frage (siehe Abb. 3a und b links und Abb. 5k und l). Hieraus folgt, daß bei längeren Weichenschwellen ein längerer Druck nötig ist und daß für diese Schwellen ohne Zweifel eine bessere Tränkung stattfinden muß.

Bei den Versuchen habe ich noch folgende Merkwürdigkeit festgestellt, nämlich, daß das Teeröl zuerst in das Spätholz der einzelnen Jahresringe eindringt (siehe Abb. 7 und 8). Vielleicht sind, wenigstens in Buchenholz, die Hoftüpfel im Spätholz weniger geschlossen und lassen das Öl schneller und leichter in die Leitungsbahnen eindringen. Etwas ähnliches findet man bei der Tränkung von Oregon Pine, wo bekanntlich nur das Spätholz teilweise getränkt werden kann.

Berichte.

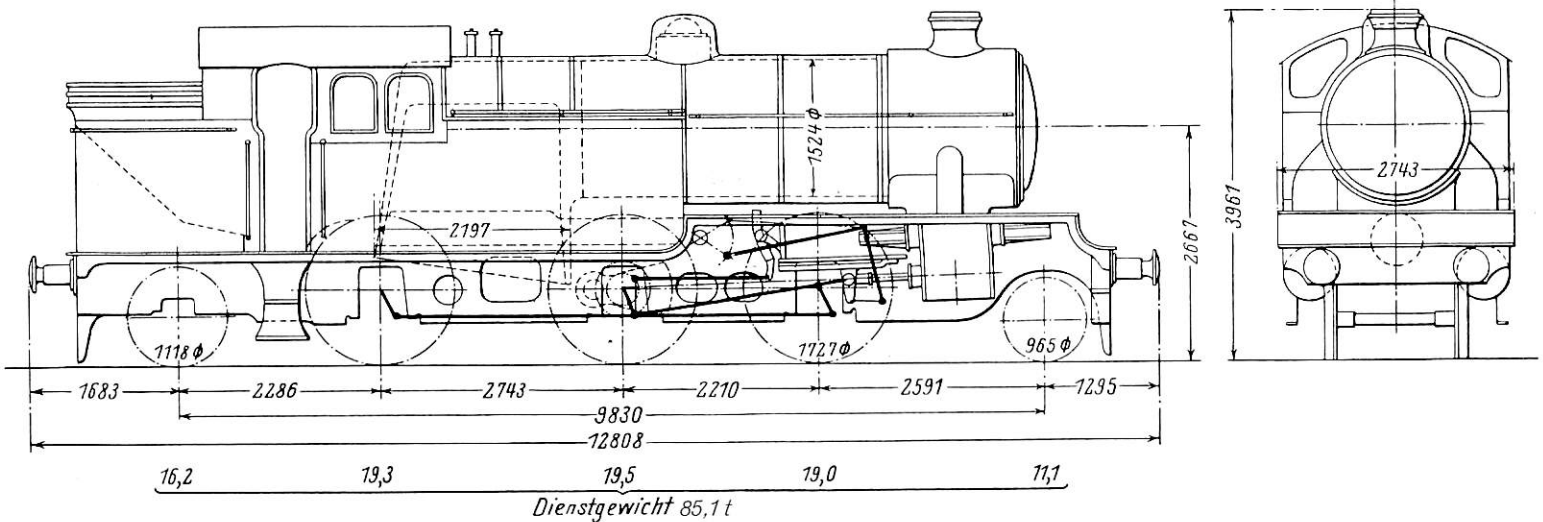
Lokomotiven und Wagen.

1 C 1 - h 3 Personenzug-Tenderlokomotive der London and North Eastern Railway.

Die von Gresley neu eingeführte Lokomotivbauart ist ein gutes Beispiel für die neuerdings oft beobachtete Erscheinung, daß sich die neueren englischen Lokomotiven immer mehr den festländischen Baugrundsätzen anpassen. Die Achsanordnung 1 C 1 bedeutet eine vollständige Abkehr von der bisherigen Gepflogenheit des englischen Lokomotivbaus, bei derartigen Tenderlokomotiven die Laufachsen möglichst hinter den Kuppelachsen, also unter dem hinten liegenden Vorratsbehälter unterzubringen.

Die drei Kuppelachsen sind fest im Rahmen gelagert; die vordere Laufachse ist als Bisselachse, die hintere als Adamsachse ausgebildet. Der größte Achsdruck beträgt 19,5 t. Der Kessel besitzt einen Robinson-Überhitzer und ruht vorn mit der Rauchkammer auf einem besonderen Sattelstück aus Stahlguß, das über dem Innenzylinder liegt. Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind nachstehend zusammengestellt:

| | |
|-------------------------------|------------|
| Kesselüberdruck | 12,6 at |
| Zylinderdurchmesser | 3 × 406 mm |
| Kolbenhub | 660 „ |



1 C 1 - h 3 Personenzug-Tenderlokomotive der London and North Eastern Railway.

Die Lokomotive (s. Textabb.) besitzt drei Zylinder, die mit einfacher Dampfdehnung arbeiten. Die äußeren Zylinder haben außen liegende Heusinger-Steuerung; die Steuerung des Innenzylinders wird von außen abgeleitet, eine Ausführung, die Gresley schon bei verschiedenen anderen Lokomotiven verwendet hat. Die Wahl eines dritten, innen liegenden Zylinders scheint allerdings nicht ganz glücklich, solange man noch zwei genügend große Außenzylinder unterbringen konnte — was man im vorliegenden Fall wohl annehmen darf —. Der innere Zylinder mit seinem Triebwerk ist bei der Tenderlokomotive schwer zugänglich; außerdem ist die Kropfachse etwas nahe an die Feuerbüchse geschoben. Es erscheint fraglich, ob der Vorteil eines besseren Drehmoments diese Nachteile aufwiegt.

| | | |
|--|--------------------------|----------------------|
| Verdampfungsheizfläche (Feuerbüchse u. Rohre) | 11,8 + 111,1 = | 122,9 m ² |
| Überhitzerheizfläche | | 26,3 „ |
| Heizfläche — im Ganzen — H | | 149,2 „ |
| Rostfläche R | | 2,05 „ |
| Anzahl der Heizrohre mit 44,5 mm Durchm. | | 149 Stück |
| „ „ Rauchrohre mit 133 mm Durchm. | | 22 „ |
| Durchmesser der Treibräder | | 1727 mm |
| Durchmesser der Laufräder, vorn/hinten | | 965/1118 „ |
| Fester Achsstand | | 4953 „ |
| Ganzer Achsstand | | 9830 „ |
| Ganze Länge der Lokomotive | | 12808 „ |
| Reibungsgewicht | | 57,8 t |

| | |
|--------------------------------------|------------------------|
| Dienstgewicht G | 85,1 t |
| Leergewicht | 67,7 „ |
| Vorrat an Wasser | 9,1 m ³ |
| „ „ Kohle | 4,0 t |
| Zugkraft (nach der Quelle) | 10200 kg |
| H:R | 74 |
| H:G | 1,76 m ² /t |
| Metergewicht | 6,6 t/m |
| (Engineering 1930, Nr. 3377.) | R. D. |

und Zugkräfte der wichtigsten derartigen Lokomotiven mit Treibrädern von mehr als 1850 mm Durchmesser wieder, also von solchen Lokomotiven, die für den Personenzugdienst in Frage kommen. Die Spalte 1 enthält die entsprechenden Angaben über die neue Lokomotive der Chicago and North Western Railway, die Spalte 6 diejenigen für die oben erwähnte, erste 2 D 2-Lokomotive der Northern Pacific Railway.

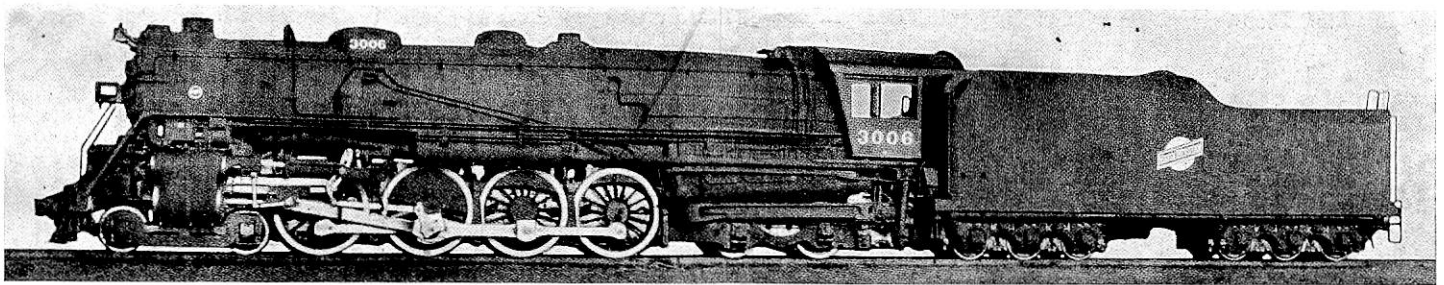
Der Kessel der neuen Lokomotive hat einen größten Außendurchmesser von 2540 mm und liegt mit seiner Mitte 3251 mm über Schienenoberkante. Er enthält 51 Heizrohre von 51 mm Durchmesser und 214 Rauchrohre von 89 mm Durchmesser. Die Feuerbüchse enthält außer den üblichen Wasserrohren noch zwei Nicholson-Wasserkammern, eine dritte ist in der Verbrennungskammer eingebaut. Die Feuerbüchse samt Verbrennungskammer, Wasserkammern und Wasserrohren hat eine Heizfläche von 51,5 m². Der Rost wird mechanisch beschickt. Der Mehrventilregler sitzt mit dem Dampfsammelkasten vereinigt in der Rauchkammer und ist durch eine verschließbare Öffnung in deren Decke zugänglich. Der Worthington-Vorwärmer hat eine neue Form erhalten und liegt jetzt vor dem Schornstein im oberen Teil der Rauchkammer.

In Anbetracht der großen Zylinderkräfte ist der Rahmen besonders widerstandsfähig durchgebildet worden. Er ist mit den Zylindern, dem Rauchkammerträger, den sämtlichen Querverstrebungen und den Trägern für die beiden Luftpumpen — die

2 D 2-h 2 Lokomotive der Chicago and North Western Railway.

Die von den Baldwin-Werken in einer Anzahl von 35 Stück gebaute Lokomotive ist augenblicklich die schwerste 2 D 2-Lokomotive Amerikas. Hinsichtlich der Zugkraft wird sie zwar noch vor einer 2 D 2-Lokomotive der Atchison, Topeka and Santa Fe Railway übertroffen; es ist aber Vorsorge getroffen, daß der jetzige Kesselüberdruck von 17,6 at ohne bauliche Änderungen auf 19,3 at erhöht werden kann, wodurch die neue Lokomotive dann auch hinsichtlich der Zugkraft an die Spitze rücken würde.

Die erste 2 D 2-Lokomotive ist erst im Jahr 1926 für die Northern Pacific Railway gebaut worden. Dabei war man zunächst weniger zu der zweiten Schleppachse übergegangen,



2 D 2-h 2 Lokomotive der Chicago and North Western Railway.

weil man die Lokomotivleistung besonders steigern oder die Beanspruchung des Oberbaues verringern wollte — zwei Gesichtspunkte, die neuerdings im Vordergrund stehen—. Vielmehr verlangte eine zur Verfügung stehende, geringerwertige Kohle eine besonders große Rostfläche und damit die Beifügung einer zweiten Schleppachse. Seit 1926 sind dann 2 D 2-Lokomotiven in großer Zahl gebaut worden, so im Jahr 1929 allein 172 Stück. Die nachstehende Zusammenstellung gibt die Hauptabmessungen

vor den Zylindern sitzen — in einem einzigen, beinahe 18 m langen und 33 t schweren Stück aus Stahl gegossen. Auch die Ein- und Ausströmröhreile zwischen den Zylindern und der Rauchkammer sind in dieses Gußstück einbezogen.

Die Achslagerführungen der Treib- und Kuppelradsätze besitzen selbsttätig nachstellbare Keile der Bauart Franklin, die man neuerdings in Amerika öfters anwendet. Die Achsschenkel der Treibachse haben einen Durchmesser von 343 mm bei einer

| Spalte | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|---|-----------------------------------|--------------------------|---|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------|
| Eigentumsbahn | Chicago and North Western Railway | Canadian Pacific Railway | Delaware, Lackawana and Western Railway | Atchison, Topeka and Santa Fe Railway | Canadian National Railway | Northern Pacific Railway | Great Northern Railway | |
| Kesselüberdruck | 17,6 (19,3) | 19,3 | 17,6 | 14,8 | 17,6 | 14,8 | 15,8 | at |
| Zylinderdurchmesser | 686 | 648 | 686 | 762 | 648 | 711 | 737 | mm |
| Kolbenhub | 813 | 762 | 813 | 762 | 762 | 762 | 737 | „ |
| Treibraddurchmesser | 1930 | 1905 | 1956 | 1854 | 1854 | 1854 | 2032 | „ |
| Verdampfungs-Heizfläche | 482,5 | 457 | 481 | 526 | 395 | 427 | 442 | m ² |
| Überhitzer-Heizfläche | 218 | 196 | 123 | 208 | 158 | 184 | 210 | „ |
| Heizfläche — im ganzen — H | 700,5 | 653 | 604 | 734 | 553 | 611 | 652 | „ |
| Rostfläche R | 9,3 | 8,7 | 8,2 | 10,0 | 7,8 | 10,7 | 9,1 | „ |
| Reibungsgewicht | 130,5 | 113 | 122 | 122 | 105 | 118 | 112 | t |
| Dienstgewicht d. Lokomotive G | 226 | 192 | 191 | 191,5 | 176 | 192 | 191 | „ |
| Dienstgewicht d. Lokomotive G einschließlich Tender | 370 | 321 | 288 | 320 | 294 | 334 | 340 | „ |
| Zugkraft (ohne Hilfsmaschine) | 29500 (32500) | 27600 | 29200 | 29900 | 25700 | 26000 | 26500 | kg |
| H:G | 3,1 | 3,4 | 3,2 | 3,8 | 3,1 | 3,2 | 3,4 | m ² /t |
| H:R | 75,5 | 75 | 74 | 73,4 | 70,5 | 57 | 71,5 | „ |

Länge von 356 mm, diejenigen der Kuppelachsen einen solchen von 305 mm bei 368 mm Länge. Die Treibstange ist hinten gegabelt und überträgt einen Teil der Kolbenkraft zur Entlastung des Treibzapfens mit Hilfe einer Büchse unmittelbar auf die nach hinten führenden Kuppelstangen, wie dies schon früher bei einigen besonders leistungsfähigen Lokomotiven ausgeführt worden ist. 30 Lokomotiven haben Heusinger-Steuerung erhalten, die übrigen fünf Stück Baker-Steuerung. Die hintere Schleppachse trägt eine Hilfsmaschine, die noch eine zusätzliche Zugkraft von 5100 kg, oder bei einem auf 19,3 at erhöhtem Kesselüberdruck sogar von 5600 kg entwickelt. Die gesamte Zugkraft der Lokomotive kann somit bis zu 38100 kg gesteigert werden.

Von dem Dienstgewicht der Lokomotive entfallen 39,4 t auf das führende Drehgestell, 130,5 t auf die Treib- und Kuppelachsen und 56,1 t auf die Schleppachsen. Der durchschnittliche Achsdruck der gekuppelten Achsen beträgt demnach annähernd 33 t.

Der zu der Lokomotive gehörende Tender hat ein Dienstgewicht von 145 t. Er läuft auf zwei dreiachsigen Drehgestellen und faßt 82 m³ Wasser und 18,2 t Kohle. Sein Rahmen ist ebenfalls in einem Stück aus Stahl gegossen. Sämtliche Verbindungen am Tenderkasten sind geschweißt. Ein Teil dieser Tender hat Rollenlager erhalten.

R. D.

(Engineering 1930, Nr. 3377.)

Achträdriger Dampfwagen.

Mit den Elementen: Dampfmaschine und Dampfkessel in der Ausführungsweise der Sentinel-Werke werden in England nicht nur Eisenbahntriebwagen, sondern auch Lastkraftwagen für Straßenverkehr gebaut. Ein solches Fahrzeug, bei dem zur Verringerung der auf die einzelnen Räder entfallenden Belastung zwei Drehgestelle mit je vier Rädern verwendet werden, ist kürzlich von den „Sentinel Wagon Works“ herausgebracht worden (Abb. 1). Der Kessel in der aus früheren Veröffentlichungen bekannten Bauart*) ist vorne überhängend auf dem Führerstand angeordnet. Der Kesseldruck ist rund 20 atm. Die zweizylindrige, doppeltwirkende Dampfmaschine hängt waagrecht zwischen den Drehgestellen unten am Rahmen. Ihre Welle ist den Radachsen parallel. Die Zylinderbohrung ist 150 mm, der Kolbenhub 200 mm, höchste Drehzahl 650 Min. bei etwa 20 km/Std. Die Kraftübertragung erfolgt durch Rollenketten zur ersten Hinterachse und von hier durch unabhängige Ketten zur zweiten Hinterachse. Neben einer Handbremse kann gleichzeitig noch eine Dampfbremse zur Wirkung gebracht werden. Wenn nötig können auch

*) Organ 1926, Seite 139.

wesentlich höhere Geschwindigkeiten als 20 km/Std. erreicht werden.

Besonders beachtenswert ist das vordere Drehgestell. Den Hauptteil bildet ein zylindrischer zwischen den Räderpaaren

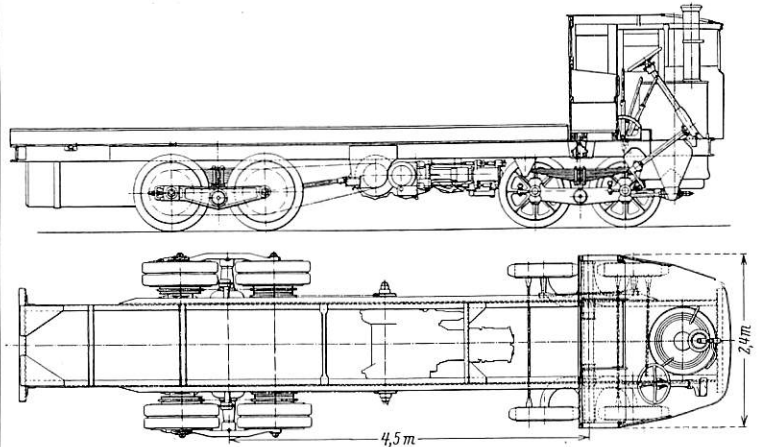


Abb. 1. Achträdriger Dampfwagen.

liegender Körper, auf den doppelt bogenförmige Arme aufgesteckt sind, die an den Enden die schwenkbaren Räder tragen. Auf den Hauptträger, der aus der Abb. 1 ersichtlich ist, stützt sich der Wagenrahmen ab. Die Wirkungsweise dieses Dreheschemels beruht auf dem Ackermann-Prinzip (Abb. 2): Die gesteuerten Räder folgen einer Reihe von Kreisen mit gemeinsamem Mittelpunkt, der auf der verlängerten Mittelinie der Radachsen des hinteren Drehgestells liegt. Damit kann in kleinem Winkel gewendet werden.

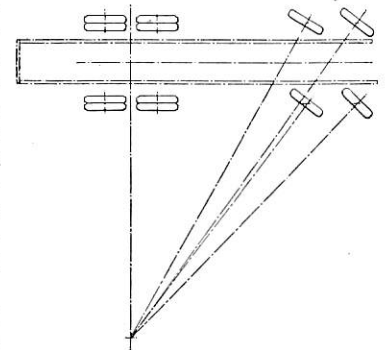


Abb. 2.

Die Spurweite der vorderen Räderpaare beträgt etwa $1\frac{3}{4}$ m. die Ladebrückenhöhe im belasteten Zustand $1\frac{1}{2}$ m. Der Kohlenbunker faßt 500 kg, der Wassertank etwa 800 l. Der durchschnittliche Brennstoffverbrauch beträgt etwa 50 kg/20 km. (Engineering, 1930).

R-r.

Betrieb in technischer Beziehung; Signalwesen.

Die Auswahl von Lokomotivkohlen.

Ausgehend von der Tatsache, daß die Ausgaben für Kohlen einen bedeutenden Betrag im Jahreshaushalt der Eisenbahngesellschaften darstellen, beschäftigt sich H. N. Basset in einem Aufsatz in der Zeitschrift The Railway Engineer vom Juli 1930 mit der Frage der richtigen Auswahl von Lokomotivkohlen.

Die englischen Lokomotivkohlen können in zwei Hauptgruppen, in die Walliser und in die nordenglischen Kohlen eingeteilt werden. Die Eisenbahnen verbrauchen jene Kohlen, die sie am günstigsten erhalten können. Die Walliser Lokomotivkohlen werden entweder aus dem Monmouth Revier mit gewöhnlich über 22% flüchtigen Bestandteilen oder aus dem Cardiff Revier mit 16 bis 22% flüchtigen Bestandteilen geliefert. Weiter westlich nimmt der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen immer mehr ab und die Kohle wird anthrazitisch, also ungeeignet für Lokomotivfeuerung. Die nordenglischen Kohlen haben einen wesentlich höheren Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, nämlich von 34 bis 40%. Auch ist ihr Heizwert niedriger und ihre Lagerbeständigkeit geringer als die der Walliser Kohle. Wie Versuche in England und im Ausland gezeigt haben, ergibt die Walliser Kohle die niedrigsten Verbrauchszahlen. Die argentinische Great Southern Eisenbahngesellschaft fand nach ausgedehnten Versuchen folgende Verbrauchszahlen (siehe nebenstehende Tabelle).

Die nordenglische Kohle erfordert wegen ihres großen Gasgehalts eine breite geräumige Feuerbuchs mit weitgesetzten Rost-

| Kohleherkunft | Verbrauch in kg je Zug/km | | | | | | Mehrverbrauch in % |
|--------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|--------------------|
| Süd-Wales | 12,7 | 12,3 | 12,3 | 13,1 | 15,0 | 13,2 | — |
| Yorkshire | 14,7 | — | — | — | — | — | 15,7 |
| Northumberland . | — | 13,9 | — | — | — | — | 13,0 |
| Lancashire | — | — | 15,2 | — | — | — | 23,6 |
| Schottland | — | — | — | 13,7 | — | — | 4,6 |
| Pennsylvanien . . | — | — | — | — | 14,5 | — | 3,4 |
| Pocohontas | — | — | — | — | — | 14,0 | 6,1 |

stäben. Löcher in der niedrig zu haltenden Feuerschicht müssen sorgfältig vermieden werden, da der Luftüberschuß die Feuertemperatur herabdrückt und die Kohlenwasserstoffe niederschlägt, so daß starke Rauchentwicklung eintritt. Die Walliser Kohlen brauchen wegen ihres geringeren Gasgehalts eine lange schmale Feuerbuchs mit enggesetzten Roststäben. Die Feuerschicht ist mäßig dick zu halten. Der Unterschied in der Rostkonstruktion zeigt sich darin, daß die Rostfläche der Great Western Lokomotiven, die fast ausschließlich Walliser Kohlen verbrennen, nur zwei Drittel der Rostfläche der Lokomotiven der London und Nordost Bahn beträgt, die Kohlen hohen Gasgehalts verbrauchen.

Von Einfluß auf den Verbrauch ist die Gleichmäßigkeit der Korngröße und die Festigkeit der Kohle. Abgesiebte Kohle mit gleichmäßigerer Korngröße ist daher der ungesiebten Förderkohle vorzuziehen. Die Walliser Kohlen zeichnen sich durch große Festigkeit aus. Die Verbrauchszahlen stiegen beträchtlich an, als wegen des Streikes im Jahre 1926 amerikanische Kohlen mit starkem Abrieb verwendet wurden.

Besonderes Augenmerk ist bei der Kohlenauswahl auf den Aschengehalt zu wenden. Dabei ist weniger die Größe des Aschengehalts, so lange sie nicht ein bestimmtes Maß überschreitet, wichtig als vielmehr die Lage des Schmelzpunktes. Niedrig schmelzende Asche gibt zu Betriebsstörungen Anlaß. Je mehr sich die Asche dem reinen Aluminiumsilikat nähert, desto höher liegt der Schmelzpunkt. Hoher Eisengehalt ist immer mit niedrigem Schmelzpunkt verbunden. Auch Alkalien setzen den Schmelzpunkt herab.

Schwefel ist unschädlich, wenn er in organischer Form in der Kohle enthalten ist, dagegen wegen der Einwirkung auf die Roststäbe besonders schädlich, wenn er als Eisensulfid auftritt.

Während amerikanische Kohlen einen Schwefelgehalt bis zu 8% aufweisen, enthalten die britischen Kohlen im Durchschnitt 1,75% Schwefel in organischer und anorganischer Form. Für Lokomotivkohlen ist ein niedriger Satz an Eisensulfid Bedingung.

Schließlich ist bei der Kohlenauswahl noch die Lagerbeständigkeit und die Mischfähigkeit zu beachten. Die gelagerte Kohle ist einem langsamen Oxydationsprozeß unterworfen, der einen Verlust am Heizwert der Kohle mit sich bringt. Der Prozeß geht rascher vor sich, wenn der Kohlenstapel ungleichmäßig stückig, vor allem staubreich ist. Die Lagerung unter Luftabschluß, wie sie in Portsmouth und in Amerika versucht wurde durch Lagerung unter Wasser, kommt für den Lokomotivbetrieb nicht in Frage.

Die Mischfähigkeit ist dann von Wichtigkeit, wenn es durch Mischung zweier verschiedener Kohlen gelingt den Aschenschmelzpunkt zu erhöhen. So ergab in einem Falle die Mischung einer Kohle von 1315°C Aschenschmelzpunkt mit einer Kohle von 1370°C Aschenschmelzpunkt einen neuen Aschenschmelzpunkt von 1420°C. Allerdings dürfen gemischte Kohlen wegen der Selbstentzündung nicht in größeren Mengen gelagert werden.

Die Aufstellung von Kohleneinkaufsbedingungen ist wegen der Vielseitigkeit der Beziehungen sehr schwierig. Jedenfalls sollten die Vorschriften über Heizwert, Aschengehalt, Gasgehalt und Feuchtigkeitsgehalt zahlenmäßig festgelegt sein. Die Festlegung der Mindesthöhe des Aschenschmelzpunktes ist besonders wichtig. Empfehlenswert ist die Vorschrift über die Größe des Schwefelgehalts. Bewährt haben sich die in Amerika häufigen Lieferungsklauseln, wonach für den Fall hohen Aschengehalts Preisabzüge, für den Fall niedrigen Aschengehalts Preiszuschläge vereinbart sind. Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit des Einkaufes ist hier natürlich die richtige Wahl des normalen Aschengehalts.

Eb.

(The Railway Engineer).

Das neue Signalwesen der französischen Eisenbahnen.

Im September 1926 haben die französischen Eisenbahnen einem Sonderausschuß den Auftrag erteilt, ihr Signalwesen unter dem Gesichtspunkt der Anpassung an neuzeitliche Verkehrsverhältnisse zu überprüfen. Sein Bericht ist von den zuständigen Stellen gebilligt worden, und durch einen Erlaß des Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 1. August 1930 ist daraufhin eine neue Signalordnung für die französischen Eisenbahnen eingeführt worden. Sie weist gegen die alten Vorschriften eine Anzahl Vereinfachungen auf und macht Gebrauch von Erfahrungen und Einrichtungen der anderen Länder Europas und der Vereinigten Staaten; bis an die äußerste Grenze der möglichen Einfachheit wie z. B. die deutsche Signalordnung geht sie jedoch nicht heran.

Der wichtigste Punkt der Neuordnung besteht darin, daß man das weiße Licht, das bisher die Fahrt frei gab, durch grünes Licht ersetzt hat, sich dadurch dem Gebrauch der Nachbarländer anschließend. Weiter ist Wert auf die Fortentwicklung des Lichtsignals gelegt worden, indem jeder Signalbegriff durch ein einzelnes Licht ausgedrückt wird; man ging dabei von dem Gedanken aus, daß das Lichtsignal das Signal der Zukunft für

verkehrsstarke Strecken ist. Der dritte Grundgedanke der neuen Signalordnung besteht darin, daß die verschiedenen Scheibensignale, die man beibehalten hat, sich schon durch ihre Form voneinander unterscheiden sollen.

Weiter ist das Ziel der neuen Signalordnung, den Gebrauch der roten Scheibe, des vorgeschobenen Haltsignals, und der Abzweigungssignale einzuschränken; dagegen soll die Anweisung, die Geschwindigkeit zu verringern, schärfer betont werden, indem sie zweimal erteilt wird.

Die neue Signalordnung gilt mit geringen Abweichungen für alle Eisenbahnen Frankreichs; durch ihre Ausdehnung auf die Eisenbahnen Elsaß-Lothringens werden deren aus der deutschen Zeit herrührenden Besonderheiten im wesentlichen beseitigt.

Frankreich hat nunmehr nach dem Vorbild seiner Nachbarn drei Signalfarben: Grün für Freie Fahrt, Rot für Halt, Orange als Ankündigungs- oder Langsamfahrtsignal. Die Einführung des orangefarbenen Lichtes ist eine Neuerung; man hat sich durch Versuche von der Eignung dieser Farbe überzeugt, was bei der langjährigen Anwendung dieses Lichtes in anderen Ländern eigentlich überflüssig gewesen wäre. Dabei hat das Institut d'Optique in Paris mitgewirkt. Es sind Abnahmebedingungen für das neue Glas aufgestellt worden, und die Lieferwerke haben die Herstellung so entwickelt, daß sie die Gewähr für die Lieferung eines einwandfreien Glases übernehmen können.

Daß man für die drei Hauptsignalbegriffe, Halt, Freie Fahrt und Ankündigung des Haltbefehls ein einzelnes Licht statt der bisherigen zwei Lichter gewählt hat, beruht auf Würdigung der bekannten Erscheinung, daß man ein Doppellicht auf größere Entfernung als solches nur erkennen kann, wenn die Lichter erheblich voneinander entfernt sind. Das einfache Licht nimmt auch weniger Raum ein und ist sparsamer im Stromverbrauch, wobei seine Lichtstärke gegenüber dem Doppellicht sogar erhöht werden kann.

Für das Haltsignal hat man die drei Formen der alten Signalordnung und ihre Bedeutung beibehalten: die rote runde Scheibe kündigt an, daß an der nächsten Weiche oder am nächsten Signal gehalten werden muß, sie wird überfahren, ist also eine Art Vorsignal; der Signalarm, das Blocksignal, darf nach Vorschriften, die bei den einzelnen Netzen verschieden sind, bei Haltstellung überfahren werden, nachdem der Zug zum Halten gebracht worden ist; die viereckige Scheibe gebietet unbedingt Halt. Der Signalarm, das Blocksignal, hat also eine Bedeutung, die vollständig deutscher Anschauung widerspricht. Der Entschluß, das Signal bei Haltstellung zu überfahren, ist vom Zugpersonal zu fassen. Die viereckige Scheibe darf dagegen — außer in Störungsfällen und auch dann nur auf Anweisung des Stellwerkspersonals — überhaupt nicht überfahren werden.

Das Armsignal, als Blocksignal dienend, behält seine Form bei; bei Halt steht der Arm waagrecht, bei Freier Fahrt hängt er senkrecht nach unten. Die bisher nebeneinanderstehenden roten und grünen Lichter bei Halt werden durch ein rotes Licht, das bisher weiße Licht bei Freier Fahrt durch ein grünes Licht ersetzt. Die rechteckige Scheibe, die schachbrettartig in vier Quadrate, je zwei weiß und rot, geteilt, unbedingt Halt gebietet, bleibt ebenfalls unverändert; ebenso werden ihre zwei roten Lichter beibehalten, doch können sie statt wie bisher nebeneinander auch übereinander angeordnet werden. Die bei Halt quer zum Gleis stehende Scheibe wird bei Freier Fahrt in die Lage parallel dazu geschwenkt; das nächtliche weiße Licht wird durch grün ersetzt. Soll das Blocksignal unbedingt Halt gebieten, so kommt zu seinem Hauptarm ein zweiter kleinerer, zu seinem einen roten Licht ein zweites hinzu.

Die runde Scheibe, das Ankündigungssignal, behält ebenfalls ihre Form; an Stelle ihres einen roten Lichtes tritt ein rotes und ein orangenes, an Stelle des weißen ein grünes.

Außer dieser runden Scheibe gibt es in Frankreich noch ein waagrecht oder auf die Spitze gestelltes, vierfach geteiltes, grün-weißes Quadrat als eigentliches Vorsignal. Dieses wird ersetzt durch ein gelbes auf der Spitze stehendes Quadrat, seine grünen Lichter durch orangenes Licht.

Als Langsamfahrtsignal dient jetzt eine kreisrunde grüne Scheibe; an ihre Stelle tritt ein gelbes, mit der Spitze nach oben stehendes Dreieck. Dieses Signal steht in einiger Entfernung vor der Stelle, an der langsam gefahren werden muß, z. B. einer

Abzweigung. An dieser selbst wird es noch einmal durch ein gelbes Dreieck mit der Spitze nach unten wiederholt. Das erste Dreieck zeigt bei Nacht als Befehl zur Verlangsamung der Fahrt zwei orangene Lichter nebeneinander, das andere zwei solche Lichter übereinander. Beide Dreiecke werden wie alle anderen Scheiben, wenn sie die unbeschränkte Fahrt freigeben, gleichlaufend zum Gleis gedreht, so daß sie dem herannahenden Zug ihre senkrechte Kante zukehren, und zeigen dann grünes Licht.

Als Richtungssignale dienten bisher eine Anzahl lilafarbige waagerechte Arme mit der gleichen Zahl gleichfarbiger Lichter; der erste, zweite, dritte nach unten unter 45° geneigte Arm, das entsprechende grüne Licht zeigte die Fahrt in das erste, zweite, dritte Gleis an. Die Arme und Lichter sind nunmehr „mondblau“; der erste Arm zeigt unter 45° gesenkt Fahrt in das erste Gleis an; für die Fahrt in das zweite Gleis werden zwei Arme, für die Fahrt in das dritte Gleis drei Arme gesenkt. Entsprechend erscheinen ein, zwei, drei mondblaue Lichter.

Für den Verschiebedienst ist an Stelle einer bisher angewendeten gelben Scheibe in Quadrat- oder Kreisform eine lilafarbige Scheibe, entsprechend an Stelle bisherigen gelben Lichts ein Lila-Licht als Haltsignal vorgesehen. Bei Freier Fahrt zeigt die Scheibe ihre senkrechte Kante oder weißes Licht. Man hat also hier eine Ausnahme von dem Ausschluß weißen Lichts zugelassen. Man glaubt, daß hier Verwechslungen weniger zu befürchten sind, was bezweifelt werden kann, doch ist die Gefahr wegen der geringeren Geschwindigkeit und wegen der Mitwirkung des Bahnhofspersonals weniger groß.

Die Scheibensignale erhalten einen schwarz-weißen Rand, der von den Eisenbahnen Elsaß-Lothringen übernommen ist; die dreieckigen Scheiben haben noch schwarze Längs- und Querstriche.

Die Handsignale mit Fahnen und Laternen bleiben dieselben wie bisher, doch wird hier Gelb durch Grün, Grün durch Weiß ersetzt.

Bei den Armsignalen ist zugelassen, ihnen drei Stellungen zu geben: waagrecht, bedingt Halt gebietend als Blocksignal, unter 45° nach unten als Ankündigungssignal dienend, senkrecht die Fahrt freigebend.

Man könnte nicht gerade sagen, daß sich die neuen französischen Signale durch die Klarheit, Einfachheit und Eindeutigkeit auszeichnen, die den deutschen Signalen eigen ist. Vor allem wird der deutsche Signaltechniker den unumstößlichen Grundgedanken, den das deutsche Signalwesen enthält, vermissen, daß nämlich ein rotes Licht und ein waagerechter Arm einen unbedingt zu befolgenden Haltbefehl übermittelt.

Was die Langsamfahrtsignale anbelangt, so soll bei ihnen im allgemeinen die Fahrgeschwindigkeit auf 40 km herabgesetzt werden; es sind jedoch auch andere Vielfache von 10 km zugelassen. In solchen Fällen werden Tafeln mit Angabe der Fahrgeschwindigkeit aufgestellt.

Nach Möglichkeit sollen mehrere Signale an einem Mast zusammen gefaßt werden, so z. B. das Ankündigungssignal, die auf der Spitze stehende gelbe Scheibe, mit dem Langsamfahrtsignal, dem gelben Dreieck, das Haltsignal, das rot-weiße Quadrat, mit dem dem Befehl zum Langsamfahren wiederholenden Signal, dem gelben Dreieck, das Haltsignal, die rot-weiße Scheibe oder der Signalarm, mit dem Ankündigungssignal, dem gelben, auf der Spitze stehenden Quadrat. Voraussetzung für die Zulässigkeit einer solchen Zusammenfassung ist, daß kein Signal dabei zu weit von der Stelle entfernt zu stehen kommt, für die es einen Befehl übermitteln soll. Bei Nacht zeigen diese Signale immer nur ein Bild, und zwar dasjenige, das für die Fortsetzung der Fahrt eines Zuges die weitestgehende Beschränkung bedeutet. Man hat mit diesen Signalen bereits Versuche gemacht, aber noch nicht die volle Überzeugung erlangt, daß die Lokomotivführer die Signale immer richtig erfassen werden, was nicht verwunderlich ist, aber man hofft, daß gewisse Anfangsschwierigkeiten bald überwunden sein werden. Im übrigen bleibt die Bedeutung der Haltsignale ebenso unklar wie bisher, und ein eindeutiges Haltsignal muß doch die unerschütterliche Grundlage jedes Signalwesens sein.

Die Umstellung auf die neue Signalordnung soll in drei bis fünf Jahren beendet sein. Es handelt sich dabei um 70000 Signale, von denen keins unberührt bleibt. Die Kosten werden etwa 60 bis 70 Mill. Fr. betragen. Wernicke.

Buchbesprechungen.

Bergbahnen. Von O. Ammann und C. v. Gruenewaldt, Karlsruhe. Handbibliothek für Bauingenieure, II. Teil, 9. Bd. Berlin 1930, Verlag Julius Springer. Preis geb. 28.— *R.M.*

Das Buch behandelt in drei Abschnitten die Zahnradbahnen, die Standseilbahnen und die Seilschwebbahnen für den Personenverkehr. Die Stellung des Buches in der Handbibliothek für Bauingenieure bringt es folgerichtig mit sich, daß die bautechnischen Fragen in den Vordergrund gerückt sind, von der Linienführung bis zu Betriebs- und Kostenangaben. Indessen sind maschinentechnische Fragen überall soweit behandelt, daß sich der Bauingenieur auf diesem Grenzgebiete, wo das Zusammenwirken zwischen Bau- und Maschinentechnik besonders nötig ist, mit Sicherheit bewegen kann. Die Unterlagen, zumal die vom Verlag Julius Springer in gewohnter Klarheit und Schönheit herausgebrachten Abbildungen, lassen erkennen, daß die Verfasser die Quellen der Erfahrungen dort gesucht haben, wo sie für Bergbahnen fast allein fließen, nämlich bei den nicht sehr zahlreichen Firmen, die sich dem Bau und der Ausrüstung von Bergbahnen widmen. Im ganzen ist so ein Handbuch entstanden, das für Bau, Betrieb und Verkehr in jeder wesentlichen Frage sichere Auskunft gibt. Auch die Schauinslandbahn, die beim Erscheinen des Buches im Bau war, ist kurz und zutreffend mit beschrieben, so daß hier wie an anderen Stellen der neueste Stand wiedergegeben ist. Dasselbe gilt von dem Literaturverzeichnis, das bis 1929 heraufgeführt ist und das mit nicht weniger als 525 Nummern wohl die umfassendste Übersicht auf dem Gebiete der Bergbahnen darstellt. Die Seilbahnen für Güterverkehr haben die Verfasser nicht behandelt, sie verweisen dafür an mehreren Stellen auf das bekannte Buch von Stephan „Die Drahtseilbahnen einschließlich der Kabelkrane und Elektrohängebahnen“, 4. Aufl., Berlin 1926, Verlag Julius Springer. Preis geb. 33.— *R.M.* Dieses Buch ist dem Bande „Bergbahnen“ insofern ähnlich, als es gleichfalls auf die Behandlung von Betriebs- und Verkehrsfragen besonderen Wert legt. Angesichts der immer mehr zunehmenden Bedeutung der

Seilförderung, auch im Baubetriebe, sei auch auf das Buch Stephans empfehlend hingewiesen. Dr. Bl.

Rechnerische Untersuchungen der Wärmeübertragung im Lokomotivlangkessel von Dr. Ing. Ulrich Barske (Hanomag-Nachrichtenverlag G. m. b. H.).

Für die Wärmeübertragung und den Temperaturverlauf in den Heiz-, Rauch- und Überhitzerrohren des Lokomotivlangkessels werden für praktische Berechnungen und Untersuchungen geeignete Formeln abgeleitet und hierfür Tabellen, Kurven und Rechentafeln aufgestellt. Die Ableitungen beruhen auf den letzten Ergebnissen der Wärmeübertragungsforschung. Für Vereinfachungen ist die Zulässigkeit nachgewiesen.

Im zweiten Teil sind für Naß- und Heißdampflokomotivlangkessel praktische Beispiele ausgeführt und deren Ergebnisse in Kurvenbildern entsprechenden Meßresultaten gegenübergestellt.

Die eingeflochtenen Aufgabentexte mit den angegebenen Lösungshinweisen dienen der besseren Verarbeitung des dargebotenen Stoffes. R—r.

Weiter gingen uns zu:

„**Grundsätze für die bauliche Durchbildung stählerner Eisenbahnbrücken (GE).** Zweite Auflage. Gültig vom 1. Januar 1931 ab. — Berlin 1931, Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn.

Lokomotivkunde, Heft 4. Die Lokomotiv-Dampfmaschine. Aus den Lehrstoffheften für die Dienstanfängerschule. Herausgegeben vom Verlag der verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft bei der Deutschen Reichsbahn.

Statik für Baugewerkschulen und Baugewerkmeister von Karl Zillich. 1. Teil: Graphische Statik mit 160 Abbildungen im Text. 9. neubearbeitete Auflage. Berlin. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn. — Preis geh. 2.— *R.M.*, kart. 2.40 *R.M.*