

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Dr. Ing. Heinrich Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

90. Jahrgang

15. März 1935

Heft 6

Grundsätze für die Erstellung von Brennstoffmischanlagen.

Von Reichsbahnoberrat Dr. Ing. Velte, Köln.

Der hohe Brennstoffverbrauch für Dampflokotiven in einem Bezirk, der durch die Verwendung von größeren Kohlenmengen mit hohem Gehalt an flüchtigen Teilen entstand, gab seinerzeit die Anregung zu versuchen, Abhilfe durch Verwendung von Brennstoffmischungen zu schaffen, wobei außer dem rein mengenmäßigen auch ein bestimmter geldlicher Erfolg sicher gestellt werden sollte. Bei den inzwischen getroffenen Maßnahmen sind zwei verschiedene Fälle zu unterscheiden, und zwar:

1. der zur Veränderung des Gehalts an flüchtigen Teilen gegenüber der Alleinverfeuerung einzelner Kohlen und
2. der zur Verbesserung der Ascheneigenschaften.

Wenn auch der Gedanke, Brennstoffe planmäßig zu mischen, bei der Reichsbahn zunächst begrifflicherweise aus der Erwägung entstand, geldliche Vorteile zu haben, so kann er doch auch bei ihr genau wie bei den Maßnahmen gewisser Kohlenhandelsgesellschaften die Lösung des Sortenproblems günstig beeinflussen. Denn wenn es z. B. für die Reichsbahn möglich wird, gewisse Kohlenmarken, die für alleinige Verwendung sich nicht eignen, in Zumischung mitzuverbrauchen, ohne daß besondere Zusatzkosten entstehen, so kann dadurch unter Umständen gar manchem Bergknappen die gewohnte Arbeitsstelle erhalten bleiben und gleichzeitig verhindert werden, daß in der jetzigen kapitalarmen Zeit Kapitalaufwendungen für neue Schächte notwendig werden.

Grundsätzlich sind beide Arten der Mischung bei ihrer Durchführung nicht verschieden zu behandeln, wenn sie sich auch in ihrer Vorbereitung und in ihrer Auswirkung z. T. unterscheiden.

Die Mischung zur Veränderung der flüchtigen Teile erfordert in erster Linie die Kenntnis der Rohanalyse und die Beobachtung, ob bzw. wie sich die Zusammensetzung der betreffenden Marken während größerer Zeiträume ändert. Die Tätigkeit des Brennstofflaboratoriums hat diese Unterlagen in mehrjähriger Arbeit bereits geschaffen. In den Sonderfällen der Zumischung von Kohlen mit niedrigen flüchtigen Teilen zu solchen mit hohen flüchtigen Teilen und backendem Charakter muß auch schon auf die Ascheneigenschaften Rücksicht genommen werden, wie das im nachstehenden besonders erörtert ist.

Die Mischung zur Verbesserung der Ascheneigenschaften erfordert außer den oben genannten Werten noch die besondere Kenntnis der Ascheneigenschaften in jedem einzelnen Fall. Für diese Zwecke brauchbare Aschenuntersuchungsergebnisse der hauptsächlich in Frage kommenden Brennstoffe liegen hier bereits vor; für die noch fehlenden Marken sollen sie in absehbarer Zeit noch geschaffen werden.

Nach welchen Grundsätzen hierbei zu verfahren ist, darüber wurde in der Ztg. d. Ver. mitteleurop. Eisenb.-Verw. Nr. 37/1934, S. 647 ff. berichtet. Hier sei nur kurz das Ergebnis der Untersuchungen im ganzen gebracht, soweit es für das Verständnis des Mischproblems notwendig erscheint.

Nach den eingehenden Feststellungen im Bezirk Köln hat es sich als zweckmäßig erwiesen, zur Beurteilung des Ascheverhaltens zunächst auf die chemische Aschenzusammensetzung zurückzugehen und deren Verhalten weiter bei der

praktischen Meßfahrt zu erforschen und zwar unter besonderer Berücksichtigung

- a) der Menge der Asche überhaupt in Prozent der Kohle, weil mit zunehmendem Aschegehalt auch dessen schädliche Einflüsse verstärkt werden,
- b) der Körnung der Kohle, weil von deren Größe und Gleichmäßigkeit die Art und Gleichmäßigkeit der Luftzufuhr abhängt,
- c) der Menge der flüchtigen Teile und der Backfähigkeit der Kohle, weil dadurch die Feuerbett-Temperatur und Luftzufuhr beeinflußt wird,
- d) der äußeren Betriebsverhältnisse, wie sie durch die verschiedenen Belastungsarten bedingt sind, weil dadurch sowohl besonders hohe Schmelztemperaturen als auch Luftmangel mit schädlichen Reduktionen, welche beide Schlackenbildungen hervorrufen können, verursacht werden.

Das Ergebnis dieser Forschung war die vorläufige Einteilung der einzelnen Aschen in sieben verschiedene Gruppen je nach Art ihres Verhaltens auf dem Rost. Es ist in Zahlentafel 1 vermerkt, wobei die gefundenen Grundstoffe nach den

Zahlentafel 1.

Zusammensetzung	Si O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ca O	Mg O	SO ₃	Verluste und Alkalien
	%	%	%	%	%	%	
Gruppe 1 Beispiel	36,86	27,20	unter 35 24,46	unter 5 2,27	0,89	unter 5 3,76	4,56
Gruppe 2 Beispiel	29,51	17,89	über 35 44,40	unter 5 2,58	0,63	unter 5 4,51	0,48
Gruppe 3 Beispiel	29,96	16,18	unter 35 30,14	über 5 10,18	0,02	über 5 12,74	0,78
Gruppe 4 Beispiel	40,10	18,60	unter 35 28,30	unter 5 3,88	0,30	über 5 6,40	2,42
Gruppe 5 Beispiel	22,16	13,52	über 35 49,20	unter 5 2,46	1,00	über 5 8,07	3,59
Gruppe 6 Beispiel	21,40	5,10	über 35 48,33	über 5 9,22	1,92	über 5 12,05	1,98
Gruppe 7 Beispiel	52,05	15,10	20,38	über 5 9,81	0,04	unter 5 2,07	0,54

einzelnen Metalloxyden gekennzeichnet sind. Für die den Frühfluß besonders bedingenden Stoffe sind die stöchiometrisch ermittelten Grenzwerte angegeben. Dabei ist für jede Aschenart ein besonderes Beispiel aufgeführt und zum Schluß noch das zu erwartende Aschenverhalten je nach der Betriebsweise angegeben, wie es im folgenden zusammengefaßt werden soll:

Zu Gruppe 1. Im allgemeinen ist auch bei Reduktion kein Frühfluß der Schlacke zu erwarten.

Zu Gruppe 2. Bei Reduktion sind Schlackenschwierigkeiten infolge Fayalitbildung zu erwarten.

Zu Gruppe 3. Bei Reduktion ist Frühfluß der Schlacke kaum zu erwarten, dagegen ist Rostangriff möglich.

Zu Gruppe 4. Wie bei Gruppe 3, jedoch mit stärkerem Rostangriff.

Zu Gruppe 5. Bei Reduktion ist Frühfluß der Schlacke und Rostangriff zu erwarten.

Zu Gruppe 6. Wie bei Gruppe 5, jedoch mit stärkerem Rostangriff.

Zu Gruppe 7. Aschen dieser Art neigen bei jeder Anstrengung zu starker Schlackenbildung und sind besonders gefährlich bei vorübergehender starker Anstrengung mit folgendem längerem Leerlauf.

Wenn einmal in vorstehender Weise die Aschenzusammensetzung festgelegt ist, dürfte auf eine laufende Untersuchung in dieser Hinsicht verzichtet werden können. Es wird im allgemeinen genügen; durch eine stichprobenweise Nachprüfung der Gleichmäßigkeit der Aschenzusammensetzung zu überprüfen. Nur bei einer grundsätzlichen Änderung des Brennstoffcharakters, die man aus den laufenden Rohanalysen leicht erkennt oder wenn Klagen aus dem Betriebe kommen, dürfte eine neue Aschenanalyse notwendig werden.

Außerdem ist selbstverständlich die genaue Kenntnis aller besonderen örtlichen und betrieblichen Feuerungseinflüsse nötig. Während bei den bisherigen Mischfahrten zur Veränderung der flüchtigen Teile in der Regel bei sämt-

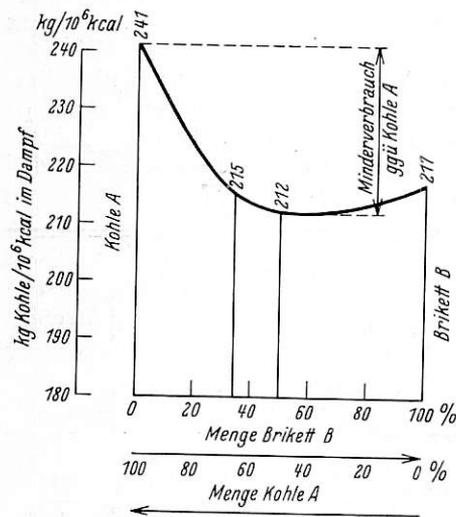


Abb. 1.

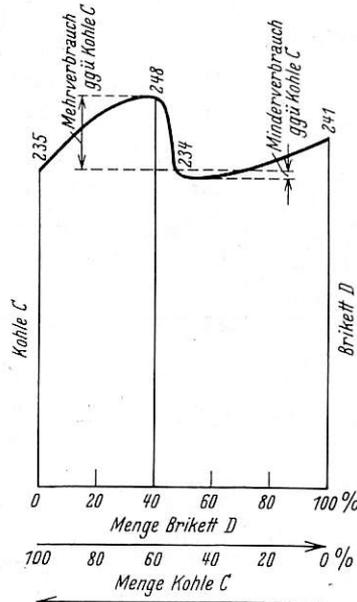


Abb. 2.

so hoch sind, daß die feuerungstechnische Ersparnis z. T. wieder aufgewogen wird.

Dabei sind Frachtkosten nur dann in Anrechnung zu bringen, wenn eine Zumischkohle allein aus Mischungsgründen weiter befördert werden muß, als das nach der sonst üblichen Verteilung geschieht. Ferner ist man in der Regel auch berechtigt, die vollen Minderkosten nach der planmäßigen Mischung gegenüber dem Zustand vor der Mischung in Ansatz zu bringen, selbst wenn die Zumischkohle vorher schon vorhanden war, aber nicht nach einem bestimmten Zumischplan verwendet wurde. Denn es ist in letzterem Fall niemals möglich, richtige Anweisungen zu geben für eine einwandfreie Feuerführung, Blasrohreinstellung, Schlackenbeherrschung usw. Aber gerade diese Punkte sind in den meisten Fällen für eine richtige Brennstoffwirtschaft entscheidend. Ist eine Änderung in der Berücksichtigung der Minderkosten erforderlich, so ist diese aus den jeweiligen örtlichen und betrieblichen Verhältnissen heraus zu beurteilen.

Bei Abb. 3 und 4 ist gezeigt, wie sich der Einfluß der Brennstoffkosten auswirkt. Während der v. H.-mäßige Minderverbrauch in Abb. 3 gleich 5,6% ist, betragen die geldlichen Minderkosten nach Abb. 4 nur 3,3%. Bemerkenswert ist das letztere Beispiel noch deshalb, weil dabei gezeigt wird, daß die geldlichen Minderkosten nur durch Veränderung des Mischungsverhältnisses gegenüber den bei Abb. 3 zu erreichen sind.

Alle bisherigen Versuche wurden der besseren Überwachung wegen nur mit Mischung zwischen Kohle und Briketts ausgeführt dann auch deshalb, weil bisher besondere Mischanlagen fehlten, die unter genügender Kohlenschonung mit Sicherheit ein dauernd bleibendes Mischungsverhältnis erreichen konnten.

Bei den angeführten Beispielen sind die Brennstoffverbräuche und Brennstoffkosten auf 10^6 kcal im Dampf bezogen. Vergleichbar sind diese Werte jedoch nur dann, wenn sie sich auf gleiche Heizflächenanstrengungen und gleiche Dampfraumbelastung also gleiche Dampfdruck beziehen. Sollte sich diese Bezugsgröße 10^6 kcal im Dampf nicht feststellen lassen, so sind die Kosten zweckmäßig auf PS₁h zu beziehen. Wie das zu geschehen hat, ist in einer besonderen Abhandlung des Verfassers „Der Brennstoffverbrauch je Lokomotivleistungstonnenkilometer als Leistungsmesser für die Brennstoffwirtschaft“ (Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 15. November 1934) niedergelegt. Vergleichbar sind nur solche PS₁h-Werte, welche sich auf gleiche Geschwindigkeiten beziehen. Alle anderen Bezugsgrößen, wie Lokkilometer, Bruttotonnenkm, Lokleistungstkm sind unter Umständen sehr irreführend und daher für die Begründung der Einführung von Kohlenmischungen direkt nicht zu verwenden*).

Der Vomhundertsatz beim Beispiel nach Abb. 4 von 3,3% ist noch recht gering, um daraus die Unterlagen für die Herstellung einer Mischanlage herzuleiten. Der Jahresumschlag müßte schon recht erheblich sein, um zu einer Wirtschaftlichkeit zu kommen. Es sollen die weiteren Untersuchungen auf einem neuen Beispiel nach Abb. 5 aufgebaut werden. Dabei sind:

1. die Kohlenkosten in *RM* je 10^6 kcal im Dampf bei der Kohle A 4,60 *RM*
2. die Kohlenkosten in *RM* je 10^6 kcal im Dampf bei der günstigsten Mischung 1:1 4,15 „

* Im einzelnen ist dies näher erläutert in der Ztg. Ver. mitteleurop. Eisenb.-Verw. Nr. 37, 1934, S. 642 ff. und Glasers Ann., Heft 12, 1934, S. 94 ff.

lichen angewandten Mischungsverhältnissen Minderverbräuche eingetreten sind, trat bei den Fahrten zur Verbesserung der Ascheneigenschaften bei bestimmten Mischungsverhältnissen ein Mehrverbrauch ein. Dies wird an Hand der Abb. 1 und 2 erläutert. Dabei gehört Abb. 1 zu Fall 1 und Abb. 2 zu Fall 2 (zu vergl. Absatz 1, S. 101).

Während die Mischung nach Abb. 1 auf jeden Fall zu einem Minderverbrauch führt, geht aus Abb. 2 hervor, daß man bei Mischungen der letzteren Art bedeutend vorsichtiger zu Werke gehen muß. Da nach Abb. 2 die Eigenschaften der zu mischenden Kohlen für jedes Mischungsverhältnis besonders zu werten sind, wenn man vor Mißerfolgen bewahrt bleiben will, so dürfte es sich empfehlen, die Auswahl der Mischkohlen nur solchen Stellen zu übertragen, die Aschenuntersuchungen in ausreichendem Maße vorgenommen haben und über genügende Erfahrungen verfügen.

Der festgestellte Minderverbrauch gegen Brennstoff A (Abb. 1) rührt nur von der feuerungstechnischen Verbesserung der Verbrennung infolge der Kohlenmischung her. Er genügt noch nicht, um darnach die Wirtschaftlichkeit des Mischens überhaupt zu beurteilen. Denn es kann Fälle geben, wo die Kohlenkosten der zugemischten Kohle frei Verwendungsstelle

3. die Minderkosten betragen $4,60 - 4,15 = 0,45 \text{ R.M.}$
 „ „ entspr. $\frac{0,45 \cdot 100}{4,60} = 9,78\%$ der Kohle A.
4. Die Kohlenkosten frei Lok. betragen je 1 t Mischkohle $20,44 \text{ R.M.} + 10\%$ Zuschlag für Behandlung = $22,48$ oder rund $22,50 \text{ R.M.}$
6. Die Minderkosten sollen zur Hälfte zur Herstellung einer Mischanlage verwandt werden.
7. Der Satz für Verzinsung, Tilgung und Unterhaltung der Mischanlage betrage 20% .
8. Das zur Verfügung stehende Anlagekapital für eine Mischanlage errechnet sich dann zu

$$K = \frac{12000 \cdot 22,50 \cdot 0,0978 \cdot 0,5}{0,20} = 66000 \text{ R.M.}$$

Letzteres ist besonders dann erforderlich, wenn durch den Zumischstoff die flüchtigen Teile des Mischbrennstoffes erheblich gegenüber dem früheren alleinigen Brennstoff herabgesetzt werden und der frühere Brennstoff nicht unerheblich bakt, so daß Reduktionen möglich werden.

5. Aus letzterem Grunde auch genaue Prüfung der örtlich meist vorliegenden Betriebsweise (schwache, starke, stark wechselnde Anstrengung und besonders mit folgendem langem Leerlauf).
6. Ermittlung der spezifischen Brennstoffverbräuche und Brennstoffkosten für die einzelnen Brennstoffe und deren Mischungen wie z. B. bei Abb. 5 gezeigt.
7. Ermittlung der günstigsten Minderkosten und Mischung.

Wenn auch der so errechnete und wirtschaftlich mögliche Kapitalbetrag schon recht erheblich ist, so muß dabei doch bedacht werden, daß solche Anlagen wesentlich durch die Forderung verteuert werden können, daß einerseits der Stückgehalt durch die Behandlung nicht geringer werden darf, und andererseits die Kohle mit möglichst gleichem Stückgehalt der Anlage zugeführt und ihr entnommen werden kann, damit bei der Ausgabe keine Entmischung eintritt. Wenn in gewissen Fällen der ermittelte Wert nicht ausreichen wird, um die vollkommene Neuerstellung einer Mischanlage zu rechtfertigen, so bleibt doch von Fall zu Fall zu prüfen, ob nicht bei Neuanlage von Verladeanlagen diese gleich mit ausreichenden Mischanlagen vereinigt werden können oder ob nicht bestehende Anlagen, z. B. solche mit Bunkern, mit verhältnismäßig geringen Mitteln umgebaut werden können. Erwähnt sei hierbei ausdrücklich, daß nach den hier bei der Kohlenprüfung gemachten Erfahrungen es notwendig erscheint, darauf hinzuweisen, daß bei Bau und Betrieb von Bekohlungsanlagen auf die Schonung der Kohle besonders Rücksicht genommen wird.

Es sei hierbei nochmals ausdrücklich betont, daß die Aufgabe der richtigen Kohlenmischung immer eine örtlich und in manchen Fällen sogar auch zeitlich gebundene sein wird. Denn es kann jederzeit vorkommen, daß aus allgemeinen volkswirtschaftlichen Gründen eine zeitliche Änderung der Kohlenbelieferung eintreten muß. Ganz allgemein gültig bleiben nur die eingangs unter 1 und 2 erwähnten Grundsätze der Veränderung der flüchtigen Teile und der Verbesserung der Ascheneigenschaften.

An Hand des Beispiels nach Abb. 5 kann man sich jederzeit ein Bild von der Möglichkeit der Erstellung einer Mischanlage machen. Zusammenfassend sollen kurz nochmals die einzelnen hierfür erforderlichen Überlegungen aufgeführt werden:

1. Feststellung, ob der spezifische Kohlenverbrauch so hoch erscheint, daß Abhilfe nötig ist.
2. Feststellung, ob die Gründe für diesen hohen Verbrauch in der Verwendung von Brennstoffen mit zu hohen flüchtigen Teilen oder mit ungünstigen Ascheneigenschaften liegen.
3. Falls die ungünstigen Brennstoffe nicht ganz ausgeschieden werden können, Auswahl eines geeigneten Zumischbrennstoffes.
4. Prüfung, ob die beiden Brennstoffe sich vertragen bezüglich ihrer Ascheneigenschaft an Hand der Aschenanalyse.

8. Ermittlung des in Anrechnung zu bringenden Minderkostensatzes nach den örtlichen und betrieblichen Verhältnissen.

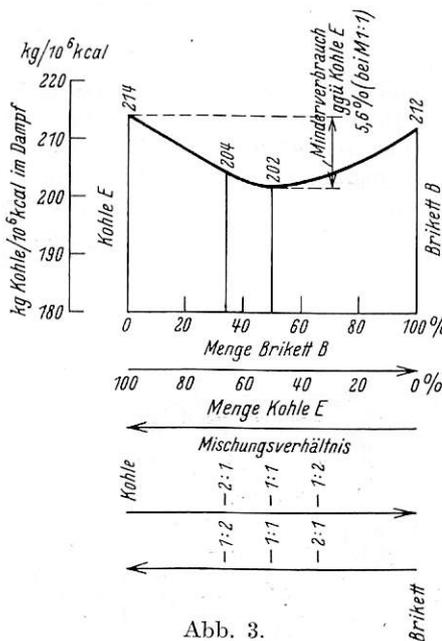


Abb. 3.

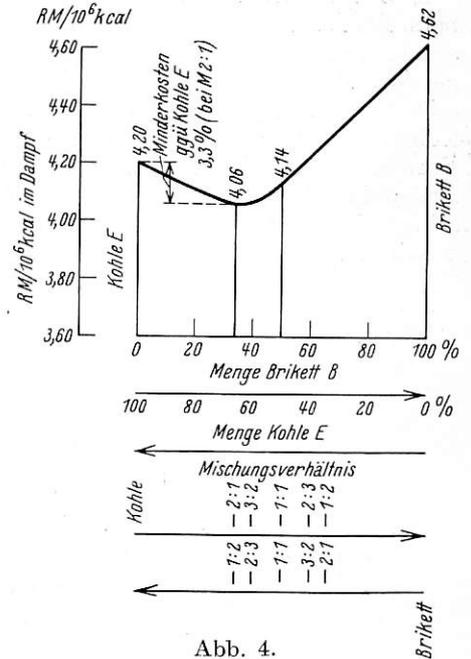


Abb. 4.

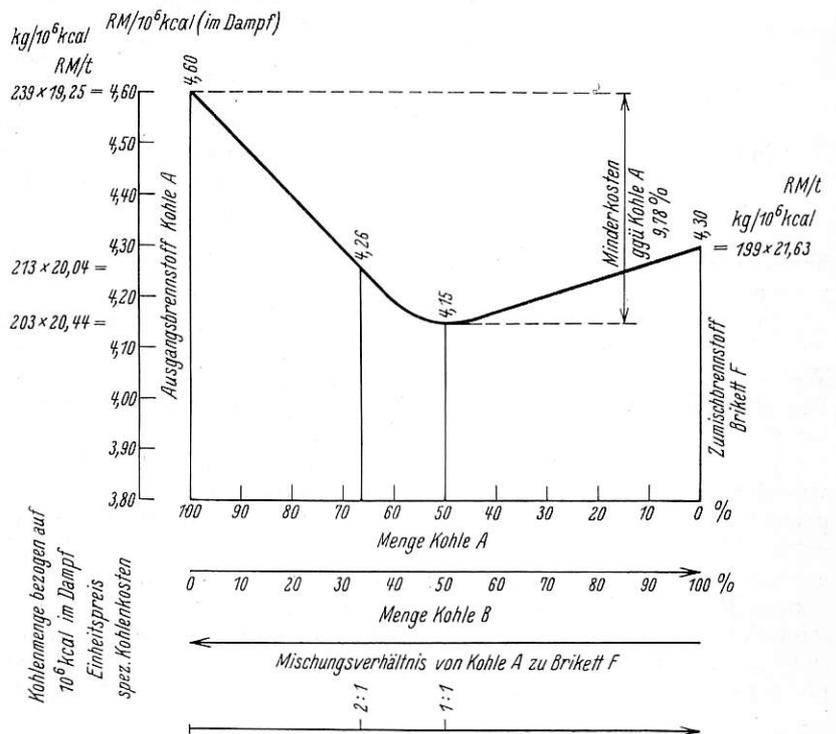


Abb. 5.

9. Ermittlung des wirtschaftlich vertretbaren Kapitalaufwandes für Herstellung einer Mischanlage und Beurteilung der danach zu treffenden Ausführungsmaßnahmen gegebenenfalls zusammen mit einer geeigneten Lieferfirma.

Wie an einer ganzen Reihe von Beispielen festzustellen war, können richtig durchgeführte Kohlenmischungen sowohl dem Kohlenverbraucher als auch dem Kohlenlieferer Vorteile bringen und sollten in beiderseitigem Interesse, da wo sie wirtschaftlich einigermmaßen möglich sind, unter Beobachtung

der sachgemäßen Durchführung auch Verwendung finden. Für die Reichsbahn wird die Grenze der Verwendung von Kohlenmischungen etwa da liegen können, wo der rein geldliche Verdienst zwar eben aufhört, aber dadurch noch erreicht wird, daß der aus allgemein volkswirtschaftlichen Gründen und im Interesse einer örtlich gebundenen Arbeiterschaft etwa notwendige Betrieb einer sonst stillzuliegenden Zeche noch aufrecht zu erhalten ist bzw. vermieden wird, daß sonst notwendige Kapitalkaufwendungen für neue Zechenanlagen nötig werden.

Einheitskleinlokomotiven der Deutschen Reichsbahn mit 25 PS-Leistung.

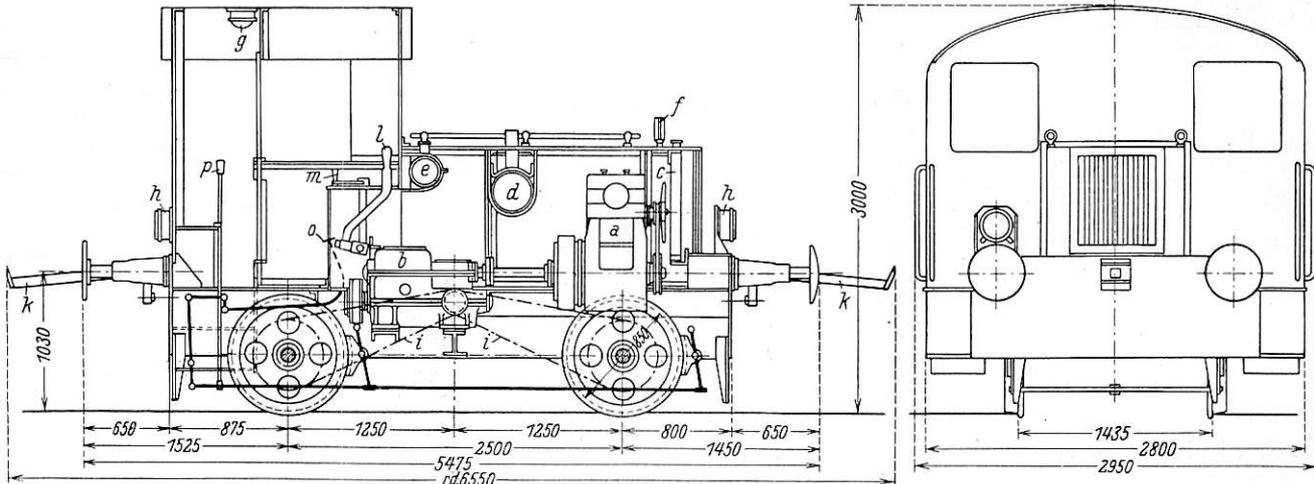
Von Reichsbahnrat Niederstraßer.

Hierzu Tafel 2.

Die Motorlokomotiven mit 25 PS-Leistung, die die Reichsbahn 1931 bis 1932 auf Bahnhöfen mit ganz geringem Verkehrsaufkommen versuchsweise eingesetzt hat*), waren als marktgängige Fahrzeuge gekauft worden, d. h. so, wie die verschiedenen Firmen sie für ihre Privatkundschaft bauen; lediglich einige Hauptabmessungen für den Bedienungsstand wurden vorgeschrieben sowie der Einbau einer selbsttätigen Rangierkupplung verlangt. Das Verfahren, mehrere unterschiedliche Bauarten zu kaufen, konnte nur so lange beibehalten werden, ja, war sogar erwünscht, als es sich darum

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Gesamtlänge über Puffer gemessen	5475 mm
Größte Höhe	3000 „
Größte Breite	2950 „
Achsstand	2500 „
Raddurchmesser	850 „
Reibungsgewicht (je nach Motorbauart)	7,5 bis 8 t
Eingebaute Motorleistung	25 bis 30 PS
Geschwindigkeitsstufen	4, 8, 18 km/h
Dauerzugkräfte bei 25 PS rund	1300, 650, 250 kg



Motorlokomotive 20 bis 35 PS, Einheitsbauart der DRG.

- | | | | | |
|------------|----------------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------|
| a Motor | d Auspufftopf | g Deckenlampe | k Selbsttätige Zughakenkupplung | o Fußhebelbremse |
| b Getriebe | e Brennstoffbehälter | h Signallaterne | l Handhebel für Getriebebeschtung | p Bremsnachstellung |
| c Kühler | f Auspuffpeife | i Kettenantrieb | m Hebel für Fahrtrichtungswechsel | (Zusatzbremse). |

handelte, die Wirtschaftlichkeit auch dieser kleinen Fahrzeuge zu erproben bzw. die geeignetsten Bauarten herauszusuchen. Als feststand, daß der Betrieb diese Fahrzeuge in größerer Anzahl zu verwenden gedachte, ging man hier in gleicher Weise vor, wie bei der Leistungsgruppe II**) und ließ eine Einheitsbauart entwickeln, die mehr auf die besonderen Erfordernisse der Reichsbahn zugeschnitten ist. Die nachstehend beschriebene Kleinlokomotive wurde im Laufe des Jahres 1933 von der Arbeitsgemeinschaft für Motorlokomotiven***) gemeinsam mit dem Reichsbahn-Zentralamt für Maschinenbau entwickelt und erstmalig im Frühjahr dieses Jahres in einer größeren Stückzahl bestellt. Ein Fahrzeug wurde im Bau vorgezogen, damit bei Aufnahme der Reihenfertigung Unstimmigkeiten und kleinere Fehler schon beseitigt sind, die sich erfahrungsgemäß bei einer derartigen Neuentwicklung nie ganz vermeiden lassen.

Allgemeiner Aufbau.

Bei der Durchbildung wurde neben unbedingter Betriebssicherheit größte Einfachheit erstrebt, da bei der meist sehr geringen täglichen Benutzungsdauer nur ein Fahrzeug wirtschaftlich sein kann, für das geringer Kapitaleinsatz aufzuwenden ist. Dementsprechend wurde vom tiefliegenden Bedienungsstand, der sich bei den Kleinlokomotiven der Leistungsgruppe II so gut bewährt hat, hier abgesehen; er ist nämlich nur mit einer verteuernenden Rahmendurchkröpfung zu erkaufen. Der Rahmen (siehe Textabb.) geht also hier von vorn bis hinten in gleicher Höhe durch, und der Bedienungsstand liegt über den Rädern und zwar auf 915 mm über SO. Um trotzdem bequem aufsteigen zu können, wurden die Stufen bis ins Innere des Bedienungsstandes ragend wendeltreppenförmig angeordnet; als Schutz gegen unvorsichtiges Zurücktretten wurde eine Stütze angebracht, die beim Aufsteigen zur Seite gedreht werden kann, jedoch nach den Stufen zu durch einen Anschlag festgehalten wird.

Obwohl neuerdings Achsstände bis herab zu 1500 mm bei Kleinlokomotiven zulässig sind (BO 1933), sofern die Bauart der Weichen und Kreuzungen gefahrlosen Betrieb mit einem

*) Z. VDI 1932, Bd. 76, S. 188.

**) Vergl. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1933, Heft 21, S. 413.

***) Bestehend aus den Deutschen Lokomotivbauanstalten und den Firmen Humboldt-Deutz-Motoren A.G., Gmeinder in Mosbach und Windhoff in Rheine.

derartigen Fahrzeug zuläßt, und dieser Fall fraglos an vielen Verwendungsstellen vorliegt, hat doch die Reichsbahn von dieser Erleichterung keinen Gebrauch gemacht und den Achsstand zu 2500 mm festgesetzt, damit die Fahrzeuge allgemein verwendbar bleiben, und keine einschränkende Bestimmungen für das Befahren von Kreuzungen und Kreuzungsweichen mit flachem Neigungswinkel notwendig sind. Der Raddurchmesser wurde aus demselben Grund zu 850 mm bestimmt.

Im Bedienungsstand wurden die hauptsächlichsten Bedienungshebel doppelt auf jeder Seite angeordnet, so daß der Fahrer die Seite beliebig wechseln kann, auch während der Fahrt. Die äußerst einfache Getriebesteuerung (s. später) ließ sich mit geringen Mitteln doppelseitig ausbilden.

Der Motor liegt entgegengesetzt dem Bedienungsstand. Um bei der Wahl der Motoren freizügig zu sein, wurden Fahrzeuglänge, Größe des Kühlers und Abmessungen der Motorumkleidung so gewählt, daß wohl alle marktgängigen Motoren eingebaut werden können, die in Leistung und Drehzahl entsprechen.

Die Antriebskraft wird wie bei der Leistungsgruppe II vom Getriebe auf die Achsen durch Rollenketten übertragen; je eine Einfachkette treibt je eine Achse an. Um gleiche Kettensatzteile wie bei Leistungsgruppe II zu bekommen, wurde eine 2''-Teilung genommen. Die Zerreißfestigkeit der Kette beträgt 20 t; die Sicherheit bei der größten Zugkraft im ersten Gang ist eine vierzehnfache, bei der größten Zugkraft aus dem Reibungsgewicht eine zehnfache.

Fahrgestell.

Der Kettenantrieb muß leicht zugänglich sein, damit er ohne größere Kosten gut unterhalten werden kann. Es wurde deshalb ein Außenrahmen genommen; seine Seitenwangen bestehen aus 10 mm dicken Blechen, die durch Stirnbleche vorn und hinten, die Träger für Motor und Getriebe und horizontal liegende Querverbindungen verbunden und versteift werden.

Es hätte nahe gelegen, hier einen Rahmen aus Profileisen zu verwenden, der aus Festigkeitsrücksichten auch genügt hätte, doch wurde aus folgenden Gründen davon abgesehen: Einmal hätte man die Achslagerführungen wegen der gegenüber dem Blechrahmen geringeren Trägerhöhe sehr stark ausbilden müssen, ohne dabei die gute Verbindung zwischen Führungen und Rahmen zu erreichen, wie sie beim Blechrahmen besteht. Sodann ist beabsichtigt, alle Rahmenverbindungen zu schweißen, und hierzu eignet sich der einfache Blechträger besser.

Zwischen die Achslagerführungen und Lagergehäuse sind, wie bei der Leistungsgruppe II, Paßbleche gelegt, so daß die Entfernungen der Achsen vom Getriebe nachgestellt werden können, wenn sich die Kette gelängt hat oder abgenutzt ist.

Angesichts der niedrigen Geschwindigkeiten konnten verschiedene Teile des Laufwerks recht einfach gehalten werden. So stützt sich der Rahmen auf die Achslagergehäuse mit Kegelfedern ab. Die Radsätze weichen von denen der Regelbauart erheblich ab; sie werden unter Verzicht auf aufgezogene Radreifen mit Schalenhartgußrädern ausgeführt. Räder und Kettenräder sind auf die Achswellen aufgepreßt, mit Keilen lediglich die letzteren gesichert.

Als Achslager werden einfache Gleitlager verwendet, da ein Mehraufwand für Wälzlager infolge der geringen täglichen Benutzungsdauer nicht tragbar erschien.

Die Motoren.

Zur vollen Ausnutzung von 25 bzw. 30 PS muß das Reibungsgewicht 7,5 bzw. 8 t betragen. Dieses wird trotz

genügend kräftiger Ausbildung des ganzen Fahrzeuges ohne Ballasteinbau nur erreicht, wenn das Motorgewicht genügend groß ist. Es lag daher kein Grund vor, zu sogenannten Leichtgewichtsmotoren mit hoher Normaldrehzahl zu greifen, zumal bei diesen die Unterhaltungskosten höher sind als bei kräftig gebauten mit niedrigerer Drehzahl. Niedrige Drehzahl war auch erwünscht, um bei den kleinen Umdrehungszahlen der angetriebenen Achsen mit wenig Getriebewellen auszukommen. So wurde der Drehzahlbereich, für den das Getriebe durchgebildet werden mußte, zu 1000 bis 1200/min festgesetzt. Damit steht eine größere Anzahl marktgängiger Motoren, Vergaser- sowie Dieselmotoren, zur Verfügung. Alle Motoren erhalten elektrische Anlaßeinrichtung, weil dadurch die Bedienung besonders im Winter erheblich erleichtert wird.

Für den ersten Auftrag kommen folgende Motoren zum Einbau:

Lieferer	Junkers	Kaelble	Humboldt-Deutz	Hanseatische Motoren-Ges.
Type	2 H K 65	F 125 z	A 2 M 317	2 B 18
Bauart	Ventillosen Zweitakt-Gegenkolben-Motor ohne Vorkammer	Viertakt-Diesel mit Vorkammer	Viertakt-Diesel mit Vorkammer	Zweitakt-Diesel ohne Vorkammer
Zylinderzahl	2	2	2	2
Zylinder-Bohrung mm	65	125	120	130
Kolbenhub mm	unterer Kolben 120 oberer Kolben 90	200	170	180
Leistung PS bei n/min	25 1200	30 1000	25 1100	25 1000

Das Getriebe.

An den bisherigen Versuchsbauarten wiesen die Getriebe sehr große Unterschiede auf. Die Zahl der Geschwindigkeitsstufen betrug 2 bzw. 3, und zwar mit 4 und 8 bzw. noch 12 km/h. Es gab Getriebe mit einfachen Schiebezahnrädern, wie wir sie vom Kraftwagen her kennen, und einer bedienbaren Kupplung zwischen Getriebe und Motor, und solche mit ständig umlaufenden Zahnrädern, bei denen für jeden Gang eine besondere elastische Kupplung im Getriebe vorhanden war. Dementsprechend waren auch die Steuerungen grundsätzlich verschieden.

Für das Reichsbahngetriebe kam nach den bisherigen Erfahrungen nur die letztgenannte Bauart in Frage, weil hierbei die geringsten Anforderungen an die Bediener zu stellen sind.

Die Geschwindigkeitsstufen wurden zu 4, 8 und 18 km/h bestimmt. Für die Wahl der Höchstgeschwindigkeit war maßgebend, daß sie einerseits so hoch wie möglich, andererseits aber das Beschleunigungsvermögen noch so groß sein sollte, daß die Höchstgeschwindigkeit bei Belastung mit einem Wagen noch innerhalb einer annehmbaren Wegstrecke erreicht wird. Es ist dies besonders wichtig, wenn Eilgutwagen an Züge mit Personenbeförderung gesetzt werden sollen. Daneben ist die größere Geschwindigkeit auch bei den Leerfahrten auf längeren Bahnhofsgleisen betrieblich sehr erwünscht.

Der genaueren Beschreibung des Getriebes mag vorausgeschickt werden, daß hier bezüglich der Berechnung der Bauteile, Beanspruchung der Baustoffe und Ausführung der Lagerung dieselben Grundsätze gelten, die seiner Zeit über die

Einheitsgetriebe der Leistungsgruppe II bekanntgegeben wurden*).

Als Reibungskupplungen (Abb. 1, Taf. 2) sind wieder Lamellenkupplungen in der von der Leistungsgruppe II her bekannten Ausführung eingebaut. Für die außenliegende Kupplung des ersten Ganges wurden jedoch nicht wie bei den innenliegenden Kupplungen gezahnte Jurid- bzw. Ferodoscheiben verwendet, sondern Stahlscheiben mit aufgenieteten Belägen aus den genannten Stoffen, weil sie die Wärme besser abführen. Die belegten Scheiben sitzen auf den inneren Lamellenträgern, während die äußeren Scheiben aus Silizium-Manganstahl von etwa 85 kg Festigkeit mit ihren Zähnen durch die äußeren Kupplungsträger greifen und so besonders gut die zwischen ihnen und den Reibbelägen entstehende Wärme an die Außenluft abgeben.

Die Kupplung für den ersten Gang sitzt auf der zweiten Getriebewelle; ihr Lamellenträger ist auf den Keilwellenteil aufgeschoben. Ihr äußerer loser Lamellenträger wird ständig von der ersten Getriebewelle her über eine Zahnradübersetzung 1:4 angetrieben. Die erste Getriebewelle trägt die Kupplungen für den zweiten und dritten Gang, und zwar sitzen hier die inneren Lamellenträger mit Festsitz auf der Welle, während Paßfedern das Drehmoment übertragen. Auf die losen äußeren Lamellenträger sind die Zahnräder aufgepreßt, die mit den Übersetzungen 1:2 und 1:0,89 in weitere Zahnräder auf der zweiten Getriebewelle eingreifen. Bei den Kupplungen, die während der Fahrt gerade nicht geschaltet sind, laufen die losen Kupplungshälften mit Drehzahlen, die ihnen je nach dem geschalteten Geschwindigkeitgang durch die zugehörigen Zahnradübersetzungen aufgezwungen werden. Von der zweiten Getriebewelle aus werden dann die Kräfte über ein Kegelradwendegetriebe üblicher Bauart (Abb. 2, Taf. 2) auf die Kettenräder übertragen. Die Übersetzungen des Wendegetriebes und der Kegelradübertragung sind je nach der Normaldrehzahl des Motors verschieden.

Die Kupplungen für den zweiten und dritten Gang sind für schwach ölbenezten Zustand mit einem Reibungswert von 0,1 berechnet; die zum Anfahren dienende Kupplung für den ersten Gang, die die größte Reibungsarbeit zu leisten und das größte Drehmoment zu übertragen hat, ist für trockene Reibung mit $\mu = 0,17$ bemessen; wegen des unvermeidlichen Verschleißes ist sie leicht zugänglich gehalten. Das Auswechseln der Lamellen dauert nur wenige Minuten. Als Baustoffe werden verwendet: für das große Stirnrad des ersten sowie beide Stirnräder des zweiten und dritten Ganges EN 15, für das kleine Stirnrad des ersten Ganges ECN 25, für die Kegelräder des Wendegetriebes ECN 45 und das Kettenritzel St 16.61. Alle genannten Räder sind im Einsatz gehärtet, die Bohrungen nach dem Härten geschliffen. Das große Kettenrad auf der Radsatzwelle ist aus Stg 52.81.

Es mag hier noch begründet werden, warum Lamellenkupplungen genommen wurden und nicht Kegelkupplungen, die bei der geringen Motorleistung an sich auch genügt hätten. Bei einer Lamellenkupplung sind einmal die zum Einschalten erforderlichen Anpreßdrücke geringer. Es konnte also damit gerechnet werden, daß die von vornherein beabsichtigte mechanische Steuerung einfacher ausfallen würde. Sodann hätte man die Kupplung des ersten Ganges nicht, wie jetzt die Lamellenkupplung, auf die zweite Welle setzen können, was unbedingt notwendig war, um die Relativdrehzahlen in tragbaren Grenzen zu halten. Die Kegelkupplung hätte im Innern des Getriebes in Öl laufen müssen, und, da sie infolge des auf der zweiten Welle größeren Drehmomentes große Abmessungen erhalten hätte, so wäre auch das Getriebe sehr groß und teuer geworden. Alle drei Kegelkupplungen auf der ersten

Getriebewelle anzuordnen, war auch nicht möglich, weil sich unzulässig hohe Relativdrehzahlen und Umfangsgeschwindigkeiten ergeben hätten. Beispielsweise hätte die Relativdrehzahl in der Kupplung für den ersten Gang bei geschaltetem dritten Gang und einer Motordrehzahl von 1000/min die Höhe von 3000 erreicht. Als weiterer Grund ist noch anzuführen, daß es vorteilhaft erschien, eine Kupplung zu verwenden, die dem Personal schon von der Leistungsgruppe II her in Betrieb und Unterhaltung bekannt ist, und bei der auch die gleichen Ersatzteile verwendet werden können.

Die Steuerung.

Die Reibungskupplungen werden dadurch eingelegt, daß die Lamellen mit Druckscheiben aneinandergedrückt werden. Der Einrückdruck wird jeweils von einem der Gangschalthebel im Bedienungsstand (Abb. 3, Taf. 2) aus über eine Zwischenwelle, Mitnehmer, Doppelhebel usw., Gabelhebel und Drucklager ausgeübt. Beide Gangschalthebel und der Mitnehmer sitzen auf Drehzapfen und sind durch Flacheisen miteinander verbunden, führen also stets dieselben Schwenkbewegungen aus. Die drei Drehzapfenträger sind als Naben ausgebildet und auf der Zwischenwelle festgekeilt. Wird die Zwischenwelle mit dem Gangschalthebel gedreht, so dreht sich auch der Mitnehmer und überträgt die Schaltkraft auf einen der drei Doppelhebel, von wo sie dann über die weiteren Hebelverbindungen schließlich in die Kupplungen geleitet wird. In die Hebelverbindungen ist eine vorgespannte Feder gesetzt, damit der Anpreßdruck stets, auch nach Abnutzung der Lamellen, die zur Drehmomentübertragung erforderliche Höhe erreicht. Um mit geringen Kräften am Gangschalthebel auszukommen, arbeiten die Doppelhebel mit Kniehebelwirkung, und zwar werden sie etwas über den Totpunkt hinweg bewegt, damit bei einrückter Kupplung Selbsthemmung eintritt.

Die drei Doppelhebel, je einer für einen Gang, liegen nebeneinander. Durch Schwenken des Gangschalthebels und des Mitnehmers um ihre Drehzapfen wird der zu schaltende Gang bestimmt, d. h. der Mitnehmer zu einem der Doppelhebel in Eingriffstellung gebracht. Die Gangschalthebel werden im Bedienungsstand in kulissenartigen Führungsböcken bewegt; ein Sicherungsstück, drehbar auf einem Zapfen, umfaßt den Mitnehmer und wird von ihm mitbewegt; es verhindert, daß ein anderer als der dem gewünschten Gang entsprechende Doppelhebel mitgenommen wird.

Für den Fahrtrichtungswechsel ist nur ein Hebel auf Fahrzeugmitte vorhanden. Die Ausführung der Schalteinrichtung entspricht der der Leistungsgruppe II.

Sonstige Ausrüstung.

Die Bremse ist als Fußhebelbremse, auf die Räder beider Achsen wirkend, ausgebildet; sie erhält Bremsnachstellung vom Bedienungsstand aus.

Am Zughaken der Regelausführung befindet sich eine einfache selbsttätige Rangierkupplung, die von jeder der Bedienungsseiten gelöst werden kann.

Brennstoffbehälter mit 55 l Inhalt sowie der Auspufftopf sitzen unter der Motorumkleidung. Da elektrische Anlaßeinrichtung eingebaut wird, konnte auch elektrische Beleuchtung vorgesehen werden. Es sind je eine Signallaterne über dem gewölbten Puffer sowie eine Deckenleuchte im Bedienungsstand vorhanden.

Als Tonsignal dient eine im Nebenschluß mit dem Auspuff liegende Pfeife.

Inzwischen haben die ersten Probefahrten mit der beschriebenen Kleinlokomotive stattgefunden und gezeigt, daß die Bauart die in sie gesetzten Hoffnungen in bezug auf die technische Durchbildung erfüllt.

*) Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1933, Heft 21.

Untersuchung der Laufeigenschaften einer elektrischen Güterzugslokomotive.

Von Maschinenkommissär Ing. Karl Pflanz, Wien, Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Zu den Verfahren, welche zur Prüfung des Fahrzeuglaufes in der Praxis angewendet werden, ist in letzter Zeit die Messung mittels Seismographen gekommen. Es ist bei dieser Untersuchungsart zwar nur möglich, die Bewegungen eines einzigen Punktes — eben des Aufstellungspunktes des Seismographen am Fahrzeug — unter gewissen Voraussetzungen zu bestimmen, doch genügt dies in manchen Fällen, um Aufschlüsse über den Laufcharakter zu gewinnen. Die störenden Bewegungen eines Triebfahrzeuges lassen sich — zunächst theoretisch betrachtet — vielfach auf Einflüsse zurückführen, welche nach bekannten Gesetzen in zeitlicher Regelmäßigkeit verlaufen z. B. unvollständiger Massenausgleich oder wechselnde Übertragungskräfte im Triebwerk. Auch die Kegelform der Radreifen würde auf starrem, geometrisch fehlerfrei verlegtem Gleis regelmäßige Fahrzeugbewegungen auslösen. In der Praxis treten nun sowohl am Fahrzeug als auch am Oberbau Fehler oder richtiger gesagt Unregelmäßigkeiten auf. Das Höchstmaß dieser Unregelmäßigkeiten ist wohl durch die Erfahrung begrenzt, ihre Aufeinanderfolge jedoch keinem Gesetz unterworfen. Es können daher auch die bei der Laufprüfung erhaltenen Schaulinien keinen durchaus regelmäßigen Verlauf zeigen und man wird sich begnügen müssen, einzelne, besonders kennzeichnende Stellen zur zahlenmäßigen Auswertung heranzuziehen.

Als Beispiel einer derartigen Auswertung sind nun die an einer fünffach gekuppelten Güterzugslokomotive Reihe 1280*) der Österreichischen Bundesbahnen durchgeführten Laufuntersuchungen im nachfolgenden wiedergegeben.

A. Hauptangaben der Lokomotive.

Die Hauptangaben der untersuchten Lokomotive sind folgende:

Stundenleistung	1900 PS
Dauerleistung	1550 PS
Anzahl der Motoren	2
Dienstgewicht	82 t
Länge über Puffer	12100 mm
Raddurchmesser (70 mm Radreifen)	1140 mm**)
Höchstgeschwindigkeit	50 km/h.

Die Triebmotoren arbeiten über gefederte Ritzel auf die Zahnräder der Blindwelle, welche mit einer Führungs- oder Hilfswelle gekuppelt ist. Die Übertragung des Drehmomentes auf die Achsen erfolgt durch Schrägstangen und Kuppeldreiecke Bauart Kandó. Die erste und fünfte Achse besitzt beiderseits 26 mm Seitenspiel. Die zweite, dritte und vierte Achse ist fest gelagert, der feste Achsstand beträgt also 3850 mm. Die Abstände der einzelnen Achsen sind aus dem Schaubild der Bogeneinstellung (Abb. 2) zu entnehmen.

Der Spurkranz der dritten Achse ist um 7 mm schwächer gedreht. Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß aus Gründen, welche eine geringere Spurkranzabnutzung zum Ziele hatten, nach den hier beschriebenen Versuchen, aber unabhängig davon, das Seitenspiel der ersten und fünften Achse auf 18 mm eingeschränkt wurde. Die Lokomotive wird vorwiegend im schweren Güterzugsdienst, fallweise aber auch im Schiebe- und Vorspanndienst bei Schnellzügen auf Steilrampen verwendet. Die meist vorkommende Geschwindigkeit beträgt etwa 35 bis 40 km/h, die Höchstgeschwindigkeit wird nur bei Eilgüterzügen benötigt.

Die Spurkranzabnutzung ist etwas größer als nach dem Entwurf ursprünglich angenommen werden konnte, bewegt

*) Elektrotechn. u. Maschinenb. Wien. Jahrgang 1927, Seite 587.

***) An der Versuchslokomotive betrug der Raddurchmesser 1128 mm.

sich aber noch in erträglichen Grenzen. Obwohl während der etwa vierjährigen Betriebszeit besondere Unruhe des Laufes nicht beobachtet werden konnte, erschien es mit Rücksicht auf die Gleisbeanspruchung angebracht, die störenden Bewegungen der Lokomotive näher zu untersuchen.

B. Meßmethode.

Es wurde ein Fahrzeugseismograph Bauart Trüb, Täuber & Co., Zürich verwendet. In diesem Apparat sind drei grundsätzlich gleiche aber konstruktiv vollständig getrennte Pendel, und zwar zur Aufzeichnung der Höhen-, Längs- und Querbewegung vorgesehen. Den grundsätzlichen Aufbau eines Pendels zeigt Abb. 1. Der Rahmen R ist mit dem zu prüfenden Fahrzeug fest verbunden, während die Masse A unter dem Einfluß ihrer Eigenträgheit um den Drehpunkt D zu schwingen vermag. Die Bewegung ist durch Öl gedämpft. Die Aufzeichnung erfolgt mittels normalen Schreibwerkes als Funktion der Zeit. Ein besonderer Kontakt gestattet die Übertragung der Hektometermarken auf das Schaubild, so daß der Zusammenhang zwischen aufgezeichneter Fahrzeugbewegung und zugehörigem Streckenabschnitt gegeben ist.

Wie schon erwähnt, ist eine zahlenmäßige Auswertung der Schaubilder nur dann möglich, wenn das Fahrzeug regelmäßige oder zumindest annähernde

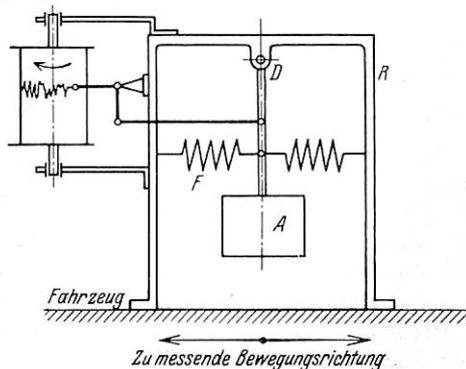


Abb. 1.

Sinusschwingungen vollführt. Es ist zu beachten, daß hierfür vier Größen maßgebend sind: Die dem Apparat aufgezogene Amplitude (tatsächliche Fahrzeugbewegung), die Amplitude der hierbei entstehenden Aufzeichnung, die bestehende Frequenz und schließlich das durch die Ölmenge und Viskosität gegebene Dämpfungsverhältnis. Letzteres ist konstant. Die Periode kann mit Hilfe der ebenfalls bei allen Versuchen konstant gehaltenen Geschwindigkeit des Registrierstreifens (5,6 mm/sec) unmittelbar abgelesen werden. Der Zusammenhang der tatsächlichen und der aufgezeichneten Amplitude ist für alle praktisch vorkommenden Frequenzen durch die Eichkurve gegeben. Die Eichung ist auf einem Schüttertisch durchgeführt, welcher dem Apparat nach ihrer Größe genau bekannte Sinusschwingungen aufzudrücken vermag.

Die untersuchte Lokomotive 1280.15 förderte einen 665 t schweren, fahrplanmäßigen Güterzug. Es wurde die gesamte Anfahrperiode nach einem Stillstand und ein etwa 30 km langes Stück der Fahrt im Beharrungszustand aufgenommen. Die Lokomotive war z. Z. der Versuchsfahrten knapp vor der nächstfälligen Untersuchung, das Triebwerk war schon etwas ausgelaufen. Für die vorliegende Untersuchung ist dies aber kein Nachteil, weil in diesem Zustand die ein Fahrzeug kennzeichnenden Bewegungen um so schärfer hervortreten. Während der Versuchsfahrt war der Pendelmessers an dem Pult des vorauslaufenden Führerstandes aufgestellt.

C. Lauf in gerader Strecke.

Abb. 2a stellt die äußersten noch möglichen Schräglagen (Verdrehungen) I und II des Lokomotivrahmens im geraden Gleis dar. Es sind 10 mm Spurkranzspiel und neue Radreifen

angenommen. Es zeigt sich, daß die größte Verdrehung der Lokomotive in diesem Fall lediglich durch die zweite und vierte Achse bestimmt wird. Das beispielsweise für die Lage I gezeichnete Seitenspiel der Endachsen wird nur ganz geringfügig (3,5 mm) in Anspruch genommen. Abb. 2b gibt die Stellung im Bogen von 250 m Halbmesser wieder und zwar unter der ungünstigsten Annahme des überradialen Laufes. Auch in diesem Falle wird die Führung noch durch die zweite Achse mitbestimmt. An dieser Stelle sei auch erwähnt, daß an den, den Abb. 3 bis 7 entsprechenden Streckenteilen die

In der Abb. 4 zeigt zunächst die Schaulinie der Zuckbewegungen, der höheren Fahrgeschwindigkeit entsprechend kürzere Perioden. Die Schaulinie der Seitenbewegung läßt sehr deutlich erkennen, daß für ihr Entstehen jetzt zwei Ursachen vorliegen: Erstens die schon bei Abb. 3 erwähnten Massenkräfte, welche gleichlaufend mit den Radumdrehungen wirken und zweitens der durch die Kegelform der Radreifen gegebene Zickzacklauf der Lokomotive im Gleis, welcher sich in einer wesentlich größeren Welle — etwa den Punkten A bis E entsprechend — wiedergibt.

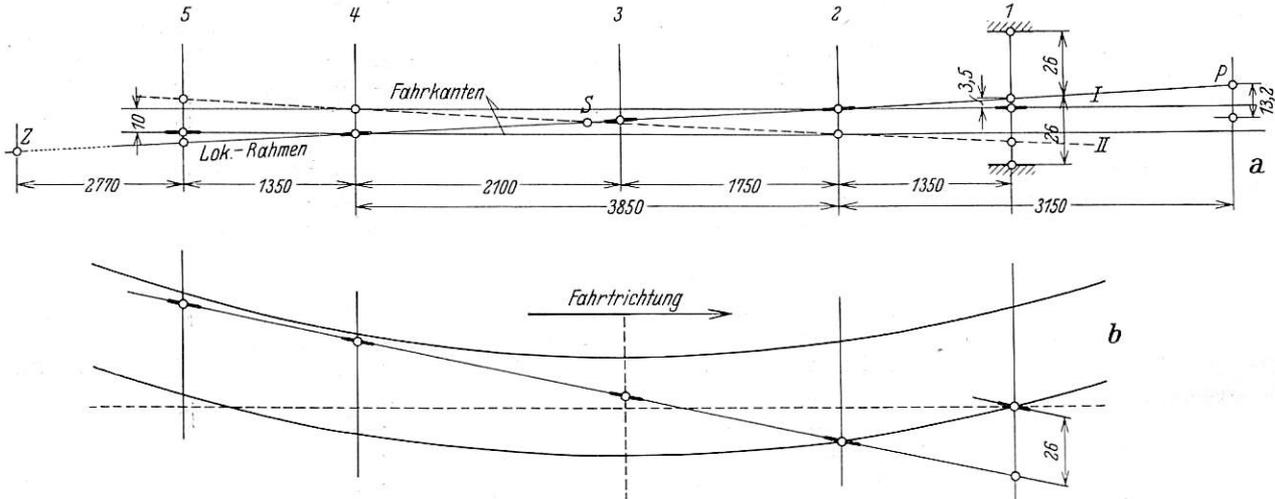


Abb. 2.

seitliche Schienenabnutzung nur geringfügig und der Erhaltungszustand des Oberbaues gut war.

Die der Anfahrperiode entnommene Abb. 3 zeigt völlige Übereinstimmung zwischen Zuckbewegung, Schlingern und der über dem Streckenteil leicht zu errechnenden Zahl der Radumdrehungen. Es ist erklärlich, daß die nicht völlig ausgeglichenen umlaufenden Massen im Verein mit den praktisch unvermeidlichen Lagerspielen Bewegungen der Lokomotive

In der Abb. 5 ist der Einfluß der freien Massenkräfte hinsichtlich der Seitenbewegung fast vollständig verschwunden und es überwiegt durchaus der Zickzacklauf innerhalb der Fahrkanten. Eine Erklärung kann mit guter Annäherung so gegeben werden, daß die von den Triebwerksumdrehungen kommenden Impulse schon so rasch erfolgen, bzw. derart kurz sind, daß sie die Lokomotivmasse nur mehr sehr selten in entsprechende

Bewegung versetzen können. Es ist bemerkenswert, daß sich der Einfluß der Triebwerksumdrehungen in verschiedener Form zeigt. An der Stelle a macht sich beispielsweise die Triebwerksumdrehung nur als Verflachung der Schaulinie bemerkbar, während an der Stelle b tatsächlich noch eine zweimalige seitliche Bewegungsumkehr des Fahrzeuges stattfindet. In der Schaulinie der Zuckbewegung sind wohl die einzelnen Radumdrehungen noch deutlich zu erkennen, doch herrscht auch hier der Einfluß des Spießgangelanges vor.

D. Kurvenlaufschaubilder.

Die Schaubilder der Fahrt in der Geraden zeigen — über ein genügend langes Streckenstück betrachtet — nach oben und unten gleich viele und gleich geformte Ausschläge, es sind daher die tatsächlichen Ausweichungen des Fahrzeuges von seiner theoretischen reinen Translationsbewegung in geraden Gleis nach links und rechts dem Wesen und der Größe nach gleich.

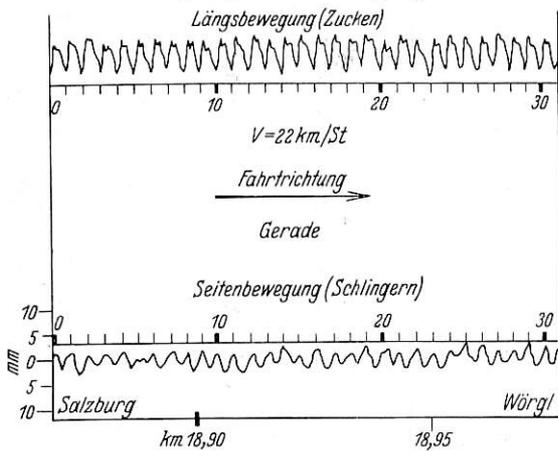


Abb. 3.

erzeugen, welche den Radumdrehungen zeitlich gleichlaufend sind. Wie nachfolgend an den Abb. 4 und 5 noch gezeigt werden wird, läßt hier die Schaulinie der Seitenbewegung mit guter Annäherung den Schluß zu, daß diese durch das Gleis oder richtiger gesagt, durch die Fahrkanten noch wenig beeinflusst wird. Die Lokomotive wird durch die hohe Zugkraft der Anfahrt in der Gleismitte gehalten und „schwimmt“ vorwiegend noch frei zwischen den Fahrkanten, weil scharfe Spitzen, welche ein Anlaufen an die Fahrkanten anzeigen, im Schaubild fehlen. Auf den Zusammenhang zwischen der Schaulinie und der wirklichen Größe der Fahrzeugbewegung wird später noch ausführlich zurückgekommen.

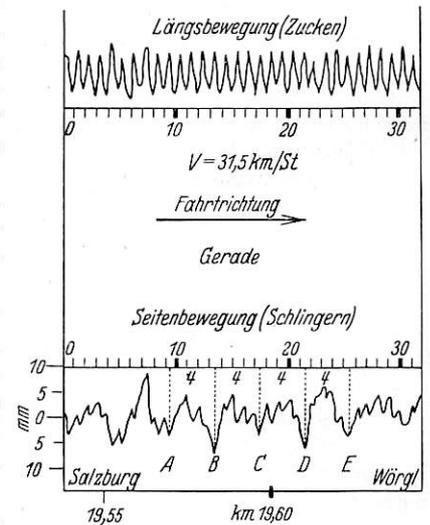


Abb. 4.

Beim Lauf durch Krümmungen weisen nun die Schaubilder und dementsprechend die tatsächlichen Fahrzeugbewegungen einen völlig anderen Charakter auf. Die vorhin erwähnte, im allgemeinen zur Gleismitte symmetrische Bewegung, tritt noch deutlicher hervor, wenn man ihre Schaubilder mit denjenigen des Krümmungslaufes (Abb. 6 a bis d) vergleicht. Schon in Abb. 6 a zeigt sich, daß beim Durchlaufen eines Krümmungshalbmessers von 750 m die kleine, noch von der Triebwerksumdrehung erzeugte Welle (Abb. 5, Punkte a und b) etwas nach abwärts wandert. Bei den Krümmungshalbmessern von 500 und 400 m (Schaulinien b und c) tritt dies noch deutlicher in Erscheinung, bis schließlich beim Durchfahren einer Krümmung von 300 m Halbmesser (Schaulinie d) neben den kleinen Wellen nur mehr einseitige Spitzen 1 bis 6 auftreten. Die Schaulinien Abb. 6 a bis d sind alle im Linksbogen aufgenommen. Abb. 7 zeigt die Fahrt durch einen Rechtsbogen. Die Schaulinie ist derjenigen von Abb. 6 d sehr ähnlich, aber, dem Rechtsbogen entsprechend, seitenverkehrt.

E. Beurteilung der Schaubilder.

Aus der Abb. 2 a hatte sich zunächst ergeben, daß die theoretischen Grenzlagen der Lokomotive im geraden Gleis durch die zweite und vierte Achse bestimmt werden. Wie schon erwähnt, war der Seismograph am vorauslaufenden Führerstand, das ist 3150 mm vor der zweiten Achse (Punkt P) angebracht. Abb. 2 a zeigt auch, daß der größtmögliche theoretische Seitenausschlag des Führerstandes 13,2 mm beträgt.

Der tatsächliche Seitenausschlag des Führerstandes erweist sich aber als wesentlich größer und sei zur Erklärung dieses Umstandes nochmals auf die Fahrt in gerader Strecke zurückgegriffen. Abb. 3 ergibt für eine Fahrgeschwindigkeit von 22 km/h eine Frequenz von 1,7 Hz und eine gemessene Amplitude von durchschnittlich 2 mm. Diesen Größen entspricht nach der Eichkurve ein wirklicher Seitenausschlag von ebenfalls 2 mm. Der so festgestellte Seitenausschlag ist aber die Folge einer Drehung der ganzen Lokomotive um eine senkrechte Achse innerhalb der Grenzlagen aus Abb. 2 a (Schlingerbewegung). Die genaue Lage dieser Achse ist von allen Reibungskräften an den Rädern und allen Massenkräften im Fahrzeug abhängig. Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Achse in der Nähe des Punktes S oder zwischen S und dem Zughaken Z liegt, woraus wieder folgt, daß die Seitenbewegung der führenden zweiten Achse kleiner ist, als diejenige des Führerstandes, also kleiner als 2 mm. Die schon früher erwähnte Vermutung, daß bei der hier untersuchten Fahrgeschwindigkeit kein eigentliches Anlaufen stattfindet, sondern die führende Achse frei zwischen den Fahrkanten spielt, scheint hiermit bestätigt.

Abb. 5 ist ebenfalls zahlenmäßig auswertbar. Es ergibt sich eine Frequenz von 0,93 Hz, eine gemessene Amplitude von 11 mm und eine wahre Amplitude von 40 mm. Schon der während der Fahrt fühlbare Schlag läßt annehmen, daß die führende zweite Achse ihr volles Seitenspiel im Gleis nach Abb. 2 ausnützt, mit anderen Worten, daß die Lokomotive gleichmäßig von einer äußersten Grenzlage in die andere

pendelt. Der hierbei auftretende Seitenausschlag wäre 13,2 mm also ganz wesentlich kleiner als der gemessene. Dieser auffallende Unterschied erklärt sich durch das Vorhandensein einer Reihe von Erscheinungen, welche den tatsächlichen Seitenausschlag vergrößern: Die Abnutzung der Spurkränze und Schienen, Fehler (Erweiterungen) der Spurweite, das stets vorhandene Seitenspiel der „festen“ Achsen in ihren Lagern und endlich ein seitliches Neigen der Schiene unter dem Einfluß des Spurkränzdrukkes.

Nach Abb. 5 ist es auch möglich, die jeweilige Stellung des Lokomotivrahmens im Gleis mit großer Wahrscheinlichkeit zu bestimmen. Geht man in der, der Deutlichkeit wegen

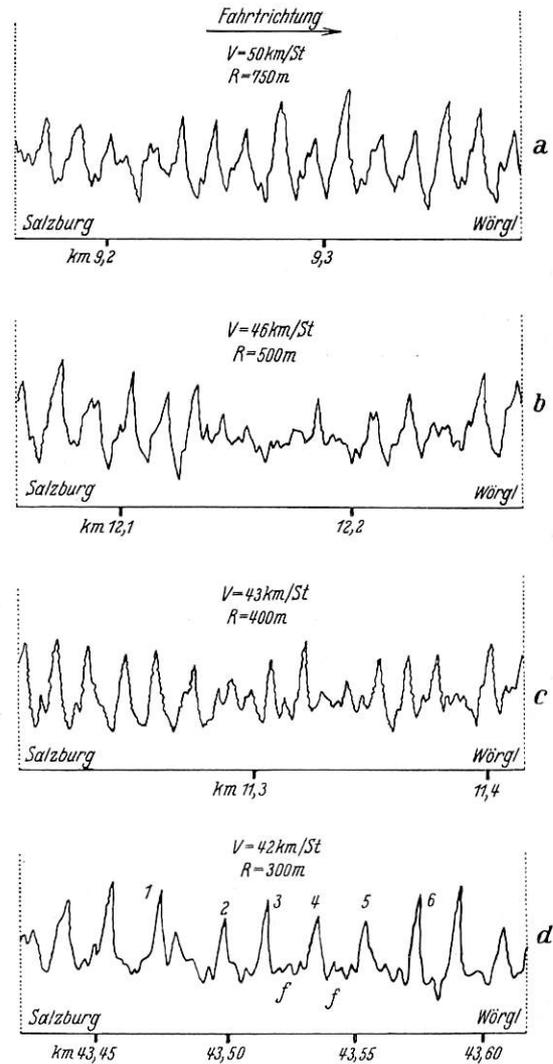


Abb. 6.

übertrieben gezeichneten Abb. 8 von der Grenzlage I aus, so ist mit Hilfe der in Abb. 5 gezeigten Frequenz (6 mm entsprechend 1,07 Sek.) und der Fahrgeschwindigkeit leicht zu errechnen, daß diese Grenzlage nach einer Laufstrecke von 14,35 m wieder erreicht wird. Für die vierte Achse ergibt sich gleicherweise die gestrichelt gezeichnete Linie. Beide Linien sind um den Betrag des festen Achsstandes (3850 mm) versetzt.

Für die Beurteilung des Schaubildes 6 d (Linksbogen von R = 300 m) muß berücksichtigt werden, daß nach der konstruktiven Ausbildung des Seismographen jede der Spitzen 1 bis 6 einer Seitenbewegung des Führerstandes nach der Bogeninnenseite entspricht. Es wäre zunächst die Annahme nahelegend, daß diese auffallend regelmäßige Bewegung durch seitliche Lagenfehler des Gleises (Knicke) ausgelöst wird, wie

sie etwa bei jedem Schienenstoß vorkommen können. Eine einfache Nachrechnung zeigt aber, daß der Abstand der den

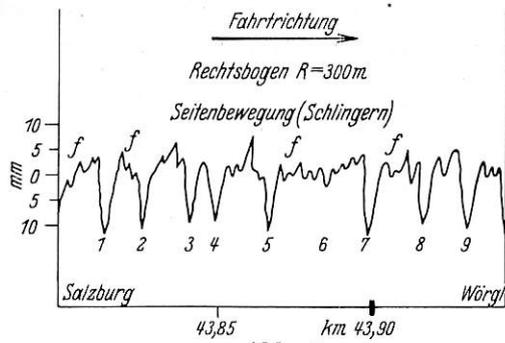


Abb. 7.

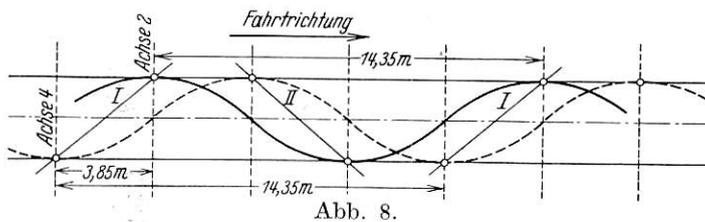


Abb. 8.

Spitzen 1 bis 6 entsprechenden Punkte der Strecke in keinem ganzzahligen Verhältnis zur Schienenlänge steht. Die Form

Versuche über die Haftfestigkeit von Heizrohren in Rohrplatten.

Von Prof. Ing. Robert Engel, Graz.

Das Rohrrinnen bildet eine lästige und leider nur allzuhäufige Erscheinung im Lokomotivdienst. Zum Teil sind es die durch die verschiedenen Wärmedehnungen im Kessel hervorgerufenen Spreizkräfte, zum Teil sind die Temperaturschwankungen infolge Eintritts kalter Luft beim Öffnen der Feuertüre, unsachgemäße Behandlung des Feuers (Löcher im Brennstoffbett) oder Speisens bei niedergebranntem Feuer und geschlossenem Regler Ursache der Lockerung der Rohre in den Einwalzstellen; durch Kesselsteinansatz erfahren diese Umstände noch eine Verschärfung. Das Streben der Bahnverwaltungen, sich vom guten Willen des Heizerpersonals hinsichtlich sorgsamer Behandlung des Kessels und anderer nicht voraussehender Zufälligkeiten, wie sie insbesondere im Zugförderungsdienst unvermeidbar sind, unabhängig zu machen und eine allen Beanspruchungen Widerstand leistende Rohrbefestigung zu schaffen, ist daher begreiflich.

Die gebräuchlichen Rohrbefestigungsarten lassen sich im großen und ganzen in folgende Hauptgruppen unterteilen:

Glattes Rohrende in die Rohrwand eingewalzt, feuerseitig umgebördelt, wasserseitig mit einer angewalzten Schulter versehen, (wobei es oft genug vorkommt, daß in Heizhäusern, welchen eine größere Zahl von Lokomotivtypen mit verschiedener Rohrwandentfernung zugewiesen ist, zu Zeiten starken Verkehrs nicht immer gerade die zur Lokomotive passenden Rohre eingezogen werden, sondern man behilft sich mit ähnlich bemessenen und es kann dann die vorschriftsmäßige Schulteranlage oft nicht eingehalten werden).

Eine weitere Gruppe ist jene, welche durch im Rohr oder im Loch eingedrehte Rillen verschiedenen Querschnitts, eine größere Haftfähigkeit zu erreichen sucht. Es wurde auch versucht, mit Hilfe eines oder mehrerer übergeschobenen Ringe, die infolge des Einwalzens sich sowohl in das Rohr als auch in die Rohrwand einpressen, einen erhöhten Widerstand gegen die lockernden Kräfte herbeizuführen.

Endlich sind auch solche Befestigungsarten aufgetaucht, welche in mehr oder minder vollkommener Weise die axialen Schubkräfte mit Hilfe von Stützringen oder ähnlichen Ausführungen auf die Rohrwand übertragen und die Einwalz-

der Schaulinie ermöglicht nicht ohne weiteres eine zahlenmäßige Auswertung bzw. Feststellung der tatsächlichen Seitenbewegung des Führerstandes. Es kann lediglich mit Sicherheit gesagt werden, daß die an den Stellen f auftretenden kleinen Wellen mit der Triebwerksumdrehung zusammenhängen. Während der den Spitzen 1 bis 6 entsprechenden Bewegung der Lokomotive nach der Bogeninnenseite ist es wahrscheinlich, daß ein Lösen des Spurkranzes der führenden Achse von der Fahrkante stattfindet, von einer stetigen Führung also nicht gesprochen werden kann.

Zusammenfassung.

Die mit Hilfe eines Seismographen gewonnenen Schaulinien des Laufes einer fünffach gekuppelten Güterzugslokomotive lassen erkennen, daß die störenden Seitenbewegungen vorwiegend auf zwei Ursachen zurückzuführen sind: Der Einfluß der Kräfte im Triebwerk und die Kegelform der Radreifen. Bei kleinen Geschwindigkeiten überwiegt der Einfluß der Triebwerkskräfte, bei mittleren wird die Seitenbewegung durch beide Ursachen gleichermaßen erzeugt. Bei hoher Geschwindigkeit herrscht der Einfluß der Radreifenform vor. Für letzteren Fall ist es mit guter Annäherung möglich, den Verlauf der Schlingerbewegung bei Fahrt im geraden Gleis zu bestimmen. Beim Lauf durch Gleisbogen scheint eine stetige Führung nicht stattzufinden.

stellen dadurch zu entlasten suchen, siehe Zusammenstellung Form 4*). An vielen Orten sind Versuche und Berechnungen über die Haftfähigkeit von eingewalzten Rohren in Rohrplatten angestellt worden und reiches Beobachtungs- und Zahlenmaterial steht in der Fachliteratur zur Verfügung**), aber soweit Versuche angestellt worden sind, wurden sie unter Bedingungen ausgeführt, die sich in sehr wesentlichen Punkten von jenen unterscheiden, denen die Rohre im Betriebe entsprechen müssen. Im allgemeinen sind die Rohre nur schwelender Belastung bei Versuchsraumtemperatur ausgesetzt gewesen, während sie doch tatsächlich wesentlich höheren und noch dazu wechselnden Temperaturen, die aufeinanderfolgend eine Vielzahl von Lastwechseln verursachen, unterworfen sind.

Es schien daher wünschenswert, das vorliegende Versuchsmaterial in der angedeuteten Richtung zu erweitern und es soll nachstehend über diese Bemühungen auszugsweise berichtet werden, wobei zum Vergleich nur die im Gebiete der mitteleuropäischen Eisenbahnverwaltungen am meisten benutzten Befestigungsarten herangezogen worden sind.

Ein genauer Vergleich über die Bewährung der einzelnen Rohrbefestigungsarten untereinander an im Betriebe befindlichen Lokomotiven ist zwar durchführbar, aber doch mit einer großen Zahl Mängel behaftet. Es ist daher naheliegend, den Weg des laboratoriumsmäßigen Versuches zu beschreiten, der aber nur dann Erfolg verspricht und zu brauchbaren Ergebnissen führt, wenn die Betriebsverhältnisse mit möglichster Naturtreue am Versuchsstand nachgeahmt werden können. Von diesen Gesichtspunkten ausgehend wurde daher im Maschinenlaboratorium (Abteilung Dampfkessel- und Dampfmaschinenbau) der Technischen Hochschule Graz eine Versuchseinrichtung geschaffen, welche den obenangeführten Bedingungen in weitestgehendem Maße entsprechen dürfte.

*) Maschinenbau 1925, S. 216; Z. VDI 1920, S. 119; Glasers Ann. 1919, S. 62; Hanomag Nachr. 1924, S. 160.

**) Z. VDI 1891, S. 937, und 1924, S. 309; Zeitschr. d. Bayr. Rev. V. 1928, Heft 16—18; Révue gén. 1931, S. 126.

Heizrohre von 46/51 mm Durchmesser und 4 m Länge wurden wechselweise nach der in der Zusammenstellung angegebenen Weise in einer Kupferplatte (Abb. 1), welche so die Feuerbüchsenwand ersetzte, befestigt, während die andere Seite in einer Flußeisenplatte als Rauchkammerrohrwand eingewalzt wurde. Ein über das Heizrohr über-

geschobenes Mantelrohr von 83 mm Durchmesser, das druckdicht mit den Rohrplatten verflanscht ist, schafft um ersteres einen Raum, welcher mit dem Wasserraum des Betriebskessels so verbunden werden konnte, daß an der Feuerbüchsen- seite das Kesselwasser unter Betriebsspannung von 13 atü stehend, eintreten und bei der Rauchkastenseite wieder in

Zusammenstellung.

Versuche über die Haftfähigkeit von Heizrohren an der Einwalzstelle.

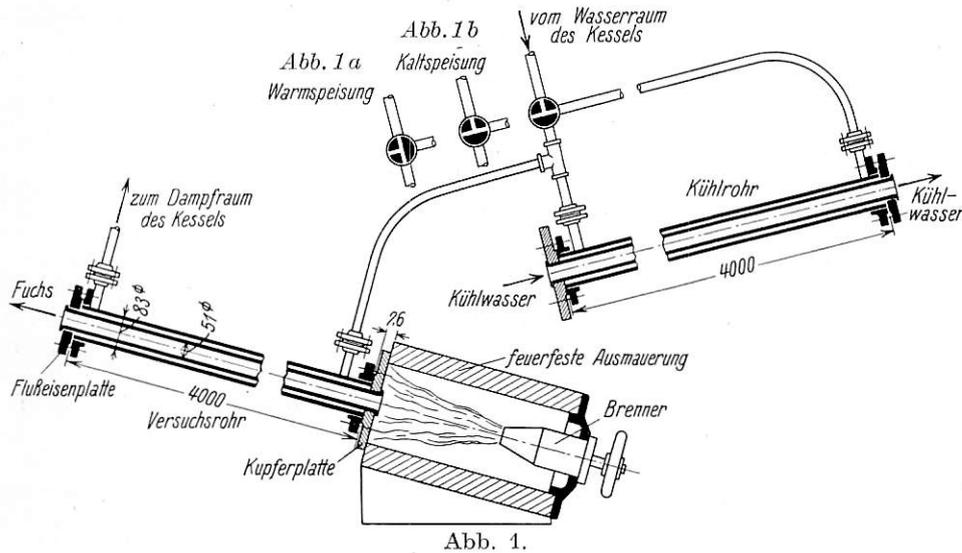
Ausführung	Zustand des Heizrohres	Dampfdruck atü	Wechselnde Beheizung Anordnung Abb. 1			Wechselnde Beheizung und wechselnde Speisung. Anordnung Abb. 1a und 1b		
			Anzahl der Befuerung Wechsel im Mittel	Befund	Anmerkung	Anzahl der Befuerung und Speisewechsel in Mittel	Befund	Anmerkung
Form 1. Sehr verbreitete Ausführungsart	Wasserseitig vollkommen rein, kein Kesselsteinansatz	13	23	Wasser- und Dampfdrucktritt am Bördel	Versuchsabbruch	12	Starker Wasser- und Dampfdrucktritt am Bördel. Unter Feuer und Warmspeisung sehr starkes Rohrwachsen	Versuch abgebrochen
Form 2. Regelausführung mit angewalzter Schulter			145	Wasser- und Dampfdrucktritt am Bördel	Versuchsabbruch	42	Bei jedem Wechsel tritt im Moment des Umschaltens ein Dampfstrahl aus. Dieses „Atmen“ wiederholt sich bei jedem Wechsel	Versuch abgebrochen. Zustand des Rohres nach dem Versuch Abb. 2
Form 3. Weicheisenstutzen mit Rillen			844	Wasserdampfstrahl-Austritt	Versuchsabbruch	26	Starker Wasser- und Dampfdrucktritt am Bördel	Versuch abgebrochen
Form 4. Eisenstutzen mit Stützring			24508	Keine Erscheinungen	Versuchsabbruch	410	Schwacher Wasser- und Dampfdrucktritt am Bördel	Versuch abgebrochen. Zustand des Rohres nach dem Versuch Abb. 3.
Form 5. Weicheisenstutzen mit Rillen			645	Wasserdampfstrahl-Austritt	Versuchsabbruch			
Form 6. Eisenstutzen mit Stützring			3696	Keine Erscheinungen	Versuchsabbruch			

den Betriebskessel zurückkehren konnte. Durch den gewählten Mantelrohrdurchmesser hält sich die Belastung infolge des Dampfdruckes je Rohreinwalzstelle auf gleicher Höhe wie bei ausgeführten Lokomotivkesseln. Das Mantelrohr ersetzt somit den zylindrischen Langkessel, von der Anbringung eines Wärmeschutzes wurde abgesehen.

Mittels eines durch Preßluft von 5,5 atü Spannung betriebenen Ölbrenners wird das Heizrohr beheizt, ein durch Leitungswasser betätigter Kippschalter steuert die Ölzufuhr

ausgesetzt sein können. Die geringere Erwärmung des Mantelrohres gegenüber dem inneren (beheizten) Rohr verursacht infolge der verschiedenen Dehnungen eine axial gerichtete Spreizkraft, die sich mit 1950 kg aus den Tensometerablesungen ergab. Diese Kraft liegt wesentlich höher wie die für eine Lokomotive mit 2,4 m Feuerbuchs-Boxlänge und 5,8 m Rohrwandentfernung errechnete*). Diese Unstimmigkeit ist wohl darauf zurückzuführen, daß die gebildeten Dampfblasen in der Versuchsanlage wahrscheinlich mangelhaft

abgeführt worden sind und das Heizrohr sich infolgedessen viel stärker erwärmte als es in einem normalen Lokomotivkessel erwartet werden kann. Die Flanschenverbindung des Mantelrohres verursacht zudem noch eine Vorspannung von 1062 kg. Die Einwalzstellen waren daher mit 3012 kg oder mit rund 78 kg/cm² Rohraußfläche im warmen Beharrungszustand beansprucht, während bei wechselnder Beheizung, d. h. 30 Sek. dauerndem Befeuern und darauf folgendem 20 Sek. Kaltblasen sich ein mittlerer Dehnungsstand einstellte, aus dem sich eine um 500 kg geringere Spreizkraft, sohin 2512 kg errechnen ließ. Bei jedesmaligem Befeuern stieg die Spreizkraft auf 2642 kg, um dann beim Kaltblasen auf 2382 kg zurückzugehen. Die Wirkung dieser Kräfte zeigt sich deutlich an der Deformation der Rohre, wie sie



so, daß sie abwechselnd abgestellt und wieder angestellt werden kann, während die Preßluft ununterbrochen durch den Brenner strömt und bei abgesperrter Ölzufuhr, also ausgelöschtem Brenner gegen die Einwalzstelle bläst. Das Wiederanzünden des Brenners besorgt die Wärmestrahlung der den Brenneraum umgebenden festen Ausmauerung. Mit dem Kippschalter ist ein Zählwerk, welches die Anzahl der Wechsel in der Befuerung aufzeichnet, verbunden. Die bei handbedienter Feuerung auftretenden Verhältnisse sind damit in sehr weitgehendem Maße nachgeahmt worden: Dem Auslöschten des Brenners entspricht das Abdämpfen des Feuers beim Nachfeuern, dem Kaltblasen, die Abkühlung des Feuer-raumes, bzw. der Feuerbüchse infolge der durch die geöffnete Feuertüre einströmenden kalten Luft, deren Wirkung in der Regel durch ein Gewölbe aus feuerfesten Steinen — am Versuchsstand durch die Ausmauerung — gemildert wird.

Wenn auch durch die gewählte Anordnung die Betriebsbedingungen bewußt verschlechtert worden sind gegenüber jenen, wie sie auf einer arbeitenden Lokomotive herrschen, so ist doch damit die Aussicht verbunden, verläßliche Resultate zu erhalten.

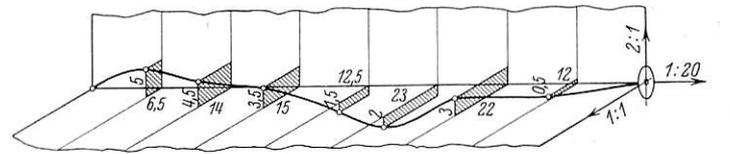
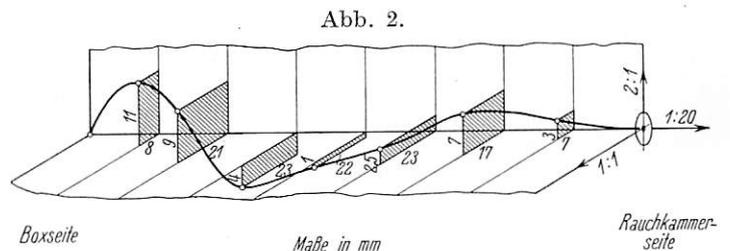
Auch schien es wünschenswert, das Verhalten der einzelnen Rohrbefestigungsarten bei unsachgemäßem Speisen kennenzulernen, weswegen eine Einrichtung getroffen wurde, welche es ermöglicht, den Ringraum vom Kessel abzuschalten und sogleich mit kaltem Wasser (unter Kesselspannung) zu füllen. Dieser Vorgang wurde mit dem Wechsel in der Befuerung verbunden und stellt die Verhältnisse dar, wie sie sich gestalten, wenn während des Einfuerns oder bei niedergebranntem Feuer gespeist werden würde. Der Vorgang war insofern wieder nach der ungünstigen Seite hin verschoben, als das kalte Wasser unmittelbar an die feuerbüchsen-seitige Einwalzstelle geführt worden ist.

Eine besondere Versuchsreihe umfaßte Rohre, die durch Auftragen einer Zementschicht von 1 mm Stärke einen „Steinansatz“ erhielten.

Sehr aufschlußreich waren die Untersuchungen zur Feststellung der Kräfte, denen die Einwalzstellen in axialer Richtung

durch Abb. 2 und 3 veranschaulicht wird. Die Temperaturen unmittelbar an der Rohrwand betragen rund 1000° i. M. beim Feuern, bzw. 400° i. M. beim Kaltblasen.

Bei den Ausführungen nach Form 1 und 3 wurden keine Messungen der zusätzlichen Spreizkräfte vorgenommen, die Wärmedehnungen verursachten ein schon mit unbewaffnetem



Auge wahrnehmbares „Atmen“ der Rohre in den Walzstellen, beim Befeuern traten die Rohre aus der Rohrwand heraus — hinter dem Bördel zeigte sich eine deutliche Fuge —, um während des Kaltblasens wieder zurückzugehen, wobei jedoch der Weicheisenstutzen mit eingedrehten Rillen (Form 3) trotz offensichtlicher Lockerung bemerkenswert lang dicht gehalten hat.

Weitaus am unempfindlichsten gegenüber „grober“ Behandlung hat sich die Befestigungsart mit Stützring**) erwiesen, die erst nach 410 Wechseln in der Befuerung pausen, Anzeichen beginnender Undichtheit erkennen ließ, gegen 26 Wechsel des Rohres nach Form 3 bzw. 42 Wechsel nach

*) Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1930, S. 307, und 1931, S. 116.
**) D. R. P. 502176.

Form 2. Bei einer etwas sorgsameren Behandlung des Stützringrohres (d. h. ohne Hinzufügen des Kaltspeisens bei gedämpftem Feuer) konnte die Zahl der Befeuerswechsel auf 24508 gebracht werden, ohne daß irgendwelche Anzeichen einer beginnenden Undichtheit erkennbar gewesen wären, hingegen die Ausführung Form 2 schon nach 145, jene Form 3 nach 844 Wechseln zum Rinnen kam. Ähnlich günstig verhielt sich auch das Rohr mit Steinansatz.

Die Versuche haben erwiesen, daß die Entlastung der Einwalzstellen von axialen Kräften ein sehr wirksames Mittel für das verläßliche Dichthalten der Rohre in den Rohrwänden auch unter den schwersten Betriebsbedingungen bildet und die Nutzenanwendung dieser Erkenntnisse auf breiterer Grundlage im Lokomotivbetrieb rechtfertigen würden um so mehr, als diese Wirkung mit vergleichsweise geringen Aufwendungen erreicht werden kann.

Betriebsergebnisse mit den amerikanischen Dampflokomotiven 1 E 1 und 1 E 2 auf den Sowjetbahnen.

Von N. Erl.

Ende 1931 kamen die zehn Probemaschinen — zu je fünf Stück von der American Locomotive Company (Ta-1 E 2) und der Firma Baldwin Locomotive Works (Tb-1 E 1) stammend — nach der Katharina-Bahn im Süden der Sowjetunion. Sowohl vor der Inbetriebnahme als auch während der über zwei Jahre langen Dienstzeit wurden Erfahrungen der verschiedensten Art gemacht. Die Lieferung fällt in die Zeit, die zwischen dem Vorherrschen der Germanisierungs- und Japanisierungstendenzen auf den Sowjetbahnen liegt und sich durch eine Zuneigung zu amerikanischen Grundsätzen im Eisenbahnwesen auszeichnet. Daraus erklärt sich der hohe und für die Sowjetbahnen schädliche Achsdruck von 23 t und die gewaltige, die Festigkeit der russischen Kupplungen bei weitem übertreffende Zugkraft von 34 und 27,5 t mit und ohne Booster bei der 1 E 2-Lokomotive sowie 31 und 25 t bei der 1 E 1-Lokomotive.

Es war von vornherein klar, daß die Ausnutzung dieser Zugkräfte sowie der hohen Geschwindigkeiten, die der Triebdurchmesser von 1520 mm zuließ, auf den Sowjetbahnen unmöglich ist. So haben die Lokomotiven in Wirklichkeit Züge nur bis zu 1630 t statt 2500 bis 3000 t, für die sie entworfen sind, gefahren; auch ihre Geschwindigkeit war mit 45 km/h begrenzt, sogar auf den Strecken mit dem schwersten Oberbau, da spezielle Versuche nachgewiesen haben, daß die statischen Spannungen in den Schienen unter der Wirkung dieser Maschinen etwa um 40 bis 45% höher als bei den früheren E-Lokomotiven waren, die dynamischen Spannungen sogar um 50% und die Durchbiegungen der Außenschienen in Kurven rund um 200%.

Eine Beurteilung der neuen Dampflokomotiven vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit des Betriebes und ihrer allgemeinen Eignung fällt aus oben angeführten Gründen völlig fort, zumal die Lokomotiven vom ersten Tage an allen Folgen der unsachgemäßen Behandlung, der schlechten Schmierung, Ausbesserung und Waschung sowie der Verfeuerung von ungeeigneten Brennstoffarten und der Speisung mit außerordentlich schlechtem Wasser ausgesetzt waren. Fast alle Lokomotiven haben angeglühte Feuerbüchsen; bei einer Lokomotive explodierte Ende 1933 die Feuerbüchse, wobei der Kessel auf dem Rahmen stehen blieb.

Aber gerade die harte Probe, die die Lokomotiven überstanden haben, ist für die Bewertung der vielen Sondereinrichtungen und neuen Konstruktionen, die sie aufweisen, von großer Bedeutung. Die wichtigsten Ergebnisse des mehr als zweijährigen Betriebes werden im nachstehenden unter diesem Gesichtspunkt betrachtet.

1. Selbsttätige Feuerbeschickung (Stoker). Diese Einrichtung hat sich als eine zuverlässige und unverwüsthche Maschine sogar bei einer höchst unachtsamen Bedienung erwiesen. Ihre Konstruktion ist jedoch für leicht zerbröckelnde und viel Grus bildende Kohlen, die in der Sowjetunion verbreitet sind, ungeeignet, da zu große Verluste durch Mitreißen von Kohle entstehen. Der von der Lugansker Lokomotivfabrik nachgemachte Beschicker derselben Bauart konnte infolge der groben Ausführung überhaupt nicht verwendet werden; dabei

ergab die Handbeheizung der mit diesem Heimfabrikat ausgerüsteten Lokomotive 10%ige Ersparnisse gegenüber den mit amerikanischen Beschickern ausgerüsteten Lokomotiven.

2. Hilfstriebmaschine (Booster) von Betlehem. Aus dem eingangs Gesagten ist klar, daß der Booster seine wertvollen Eigenschaften unter den vorhandenen Betriebsverhältnissen überhaupt nicht nachweisen konnte. Die schwächste Stelle dieser Maschine, d. h. das Zahnradgetriebe, arbeitete einwandfrei trotz der groben Behandlung durch die Lokomotivmannschaften. Als kleine, aber unangenehme Konstruktionsfehler sind das unzuverlässige Ablassen des Kondensats aus den Dampfzylindern, breite, ungeschlitzte Kolbenschieberinge und die schwache Befestigung des hinteren Teils der Maschine mittels eines Schraubenbolzens zu nennen.

3. Kohlenförderer (Pusher) zum Nachschieben von Kohle aus dem hinteren Teil des Tenders haben sich sehr gut bewährt.

4. Elesco-Überhitzer der Kleinrohrbauart („E“). Die Einengung des freien Querschnitts von Rauchrohren und ihre leichte Verstopfung mit Schlacken, Asche, Kleinkohle und Ruß, verbunden mit dem starken Verschleiß und der Abnutzung von Einzelteilen stellen so große Nachteile dieser Bauart dar, daß sie durch eine größere Überhitzungsfläche und eine höhere Gasgeschwindigkeit nicht ausgeglichen werden können. Daher fällt die Beurteilung in der Sowjetunion zugunsten der Bauart „A“, die eigentlich einen normalen Schmidtschen Überhitzer darstellt, aus.

5. Die Explosion des Kessels der Lokomotive Ta-10002 hat die Nützlichkeit der Wasserkammern in bezug auf die Erhöhung der Festigkeit der Feuerbüchse nachgewiesen: nachdem der vordere Teil der Feuerbüchsenbarst, wurde die weitere Zerstörung durch die steife Konstruktion der Wasserkammern aufgehalten, so daß die ausgelösten Spannungen sich nach vorne, durch den Langkessel auswirkten; infolgedessen blieb der Kessel auf dem Rahmen und die Lokomotivmannschaft unversehrt. Der eigentliche Zweck dieser Anordnung, d. h. der besseren Wasserzirkulation, wurde jedoch durch diesen Fall eher in Frage gestellt, als nachgewiesen. In diesem Zusammenhang sei bemerkt, daß die vor kurzem in der Sowjetunion mit einer E-Dampflokomotive vorgenommenen Versuche die nachteilige Wirkung von Wasserkammern auf die Kesselleistung bewiesen haben. Dies ist auf eine starke Verringerung der Temperatur in der Feuerbüchse zurückzuführen (bis zu 150°); der Wirkungsgrad des Kessels sank um 15% und die Beförderung derselben Züge wurde bei guter Kohle schwierig, bei schlechter sogar unmöglich. Die an verschiedenen Stellen des Kessels vorgenommenen Temperaturmessungen lassen erkennen, daß keine Verbesserung des Wasserumlaufs eingetreten ist.

6. Mehrventil-Regler. Eine Verbesserung der Konstruktion zur Vermeidung der Kesselsteinbildung auf den Ventilschaftführungen ist erforderlich.

7. Schwimmende (d. h. sowohl auf dem Zapfen als auch in der Stangenbohrung frei laufende) Stangenbüchsen. Diese sind an und für sich gut; es muß jedoch für eine bessere Zuführung des dicken Schmierfettes bis an den

Kurbelzapfen durch eine geeignetere Verteilung von Schmierlöchern in den Büchsen gesorgt werden.

8. Die Gepflogenheit amerikanischer Konstrukteure, eine stärkere zwangsläufige Begrenzung der Zylinderfüllung als in Europa zu verwenden, wird von den russischen Fachleuten nur wegen der mit dieser verbundenen Vergrößerung des Kolbenschieberhubes als nützlich bezeichnet, da dabei eine geringere Dampfdrosselung stattfindet.

9. Preßluftbetätigung der Steuerung. Diese Anordnung hat sich als sehr gut erwiesen. Das Zittern des durch einen Druckluftkolben festgehaltenen Steuerhändels wird etwas unangenehm empfunden, hat aber keine weiteren Nachteile.

10. Die Federaufhängung mittels Bolzen statt keilartiger Federgehängekloben ist infolge der größeren Reibung nicht so empfindlich und führt zur Schleuderneigung der Lokomotiven, insbesondere wenn die Schmierung der Bolzen vernachlässigt wird.

11. Die Gleitbahn ist mit zwei waagerechten Innennuten versehen und hat somit in drei übereinanderliegenden Stufen eine große Gesamtreibungsfläche. Zwecks Montage ist sie durch eine senkrechte Fuge in zwei Längshälften getrennt. Die Gleitbahn weist nach zwei Jahren keinen Verschleiß auf. Die mit Weißmetall ausgegossenen Kreuzkopfgleitflächen arbeiten einwandfrei von einer Radsatzabdrechung bis zur anderen.

12. Die Vorrichtungen zur Feststellung der günstigsten Füllung haben sich nicht bewährt infolge der mißlungenen Konstruktion: die Vorrichtung Loco-Ralv-Pilote setzt ständig wegen der häufigen Brüche der biegsamen Welle aus; die Vorrichtung von Ashcroft hat eine Reihe von Kupferröhren unter der Kesselbekleidung, die für das Nachsehen unzugänglich sind. Ebenso hat sich die Spurkranz-Schmiervorrichtung nicht bewährt, da ihre Befestigung zu schwach ist und der Druckmetallschlauch häufig platzt.

Als zuverlässig arbeitende Neukonstruktionen oder Vorrichtungen haben sich folgende erwiesen: Tate-Stehbolzen, Vorrichtungen zum Reinigen der Rohrwand, Rauch- und Heizrohre und Rauchkammern in den letzteren, Alarm-Signal beim Sinken des Wassers im Kessel bis zum zulässigen Stand, selbstöffnende Feuerlochtür von Franklin, Abdampfinjektor, Rollenlager des durch Booster angetriebenen Drehgestells des Tenders, Commonwealth-Drehgestelle der Lokomotiven, King-Stopfbüchsen, gelenkige Rohrverbindung von Barco usw.

Die Schmierung der Lauf- und Triebwerkteile mit Fett nach amerikanischer Art war für die Sowjetbahnen ebenfalls neu. Sie bezweckt eine Versorgung der Gleitflächen mit Schmierung auf längere Zeit, als dies bei der Schmierung mit flüssigem Masut möglich ist. Es hat sich herausgestellt, daß das eingepreßte Fett nicht bis an diejenigen Stellen gelangt, die während der Einfettung dem größten Druck ausgesetzt sind; infolgedessen entsteht manchmal sogar bei gehärteten

Teilen ein Verschleiß mit Bildung von feinen Metallspänen. Im allgemeinen zeigen die Erfahrungen, daß die Lebensdauer der nicht gehärteten Teile, z. B. der Bremssteile, auf das Doppelte erhöht wird, während bei den gehärteten Teilen keine Vorzüge der amerikanischen Fettschmierung beobachtet werden.

Zu den wichtigsten Nachteilen der Lokomotiven Ta und Tb gehören die hohe Dampfeuchtigkeit und das Schleudern. Die erste ist auf mehrere konstruktive Fehler im Kessel zurückzuführen, wie die Zuführung des Speisewassers in den Dampfraum, schlechte Konstruktion der Wasserabscheider, ungeeignete Anordnung der Kesselablaßvorrichtungen sowie der Waschlukken; auch das plötzliche Öffnen der Dampfeinlaßschlitzen infolge des vergrößerten Hubweges der Kolbenschieber spielt hier mit.

Das starke Schleudern, das diesen Lokomotiven eigen ist, ist auf die Verwendung von Bolzen in der Federung, die Unmöglichkeit, die Federn zu regulieren sowie auf den zu kleinen Triebraddurchmesser (1520 mm) bei dem sehr hohen Achsdruck zurückzuführen; allerdings ist seitens der amerikanischen Firmen ein Durchmesser von 1600 mm als Mindestmaß empfohlen worden.

Die Beobachtungen über den Verschleiß von Einzelteilen der amerikanischen Dampflokomotiven bezeugen die außerordentlich hohe Güte der verwendeten Werkstoffe. Die eingepreßten Zylinder- und Kolbenschieberbüchsen wiesen nach dem zweijährigen Dienst keine mit normalen Meßzeugen feststellbare Durchmesserunterschiede auf; auch die Kolbenschieberringe arbeiteten einwandfrei; die doppelten Zylinderkolbenringe (innen Federring, außen Dichtungsring) haben über 75000 km gehalten. Die Radreifen machten vor der ersten Abdrehung 60000 km, vor der zweiten jedoch nur 30000 km; dies erklärt sich daraus, daß die amerikanischen Bremsklötze mit eingegossenen Hartwürfeln, die auf das Radreifenprofil eine abschleifende Wirkung ausüben, inzwischen durch einfache ersetzt wurden.

Die Zapfen der Achswellen weisen gar keinen Verschleiß und die Kurbel- und Kuppelzapfen nur einen sehr geringen auf. Alle Rotgußteile der Achslager hielten sehr gut und wurden bei der zweiten Abdrehung der Radsätze teilweise durch neue ersetzt, da sie infolge der unachtsamen Schmierung angegriffen wurden. Die ausgegossenen Gleitflächen des Kreuzkopfes wiesen einen 5 mm-Verschleiß nach der Zurücklegung von 60000 km bei der Verwendung von reinem Zinn bzw. von 20000 km bei 80%igem Weißmetall auf.

Zum Schluß sei gesagt, daß solange die amerikanischen Dampflokomotiven ihre aus der Heimat mitgenommenen Eigenschaften behielten, sie so gut wie gar keine laufende Reparatur zwischen den Zügen erforderten. Seitdem die ursprünglichen Werkstoffe durch solche der Sowjetherkunft allmählich ersetzt werden, verlieren die Lokomotiven ihre Haltbarkeit und Leistungsfähigkeit fortdauernd.

Rundschau.

Schwingungen an langen Drahtleitungen.

Lange Drahtleitungen z. B. elektrischer Fernleitungen sind Störungen in Form von Schwingungen ausgesetzt. Diese Schwingungen können verschiedener Natur sein, niedrig- oder hochfrequente. Die niedrigfrequenten führen zu der eigentümlichen Erscheinung des „Tanzens“ oder „Peitschens“ der Leitungen. Diese Schwingungsform scheint einen Eisbelag von besonderer Form, nämlich einer flachen Bandform, der sich unter eigenartigen Wetterverhältnissen bildet, zur Voraussetzung zu haben. Dieses Band wird vom Wind in Bewegung gesetzt und infolgedessen tanzen die Drähte, bis sie bei verstärktem Wind schließlich reißen. Man konnte diese Schwingungen auch schon künstlich hervorrufen, indem man einen Luftstrahl auf flache

Gummibänder wirken ließ. Die Schwingungen sind aber schwer zu verhindern und abzustellen. Am wirksamsten ist Entfernung des Eisbelags durch Abschmelzen oder Abschlagen. Letzteres ist natürlich ein mühsamer Vorgang. Im Nore-Kraftwerk in Norwegen wurde neuerdings eine Vorrichtung ausprobiert für die mechanische Entfernung der Eisrinde von Kraftleitungen. Das arbeitende Organ ist ein Messer, das vom Boden aus längs der Leitungen hingezogen wird. Die Zugleine wird mit einem 10 m langen Seidenstrick isoliert. Versuche sollen gezeigt haben, daß das Messer die Eisrinde bis auf eine ganz dünne Schicht beiseitigen kann.

Bedenklicher sind die hochfrequenten Schwingungen, die nur durch den Wind entstehen. An Telephonleitungen kennt man solche

Schwingungen schon lange. Die Telephonleitungen „singen“. Als ein wirksames Abhilfemittel ergibt sich das Anbringen federnder Gewichte z. B. aus Beton in der Nähe der Aufhängpunkte. Diese Dämpfungsform wurde nach dem Erfinder Stockbridge-Dämpfer benannt. Es wurden eingehende wissenschaftliche Untersuchungen in Deutschland und England angestellt. In Norwegen hat ein Ing. Holst Untersuchungen gemacht, die zu einem pneumatischen, an den Leitungen aufgehängten Schwingungsdämpfer führten. In einer Untersuchungsanstalt in Deutschland hat man festgestellt, daß die Aushöhlung des Leitungsdrahtes eine wirksame Abhilfe bildet. Wenn die Leitungen ausgehöhlt sind, bleiben die Schwingungen aus. Doch ist die Herstellung solcher Drähte schwierig.

Eine andere Abhilfe ist, die Kabel unrund zu machen z. B. mit sektorförmigem oder dreieckigem Querschnitt, aber auch diese Ausführungsformen begegnen erheblichen praktischen Schwierigkeiten.

Diese Schwingungen sind auf Wirbel zurückzuführen, die hinter den Leitungen auftreten. Man hat das Auftreten dieser Wirbel schon anschaulich machen und mit Hilfe von Versuchen in Wasser abbilden können. Die Schwingungserscheinungen sind verwickelter Natur und rein theoretischen und mathematischen Untersuchungen schwer zugänglich.

Auch in Deutschland ist auf dem Gebiet der Erforschung und Unschädlichmachung dieser Seilschwingungen gründlich gearbeitet worden. Insbesondere hat das Lautawerk i. d. Lausitz zu diesem Zwecke eine Schwingungsversuchsstrecke gebaut*). Man hat die auftretenden Beanspruchungen nach solchen durch Abbiegespannung, Beschleunigungs- und Reibungsbiegespannung und Zug- und Druckbeanspruchung aufgeteilt, die sich zur Schwingungsbeanspruchung an der Klemme vereinigen. Auf Grund der Versuche wurden die Anforderungen festgestellt, denen die Seile an der Klemme zu genügen haben. Es wurden auch verschiedene Vorrichtungen entwickelt, die teils die Schwingung dämpfen, teils wenigstens die Beanspruchung an der Klemme vermindern. Zu letzteren gehört die Hofmannsche Blattfederbeilage, das Siemenssche Beiseil und der amor-rod-Dämpfer. Zur Dämpfung dient der Schwinghebeldämpfer des Lautawerkes, der dem Seil die Schwingungsenergie durch Schlagarbeit entzieht. Neuerdings wird in Heft 50 der Elektrotechn. Z. 1934 ein schwingungsfreies Seil empfohlen. Es besteht aus zwei mit Spiel gegeneinander beweglichen Teilen, die so gespannt sind, daß sie in jedem Zustand verschiedene Eigenfrequenzen haben.

Dr. S.

Gekuppelte C₀ + C₀ Gleichstromlokomotive mit Einzelachs-antrieb der Peñaroya-Bergwerks- und Hüttengesellschaft.

Die Hauptbergwerke der Penaroya-Gesellschaft sind zwischen Puertollano und Conquista (Andalusien) durch eine meterspurige elektrische Bahn von 54,8 km Länge, die durch stark gebirgiges Gelände führt, miteinander verbunden. Die Sierra Morena wird in 1106 m, die Sierra Madrona in 1323 m Seehöhe überstiegen. Dazwischen senkt sich die Bahn auf 660 m, während die Endpunkte Puertollano in 714 m und Conquista in 599 m ü. M. gelegen sind. Die Steigungen in der Hauptverkehrsrichtung erreichen 35 bis 40 v. T. bei einer Gesamtlänge von 10 km. Die Fahrdrachtspannung beträgt 3000 V. Der durchgehende Hauptrahmen der Lokomotive ruht auf zwei dreiachsigen Triebgestellen, deren Achsen von je einem Tatzenlagermotor angetrieben werden, die zu je drei hintereinander geschaltet sind, also je 1000 V aufnehmen. Das seitliche Spiel zwischen Motor und Rad beträgt nur 5 mm; das Übersetzungsgetriebe 4,88:1 ist einseitig angeordnet. Bei der engen Spurweite war es nur durch sorgfältige Ausnutzung des Raumes möglich, die leistungsfähigen Motoren unterzubringen. Die Triebgestelle besitzen Außenrahmen von 15 mm Stärke und sind miteinander kraftschlüssig gekuppelt, so daß der Kastenrahmen keine Zugkräfte zu übertragen hat. Jeder der sechs Motoren leistet dauernd 100 PS, eine Stunde lang 120 PS am Radumfang gemessen, bei 645 bzw. 695 Uml./Min. Die Stundenzugkraft eines Motors beträgt am Radumfang 1200 kg bei 32 km/h Fahrgeschwindigkeit. Führerstände befinden sich an beiden

*) Elektrotechn. Z. 1933, Heft 25.

Enden der Lokomotive. Die ungleichmäßig belasteten Achsen jedes Triebgestelles sind durch außen liegende Kuppelstangen miteinander verbunden, wodurch gleichzeitig die Vorteile des Einzelachs- und des Gruppenantriebs erreicht werden und ein Schleudern auf den starken Steigungen der Strecke verhütet werden kann. Die Lokomotive ist mit Handbremse, elektrischer Widerstandsbremse und automatischer Luftsaugbremse ausgerüstet und weist folgende Hauptabmessungen auf:

Länge zwischen den Puffern	14,88 m
Drehzapfenabstand	8,80 „
Gesamter Achsstand	11,4 „
Achsstand der Triebgestelle	3,8 „
Raddurchmesser	1200 mm
Dienst-(= Reibungs-)Gewicht	66 t
Größte Höhe der Lokomotive	3,995 m
Größte Breite der Lokomotive	2,650 „
Ing. y Constr. 1934.	Schn.

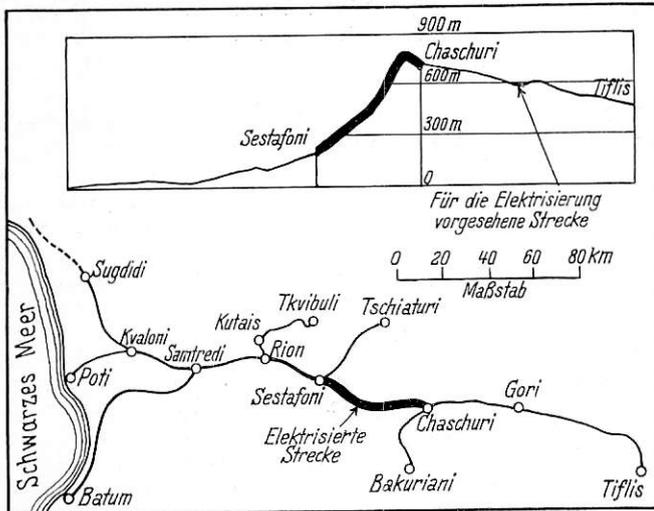
Versuchsfahrten auf der Transkaukasischen Bahn.

Für den im Jahre 1933 elektrifizierten 63 km langen Abschnitt der Strecke Baku—Batumi hat die russische Elektroindustrie zwei elektrische Lokomotiven, Bauart C₀-C₀ erbaut. Auf dem Abschnitt, der zwischen den Stationen Chaschuri und Sestafoni liegt, und eine Hauptsteigung von 29⁰/₀₀ besitzt, verkehren bereits acht von der General Electric Co gelieferte elektrische Lokomotiven derselben Bauart. Eine der in der Sowjet-Union gebauten Lokomotiven ist den amerikanischen Lokomotiven nachgebaut, die andere dagegen wurde nach Entwürfen der russischen Ingenieure hergestellt. Die elektrische Ausrüstung wurde in dem Moskauer Werk „Dynamo“, der mechanische Teil in der Kolonnaer Lokomotivfabrik hergestellt. Bei der Herstellung wurde durchweg einheimisches Material verwendet. Die wesentlichen Unterschiede der amerikanischen und der russischen Lokomotive sind folgende:

	Lok. GEC	Lok. Werk „Dynamo“
Bauart	C ₀ - C ₀	C ₀ - C ₀
Fahrdrachtspannung	3000 V (Gleichstrom)	3000 V (Gleichstrom)
Leistung der Lok.	2760 PS	2760 PS
Höchstgeschwindigkeit	65 km/h	77 km/h
Übersetzungsverhältnis	4,45:1	3,74:1
Leergewicht	123,8 t	114 t
Ballast	8,2 t	—
Gesamtgewicht	132 t	114 t
Gewicht der elektr. Ausrüstung	51,3 t	52 t
Gewicht des mech. Teiles	72,5 t	62 t
Treibachsdruk	20 t	19 t
„ mit Ballast	22 t	—
Stundenzugkraft	24 t	20 t
Höchste Zugkraft	30 t	28 t
„ „ mit Ballast	33 t	—
Druckluftbremse	Westinghouse	Kasanzew
Elektr. Bremse	Nutzbremsung	vorgesehen, jedoch noch nicht eingebaut

Im Mai und Juni 1934 wurden mit den Lokomotiven auf der Strecke Versuchsfahrten durchgeführt, bei denen es sich herausstellte, daß die von GEC gelieferten Lokomotiven die geplanten Forderungen nicht ganz erfüllen. So sollten sie auf einer Steigung von 18,6⁰/₀₀ einen 1000 t schweren Güterzug mit der Geschwindigkeit von 30 km/h befördern. Bei den Versuchsfahrten konnten jedoch die Lokomotiven mit einem Zuge von 800 t nur eine Geschwindigkeit von etwa 25 bis 27 km/h entwickeln. Trotz dieser verminderten Anhängelast haben die Lokomotiven auch bei Sandung wiederholt geschleudert. Auf der Steigung von 29⁰/₀₀ sollten die Lokomotiven einen Zug von 540 t mit der Geschwindigkeit von 30 km/h befördern; praktisch sind sie jedoch mit einer Geschwindigkeit von 25 bis 27 km/h gefahren, wobei die Anhängelast nur 450 bis 480 t betrug. Auch hierbei haben die Lokomotiven stark geschleudert. Die in Rußland entwickelte

und gebaute Lokomotive verminderten Gewichts hat sich bei den Versuchsfahrten besser bewährt. Sie hat den Versuchszug in der 29⁰/₀₀-Steigung von 520 t Anhängelast mit einer mittleren Geschwindigkeit von 36,7 km/h ohne jedes Schleudern durchgeführt. Die Zugkraft betrug hierbei 20 t. Das unterschiedliche Verhalten der beiden Lokomotiven ist auf die günstigere Lastverteilung und die zweckmäßigere Verbindung der beiden Drehgestelle zurückzuführen. Bei den in Amerika gebauten Lokomotiven ergaben sich für die beiden Fahrrichtungen in der Reibungsgrenze beim Anziehen eines Zuges Unterschiede bis zu 10%. Bei allen Versuchsfahrten wurden die Daten von einem Versuchswagen registriert. Nachstehend werden noch einige Daten über den elektrischen Betrieb selbst gegeben. Auf der erwähnten Strecke (s. Abb.) wird hauptsächlich das in Baku



Lageplan der Transkaukasischen Eisenbahn.

gewonnene Naphtha nach der Hafenstadt Batum befördert. Das Gewicht eines Naphthazuges beträgt etwa 2200 t. Um mit diesem Zug im Hauptgefälle von 29⁰/₀₀ zu fahren, waren früher drei bis vier Dampflokomotiven erforderlich. Die Zuggeschwindigkeit schwankte hierbei zwischen 10 und 35 km/h. Derselbe Zug wird jetzt von nur einer elektrischen Lokomotive bei Nutzbremmung und zusätzlicher Druckluftbremmung heruntergefahren, wobei die zulässige Geschwindigkeit dauernd eingehalten wird. Auch die Personenzüge, für die früher zwei bis vier Dampflokomotiven erforderlich waren, werden jetzt von einer elektrischen Lokomotive gefahren. Die Bremsung erfolgt dabei unter Rückgewinnung der Energie. Durch die Elektrisierung kann die Verkehrsdichte des Abschnittes von 18 auf 32 Zugpaare gesteigert und die Fahrzeit der Güterzüge von 6 auf 3 Stunden und der Personenzüge von 4 auf 2 Stunden vermindert werden. Ab 15. Juli 1933 befördern die elektrischen Lokomotiven zwölf Zugpaare, wofür von der Bahnverwaltung zehn elektrische Lokomotiven angefordert waren. Praktisch wird jedoch das Programm von acht Lokomotiven erfüllt. Für jedes Zugpaar waren früher 2 1/2 Dampflokomotiven erforderlich. Somit haben acht elektrische Lokomotiven etwa 30 Dampflokomotiven ersetzt. Ab 1. September 1933 wird der ganze Verkehr des Abschnittes auf elektrischen Betrieb umgestellt und von etwa 14 bis 16 Lokomotiven durchgeführt. Dadurch wird es ermöglicht, etwa 40 Dampflokomotiven aus dem Betriebe zu ziehen, was eine Ersparnis von 70 000 t Naphtha gibt. Weitere Ersparnisse werden durch Lokomotivpersonal, schwächere Abnutzung der Bremsenrichtung usw. erzielt. Br.

(Elektrifikazia Shelesnodoroshnoho Transporta.)

Elektrischer Betrieb auf der Moskauer Nordbahn.

Die im Jahre 1928 aufgenommenen Elektrisierungsarbeiten der Vorortstrecken der Moskauer Nordbahn wurden endgültig Ende 1933 beendet. Die Bahn hat hauptsächlich Berufs- und Ausflugsverkehr zu bewältigen, der infolge des großen Bevölkerungszuwachses Moskaus nach dem Kriege beim Dampfbetrieb nicht mehr genügend wirtschaftlich durchgeführt werden konnte.

Die Gesamtlänge der Strecken beträgt eingleisig 227 km. Die erforderliche Energie (Gleichstrom 1500 V) liefern sechs Unterwerke, die z. Z. eine Gesamtleistung von 16 000 kW haben und durchweg mit Gleichrichtern ausgerüstet sind. Die Ausrüstungen der ersten vier Unterwerke wurden aus dem Auslande bezogen, dagegen erhielten die letzten zwei Unterwerke sämtliche Einrichtungen von der einheimischen Industrie. Sämtliche Gleichrichterunterwerke erhalten Drehstrom von 6,5 bzw. 31,5 kV von dem Moskauer Städtischen Elektrizitätswerk. Sie arbeiten vom Hochspannungsölschalter bis zu den Streckenschaltern voll selbsttätig und werden durch in benachbarten Bahnhofsgebäuden angebrachten Leuchtschildtafeln überwacht. Die eigentliche Ursache der Störung melden jedoch Leuchtschilder in den Unterwerken selbst.

Bei den aufgestellten 1000 kW-Transformator-Gleichrichter-Einheiten ist der Transformatorpunkt gleichzeitig Negativpol der Gleichstromseite und liegt an der Fahrleitungssammelschiene, so daß der Pluspol an Erde liegt. Die Stromzufuhr zu den Triebfahrzeugen erfolgt durch Oberleitung, da die dritte Schiene wegen der ungünstigen Schneeverhältnisse nicht zu verwenden war.

Die Fahrleitung ist nach der Einheitsausführung der Deutschen Reichsbahn mit Vielfachaufhängung ausgeführt. Es mußte berücksichtigt werden, daß Temperaturschwankungen von +40° bis -30° C auftreten und daß hierbei die Stromstärke von 700 A je Stromabnehmer mit Doppelwippe bei einer Geschwindigkeit von 100 km/h noch einwandfrei abgenommen werden kann. Das Trageis ist in der geraden Strecke über der Gleismitte verlegt und fest abgefangen, während der Fahrdraht mit ± 0,5 m Zickzackführung in Abständen von etwa 1500 m durch Gewichte nachgespannt wird. Bei einer Fahrdrachtspannung von 900 kg konnten Spannweiten bis zu 90 m gewählt werden. Die Fahrdrachthöhe beträgt 6,6 m über Schienenoberkante und vermindert sich unter Brücken bis auf 5,35 m. Für die Fahrleitung wurden verwendet: ein Kupferdraht von 100 mm², ein Bronzetrageisil von 120 mm² (60% der Kupferleitfähigkeit) und eine Kupferverstärkungsleitung von 95 mm². Die auf den Strecken verkehrenden Triebwagen-Vollzüge bestehen aus zwei Einheiten mit je einem Motorwagen und je zwei Beiwagen. Jeder Motorwagen ist mit vier Tatzenlagermotoren von je 150 kW Leistung ausgerüstet. Die Motoren haben Selbstlüftung und können im Winter mit Rücksicht auf die Schneeverhältnisse ganz oder teilweise geschlossen werden. Je zwei Motoren liegen in Reihe an 1500 V. Die Hilfsmotoren und die Heizung sind direkt an die Fahrdrachtspannung angeschlossen. Die Wagen sind 20 m lang und 3,5 m breit und bieten Platz für 150 Reisende.

Für den Zugang sind an beiden Wagenenden zweiflügelige Drehtüren vorgesehen, die zunächst in einen Vorraum führen und von dort durch Schiebetüren in den Wagen.

Der Führerstand befindet sich auf der rechten Seite des vorderen Vorraumes.

Die Unterwerke und die Fahrleitung haben sich im Betriebe gut bewährt. Weniger gut arbeiten die von der Fabrik „Dynamo“ gelieferten Fahrmotoren, bei denen sehr häufig Beschädigungen an den Wicklungen, auch an Lüftern und Bürstenhaltern auftreten. Die Bahnverwaltung beabsichtigt daher, alle Motoren durch leistungsfähigere zu ersetzen. Br.

(Elektrifikazia Shelesnodoroshnoho Transporta.)

Bücherschau.

Henschel-Lokomotivtaschenbuch 1935, herausgegeben von der Henschel & Sohn A. G., Kassel. Format 11 × 15 cm. Im Buchhandel zu beziehen durch die Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Preis 7.— R.M.

Das Taschenbuch zieht einen Querschnitt durch das Gebiet des neuzeitlichen Lokomotivwesens und bringt bei einem Umfang von 284 Seiten mit 75 Zahlentafeln und 225 Abbildungen eine Fülle sorgfältig ausgesuchten und übersichtlich gegliederten, teil-

weise bisher noch unveröffentlichten Materials. Der Inhalt beschränkt sich nicht auf die Dampflokomotive allein, auch die elektrische Zugförderung, die Motorlokomotive und der Triebwagen werden in knappen Zügen umrissen. Besondere Beachtung verdienen die sorgfältig ausgeführten Typenskizzen der Einheitslokomotiven der Deutschen Reichsbahn und die Zahlentafeln mit den Abmessungen neuzeitlicher Henschel-Lokomotiven.