

### Spurkranz und Schienenkopf.

Von Prof. Dr. Ing. Heumann, Aachen.

(Schluß).

#### III. Berührung bei Abnutzung.

Die einander im Bogen berührenden Teile von Rad und Schiene werden abgenutzt durch Oxydation, Zerren, Druck und Schliff. Abnutzung durch Oxydation, Zerren und Druck besteht auch in der Geraden, durch Schliff vorwiegend im Bogen. Die Abnutzung durch Oxydation ist noch wenig erforscht, die durch Zerren ist abhängig von der Längskraft  $\pm Z$ , im übrigen auch noch ziemlich ungeklärt. Der Druck ist ruhend, schwellend oder hämmernd; er erzeugt Kalt-  
härtung, Quetschung, Zerreißung des Gefüges an der Oberfläche. Im Bogen ist weitaus wichtiger die ihm eigentümliche Abnutzung durch Schliff, hervorgerufen durch das Gleiten der Teile aufeinander; sie allein soll hier berücksichtigt werden.

Diese Abnutzung in der Zeiteinheit eines Flächenteilchens  $dF$  an der Berührungsstelle des Rades oder der Schiene ist gleich einer Materialkonstanten multipliziert mit der Flächenpressung  $p$ , der Ziffer der Gleitreibung  $f$  und der Gleitgeschwindigkeit  $v_g$ , wobei  $f$  wieder von  $v_g$  abhängig ist. Bei Ein- und Zweipunktberührung, die bei neuen Rad- und Schienenprofilen, abgesehen von der kleinen Deformation durch den Normaldruck, vorliegt, ist  $p$  stets sehr hoch, während  $v_g$  stets sehr klein ist, höchstens 1,8 m/sec beträgt.  $f$  ist infolge dieser kleinen Gleitgeschwindigkeit groß, dürfte bei trockenen Schienen zwischen 0,2 und 0,25, oft auch noch höher liegen. Infolge dieses sehr hohen  $p$  und großen  $f$  ist trotz kleinem  $v_g$  bei Ein- und Zweipunktberührung die Abnutzung von Rad und Schiene stark und beeinflußt die Berührungsverhältnisse entscheidend. Es genügt demnach nicht, die neuen Profile von Rad und Schiene mit ihrer Ein- und Zweipunktberührung der Untersuchung der Berührungsverhältnisse zugrunde zu legen, sondern man muß die Wirkung der Abnutzung berücksichtigen. Das soll jetzt geschehen.

Wir lassen zunächst ein neues Rad mit einer neuen Schiene zusammenarbeiten. Es kann dieses in Einpunktberührung oder in Zweipunktberührung ohne oder mit Überschneidung berühren. Der Verlauf der Berührungsänderung durch Abnutzung in diesen drei Fällen wird im folgenden stufenweise betrachtet und dargestellt durch die Abb. 10 bis 12. Darin bezieht sich der Index 0 auf den ursprünglichen Zustand, beziehen sich die Indizes 1 bis 4 auf verschiedene Stufen fortgeschrittener Abnutzung, bedeuten S, R, U Schiene, Reifen, Umhüllende. U ist strichpunktiert, das ursprüngliche Profil von Rad und Schiene an den Schleifstellen gestrichelt, das durch Schliff hergestellte und das unversehrt gebliebene ausgezogen. Der Radreifen

ist während der Abnutzung festgehalten, die Schiene an ihm herangeschoben gedacht. R, f, Q, P, mithin auch  $\alpha$ , sollen während der Abnutzung unverändert bleiben. Für die Abnutzungsformen gelten die in Abschnitt I ermittelten Gesetzmäßigkeiten.

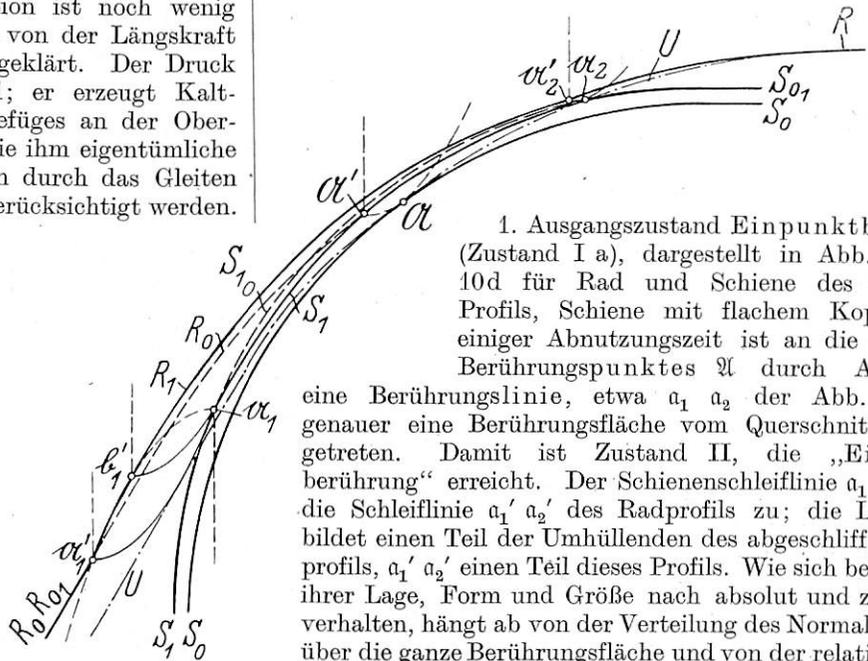


Abb. 10 a.

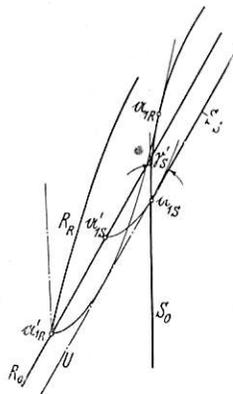


Abb. 10 b.

1. Ausgangszustand Einpunktberührung. (Zustand I a), dargestellt in Abb. 10a bis 10d für Rad und Schiene des V.D.E.V.-Profils, Schiene mit flachem Kopf. Nach einiger Abnutzungszeit ist an die Stelle des Berührungspunktes  $\alpha$  durch Abschleifen

eine Berührungslinie, etwa  $a_1 a_2$  der Abb. 10a, — genauer eine Berührungsfläche vom Querschnitt  $a_1 a_2$  — getreten. Damit ist Zustand II, die „Einlinienberührung“ erreicht. Der Schienenschleiflinie  $a_1 a_2$  gehört die Schleiflinie  $a_1' a_2'$  des Radprofils zu; die Linie  $a_1 a_2$  bildet einen Teil der Umhüllenden des abgeschliffenen Radprofils,  $a_1' a_2'$  einen Teil dieses Profils. Wie sich beide Linien ihrer Lage, Form und Größe nach absolut und zueinander verhalten, hängt ab von der Verteilung des Normaldruckes  $\mathcal{N}$  über die ganze Berührungsfläche und von der relativen Härte und Verschleißfestigkeit von Rad und Schiene. Die beiden gedachten Grenzfälle sind die, daß entweder nur die Schiene oder nur das Rad abgenutzt wird; sie sind dargestellt in Abb. 10b, soweit es sich um das untere Ende der beiden Schleifkurven mit deren Endpunkten  $a_1$  und  $a_1'$  handelt. Würde allein die Schiene abgenutzt, würde ihre Schleiflinie  $a_1 a_2$  mit der Umhüllenden U des unversehrten Radprofils zusammenfallen,  $a_1$  (in Abb. 10b als  $a_{1S}$  bezeichnet) sich ergeben als Schnittpunkt dieser mit dem bisherigen Schienenprofil; und der „Abnutzungswinkel“  $\gamma_S$  bei  $a_1$  zwischen den Tangenten an das bisherige Schienenprofil und deren Schleiflinie  $a_1 a_2$  würde seinen Höchstwert  $\gamma_S'$  annehmen. Der zu  $a_{1S}$  gehörige Punkt  $a_1'$  des Radprofils (in Abb. 10b als  $a_{1S}'$  bezeichnet) wäre der Scheitel der die Schienenschleiflinie, also auch die Umhüllende, in  $a_1$  berührenden erzeugenden Parabel. Würde allein das Rad abgenutzt, so erhielte man die Endpunkte  $a_1'$  und  $a_1$  (in der Abb. 10b als  $a_{1R}'$  und  $a_{1R}$  bezeichnet), indem man die erzeugende Parabel mit Scheitel auf dem unversehrten Radprofil so lange verschöbe, bis sie das bisherige Schienenprofil berührte, jene Scheitellage ergäbe  $a_1'$ , diese Berührungslage  $a_1$ ; in diesem Falle wäre der Abnutzungswinkel  $\gamma_S = 0$ ; das Radprofil würde nach  $R_R$  hohlgeschliffen. Mit wachsender Abnutzung wächst der Abstand  $a_{1S} a_{1R}'$ . Die Wirklichkeit liegt zwischen diesen beiden gedachten Grenzfällen, also  $a_1$  zwischen  $a_{1S}$  und  $a_{1R}'$  und  $\gamma_S$  zwischen 0 und  $\gamma_S'$ . Für den Beginn der Abnutzung zeigt dies Abb. 10a (Stufe 1).  $a_1$  ist

etwas oberhalb des Schnittpunktes des unversehrten Schienenprofils mit der Umhüllenden des unversehrten Radprofils angenommen, die Form der Linie  $a_1, a_2$  als überall leicht konkave Abflachung des Schienenkopfes;  $a_3$  kann wegen des dort sehr kleinen Abstandes  $a_{2R} a_{2S}$  als Schnittpunkt der Umhüllenden mit dem unversehrten Schienenprofil angesetzt werden. Von  $a_1 a_2$  konstruieren wir nun rückwärts mit Hilfe der erzeugenden Parabel die Radprofilschleifkurve  $a_1' b_1' a_2'$ . Der Scheitel der die Schienenschleifkurve  $a_1 a_2$  in  $a_1$  berührenden Parabel liefert einen Punkt  $b_1'$  der Radschleifkurve, der im allgemeinen nicht mit dem unteren Endpunkt  $a_1'$  dieser zusammenfällt; je größer  $\gamma_S$  bei  $a_1$ , desto höher liegt  $b_1'$  über  $a_1'$ , um erst bei dem möglichen Mindestwert von  $\gamma_S$  bei  $a_1$ , nämlich dem Winkel zwischen den Berührenden an das bisherige Schienenprofil und an diejenige durch  $a_1$  gehende erzeugende Parabel, die ihren Scheitel im Radprofil hat, mit  $a_1'$  zusammenzufallen. Allgemein erhält man diesen Punkt  $a_1'$ , indem man die erzeugende Parabel so lange um die Ecke  $a_1$  der Schiene herumschiebt, bis ihr Scheitel die unversehrte Radprofilkurve schneidet; der Scheitel beschreibt dabei das unterste Stück  $b_1' a_1'$  der Radschleifkurve, die ein Stück der umgedrehten erzeugenden Parabel ist, wenn die Schienenecke  $a_1$  scharf, eine etwas flachere parabelartige Kurve, wenn die Schiene bei  $a_1$  etwas abgerundet ist (in Abb. 10 c gestrichelt bei  $a_{13}$  und  $a_{13}'$  dargestellt), was wohl meistens der Fall sein dürfte. Einer solchen scharfen Ecke oder Knick in der Umhüllenden bei  $a_1$  entspricht eine waagerechte Endgerade in der Längsberührungskurve (siehe oben Abb. 2a, 2b).

Für jede weitere Abnutzungsstufe ist natürlich das in der vorhergehenden abgeschliffene Schienenprofil als Ausgangsprofil anzusehen und danach die Lage des Grenzpunktes  $a_{1R}$  zu bestimmen. Mit fortschreitender Abnutzung (Abb. 10 c Stufe 0 und zwei Stufen 2 und 3) wächst die Länge der

Mit dieser Endstrecke  $b_1' a_1'$  wächst deren die Radreifen-, „scharfe“ bestimmender Winkel  $\beta_{a_1}'$  bei  $a_1'$ , der wachsen kann bis nahe an den Winkel  $\beta_{a_1}$  der unversehrten Schienenflanke unmittelbar unterhalb  $a_1$ , d. h. bei lotrechter Schienen-

flanke bis nahe an  $90^\circ$ , bei schräger auf einen entsprechend kleineren Winkel. So erklärt sich das „Scharflaufen“ der Radreifen; es ist bei lotrechter Schienenflanke bei den üblichen Baustoffen von Rad und Schiene und weit unter  $a_1$  hinabreichendem Spurkranz unvermeidlich.

Was die Form der Schienenschleiflinie  $a_1 a_2$  bei stärkerer Abnutzung angeht, so bleibt diese im oberen Teil konkav gekrümmt, wird im mittleren und unteren bis  $a_1$  ziemlich gerade oder höchstens im untersten Stück leicht konvex, solange der Spurkranz soweit unter  $a_1$  hinabreicht, daß die Parabel oder das parabelähnliche Stück  $b_1' a_1'$  im Radreifen-profil schliff sich

merklich ausbilden kann. Zu stärkerem konvexem Ausschleifen der Schiene bei  $a_1$ , wie in Abb. 10 c strichpunktiert durch  $(S_3)$  ( $a_{13}$ ) ( $S_3$ ) angedeutet, würde unter diesen Umständen, d. h. bei merklicher Ausbildung von  $b_1' a_1'$ , eine Ecke im Radreifenprofil schliff gehören [in Abb. 10 c bei  $b_{13}'$  zwischen  $(R_3)$  und  $R_3$ ], die bei einigermaßen homogenem Baustoff kaum auftreten dürfte. Dem geraden Stück

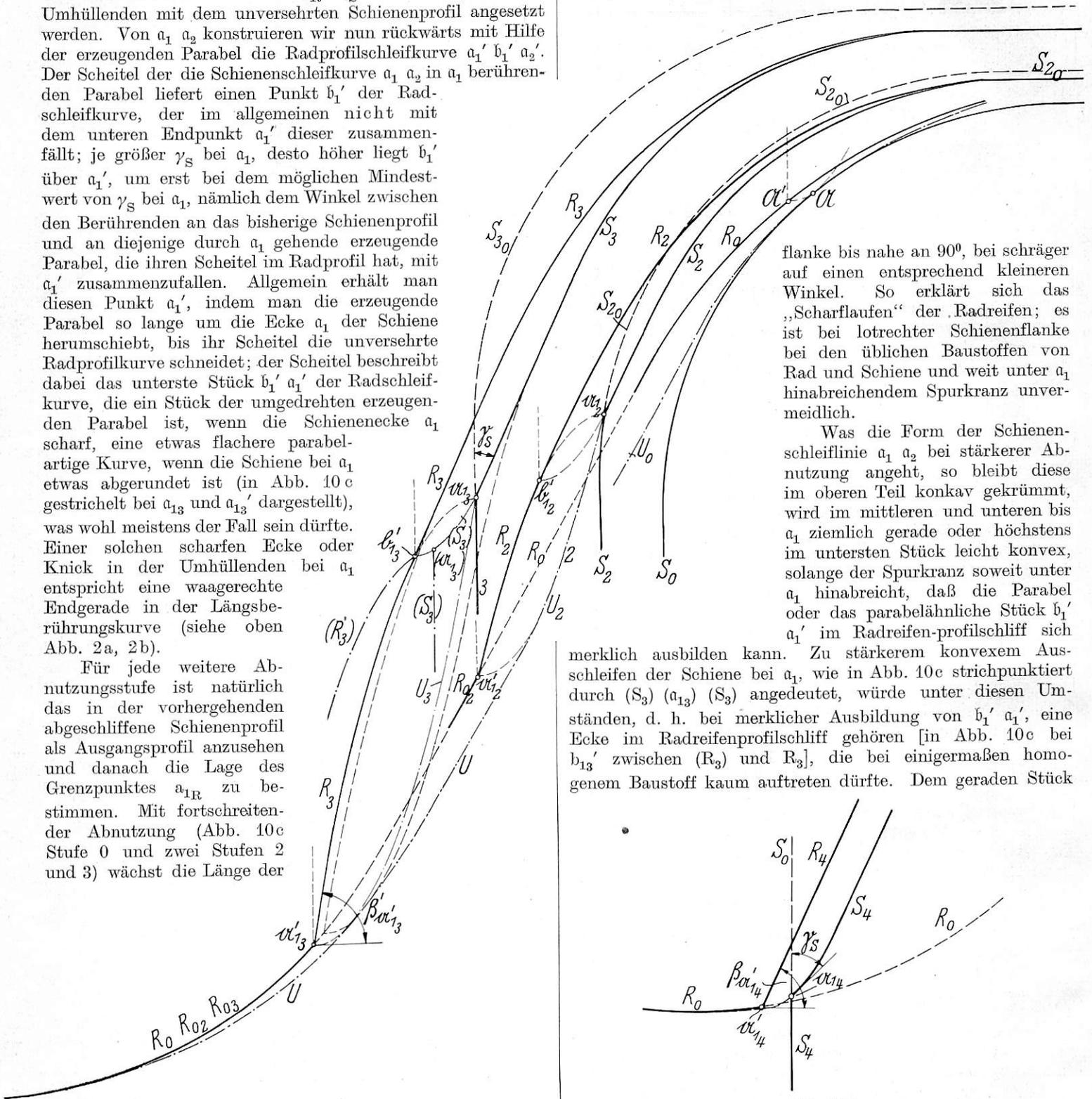


Abb. 10 c.

Abb. 10 d.

Schienenschleiflinie  $a_1 a_2$ , erreicht deren oberer Endpunkt  $a_2$  bald den Scheitel H und fällt damit mit  $a_2'$  zusammen, während  $a_1$  und zunächst noch stärker  $a_1'$  nach unten rücken unter Wachsen der Parabel oder parabelartigen Strecke  $b_1' a_1'$ , vorausgesetzt, daß der Spurkranz soweit nach unten reicht.

von  $a_1 a_2$  entspricht eine lotrechte Gerade in der Längsberührungskurve.

Ist die Schienenflanke weit nach unten abgenutzt und vielleicht auch noch der Spurkranz von unten abgeschliffen, so daß dieser nur noch wenig unter  $a_1$  hinabreicht, kann das

Endstück  $b_1' a_1'$  der Reifenschleifkurve sehr klein oder sogar 0 werden. Dieser Fall mit  $b_1' a_1' = 0$  ist in Abb. 10d als Stufe 4 dargestellt. Dann wird das unterste Stück der Schienenschleiflinie  $a_1 a_2$  merklich konvex oder hohl, denn der oben festgelegte Mindestwert von  $\gamma_s$  wird ansehnlich groß. Die Umhüllende hat bei  $a_1$  keinen Knick mehr, sondern ist hier ein Teil der  $a_1$  berührenden erzeugenden Parabel  $a_1' a_1$  mit Scheitel in  $a_1'$ . Der Winkel  $\beta_{a_1}'$  ist jetzt unabhängig von der Neigung der unversehrten Schienenflanke, vielmehr gleich dem weiter oben auftretenden  $\beta_{max}$  von  $a_1 a_2$ . Der Wegfall des unteren Reifenschliffs  $b_1' a_1'$  dürfte ersetzt werden durch stärkeres Ausschleifen des Reifens weiter oben; dem entspricht eine Verteilung der Schienenschleiflinie  $a_1 a_2$  in ihrem oberen Teil, Wachsen von deren  $\beta_{max}$ . Da dieses wie gesagt jetzt gleich dem die Radreifenschärfe bestimmenden Winkel  $\beta_{a_1}'$  ist, bedeutet Wegfall der Schleifstrecke  $b_1' a_1'$  noch nicht Verringerung der Neigung des Reifens zum Scharflaufen. Am stärksten konvex oder hohl wird  $a_1 a_2$  bei  $a_1$ , wenn dieser Punkt mit  $a_1'$  zusammenfällt, d. h. der Spurkranz bis zu seinem tiefsten Punkte sich ganz in die Schiene eingearbeitet hat,  $\beta_{a_1} = 0$  ist,  $\gamma_s$  bei senkrechter Schienenflanke  $= 90^\circ$  ist, ein Fall, der bei Straßenbahnen fast regelmäßig auftritt. Da eine derart bei  $a_1$  stark hohl ausgeschliffene Schiene ungünstige Berührungsverhältnisse beim Zusammenarbeiten mit anders abgenutzten Rädern bieten kann, sollte man möglichst darauf Bedacht nehmen, daß auch bei stärkster abgenutzter Schienenflanke der Spurkranz noch ein merkliches unversehrtes Stück unter  $a_1$  hinabreicht.

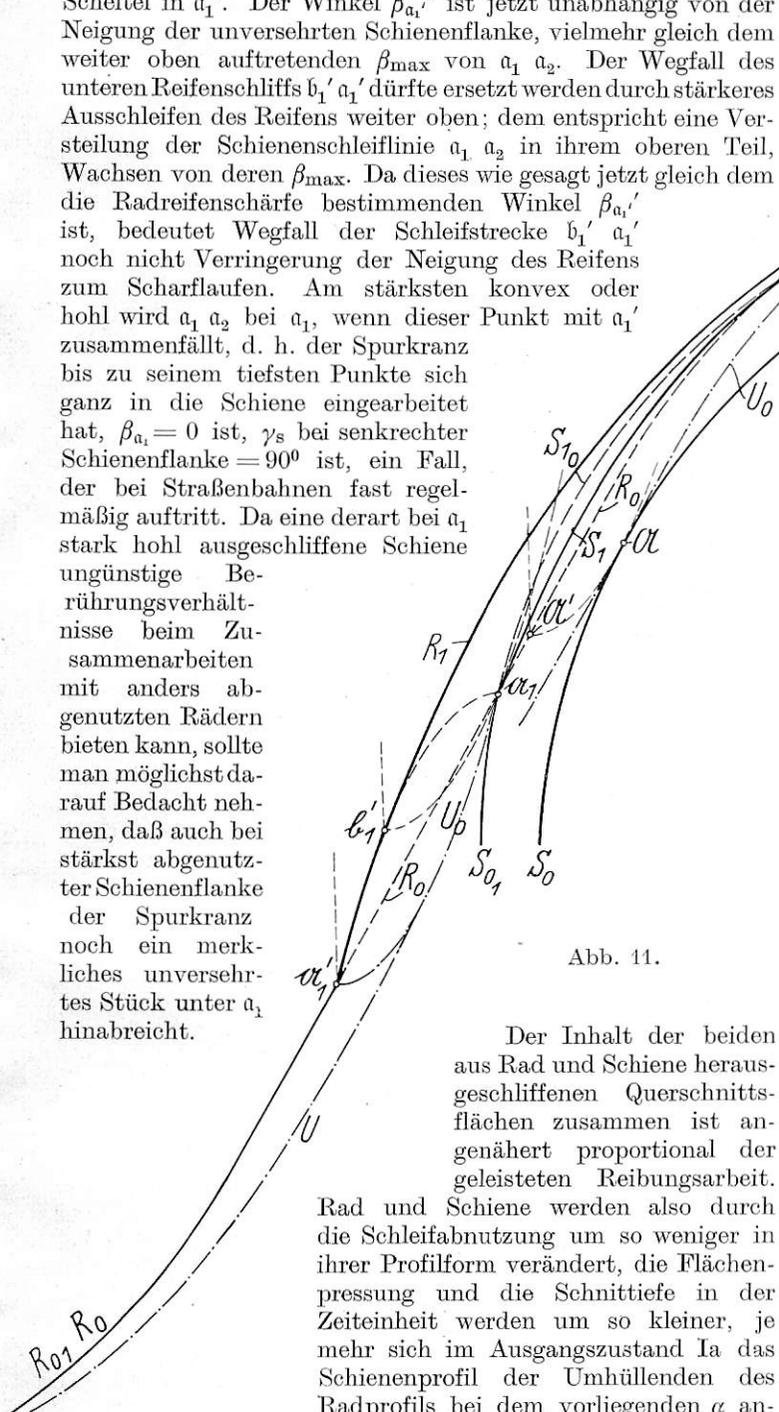


Abb. 11.

Der Inhalt der beiden aus Rad und Schiene herausgeschliffenen Querschnittsflächen zusammen ist angenähert proportional der geleisteten Reibungsarbeit. Rad und Schiene werden also durch die Schleifabnutzung um so weniger in ihrer Profilform verändert, die Flächenpressung und die Schnitttiefe in der Zeiteinheit werden um so kleiner, je mehr sich im Ausgangszustand Ia das Schienenprofil der Umhüllenden des Radprofils bei dem vorliegenden  $\alpha$  anschmiegt, ohne dessen kleinsten Krümmungshalbmesser ganz zu erreichen. Auch unter diesem Gesichtspunkt ist die schräge Schienenflanke günstiger als die lotrechte. Rechnerisch ist diese Einlinienberührung nicht genau zu erfassen, weil man nicht weiß, wie sich der Normaldruck zwischen Rad und Schiene über die ganze Berührungslinie — genauer Fläche — verteilt.

Herrscht bei neuem Rad und neuer Schiene zunächst nicht Ein-, sondern Zweipunktberührung ohne Überschneidung der Umhüllenden (Zustand Ib), etwa bei

Schienen mit noch stark gewölbtem Kopf, so gilt sinngemäß das oben Gesagte für die beiden Berührungspunkte  $\mathcal{U}$  und A. Die Abnutzung setzt an die Stelle der Zweipunkt- zunächst eine Zweilinenberührung, die als erweiterte Zweipunktberührung aufgefaßt werden kann, wobei beide Linien aufeinander zustreben (siehe Abb. 11)\*. A und besonders  $\mathcal{U}$

fließen sozusagen nach beiden Seiten auseinander,  $\mathcal{U}$  wegen der aus Abb. 11 ersichtlichen geometrischen Verhältnisse mehr nach oben, nach A zu, als nach unten. Die einander zugekehrten Punkte  $a_2$  und  $a_2$  erhalten wir angenähert als Schnittpunkte der Umhüllenden des unversehrten Radprofils mit dem Profil der unversehrten

Schiene. Schienenkopf und — Flanke bzw. — Abrundung werden zunächst nur etwas abgeflacht; dazwischen bleibt zunächst ein Teil der Schiene und der Radhohlkehle unberührt, etwa der bei Einpunktberührung gerade abgeschliffene. Schon nach kleiner Abnutzung treffen, wie Abb. 11 zeigt, die beiden Punkte  $a_2$  und  $a_2$  zusammen, d. h. die Zweilinenberührung wird zu einer Einlinienberührung und wir haben den gleichen Zustand wie oben, (Zustand II) der sich auch in gleicher Weise verändert. Bei unverändertem  $\alpha$  kann die Abnutzung nie zu Überschneidung führen, weil sie dann Teile außer Berührung bringen müßte, die bisher einander berührten.

Herrscht zu Anfang Zweipunktberührung mit Überschneidung (Zustand Ic), was z. B. bei neuen amerikanischen Reifen und Schienen, auf Straßenbahnen und bei großem  $\alpha$  auch bei englischen Lokomotivreifen vorkommt, so führt die Abnutzung ebenfalls zu Zweilinenberührung (siehe Abb. 12a Stufe 0 und 1, Abb. 12b, 12c Stufen stärkerer Abnutzung ohne Index) aber zunächst zu einer, deren beide Linien zwei verschiedenen Ästen und zwar den Ästen 1 und 3 der Umhüllenden angehören; die beiden Berührungslinien streben daher zunächst nicht aufeinander zu, sondern aneinander vorbei, wie aus Abb. 2a und 2b, oben, hervorgeht. Zunächst wird, wie Abb. 12a zeigt, der die Überschneidung liefernde Teil des Reifens weggeschliffen. Die Überschneidung geht also allmählich zurück. Für die Schleiflinien  $a_1 a_2$ ,  $a_1' a_2'$  gilt hier folgendes. Den Punkt  $a_1$  der Schiene bestimmen wir wie oben zwischen  $a_{1S}$  und  $a_{1R}$ . Dann ist  $a_1'$  der unter  $\mathcal{U}'$  auf dem Reifenprofil liegende Scheitel der erzeugenden Parabel, die gleichzeitig durch  $a_1$  geht — in Abb. 12a  $a_{11}'$  und  $a_{11}$  als Punkte der Abnutungsstufe 1 —. Den Schnittpunkt der nach oben über  $a_1$  hinaus verlängerten Parabel mit dem bisherigen Schienenprofil nennen wir  $a_{2b}$ .  $a_1 a_{2b}$  ist dann ein Stück der Bahn von Punkt  $a_1'$  des Reifens; sie ist die „Mindest“-schleiflinie der Schiene bei festliegenden Punkten  $a_1$  und  $a_1'$ , denn links von ihr etwa liegende Schienteile würden von Punkt  $a_1'$  des Reifens weggeschliffen. Den dem Schienenpunkt  $a_{2b}$  zugehörigen Reifenpunkt  $a_{2b}'$  erhält man als über  $\mathcal{U}'$  auf dem Reifenprofil liegenden Scheitel der gleichzeitig durch  $a_{2b}$  gehenden erzeugenden Parabel. Die der

\*) Der Deutlichkeit wegen ist hier das unversehrte Radprofil der Stufe 0 gestrichelt dargestellt.

Schienenschleiflinie  $a_1 a_{2b}$  zugehörige Reifenschleiflinie  $a_1' a_{2b}'$  ist mithin ein Stück der umgedrehten ihren Scheitel in  $a_{2b}$  habenden erzeugenden Parabel. Diese Linie  $a_1' a_{2b}'$  ist die „Höchst“schleiflinie des Reifens, denn links von ihr liegende

liegenden Scheitel der erzeugenden Parabel, die gleichzeitig durch  $a_1$  geht. Diese Parabel nach oben über  $a_1$  hinaus verlängert gibt in  $a_1 a_{2a}$  die „Höchst“schleiflinie der Schiene; denn würde  $a_2'$  noch tiefer liegen, seine Bahn rechts an  $a_{2a}$

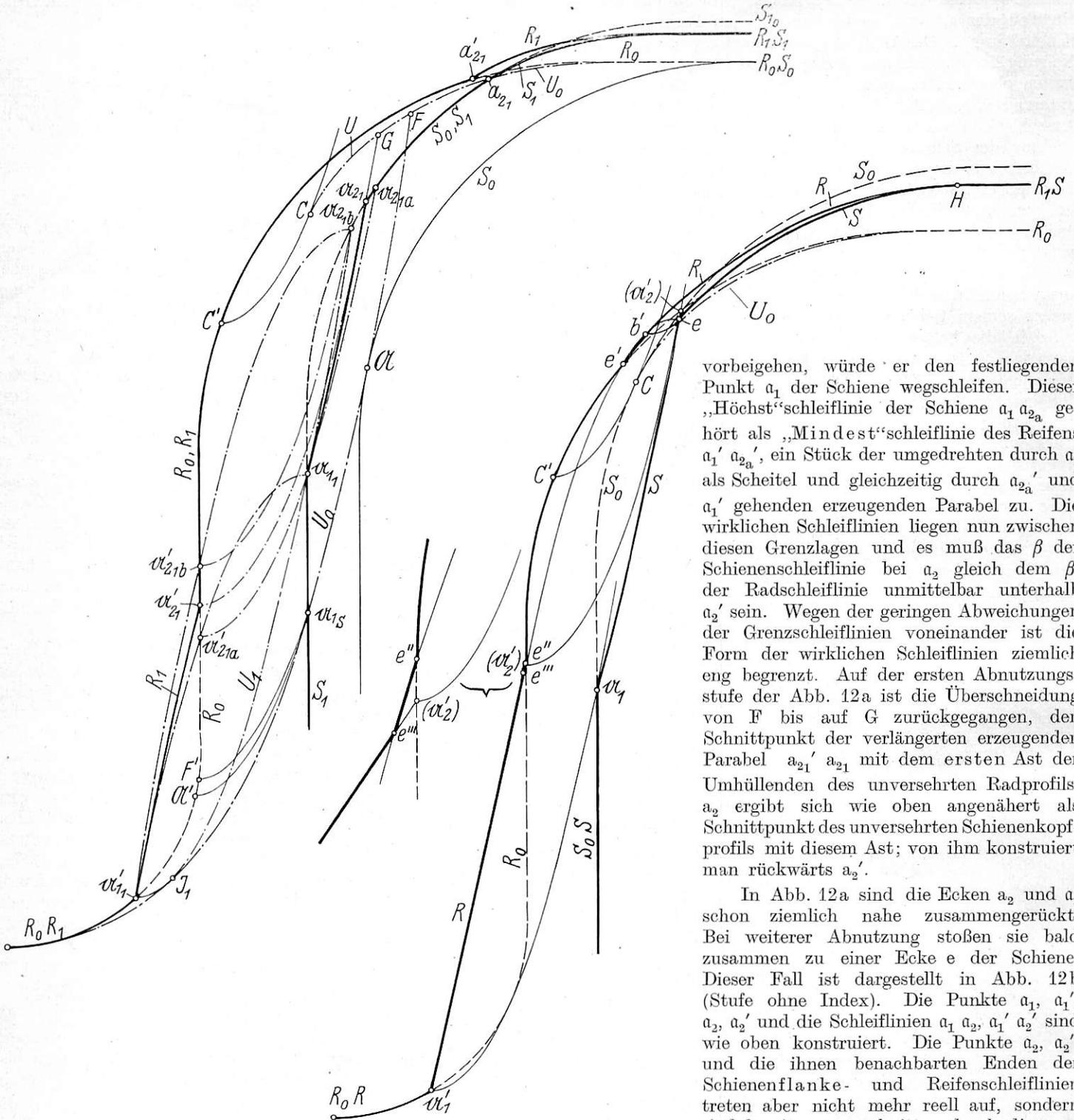


Abb. 12 a.

Abb. 12 b.

Teile des Reifens berühren die Mindestschleiflinie der Schiene nicht mehr. Der obere Endpunkt  $a_2'$  der wirklichen Reifenschleiflinie kann nun soweit nach unten auf dem Reifenprofil sinken, daß er auf seiner Bahn den festliegenden Schienenpunkt  $a_1$  gerade eben berührt, d. h. bis  $a_{2a}'$ , dem über  $\mathcal{U}'$

vorbeigehen, würde er den festliegenden Punkt  $a_1$  der Schiene wegschleifen. Dieser „Höchst“schleiflinie der Schiene  $a_1 a_{2a}$  gehört als „Mindest“schleiflinie des Reifens  $a_1' a_{2a}'$ , ein Stück der umgedrehten durch  $a_1$  als Scheitel und gleichzeitig durch  $a_{2a}'$  und  $a_1'$  gehenden erzeugenden Parabel zu. Die wirklichen Schleiflinien liegen nun zwischen diesen Grenzlagen und es muß das  $\beta$  der Schienenschleiflinie bei  $a_2$  gleich dem  $\beta'$  der Radschleiflinie unmittelbar unterhalb  $a_2'$  sein. Wegen der geringen Abweichungen der Grenzschleiflinien voneinander ist die Form der wirklichen Schleiflinien ziemlich eng begrenzt. Auf der ersten Abnutzungsstufe der Abb. 12a ist die Überschneidung von F bis auf G zurückgegangen, den Schnittpunkt der verlängerten erzeugenden Parabel  $a_{21}' a_{21}$  mit dem ersten Ast der Umhüllenden des unversehrten Radprofils.  $a_2$  ergibt sich wie oben angenähert als Schnittpunkt des unversehrten Schienenkopfprofils mit diesem Ast; von ihm konstruiert man rückwärts  $a_2'$ .

In Abb. 12a sind die Ecken  $a_2$  und  $a_2'$  schon ziemlich nahe zusammengedrückt. Bei weiterer Abnutzung stoßen sie bald zusammen zu einer Ecke e der Schiene. Dieser Fall ist dargestellt in Abb. 12b (Stufe ohne Index). Die Punkte  $a_1, a_1', a_2, a_2'$  und die Schleiflinien  $a_1 a_2, a_1' a_2'$  sind wie oben konstruiert. Die Punkte  $a_2, a_2'$ , und die ihnen benachbarten Enden der Schienenflanke- und Reifenschleiflinien treten aber nicht mehr reell auf, sondern sind bereits weggeschnitten durch die vom Scheitel H auf diese Linie zu vorrückende Schienenkopfschleiflinie. Wir denken diese beiden in Wirklichkeit gleichzeitig vor sich gehenden Abnutzungen nacheinander entstanden. Die der Schienenflanke und des zugehörigen Spurkranzstückes haben wir bereits betrachtet. Für die des Schienenkopfes ist  $a_1 (a_2)$  ein Teil des „bisherigen“ Schienenprofils. Punkt  $a_2$  ist nicht mehr vorhanden. An seine Stelle ist Punkt e auf

dem bisherigen Schienenprofil  $a_1$  ( $a_2$ ) getreten, der genau wie  $a_1$  etwas oberhalb des Schnittpunktes von  $a_1$  ( $a_2$ ) mit der Umhüllenden  $U_0$  des unversehrten Radreifens liegen muß. Von  $e$  aus ziehen wir nach rechts oben hin genau wie früher von  $a_2$  nach rechts oben hin nach Schätzung die Schleiflinie des Schienenkopfes und konstruieren von dieser rückwärts in bekannter Weise die zugehörige Radschleiflinie  $Hb'$ . Legen wir nun an  $e$  als Scheitel die umgedrehte erzeugende Parabel, so berührt diese in  $b'$  jene Radschleifkurve  $Hb'$  und schneidet in  $e'$ ,  $e''$  das unversehrte Radprofil und in  $e'''$  in sehr kleinem Winkel die Radschleiflinie  $a_1'$  ( $a_2'$ ). Das Stück  $b'e'''$  dieser Parabel ist das der Schienenecke  $e$  entsprechende Stück der Radschleifkurve. Diese ist reell nur, soweit sie im Radprofil liegt, also auf den Strecken  $b'e'$  und  $e''e'''$ , dazwischen nicht. Den Strecken  $b'e'$  und  $e''e'''$  entsprechen in der Längsberührungskurve aufeinander zu gerichtete waagerechte Ansätze an den ersten und dritten Ast derselben in Höhe von  $e$ . Die Ecke  $e$  wird um so schärfer, je schärfer ursprünglich Hohlkehle und Schienenkopf abgerundet sind.

Mit wachsender Abnutzung verlängern sich die Ansätze und vereinigen sich, sobald die umgedrehte Parabel  $e e'''$  auf ihrer ganzen Länge reelle Radschleifkurve wird, also sobald sie das Radprofil von rechts her überschreitet. Damit hört die Überschneidung auf, verwandelt sich die bisherige Zweilinienerührung in eine Einlinienberührung mit Knick, die nicht mehr grundsätzlich von Zustand II verschieden ist. Dieser Zustand ist dargestellt in Abb. 12c. Die Konstruktion ist genau analog derjenigen der Abb. 12b. ( $a_2'$ ) liegt nicht mehr auf dem Radprofil.  $e$  liegt wieder auf  $a_1$  ( $a_2$ ) etwas oberhalb des Schnittpunktes dieser Linie mit  $U_0$ . Die Punkte  $e'$ ,  $e''$  sind verschwunden. Die Radreifenschleiflinie ist geschlossen von  $H$  bis  $a_1'$ ; ein großer Teil derselben  $b'e'''$  wird gebildet von der umgedrehten erzeugenden Parabel, entsprechend dem Schienenpunkt  $e$ ; ihr unteres Ende  $e'''$   $a_1'$  weicht nur unmerklich von dieser ab.

Die Ecke  $e$  kann sich bei weiterer Abnutzung abrunden; dann tritt an die Stelle der umgedrehten erzeugenden Parabel der Radschleiflinie eine etwas flachere Kurve und haben wir den Zustand einer Einlinienberührung ohne Knick, genau Zustand II wie oben. Über Konvexität des unteren Endes der Schienenschleiflinie und Scharflauen des Radreifens gilt das oben Gesagte.

Ist so von beliebigem Ausgangszustand aus Einlinienberührung als Zustand II erreicht, mit einem gewissen

Anlaufwinkel  $\alpha_m$ , so ändert sich diese, sobald sich  $\alpha$  oder auch  $r$  ändert. Auf den meisten Bahnen sind  $\alpha$  und  $r$  veränderlich. Wird  $\alpha$  größer, d. h. krümmt sich die Umhüllende auf ihrem oberen konkaven Ast stärker, auf ihrem unteren konvexen schwächer, bekommt sie vielleicht sogar eine Überschneidung, so wandelt sich die Einlinienberührung um in Zweipunktberührung ohne oder mit Überschneidung (Zustand IIIa und IIIb). Die Berührungslinie  $a_1 a_1$  schrumpft zusammen zu ihren zwei bisherigen Endpunkten, zu der Schienenecke  $a_1$ , die zu  $\mathcal{A}$  wird und zu dem auf dem Scheitel  $H$  liegenden

Punkt  $a_1 = A$ . Bei  $\mathcal{A}$  liegt der Radreifen mit großem  $\beta$  an. Dieser Zustand IIIa bzw. IIIb entspricht dem Zustande Ib bzw. Ic. Die Abnutzung führt wie dort bei unverändertem  $\alpha$  von Zweipunktberührung, — ohne wie mit Überschneidung — über Zweilinienerührung zu Einlinienberührung mit und ohne Knick, die sich jetzt über eine größere Länge bis zu einem tieferen Punkt der Schiene und des Rades mit größerem  $\beta_{max}$  ausdehnt, weil der Radreifen unten noch weiter ausgeschliffen wird.

Wird aber, nachdem Zustand II erreicht ist,  $\alpha$  kleiner, nimmt also die Krümmung des oberen Astes der Umhüllenden ab, so muß die bisherige Einlinienberührung zunächst wieder zu einer Einpunktberührung zusammenschrumpfen, wobei  $\mathcal{A}$  zwischen den bisherigen Endpunkten  $a_1 a_1$  der Berührungslinie liegt, bei sehr starker Konvexität des unteren Endes der Schienenschleiflinie auf diesem liegen kann, stets statisch genau festgelegt wird. Damit ist wieder Stufe Ia, nur bei kleinerem  $\alpha$ , herbeigeführt, die durch die Abnutzung wieder in Einlinienberührung verwandelt wird, deren Länge nach beiden Seiten um so schneller wächst, je weniger  $\alpha$  abgenommen hatte.

Sowohl Einpunkt- als Zweipunktberührung ohne wie mit Überschneidung werden durch die Abnutzung der Einlinienberührung zugetrieben, und zwar so, daß die Berührungslinie allmählich immer weiter abwärts reicht, ihr  $\beta_{max}$  im allgemeinen immer größer wird. Zur Aufrechterhaltung einer ursprünglichen Einpunktberührung müßte  $\alpha$  von seinem größten noch eben Einpunktberührung ergebenden Wert an mit der Abnutzung ständig abnehmen. Zur Aufrechterhaltung ursprünglicher Zweipunktberührung müßte  $\alpha$  von seinem kleinsten noch gerade Zweipunktberührung ergebenden Wert an, der unter Umständen = 0 sein kann, mit der Abnutzung ständig zunehmen. Beides ist natürlich ausgeschlossen. Auf Bahnen, auf denen  $\alpha$  und  $r$  stark schwanken, werden Ein- und Zweipunktberührung fast ebenso häufig auftreten wie Einlinienberührung, aber immer mit der Neigung bei unverändertem  $r$  und  $\alpha$  in Einlinienberührung überzugehen, die einem mittleren  $\alpha$  und  $r$  zugehören wird. Auf Bahnen mit einigermaßen konstantem  $\alpha$  und  $r$ , z. B. gewissen Straßenbahnen, wird Einlinienberührung weitaus am häufigsten vorkommen. Die Abnutzung erweitert den Bereich der Einpunkt-, beschränkt den der Zweipunktberührung; denn wenn neue Profile schon bei  $\alpha = 0$  Zweipunktberührung ergaben, so ergeben sie diese bei Abnutzung erst, wenn  $\alpha$  einen gewissen Mittelwert überschreitet, bei kleinerem dagegen Einpunktberührung.

Es kommt nun im Eisenbahnbetriebe nie vor, daß die gleichen Radreifen und Schienen zusammenarbeiten vom neuen Zustande aus in allmählicher gleichmäßiger Abnutzung bis zu völliger Abnutzung beider zu gleicher Zeit. Die Benutzungsdauer der Schiene ist im allgemeinen viel größer als

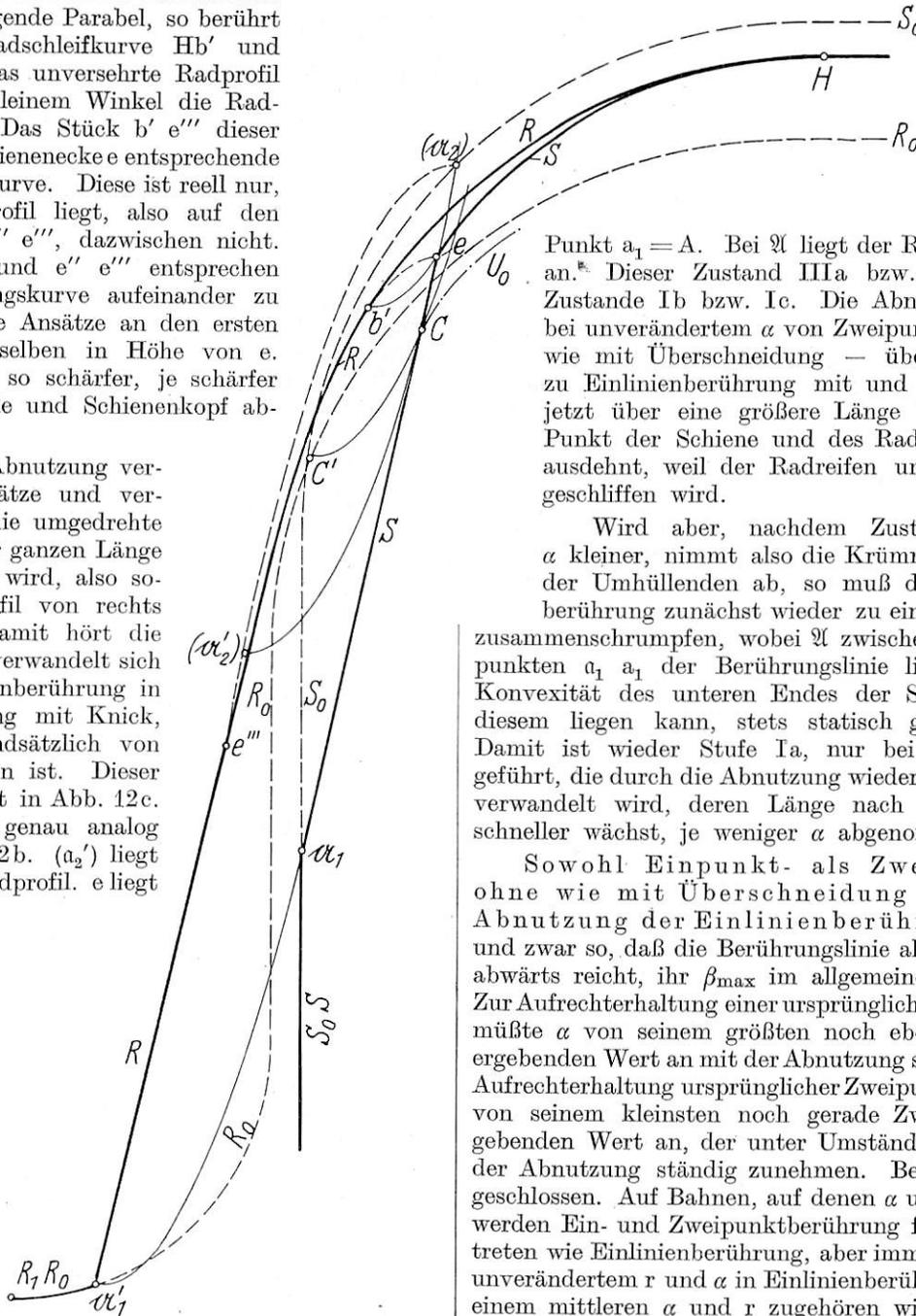


Abb. 12 c.

die des Reifens zwischen zwei Abdrehungen. Tatsächlich arbeiten Reifen und Schiene in sehr mannigfacher Verschiedenheit ihres Abnutzungsgrades und immer neu abgedrehte Radreifen mit abgenutzten Schienen zusammen. Alle diese verschiedenen Kombinationen können hier natürlich nicht behandelt werden; das ist auch nicht nötig, weil die oben entwickelten Grundsätze allgemein gelten, immer die Neigung besteht, zu Einlinienberührung zu kommen. Es sollen hier nur noch folgende Zusammenstellungen kurz betrachtet werden.

1. Zusammenarbeiten eines neuen Radreifens mit  $\rho_R = 15 \text{ mm}$  und  $\beta_{\max}' = 60^\circ$  mit stark abgenutzter Schiene mit flachem Kopf,  $\rho \leq 14 \text{ mm}$ ,  $\beta_{\max} \geq 65^\circ$  und einigermaßen flacher Flanke. Hier dürfte bei kleinem bis mittlerem  $\alpha$  zunächst meist Einpunktberührung vorhanden sein. Die sehr bald durch Abnutzung herbeigeführte Einlinienberührung dehnt sich schneller nach unten aus mit langsam über  $60^\circ$  hinaus wachsendem  $\beta_{\max}$ , als bei Zusammenarbeiten von neuen Reifen mit neuen Schienen, weil sich die abgenutzte schräge Schienenflanke dem Spurkranzkegel mehr anschmiegt als die neue senkrechte oder gar um 1:20 hinter die Lotrechte zurücktretende. Es wird mithin bald die Flächenpressung und die Deformation an Rad und Schiene klein werden. Bei stark hohler Schienenflanke wird zunächst Zweipunktberührung, schon bei kleinem  $\alpha$ , auftreten, mit sehr tief liegendem  $\mathcal{A}$  und  $\beta_{\mathcal{A}} = 60^\circ$ , die über Zweilinenberührung um so langsamer zu Einlinienberührung gelangen wird, je stärker die Schiene hohl geschliffen war; deren vorspringende Ecke  $\alpha_1$  wird dabei schnell abgeschliffen. Dieser Schienenhohlschliff ist daher, wie bereits oben gesagt, recht ungünstig.

2. Zusammenarbeiten eines stark ausgelaufenen Reifens mit einer neuen Schiene. Hier wird sich wegen der scharfen Krümmung der Hohlkehle des Reifens zunächst Zweipunktberührung, schon bei kleinstem  $\alpha$ , einstellen;  $\mathcal{A}$  wird sehr tief liegen und  $\beta_{\mathcal{A}}$  wird sehr groß sein. Die durch Abnutzung herbeigeführte Zweilinenberührung wird sich von  $\mathcal{A}$  aus schnell nach oben und unten ausdehnen und zu Einlinienberührung großer Ausdehnung führen. Bei großem  $\alpha$  kann hier zunächst Zweilinenberührung mit Überschneidung auftreten. Dieser Fall ist mithin ungünstiger als 1.

Die Erfahrung zeigt nun, daß das Schienenprofil des V. D. E. V. durch den Bogenlauf etwa nach Abb. 13 abgenutzt

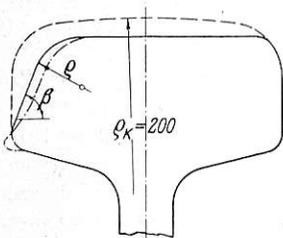


Abb. 13.

wird, d. h. die Kopffläche meistens ganz flach oder sehr schwach gewölbt, dem hohlgelaufenen Reifen angeglichen; zwischen Kopffläche und Flanke eine Abrundung mit allmählich zunehmendem  $\rho$ , dessen Näherungskreisbogen etwa ein mittleres  $\rho$  von 10 bis 14 mm hat. Die sich daran anschließende Flanke ganz flach oder unten schwach konvex,  $\beta$  bei flacher Flanke im allgemeinen zwischen  $65^\circ$  und  $75^\circ$

schwankend, in ungefähr gleichen Grenzen das  $\beta_{\max}$  bei konvexer Flanke. Hin und wieder kommt auch  $\beta < 60^\circ$  vor. Merkbliche Konvexität der Flanke findet sich nur bei weit nach unten am Schienenkopf reichender Abnutzung. Das Straßenbahnprofil weist meistens nach Abb. 13a einen Knick e zwischen oberer flacher Abrundung und parabolischer oft stark konvexer Flanke auf.

Diese Form der abgenutzten Schiene steht in vollkommenem Einklang mit den obigen Ausführungen, erklärt sich vollkommen aus ihnen, nach Abb. 10, 11 und 12. Die Ecke e in Abb. 13a deutet auf ursprüngliche Zweipunktberührung mit Überschneidung, der starke Hohlschliff auf völliges Einschleifen des Spurkranzes bis zu dessen tiefstem Punkt.

Das Radreifenprofil des V. D. E. V. wird durch den Bogenlauf erfahrungsgemäß etwa nach Abb. 14 abgenutzt, — welche starke Abnutzung ausgezogen, schwache gestrichelt darstellt, — d. h. die Lauffläche hohl, die daran anschließende Hohlkehle mit Übergangsbogen auf einen angenäherten Kreisbogen mit  $\rho_R = 10$  bis 15 mm übergehend, die anschließende Flanke entweder zunächst flach und weiterhin parabolisch oder rein parabolisch mit nach unten wachsendem  $\beta$ , meist mit scharfer Kante auslaufend ohne Wendepunkt,  $\beta_{\max}$  am unteren Ende der Flanke  $60$  bis  $86^\circ$ , mit dem Grade der Abnutzung wachsend. Am stärksten ist die Abnutzung stets in der Hohlkehle. Bei geringerer Abnutzung hat das Reifenprofil am Übergang von der Reifenlauffläche zur Hohlkehle eine Ausbuchtung, die oft als Knick K deutlich erkennbar ist.

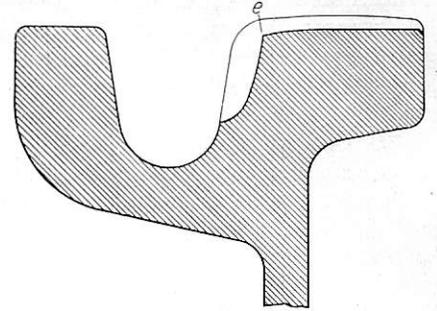


Abb. 13 a.

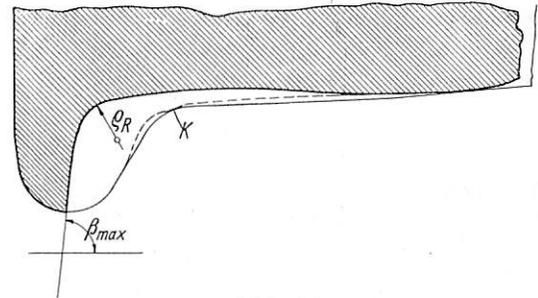


Abb. 14.

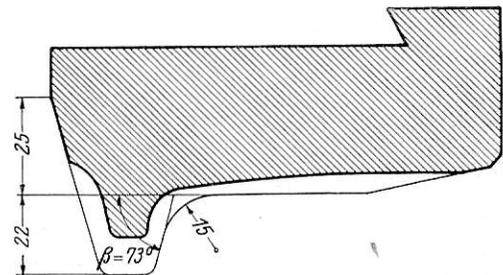


Abb. 14 a.

Das übliche Reifenprofil der Straßenbahnen zeigt bei Abnutzung die Form der Abb. 14a, 14b, also ausgesprochen parabolische Form der seitlichen Spurkranzfläche, außerdem Abschleiß der Spurkranzstirn- und -rückenfläche.

Auch diese Formen des abgenutzten Reifens stehen im völligen Einklang mit den obigen Ausführungen und erklären sich völlig aus ihnen.  $\beta_{\max}'$  der Flanke bei starker Abnutzung kommt dem theoretisch bei  $\alpha = 0$  möglichen Höchstwert von  $90^\circ$  schon recht nahe. Die gestrichelte Form der Abb. 14 zu Beginn der Abnutzung läßt darauf schließen, daß dort die Einpunktberührung eine große Rolle gespielt hat. Die Parabel der Abb. 14a, 14b entspricht der Ecke e im abgenutzten Schienenprofil bei Zweilinenberührung oder Einlinienberührung mit Knick als Folge ursprünglicher Zweipunktberührung mit Überschneidung, wie

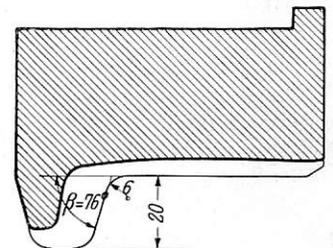


Abb. 14 b.

oben auseinandergesetzt und in Abb. 12a bis 12c dargestellt. Das Abschleifen der Spurkranzstirn ist durch das bei Straßenbahnen übliche „Auflaufen“ des Spurkranzes in Weichen und Kreuzungen erzeugt; diese Spurkranzverkürzung begünstigt nach den obigen Ausführungen das ungünstige Konvex- oder Hohlkehlen der Schienenflanken. Die Rückenfläche des Spurkranzes ist in Abb. 14b an der Leitschiene abgeschliffen, dieser Schliff spielt bekanntlich bei Straßenbahnen eine große Rolle.

#### IV. Zweckmäßigstes Profil von Spurkranz und Schienenkopf.

Das Profil von Spurkranz und Schienenkopf soll zu seinem Teil im Bogen kleinen Krümmungswiderstand, möglichst geringe und günstige Abnutzung und hinreichende Entgleisungssicherheit bieten. Der noch größere Einfluß der Fahrzeugbauart und der Gleisanordnung auf diese Größen soll hier nicht betrachtet werden; er ist schon ziemlich geklärt.

Der Krümmungswiderstand ist bei gleichem R proportional der Reibungsleistung L; diese ist nach Abschnitt II bei Einpunktberührung kleiner als bei Zweipunktberührung und nach Gl. 7) am kleinsten bei  $\beta = 45^\circ$  — auf P und p der Gl. 7) hat das Profil fast keinen Einfluß —; es ist also mit Rücksicht auf die erste Forderung das Profil von Spurkranz und Schienenkopf möglichst so zu halten, daß Einpunktberührung besteht, deren  $\beta$  tatsächlich bei mehrachsigen Gestellen im allgemeinen nicht stark von  $45^\circ$  abweicht, und daß bei der unvermeidlichen Einlinienberührung das mittlere  $\beta$  nicht stark von  $45^\circ$  abweicht, wozu Neigung der Schienenflanke erforderlich ist.

Möglichst geringe Abnutzung bedeutet bei bestimmtem Material möglichst kleine Reibungsleistung L, also wieder Einpunkt- bzw. Einlinienberührung mit  $\beta_m = \sim 45^\circ$ . Möglichst günstige Abnutzung bedeutet möglichst günstiges Verhältnis und möglichst günstige Form der Abnutzung. Es soll das Rad stärker als die Schiene abgenutzt werden, schon damit  $\gamma_s$  (s. Abschnitt III) klein bleibt, d. h. die abgenutzte Flanke der Schiene sich nicht der Waagerechten zu sehr nähert, die Entgleisungssicherheit zu sehr erniedrigt. (Die Reichsbahn schreibt hier den Mindestwinkel von  $67^\circ$ , der den Neigungswinkel eines neuen Spurkranzkegels noch um  $7^\circ$  überschreitet, vor). Es sollte demnach die Bogenschiene verschleißfest, der Radreifen nicht zu hart sein. Elastische Schienenunterlagen zur Dämpfung der Schwingungen dürften sich empfehlen.

Weiter soll die Abnutzung eine möglichst günstige Form haben; das heißt zunächst, sie soll vorhandene günstige Berührungsverhältnisse möglichst wenig und nur langsam ändern; dazu ist erforderlich ein kleiner Flächendruck, also eine gute Anschmiegung von Rad und Schiene an der Berührungsstelle; d. h. eine Flächen-, keine Punktberührung. „Günstige“ Form heißt weiter, daß infolge der Abnutzung das  $\beta_m$  der Berührungsfläche und damit der Krümmungswiderstand und die absolute Abnutzung nicht zu groß, daß der Radreifen nicht zu scharf, und daß die abgenutzte Schienenflanke nicht zu hohl und zu stark der Waagerechten zu geneigt werden. Damit  $\beta$  nur wenig wächst, muß schon im neuen Zustande das Schienenprofil sich dem Radprofil gut anschmiegen. Damit der Radreifen nicht zu scharf wird, muß die Flanke der neuen Schiene geneigt sein und der Spurkranzkegel tief hinabreichen. Damit die Schienenflanke nicht stark ausgehöhlt wird, muß der Spurkranzkegel tief hinabreichen. Damit die Schienenflanke steil bleibt, muß die Schiene verhältnismäßig hart sein.

Drittens soll das Profil von Rad und Schiene hinreichende Entgleisungssicherheit bieten. Diese wächst bekanntlich mit dem größtmöglichen durch Spurkranz und Schienen-

flanke zur Verfügung gestellten  $\beta$ ; es kommt aber nicht nur darauf an,  $\beta_{max}$  recht groß zu halten — scharf gelaufene Radreifen auf steiler Schienenflanke sind trotz größerem  $\beta_{max}$  weniger entgleisungssicher als neue —, sondern auch darauf, daß der steilste, also  $\beta_{max}$  bei ausreichender Steilheit der Schienenflanke zur Verfügung stellende, Teil des Spurkranzes möglichst weit hinter denjenigen Teil desselben zurücktritt, mit dem er gewöhnlich unter normalen Betriebsverhältnissen im Bogen an der Schiene anliegt. Scharfgelaufene Reifen oder steile Spurkränze, bei denen der steile Kegel sich unmittelbar an die Hohlkehle von 15 mm oder weniger Krümmungshalbmesser ansetzt, laufen mit ihren wenig zurückspringenden Teilen leichter gegen die Spitze von Weichenzungen oder die Spitzen der Schienen in Doppelherzstücken von Kreuzungen als neue mit weniger steilem Kegel. Liegt die Spitze einer klaffenden Weichenzunge von der Schiene aus gesehen außerhalb der durch die scharfe Kante  $\alpha_1'$  eines bis zur Spurkranzabrundung hinab abgenutzten Radreifens als Scheitel gezogenen erzeugenden Parabel, so klettert das Rad auf oder spreizt die Zunge ab\*).

Weiter ist zum Entgleisen nicht nur eine gewisse Größe der Seitenkraft im Verhältnis zum Raddruck (siehe oben), sondern auch ein gewisser Weg bzw. eine gewisse Zeit des Auftretens dieses Kraftverhältnisses erforderlich. Tatsächlich dürfte infolge Ungenauigkeit der Schienenlage und dadurch hervorgerufener starker Radentlastung im Betriebe öfter, namentlich bei großen Fahrgeschwindigkeiten, das kritische Verhältnis dieser Kräfte erreicht werden, ohne daß das Fahrzeug entgleist, weil nämlich die dazu erforderliche Zeit fehlt.

Damit es wirklich entgleist, muß das kritische Kraftverhältnis so lange anhalten, bis beim Aufklettern des Rades auf die Schiene der Spurkranz von seiner gewöhnlichen Gleichgewichtslage mit dem seitlichen Berührungspunkt  $\mathcal{A}_n$  und dem Winkel  $\beta_n$  über seine potentielle Entgleisungslage, nämlich die des Beginns von  $\beta_{max}$ , hinaus bis in seine wirkliche Entgleisungslage, nämlich die des Endes von  $\beta_{max}$  (s. Abb. 15), gekommen und dabei auf die Schiene zu gerückt ist um die Strecke b, die sich zusammensetzt aus der Projektion des Hohlkehlstückes und der schrägen Spurkranzgeraden zwischen  $\mathcal{A}_n$  und  $\mathcal{A}_e$  auf die waagerechte X-Y-Ebene. In der gleichen Zeit t hat sich das Rad in Schienenlängsrichtung um den Weg  $s_e = b \cdot \text{ctg } \alpha$  vorwärts bewegt; d. h. das kritische Kraftverhältnis muß anhalten auf dem Wege  $s_e$  oder annähernd während der Zeit  $\frac{s_e}{v}$ ; Weg und Zeit müssen um so größer sein, je weniger steil der Spurkranz ist. Bei  $b = 7,5$  mm bei Lage von  $\mathcal{A}$  an der Stelle des Übergangs der Hohlkehle zum Spurkranzkegel (neuer Reifen des V. D. E. V.) und  $\text{tg } \alpha_{max} = 0,025$  ist erforderlich der Weg  $s_e = 300$  mm,

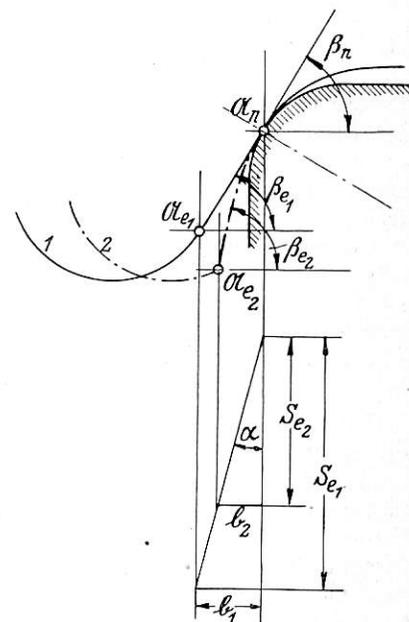


Abb. 15.

\*) Genauerer hierüber in der nach Abschluß dieser Arbeit veröffentlichten Arbeit von Cäsar über „Abgenutzte Radreifen und klaffende Weichenzungen“. Organ 1931, S. 138.

der oft nicht vorhanden ist\*), so daß es bei neuen Reifen nicht zur Entgleisung kommt.

Außerdem ist zu beachten, daß die auf Entgleisung abzielenden Seitenkräfte oft Stöße sind, vor allem beim Einfahren in die Gleisbögen; diese sind aber um so heftiger, je weniger das Rad ausweichen kann, bis es entgleist\*\*). Auch aus diesem Grunde sind Einpunktberührung und zurücktretende Spurkränze mit bei dieser Berührungsart als „Stoßfangstrecke“ wirkender Strecke  $b$  entgleisungssicherer als steile ohne diese mit größerem  $\beta_{\max}$ .

Endlich ist die Form der Berührung zwischen Spurkranz und Schienenflanke bei Zweipunktberührung im Punkte  $\mathcal{A}$  von Einfluß auf die Gleitreibungsziffer  $f$  an dieser Stelle. Je schärfer die Berührungskante des Spurkranzes ist, je größer also die Flächenpressung bei  $\mathcal{A}$ , desto größer ist im allgemeinen  $f$ ; bei sehr scharfer Kante eines sehr scharfen Reifens kann es geradezu zu einer Art Verzahnung mit der Schiene und dadurch erleichtertem Aufklettern auf diese kommen. Auch aus diesem Grunde sind scharfgelaufene Reifen trotz größerem  $\beta_{\max}$  weniger entgleisungssicher als neue.

Mit Rücksicht auf Entgleisungssicherheit soll mithin der Spurkranz zwar ein möglichst großes  $\beta_{\max}'$  zur Verfügung stellen, aber mit großem  $b$ , also stark zurücktreten, und soll so geformt sein, daß er bei Seitenstößen unter allmählichem Anwachsen des Berührungswinkels  $\beta$  möglichst weit ausweichen kann und durch Abnutzung nicht stark scharfkantig wird. Die Schienenflanke darf sich infolge Abnutzung nur soweit der Waagerechten zuneigen, daß ihr  $\beta_{\max}$  mindestens so groß wie das des neuen Spurkranzes bleibt, und sie soll andererseits schon im neuen Zustande so stark schräg sein, daß Scharflauen des Reifens bei weit hinabreichendem Spurkranz unmöglich ist.

Diesen Forderungen dürfte das in Abb. 16 dargestellte Vollbahnprofil von Spurkranz und Schienenkopf am besten entsprechen, gekennzeichnet durch folgende Eigentümlichkeiten: Die Schienenkopffläche ganz schwach etwa mit 500 mm statt wie bisher mit 200 mm Halbmesser gewölbt; diese schwache Wölbung dürfte eine gute Auflage des Radreifens ohne hohe Kantenpressung, auch bei der unvermeidlichen Verdrehung der Schiene durch die hohen Seitendrucke im Betriebe, sichern. Der Halbmesser der oberen Radreifenhohlkehle mit 16 mm ist nur soviel größer als der mit 14 mm unveränderte der oberen Schienenkopfabrundung, daß auch bei  $\alpha_{\max}$  unter Berücksichtigung der genannten Schienenverdrehung Einpunktberührung gesichert ist. Dieser Halbmesser  $\rho_1$  von 16 mm nur bis  $\beta' \sim 50^\circ$  hinabreichend als bis zu demjenigen  $\beta'$ , das im gewöhnlichen Betriebe längere Zeit hindurch bei Einpunktberührung nicht überschritten wird; darunter die untere Hohlkehle, sich tangential anschließend mit einem Kreisbogen von etwa 30 mm Halbmesser, dessen  $\beta'$  allmählich bis auf  $\sim 68^\circ$  anwächst, daran sich tangential nach unten anschließend die um ungefähr  $68^\circ$  gegen die Radachse geneigte Erzeugende des Spurkranzkegels, etwa 12 mm lang, übergehend in die untere Spurkranzabrundung von ungefähr 9,5 mm Halbmesser.  $\beta_{\max}'$  noch über  $68^\circ$  hinauswachsen zu lassen, empfiehlt sich nicht, damit nicht bei Zusammenarbeit eines neuen Reifens mit stark schräg abgenutzter Schienenflanke Zweipunktberührung mit sehr großem  $\beta_{\mathcal{A}}$  und tief liegendem Punkt  $A$  auftreten kann. Vom tiefsten Punkt  $N$  aus ist das Profil des Spurkranzes gegenüber dem des V. D. E. V. fast unverändert. Der ganze Spurkranz ist dann (zwischen

A und B in Abb. 16) ebenso breit wie der bisherige, nämlich 45 mm, ungefähr 3 mm höher, nämlich 30 statt bisher 27 mm und etwas schlanker. In Abb. 16 ist der bisherige gestrichelt eingezeichnet. Die Schienenflanke schließt sich nicht senkrecht, sondern um ungefähr  $14^\circ$  gegen die senkrechte Schienenachse geneigt an die obere Kopfabrundung an; die obere Schienenkopffläche soll ihre bisherige Breite mindestens beibehalten.

Es wird so gegenüber der bisherigen Form erreicht: 1. Ein kleinerer Krümmungswiderstand und eine geringere Abnutzung durch die Einpunktberührung auch bei grossem  $\alpha$  sichernde Verhältnis von Schienenkopf- zu oberer und unterer Hohlkehlenabrundung zusammen mit der flacheren Schienenkopfflächenrundung.

2. Eine günstigere Form der Abnutzung durch die bessere Anschmiegung der Schiene mit ihrer schrägen Flanke an den Spurkranz und den tiefer hinabreichenden Spurkranzkegel, sich ausdrückend in kleinerem Flächendruck, also kleinerer Formänderung, langsamerer Zunahme des mittleren  $\beta$  der

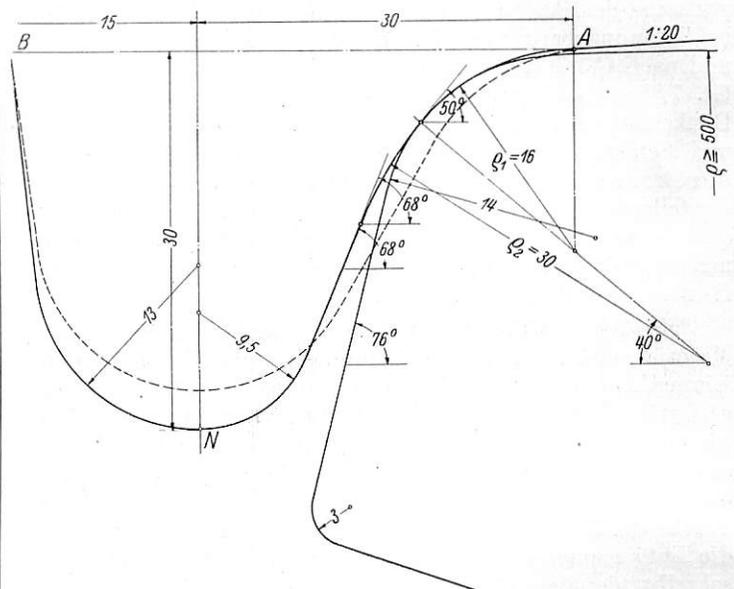


Abb. 16.

Berührungsfläche, geringerer Aushöhlung der Schienenflanke und geringerem Scharflauen des Spurkranzes.

3. Erhöhung der Entgleisungssicherheit durch Vergrößerung des größten zur Verfügung gestellten  $\beta_{\max}'$  des Spurkranzes von ungefähr  $60^\circ$  auf ungefähr  $68^\circ$  unter gleichzeitiger Vergrößerung der Schutz- und Stoßfangstrecke  $b$  des mit seiner unteren Hohlkehle stark zurücktretenden Spurkranzes. Durch die schräge Schienenflanke bei unveränderter Kopfbreite erhält man außerdem eine Vergrößerung der Laschenanlagflächen.

Außer dieser Profilierung ist, wie gesagt, ein bestimmtes Härte- und Verschleißfestigkeitsverhältnis zwischen Rad und Schiene erwünscht. Eine im Ganzen flachere Hohlkehle hat schon Altmeister Wöhler\*) empfohlen. Sie konnte nicht so gute Wirkung haben wie eine nur untere Verflachung. Die schräge Schienenflanke hat schon Dr. Hanker 1915 in seiner Arbeit: „Schienenkopf und Radreifen“ Zeitschrift für Bauwesen, aus ähnlichen Gründen vorgeschlagen, wie sich überhaupt die vorliegende Arbeit mit Gedanken Dr. Hankers\*\*)

\*) Z. B. in Herzstücken von Kreuzungen und Weichen und an Stößen.

\*\*) Genauerer darüber in meiner Arbeit über „Einfahren von Eisenbahnfahrzeugen in Gleisbögen“. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1930, 1. November.

\*) „Schienenkopf und Radreifenprofil“. Zentralblatt der Bauverwaltung 1884, S. 177 und Zeitschrift für Bauwesen 1859, S. 360.

\*\*) Siehe auch Dr. Hanker: „Über Radreifenformen“. Die Wasserwirtschaft 1930, Heft 15.

in manchen Punkten berührt. Die vorgeschlagenen nicht erheblichen Abweichungen von den bisherigen Profilen des V. D. E. V. dürften ohne weiteres durchführbar sein, vielleicht bis auf die Erhöhung des Spurkranzes, die nicht so wichtig ist, wie die übrigen vorgeschlagenen Änderungen.

Es könnte gegen die schräge Schienenflanke das Bedenken geltend gemacht werden, daß diese durch Abnutzung schneller die zulässige Grenze der Neigung gegen die Waagerechte erreicht als die lotrechte. Demgegenüber ist zu beachten, daß bei gleicher Verteilung der Abnutzung auf Rad und Schiene wie bei lotrechter Flanke der Winkel  $\gamma_s$  bei schräger Flanke kleiner ausfällt als bei lotrechter, weil gleichem  $\gamma_s$  bei schräger Flanke eine größere Schienenabnutzungsfläche und eine kleinere Radabnutzungsfläche zugehören als bei lotrechter. Es wird wegen der besseren Anschmiegung an den Radreifen die schräge Flanke viel langsamer ihre Form ändern als die

lotrechte. Auch die vorgeschlagene Anwendung verschleißfester härterer Schienen bei unveränderter Härte der Radreifen führt zur Verkleinerung von  $\gamma_s$ , wie die Erfahrung bestätigt. (Siehe Garn, Schienenverschleiß, Gleistechnik 1925.)

Erheblich weniger als die Vollbahnprofile des V. D. E. V. entsprechen die üblichen Straßenbahnprofile — auch die neuen genormten! — den entwickelten Forderungen; die Praxis zeigt ja in erschreckendem Maße ihr schlechtes Verhalten in Gleisbögen. Wenn auch hier die Gleislage und die übliche Wagenbauart viel ungünstiger sind als bei Vollbahnen, namentlich wegen des erheblich größeren  $\alpha$ , des häufigen Fehlens von Übergangsbögen und der größeren überhängenden Massen des Wagenkastens, so dürfte doch eine Verbesserung der Profile von Spurkranz und Schienenkopf der Straßenbahnen nach den entwickelten Gesichtspunkten deren Bogenlauf erheblich verbessern können.

## Die Wiesentbrücke „Gleich und rund“ in der Landschaft.

Von Ministerialrat Hans Friedrich, Reichsbahndirektor in München.

### 1. Vorgeschichte.

Mit der Erbauung der normalspurigen Nebenbahn von Gasseldorf nach Behringersmühle durch die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft (Reichsbahndirektion Nürnberg) wurde das Wiesenttal, einer der schönsten Teile der Fränkischen Schweiz (Oberfranken, Bayern) und ein Hauptanziehungspunkt der Fremden, dem Eisenbahnverkehr erschlossen. Im Endstück mußte diese im wesentlichen am linken Wiesentufer verlaufende Nebenbahn quer über das ganze Wiesenttal geführt werden, um den rechts des Flusses anzulegenden Endbahnhof Behringersmühle zu erreichen.

Dieser Talübergang kam inmitten eines reizvollen Landschaftsbildes zu liegen. Die einheitliche Stimmung der Tal Landschaft bei der Stempfermühle, die bewaldeten Berghänge und Felsbildungen mit dem vom Fluß in vielen Windungen durchzogenen Wiesengrunde erforderten besondere Beachtung, wenn nicht anders durch den schrägen Bahnübergang über das Wiesenttal nahe unterhalb der Mühle in der vorgesehenen Linienführung das Schönheitsgefühl verletzt und das einzigartige Landschaftsbild wesentlich beeinträchtigt werden sollte. Diese Sonderverhältnisse sowie die Rücksichtnahme auf die unschädliche Hochwasserabführung gaben den Anlaß dazu, im Jahre 1920 auf Antrag des Bayerischen Landesausschusses für Naturpflege und Heimatschutz zur Erlangung von Vorentwürfen für den ganzen Talübergang und die Nebenbahnbrücke über die Wiesent einen beschränkten Wettbewerb unter sechs bayerischen Eisenbrückenbauanstalten auszuschreiben.

Nach den besonderen Wettbewerbsunterlagen und -bedingungen hatten von den möglichen Anordnungen für den Brückenüberbau (Brückenträger) solche aus Eisenbeton aus stofflichen Gründen von vornherein auszuschneiden. Steinbogenbrücken wurden zwar nicht ausdrücklich ausgeschlossen, doch sei es fraglich, ob sie unter den gegebenen Voraussetzungen (unzureichende Planiehöhe über dem Talboden und sehr spitze Kreuzung zwischen Bahnachse und Wasserlauf) angewendet werden könnten. Es sei daher gedacht, daß an dieser Stelle eiserne Überbauten in Betracht zu ziehen sind. Zu den sichtbaren Mauerwerksteilen dürfe Beton nicht verwendet werden. Etwaige Betonmauerkerne seien mit Mauerwerk aus natürlichen Bruchsteinen zu verkleiden. Der Stoffaufwand und die Ausstattung des Brückenbauwerkes sollte im allgemeinen über das bei den bayerischen Lokalbahnen übliche und durch vernünftige Sparsamkeit gerechtfertigte Maß nicht hinausgehen. Der Gesamtkostenaufwand hatte bei der Entscheidung über den Wert der eingehenden Wettbewerbs-

entwürfe eine nicht unerhebliche Rolle zu spielen. Für das eigentliche Brückenbauwerk war der unschädliche Abfluß des Hochwassers durch sorgfältige Untersuchungen und Rechnungen nachzuweisen auf Grundlage einer größten Hochwassermenge von 330 m<sup>3</sup>/s. Der durch Verminderung des freien Abflußquerschnittes und durch etwaigen Pfeilereinbau verursachte Aufstau des Oberwassers durfte 0,25 m nicht übersteigen. Zwischen gestautem Oberwasserspiegel und den festen Teilen des Brückenüberbaues mußte eine freie Schwimmhöhe von mindestens 0,5 m vorhanden sein, wobei durch die Stellung der Brückenpfeiler dem Abfluß des Hochwassers und der Abführung etwaigen Treibzeuges keine besonderen Hindernisse bereitet werden durften. Erwähnung verdient noch, daß zu den von den Wettbewerbsteilnehmern einzuliefernden Ausarbeitungen auch ein Schaubild der Landschaft in Schwarz-Weiß zählte, in das die vorgeschlagene Brücke so einzuzeichnen war, wie sie sich von einem bestimmten Standpunkt aus dem Beschauer darbieten würde.

Von den bis zum festgesetzten Termin eingelaufenen vier Wettbewerbsentwürfen hat das Preisgericht den Entwurf „Gleich und rund“ als in künstlerischer, konstruktiver und wirtschaftlicher Hinsicht am besten entsprechend bezeichnet; einstimmig wurde beschlossen, diesem Entwurf den Sonderpreis zuzuerkennen und seine Ausführung zu befürworten. Verfasser des Entwurfes war die Brückenbauanstalt Gg. Noell u. Co. in Würzburg.

Das Preisgericht hat als wesentlichen Vorzug des Entwurfes „Gleich und rund“ betrachtet, daß die Eisenkonstruktion unterhalb der Fahrbahn liegt und als Blechträger mit gerader Untersicht ausgebildet, somit auf jegliche die Fahrbahn überragende und den Ausblick sowie das Landschaftsbild störende hohe Fachwerküberbauten mit Absicht verzichtet ist. Ferner galten als Vorzüge die gleich weiten (25 m) Öffnungen und vor allem die Pfeiler mit kreisrundem Grundriß; die hier vorgeschlagene Form werde in der landschaftlichen Umgebung als am wenigsten störend empfunden. In hydrotechnischer Hinsicht würden die kreisrunden Pfeiler dem in seiner Richtung nicht sicher bestimmbar Hochwasserabfluß den geringsten Widerstand entgegensetzen. Vom brückenbautechnischen Standpunkt aus sei das Projekt ebenfalls günstig zu beurteilen wegen der für sämtliche Öffnungen gewählten gleichen Trägerform und der rechtwinkligen Anordnung und Ausbildung der Konstruktion. Auch in wirtschaftlicher Hinsicht sei das Projekt von den eingelaufenen Arbeiten das vorteilhafteste, da der Aufwand an Mauerwerk und Eisenkonstruktion am geringsten ist.

2. Das ausgeführte Brückenbauwerk.

Zur Bauausführung der Wiesentbrücke durch die Deutsche Reichsbahn kam es infolge der ungünstigen Finanzlage der Nachkriegs- und Inflationsjahre erst in den Jahren 1929/30, als aus Krediten des Reichs und der Länder Mittel zur Fertigstellung stillgelegter Nebenbahnbauten flüssig gemacht wurden. Der baureife Brückenentwurf der Reichsbahnverwaltung lehnte sich in voller Anerkennung und Würdigung des oben genannten Wettbewerbsergebnisses im wesentlichen an den preisgekrönten

balkenbrücke mit oberliegender Fahrbahn gebaut. Infolge des einheitlich über die ganze Brücke hinweg sich erstreckenden Bogenhalbmessers werden die sechs gleichbemessenen Überbauten auch sämtlich gleich beansprucht und es wird innerhalb der Brücke keine Änderung der Überhöhung des äußeren Schienenstranges notwendig.

b) Der Unterbau.

Neben den beiden normal ausgebildeten Widerlagern verdienen besondere Erwähnung die fünf massiven Zwischen-

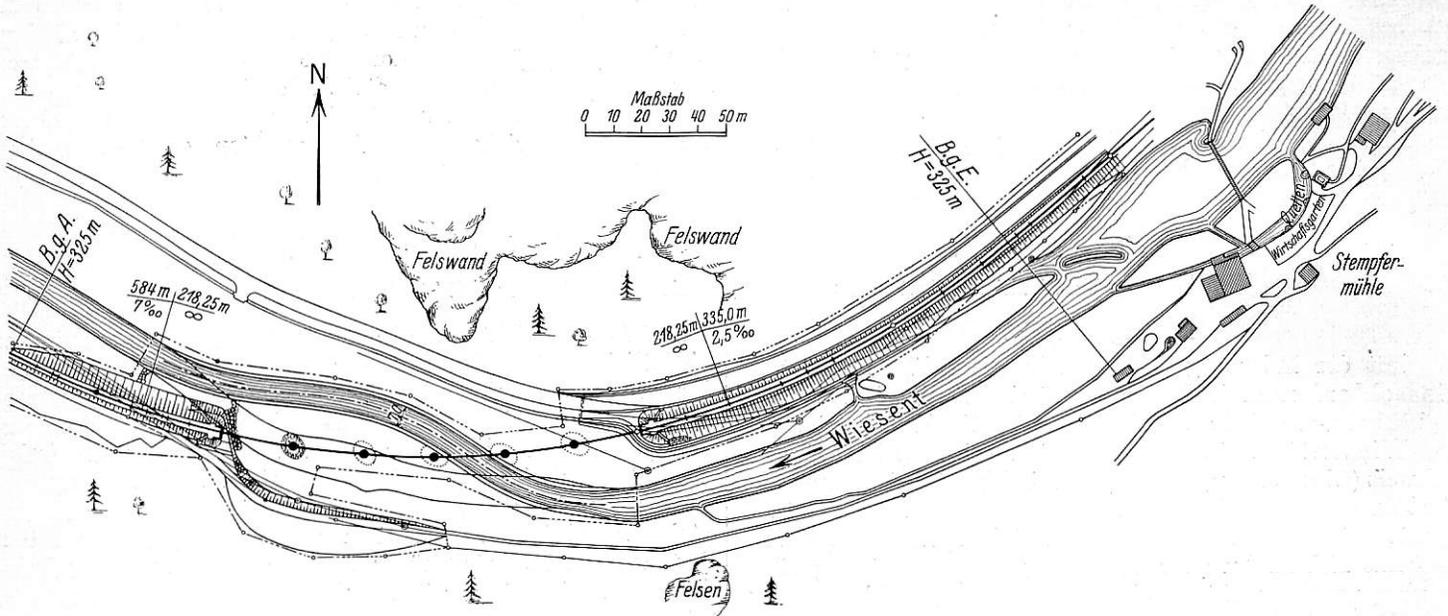


Abb. 1. Lageplan des Wiesentalüberganges.

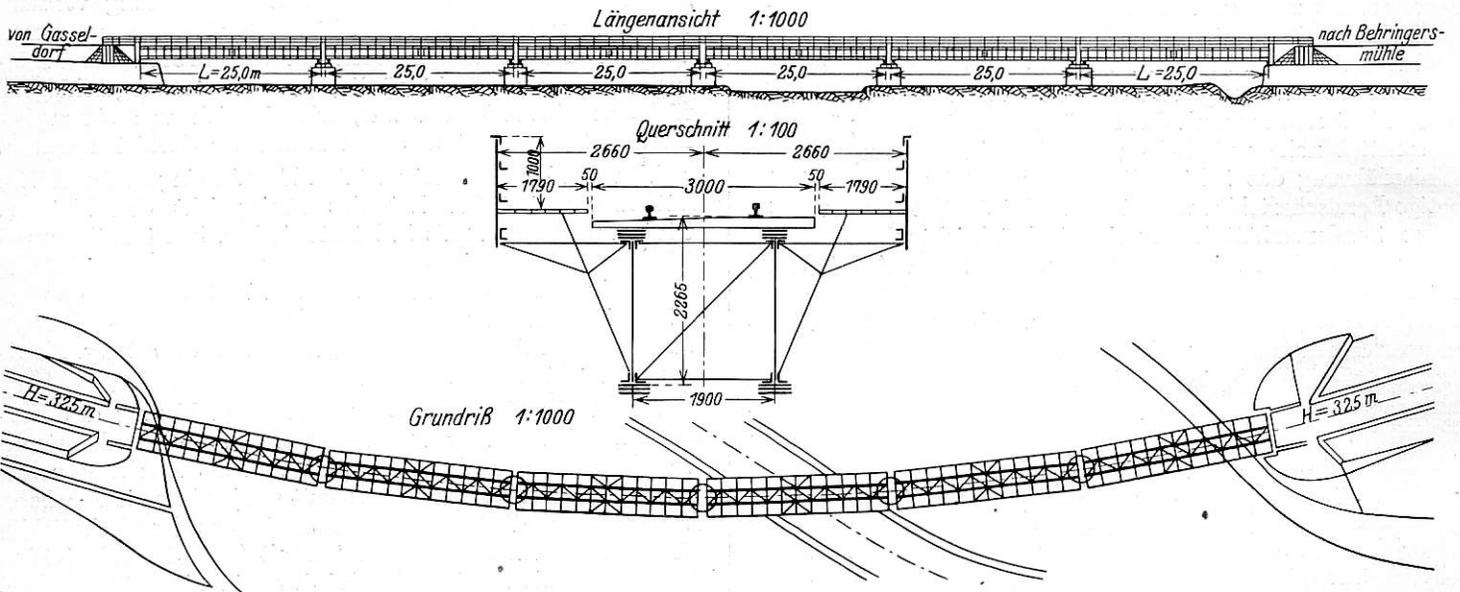


Abb. 2. Längenschnitt, Grundriß und Querschnitt der Wiesentbrücke.

Entwurf der Firma Noell u. Co. in Würzburg an, unter entsprechender Ergänzung und Verbesserung desselben in tief- und wasserbautechnischer Hinsicht. Der Preisträgerin wurde — den Absichten des Wettbewerbs entsprechend — auch die Lieferung der eisernen Brückenüberbauten übertragen.

a) Grund- und Aufriß.

Auf die ganze Länge der Brücke verläuft die Nebenbahn in der Waagerechten und in einem Krümmungshalbmesser von 325 m (Abb. 1 u. 2). Die Brückenhöhe über der Talsohle beträgt durchschnittlich 6,0 m. Die Brücke ist als Blech-

pfeiler, für die, der Anschauung des Preisgerichtes folgend, die kreisrunde Form als am zweckmäßigsten gewählt wurde. Dies geschah, nachdem die Reichsbahnverwaltung zuvor noch Modellversuche über die Sohlenbefestigung und die günstigste Form der Pfeilerunterbauten der geplanten Bahnbrücke über die Wiesent sowie über die Wasserströmungs- und Wassergeschwindigkeitsverhältnisse an der Stelle der Brücke hatte anstellen lassen, ausgehend von der Erwägung, daß diese Versuche einerseits notwendig seien, um den Besonderheiten des Talüberganges beim Bau Rechnung tragen zu können, andererseits aber auch allgemein für das Bauingenieurwesen von

Wert seien. Diese Modellversuche wurden vom Geheimen Oberbaurat Dr.-Ing. Theodor Rehbock, Professor an der Technischen Hochschule in Karlsruhe, im dortigen Flußbaulaboratorium vorgenommen und zwar mit zwei Modellen. Mit dem einen (Teilmodell) im Maßstab 1:50 wurde die Einwirkung der Einbauten auf die Flußsohle (Kolkbildung) untersucht. Das andere (Vollmodell der Wiesentbrücke mit dem dort vorhandenen Flußprofil) im Maßstab 1:100 und von etwa 4 m Länge diente zur Untersuchung der Abfluß- und Strömungsverhältnisse auf der ganzen Flußstrecke ohne und mit Rundpfeilern, wobei die Stauhöhen auf 1–2 cm genau sich bestimmen ließen.

Das Ergebnis dieser Modellversuche über Art und Form der Kolkwirkungen sowie über die darauf fußende Auffindung einer günstigen Form des Pfeilerunterbaues läßt sich dahin zusammenfassen, daß bei kreisrunden Pfeilern ein starker

Abb. 3.



Abb. 4.

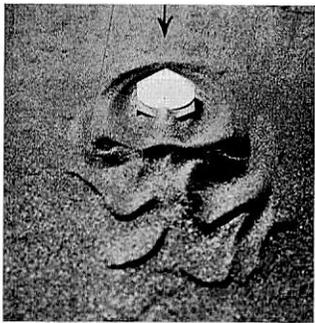


Abb. 5.

Abb. 6.

Abb. 3. Modellversuch mit Sohlenbefestigung unterhalb des Pfeilers.

Abb. 4. Modellversuch mit Sohlenbefestigung oberhalb des Pfeilers.

Abb. 5. Modellversuch mit halbelliptischem Pfeilerunterbau.

Abb. 6. Modellversuch mit geradlinig begrenztem Pfeilerunterbau.

Steinsatz unterhalb der Pfeiler (Abb. 3) für die Sohlenbefestigung weniger Nutzen bringt als eine solche Befestigung der Pfeilersohle oberhalb (Abb. 4), da hier die größte Kolkentiefe unmittelbar am Pfeiler auftritt. Es wurden daher weitere Versuche mit einem halbelliptisch massiven Pfeilerunterbau flußaufwärts (Abb. 5) gemacht, dem sich dann solche mit geradlinig begrenzten Pfeilerunterbauten (Abb. 6), die sich für die Bauausführung mit Spundwänden besser eignen, angeschlossen haben. Es ergab sich, daß diese beiden Arten von Pfeilersockeln in bezug auf Kolkbildung fast genau die gleiche, günstige Wirkung hatten, dahingehend, daß bei einer solchen Sohlenbefestigung die Entstehung des Kolkes unmittelbar am Pfeiler verhindert und daher die Gefahr der Unterspülung bei Hochwasser geringer wird. Für die Ausführung des Pfeilerunterbaues wurde daher eine im Prinzip der Abb. 7 entsprechende Form empfohlen.

Das Vollmodell (Abb. 8) zeigt den Abfluß eines Hochwassers von  $330 \text{ m}^3/\text{s}$ , wobei die an den Pfeilern auftretenden und die hinter den Pfeilern vorhandenen Fließwirbel (Pfeilerwalzen) zu erkennen sind. Mit diesem Modell konnten genaue Aufnahmen der Strömungsrichtungen sowie der sich bildenden Pfeiler- und Uferwalzen gemacht werden. Der Brückenstau wurde bei rein strömendem Abfluß und einer Wassergeschwindigkeit von  $1,43 \text{ m/s}$  zu  $0,16 \text{ m}$  ermittelt. Abb. 9 endlich gibt den Abfluß eines Kolkversuches am Vollmodell wieder für eine Wasserabflußmenge von  $113 \text{ m}^3/\text{s}$  bei 20 Minuten Überströmungsdauer.

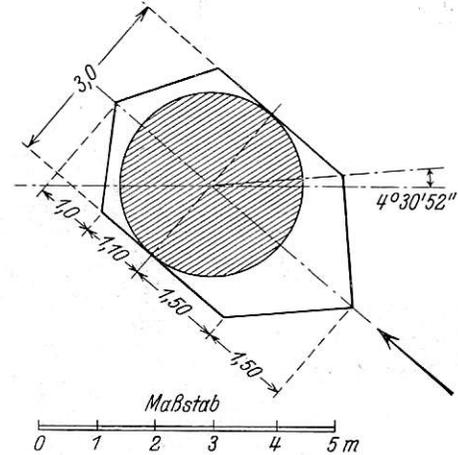


Abb. 7. Nach den Modellversuchen empfohlene Form des Pfeilerunterbaues.

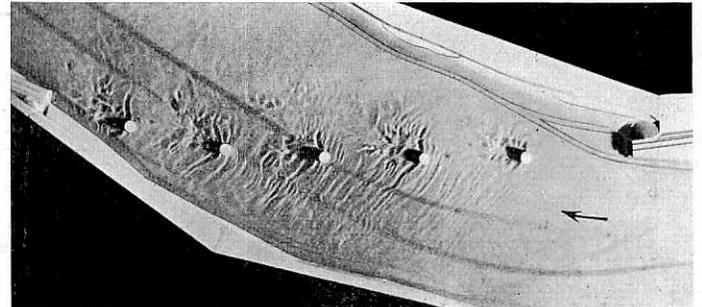


Abb. 8. Modellversuch für den Hochwasserabfluß von  $330 \text{ m}^3/\text{sec}$ .



Abb. 9. Modellversuch über die Kolkwirkung an der Brücke.

Es wird lehrreich sein, beim tatsächlichen Durchgang eines bedeutenderen Hochwassers durch die Brücke zu vergleichen, ob und wie die dafür angeordneten genauen, den Brückenstau, die Kolkbildungen usw. betreffenden Messungen und Beobachtungen mit den theoretischen Berechnungen und den Ergebnissen der vorgenannten Modellversuche übereinstimmen.

Beim Brückenbau selbst wurde das Flußbett des Wiesentflusses unter tunlichst schlanker Linienführung flußaufwärts so verlegt, daß es durch das vierte Brückenfeld hindurch führt, damit der Wasserzudrang bei Hochwasser von den flußabwärts gelegenen Brückenöffnungen mehr nach den flußaufwärts gelegenen abgelenkt wird. Oberhalb und unterhalb der Brückenwiderlager sind die normalen Böschungen der Hoch-

wassermulde durch schraubenförmige Flächen allmählich in die Neigung der Widerlagermauer übergeführt, um das Hochwasser möglichst ohne Wirbelbildungen von den Widerlagern vorbeizuleiten.

Die zylindrischen Pfeiler und die Widerlager der Brücke sind im Kern aus Stampfbeton hergestellt und im sichtbaren Teil mit raubbossiertem Mauerwerk aus Kalkbruchsteinen verkleidet. An Stelle von Auflagerquadern traten 0,5 m starke Betonabdeckplatten (Schotter in Nußgröße) mit Rundeisenlagen, die den Auflagerdruck gleichmäßig auf das darunterliegende Mauerwerk verteilen. Die Betonplatte der Pfeiler erhielt 2,90 m Durchmesser, der Pfeilerschaft einen solchen von 3,0 m. Die sichtbaren Flächen der Pfeiler und Wider-

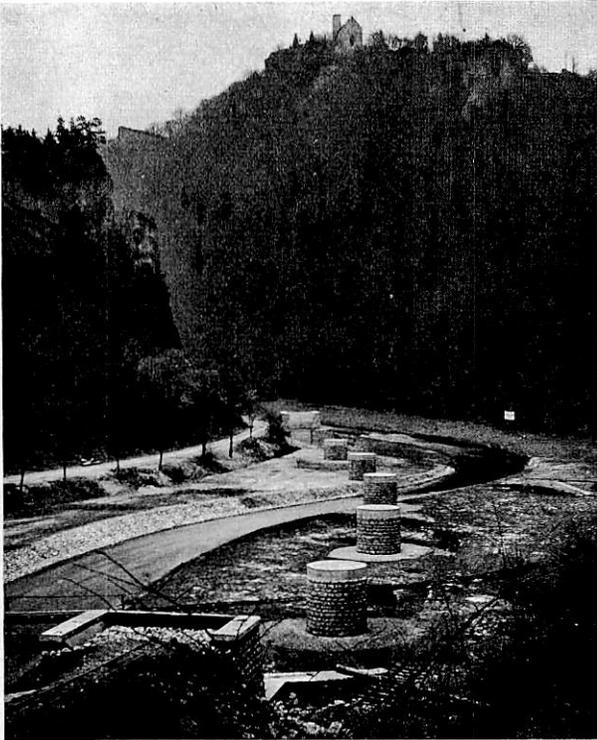


Abb. 10. Der fertige Brückenunterbau.

lager sind im lagerhaften Bruchsteinmauerwerk möglichst rau gehalten, damit sich die Brücke gut in die Natur einpaßt.

In Anlehnung an die für die Verminderung des Kolkes am Pfeiler günstigen Ergebnisse der Modellversuche mit geradlinig begrenztem Unterbau wurde bei der Bauausführung dem oberen Pfeilerfundament eine achteckige, gegen den Schaft um 0,5 m vorspringende geradlinige Form gegeben, während der darunterliegende Fundamentsockel quadratisch gestaltet ist. Schließlich wurde zur weiteren Verringerung der Angriffe des Wassers auf das Flußbett rings um alle Pfeiler eine starke Sohlenpflasterung in elliptischer Form angeordnet, wobei die kleine Achse der Ellipse mit der Querachse des Pfeilers zusammenfällt und rund 7 m lang, die große rund 10 m lang ist. Bei dieser Ausbildung haben sich nach den Rehbockschen Modellversuchen unter den gleichen Abfluß- und Überströmungsverhältnissen die ausgeschwemmten Massen des Kolkes auf die Hälfte und die Tiefe des Kolkes auf rund 65% gegenüber einem Pfeiler ohne Umpflasterung verringert. In die Betonplatten der Pfeiler und Widerlager wurden Flacheisenbügel einbetoniert, auf denen die Achsen der Bahn und der Brückenüberbauten fixiert werden können.

Die eigenartige, bei Brückenpfeilern sonst nicht gewohnte Rund(Tonnen)form der Pfeiler wurde, wie schon erwähnt, aus schönheitlichen und hydrotechnischen Gründen gewählt. Diese Pfeiler wirken im Landschaftsbild möglichst unauffällig

und bieten dem Beschauer von allen Seiten und von jedem Standpunkt aus eine gleichgroße, tunlichst eingeschränkte Ansichtsfläche dar, entgegen den sonst üblichen gleichlaufend zur Flußrichtung und schräg zur Brückenachse eingestellten Pfeilern, die im vorliegenden Falle bei dem spitzen Winkel ( $36^\circ$ ) zwischen Brücken- und Talachse übermäßig (bis zu 15 m) lang und massiv geworden wären und in ihrer Längsseite auffallend große Ansichtsflächen aufgewiesen hätten. Insbesondere hätten solche Langpfeiler sich hier kulissenartig aneinander gereiht und von der nahen Landstraße aus den Durchblick durch die Brücke stark beeinträchtigt. Die fertigen zylindrischen Pfeilerschäfte boten vor der Aufbringung des Eisenüberbaues ein beim Brückenbau sonst nicht gewohntes Bild (Abb. 10).

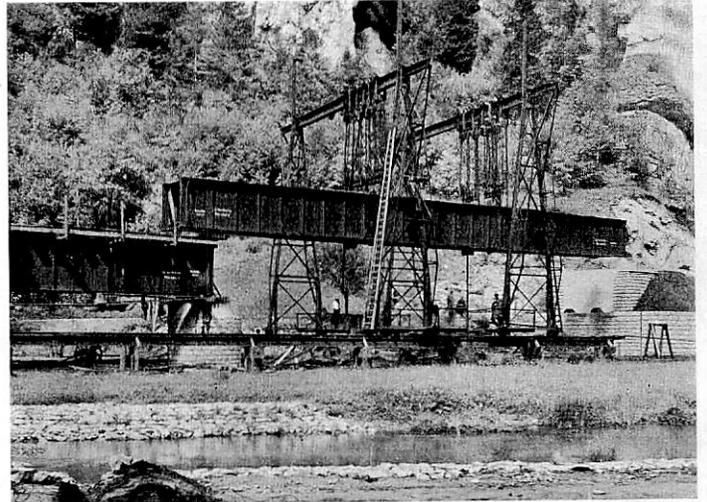


Abb. 11. Einfahren des 6. eisernen Öffnungsfeldes.

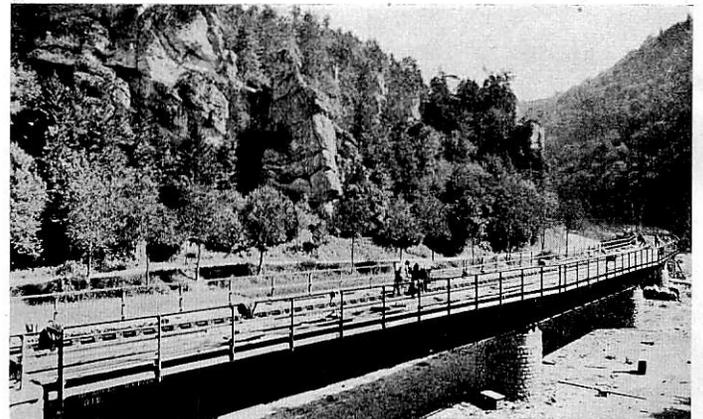


Abb. 12. Die fertige Brücke in der Landschaft.

#### c) Der eiserne Überbau.

Die Brücke hat sechs gleiche, oben wie unten waagrecht abschließende vollrandige Blechträgerüberbauten mit rechtwinkliger Anordnung, obenliegender Fahrbahn, oberem und unterem Verband, beiderseitige Fußwege und Holzquerschwellenoberbau. Die Stützweite jedes Öffnungsfeldes beträgt 25 m, die Gesamtlichtweite der Brücke 153,06 m. Der Hauptträgerabstand ist 1,90 m, die Konstruktionshöhe = 2,550 m. Als Baustoff für die Überbauten wurde Stahl 37 verwendet. Als Verkehrslast ist der Festigkeitsberechnung der Lastenzug E zugrunde gelegt. Das Gesamtgewicht der Eisenkonstruktion samt Geländer und Auflager beträgt rund 285 Tonnen, die Gesamtanstrichfläche rund 3000 qm.

Der Eisenüberbau hat einen unauffällig stumpfen, gelbgrünen Anstrich erhalten, der in seinem naturnahen Farbton nicht aus der Umgebung herausfällt. Die Lieferung

der ganzen Eisenkonstruktion war der Brückenbauanstalt Georg Noell u. Co. in Würzburg als der Preisträgerin des Brückenwettbewerbes vom Jahre 1920 übertragen. Ihr oblag auch die fertige Aufstellung (Abb. 11), die für jedes einzelne Öffnungsfeld (Versandgewicht 42,5 t) vom Bahnwagen aus mit Hilfe geeigneter Portalkrane in kürzester Zeit erfolgte.

#### d) Kosten.

Die Gesamtkosten der Brücke betragen rund 186000 *R.M.*, davon für den Unterbau = rund 63000 *R.M.*, für den eisernen Überbau = 123000 *R.M.* Eine Kostenmehrung ergab sich aus unvorhergesehenen Erschwernissen bei der Pfahlgründung von vier Pfeilern und einem Widerlager.

### 3. Zusammenfassung.

Die an sich und in ihren Einzelabmessungen und -anordnungen nicht bedeutende Bahnbrücke über die Wiesent stellt als Ganzes und als Bestandteil seiner Umgebung ein Ingenieurwerk dar, das in konstruktiver, schönheitlicher und wirtschaftlicher Hinsicht wohl befriedigt. Es zeigt, wie sich auch unter besonders schwierigen örtlichen Verhältnissen mit einfachen Mitteln geeignete Lösungen für ein technisches Werk finden lassen, so zwar, daß es tunlichst wenig als Fremdkörper in der Landschaft empfunden wird, vielmehr sich durch Schlichtheit und Ruhe der Linienführung harmonisch und ungezwungen in die natürliche Umgebung einfügt.

So bildet denn die fertige Wiesentbrücke „Gleich und Rund“ — gesehen an ihrer Einfachheit, Ebenmäßigkeit und Abrundung — nach ihrer Art eine technische Zierde des Talgrundes, so daß mit ihrem Dasein und der Art und Weise ihrer Gestaltung nun auch jene weiten Kreise des Heimatschutzes und der Naturpflege, die zuvor die lebhaftesten

Bedenken wegen der Beeinträchtigung des Landschaftsbildes hegen, einverstanden sein können. Dies um so mehr, als es auch gelungen ist, bei der anschließenden Linienführung der Bahn störende Einflüsse auf die 50 m oberhalb der Wiesentbrücke gelegene idyllische Stempfermühle und ihre reizvolle nächste Umgebung zu vermeiden, indem die dieser Mühle gegenüberliegenden pittoresken Felsschroffen und Wände im wesentlichen unverändert erhalten bleiben konnten, ebenso wie der zur Stempfermühle über den Bach führende malerische Holzsteg, die Stau- und Wiesenbewässerungsanlage sowie die dortigen eigenartigen Eiben-Baumgruppen (Abb. 12).

Man darf daher mit Recht behaupten, daß der beschriebene Brückenbau allen billigen Anforderungen entspricht und daß die ihm bahnseits geschenkte, auf den ersten Blick vielleicht etwas weitgehend erscheinende Aufmerksamkeit und Sorgfalt nicht vergebens war. Die Reichsbahnverwaltung kann sich mit dem schlichten, den heutigen Auffassungen über das Wesen der Schönheit bei Ingenieurbauten entgegenkommenden Bauwerk, das an einem der Widerlager die Inschrift trägt: „Wiesentbrücke, erbaut 1929/30, als von Hindenburg Reichspräsident war“ wohl sehen lassen (Abb. 12). Es hat sich in der Tat bestätigt, daß in dieser schönen Landschaft die Kunst allein durch Einfachheit wirken kann: die ruhig-sachliche Sprache, die die Natur redet, spricht auch aus dem ganzen Bahn- und Brückenbau; die gewählte ungekünstelte Brückenform im Verein mit der naturwirklichen äußeren Ausbildung der Pfeiler, Widerlager und Erdböschungen verleiht dem ganzen Bauwerk in seiner äußeren Erscheinung eine sympathische Note — ohne daß dabei die Erfordernisse der Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit außer Acht geblieben wären.

## Eisenbahnhochbau und Fernmeldeanlagen.

Von Reichsbahnoberrat Dr. Ing. van Biema, Essen.

### A. Allgemeines.

Vor etwa zwei Jahrzehnten war es bei Planung von Eisenbahnhochbauten im allgemeinen nicht üblich, auf die in einem Gebäude unterzubringenden Fernmeldeanlagen schon beim Entwurf Rücksicht zu nehmen. Die Fernmeldeanlagen haben aber im Eisenbahnbetrieb inzwischen eine solche Bedeutung gewonnen, daß ihre Unterbringung schon in den Gebäudeentwurf einbezogen werden muß, wenn eine den Forderungen neuzeitlicher Fernmeldetechnik entsprechende Anordnung der Anlagen und eine zweckmäßige Ausnutzung der Räume erreicht werden soll. Es ist deshalb Sache des entwerfenden Architekten, sich rechtzeitig über Umfang und Art der Fernmeldeeinrichtungen, die der fertige Bau enthalten soll, zu unterrichten und im Entwurf zweckmäßig gelegene Räume und Plätze für sie vorzusehen. Wird das unterlassen, dann ergibt sich später die unerfreuliche Notwendigkeit umfangreicher Umbauten, denn große Anlagen, wie SA-Ämter mit ihrem Zubehör, Ladeanlagen, Batterien usw. lassen sich nicht in beliebigen Räumen unterbringen. Nachträglich notwendig werdende installationstechnische Arbeiten, wie Rohr- und Kabelverlegungen stören die glatten Mauerflächen der Flure und Innenräume und haben immer Bauverzögerung, unnötigen Kostenaufwand oder sonstige Schwierigkeiten zur Folge. Besonders wichtig ist es deshalb, daß der Architekt sich schon bei den Planungsarbeiten über die besten Leitungswege und über die Art der Leitungsmontage Rechenschaft gibt. Bereits beim Hochziehen der Wände muß an die Steigeleitungen, Verteilungspunkte u. dergl. gedacht werden, um spätere Stemm-, Verputz- und Malerarbeiten zu vermeiden. Aus diesen Erwägungen heraus muß grundsätzlich gefordert werden, daß der Fernmeldetechniker rechtzeitig zur beratenden Mitarbeit bei den Hochbau-

entwürfen, in denen Fernmeldeanlagen unterzubringen sind, herangezogen wird. Der verantwortliche Architekt kann heute unmöglich mehr die baulichen Bedürfnisse der Fernmeldetechnik übersehen.

Neuerdings hat die Kommission für die Errichtungsvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker einen Entwurf aufgestellt, der die „Leitsätze für die Berücksichtigung elektrischer Anlagen bei der Ausführung von Bauten“ behandelt. Dieser Entwurf befaßt sich allgemein mit den Gesichtspunkten für die Elektrizitätsversorgung von Gebäuden, also in der Hauptsache mit Licht- und Kraftversorgung. Auf Fernmeldeanlagen ist nur insofern Rücksicht genommen, als im Entwurf gesagt ist, daß alle die Leitsätze sinngemäß auch auf Fernmeldeanlagen anzuwenden seien:

Nach dem Entwurf der Leitsätze ist mit folgenden Fernmeldeanlagen innerhalb von Gebäuden zu rechnen:

1. Anlagen zum Schutze von Leben und Sachwerten (Feuermelder, Einbruchsmelder, Gefahrmelder, Raumschutz, Wächterkontrollanlagen usw.).
  2. Fernsprechanlagen (Anlagen für den Hausverkehr und für den Postverkehr).
  3. Uhrenanlagen (Zeitsignalanlagen, Zeitstempel usw.).
  4. Rundfunkanlagen.
  5. Signalanlagen (Lichtsignal-, Tableau- und Ruf-, Anwesenheitsmelde-, sowie Türöffneranlagen).
  6. Fernwärmemeßanlagen.
- Nicht erwähnt sind:
7. Telegrafenanlagen.
  8. Rohrpostanlagen.

an die bei Bauten für Eisenbahnzwecke ebenfalls gedacht werden muß.

Von den allgemein für Elektrizitätsversorgung aufgestellten Grundsätzen des Entwurfs tragen einige den an Fernmeldeanlagen zu stellenden Forderungen durchaus Rechnung. Sie seien im folgenden auszugsweise wiedergegeben:

..... Bei Neubauten soll für die Unterbringung der elektrischen Leitungen und Einrichtungen bereits im Entwurf alles Notwendige vorgesehen werden.

Bereits bei der Planung eines Baues sollen elektrotechnische Fachleute ..... auch für Fernmeldeanlagen hinzugezogen werden.

Bereits vor Ausführung des Rohbaues sollen an Hand der Baupläne die Leitungswege und das System der Verlegung von den Fachleuten für .... Fernmeldeanlagen genau bestimmt werden. Durch die Wahl der günstigsten Verteilungspunkte, der zweckmäßigsten Verlegungsarten und der kürzesten Leitungswege können die Anlagekosten möglichst gering gehalten werden. Außerdem kann der Architekt dann alle erforderlichen baulichen Anordnungen so treffen, daß sich Kosten und Zeitaufwand für nachträgliche Stemmarbeiten vermeiden lassen.

Für Fernmeldeanlagen sollen die Leitungswege, Verteilerstellen und Unterbringungsräume für Zentraleinrichtungen sowie zugehörige Akkumulatoren- und Laderäume vorbereitet werden. Diese Räume sollen trocken sein.

Die Leitungsverteilungspunkte sollen unmittelbar senkrecht übereinander liegen.

Die Verlegung der Haupt- und Steigeleitungen soll grundsätzlich verdeckt erfolgen. Hierfür sowie für die Abzweiggästen und Durchführungsöffnungen durch die Wände, insbesondere in Kellern, sollen daher geeignete Aussparungen vorgesehen werden, wobei gleichzeitig die Möglichkeit späterer Erweiterungen geschaffen werden soll.

Bei der Herstellung der Wände und Decken, besonders bei Eisenbetonbauten, soll auf die Leitungswege Rücksicht genommen werden. Bei der Verwendung von Bleikabeln für die Hauptleitungen sollen abgedeckte Kabelkanäle vorgesehen werden.

Die senkrechten Schlitzlöcher können leicht durch Aussparen bei dem Hochführen der Wände vorgesehen werden. Hierdurch entstehen kaum Mehrkosten bei der Ausführung, dagegen werden nachträgliche Kosten für Stemmarbeiten erspart.

Starkstrom- und Fernmeldeleitungen sollen möglichst nicht in gemeinsamen Schlitzlöchern untergebracht werden.

In Wohnräumen sollen die Verteilerleitungen unter Putz verlegt werden. Die erforderlichen Rohre sollen unmittelbar nach Fertigstellung des Rohbaues in die Wände und Decken eingelegt werden.

Bei auf Massivdecken verlegten Rohren soll je nach der verwendeten Estrichart ein Schutz gegen chemische Einflüsse durch eine ausreichende Betonschicht geschaffen werden.

Mit dem Einziehen der Drähte soll so lange gewartet werden, bis das Mauerwerk ausgetrocknet ist. Keinesfalls sollen die Drähte sofort nach Auftragen des Putzes eingezogen werden .....

## B. Stellwerksgebäude.

Bei dem Entwurf von Stellwerksgebäuden ist die Frage der Unterbringung der Fernmeldeleitungen, Kabelendverschlüsse, Sammleranlagen usw. ganz besonders eine Frage der Zweckmäßigkeit. Wie bei allen Ingenieurbauten ist die zweckmäßigste Lösung auch hier zugleich die schönste, denn sie ermöglicht, wie wir später sehen werden, breite Fensterfronten und freie Wandflächen und macht damit das Stellwerk, wenn auch noch ein heller Wandanstrich vorgesehen wird, luftig und zu einem angenehmen Arbeitsraum. Die freie Aussicht ist für den Betrieb äußerst wichtig.

Die Einrichtung eines Stellwerks in block- und fernmelde-technischer Hinsicht erfordert die Einführung von Freileitungen oder Kabeln, deren Zahl von dem Zweck und der Bedeutung des Stellwerks abhängig ist. Wo Freileitungen einzuführen waren, endeten sie bisher an Abspann- oder Endisolatoren und wurden mittels isolierten Drahtes durch Einführungsstützen, Einführungskästen oder Einführungsleisten durch die Außenmauer in das Innere des Stellwerks und sodann in hölzernen Schutzkanälen unmittelbar zu den Verwendungsstellen geführt. Diese Art der Einführung ist aber vom sicherungstechnischen Standpunkt aus nicht einwandfrei. Außerdem stören die Leitungseinführungen u. U. den Überblick auf die Strecke. Es ist auf alle Fälle zweckmäßiger, die Freileitungen vorher in Überführungsendverschlüssen abzufangen und gekabelt einzuführen. Es soll damit nicht gesagt sein, daß die erstgenannte Einführungsart, wo sie noch besteht, beseitigt werden muß; für Neubauten ist sie aber in Anbetracht der Fortschritte der Montage- und Isolier-technik überholt und deshalb zu verwerfen.

Wo aber die Block- und Fernmeldeleitungen schon in Kabel herangeführt sind, muß im Innern des Stellwerks eine Stelle geschaffen werden, an der die Kabel zusammenlaufen und aufgeteilt werden.

Es fragt sich nun, wo diese Zusammenführungsstelle zweckmäßig unterzubringen ist. Bisher faßte man die Kabelendverschlüsse fast durchweg im eigentlichen Stellwerksraum in einem hölzernen Kabelschrank zusammen. Abgesehen davon, daß solche Schränke nicht schön aussehen, erschwert der gedrängte Aufbau innerhalb des Schrankes die Montagearbeiten. Auch nehmen sie oben im eigentlichen Stellwerksraum, der auf alle Fälle möglichst frei und übersichtlich zu halten ist, zuviel Platz weg. Die Reichsbahndirektion Essen hat deshalb bei ihren neuen Stellwerken einen besonderen Raum vorgesehen, in dem die Kabelaufteilung nach modernen schaltungstechnischen Gesichtspunkten vorgenommen wird.

Bei hohen Stellwerken, die für größere Anlagen die Regel sind, läßt sich fast immer ein heizbarer und verschließbarer Kabelverteilerraum in dem Geschoß unterhalb des eigentlichen Stellwerksraumes vorsehen. Dort werden die ankommenden armierten Erdkabel durch Endverschlüsse abgeschlossen, die in einem freistehenden Gestellrahmen oder in einem Wandgestell montiert sind. Selbstverständlich fällt der bisher zum Schutz der Kabelgarnitur übliche Kabelschrank dann fort. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, die Leitungen unbehindert zu schalten und zu prüfen. Nur die Blockleitungen und die sonstigen Leitungen für Sicherungszwecke bleiben nach einer vor einigen Jahren erlassenen Vorschrift noch unter besonderem Verschuß.

Dieser besondere Verschuß ist durch betriebliche Rücksichten bedingt. Jedes Arbeiten an Sicherungsleitungen — sei es auf der Strecke oder am Endverschuß — kann unbeabsichtigte Fehlleitungen des Stromes zur Folge haben. Deshalb mußte bisher bei jedem Öffnen des Kabelschrankes als Zusatz zur Blocksicherung das telegraphische Rückmeldeverfahren eingeführt werden. Bei einem besonderen Verschuß der Sicherungsleitungen kann aber wenigstens an Fernsprech- und Telegraphenleitungen ungehindert gearbeitet werden, ohne daß deshalb diese für den Betrieb beschwerliche Zusatzsicherung nötig ist.

Weiter entsteht die Frage, wie man vom Kabelverteiler-raum aus die Leitung am besten zu den Verwendungsstellen führt. Es ist dringend zu empfehlen, die bisher fast allgemein üblichen Holzkanäle mit Einzelleitungen nicht mehr zu verwenden. Vom Gesichtspunkt der Schönheit und Sauberkeit aus sind solche Kanäle unerwünscht. Sie sind innen und außen Staubfänger und unterbrechen die glatten Wandflächen. Ein solcher Kanal hat, von der Unübersichtlichkeit der Leitungs-

führung abgesehen, den Nachteil, daß sich in ihm möglicherweise durch Wechselwirkung von Wärme und Kälte Feuchtigkeit niederschlagen kann, die für die Isolation der Leitungen nachteilig ist. Auch sind diese Kanäle Brutstätten für Ungeziefer verschiedener Art und u. U. sogar Schlupfwinkel für Mäuse.

Neuerdings hat die Reichsbahndirektion Essen die Leitungen vom Kabelverteilungspunkt aus nicht mehr in Holzkanälen weitergeführt, sondern sie in Stahlpanzer- oder Peschelrohr unter Putz zu den einzelnen Verwendungsstellen (Klappenschrank, Streckenfernsprecher oder Morsetische) geführt. In diese Rohre können entweder Einzelleitungen oder Bleikabel eingezogen werden. Später hinzukommende Einzel-

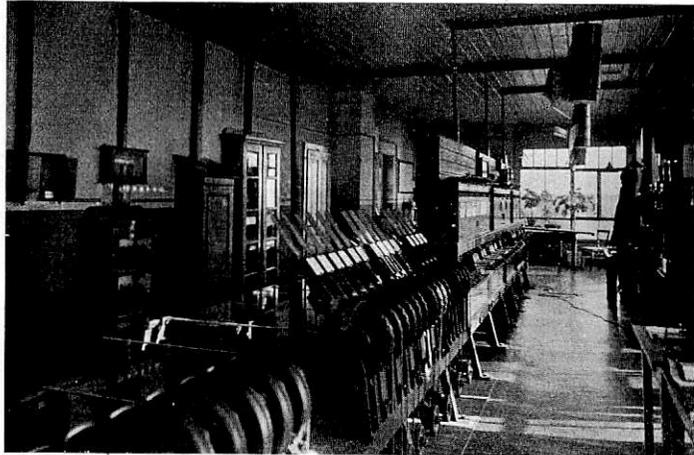


Abb. 1. Älteres Stellwerk, durch Schränke und Holzkanäle beengt.



Abb. 2. Neues Stellwerk, frei von Holzkanälen und Schränken.

leitungen können auch in die Stahlpanzerrohre nachträglich leicht eingezogen werden. Als Reserve empfiehlt es sich, ein besonderes Stahlpanzerrohr vorzusehen. Bleikabel müssen natürlich ebenfalls genügende Reserveadern enthalten. Der Preis für die kurzen Kabelstücke, die hier in Frage kommen, ist so gering, daß eine angemessene Reserve keine Rolle spielt.

In den Abb. 1 und 2 ist die Innenansicht eines Stellwerks mit Kabelschrank und Holzkanälen und ein neues Stellwerk mit der oben beschriebenen Leitungsmontage gegenübergestellt. Abb. 3 zeigt den Grundriß eines Stellwerksgebäudes, in dessen unterem Geschoß ein besonderer Kabelverteilteraum vorgesehen ist.

### C. Eisenbahnhochbauten.

Für größere Eisenbahnverwaltungsgebäude und größere Bahnhöfe wird heutzutage wohl immer eine Selbstanschluß-

fernsprechanlage vorgesehen werden. Hierfür benötigt man in der Hauptsache folgende Räume: Räume für das Wählergestell und die Signalmaschine, davon durch eine Wand getrennt den Verbindungsplatz für den ankommenden Post- und Fernverkehr. In der Trennungswand muß eine Öffnung für den Bedienungsschrank ausgespart werden, so daß die Rückwand des Schrankes im Wählerraum, die Vorderseite im Bedienungsraum liegt; ferner für die Stromversorgungsanlage einen Akkumulatoren- und einen Lademaschinenraum. Der Akkumulatorenraum muß lüftbar sein und säurefesten Fußboden haben (Fliesen). Die Wände müssen säurefesten Anstrich erhalten. Weiter empfiehlt es sich, einen besonderen Raum für den Mechaniker vorzusehen.

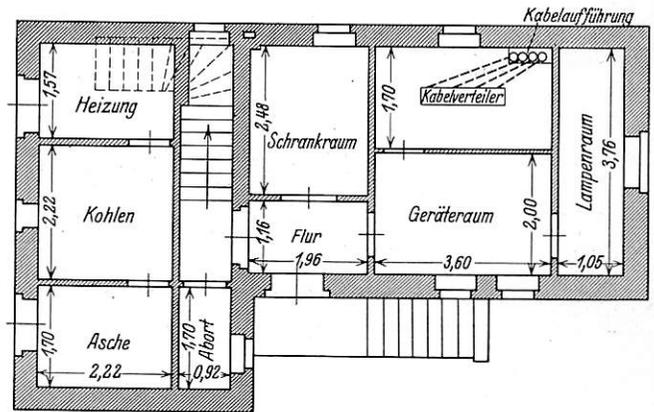


Abb. 3. Erdgeschoß eines Stellwerks mit besonderem Kabelverteilteraum.

Sind Telegraphenanlagen vorhanden, so sind sie mit Rücksicht auf eine günstige Kabelverteilung ebenfalls in der Nähe der Fernsprechanlagen unterzubringen.

Außer den Eisenbahnfernsprechleitungen sind fast immer noch eine mehr oder weniger große Zahl von Postfernsprechleitungen einzuführen, nämlich für Eisenbahnanschlüsse an das Postnetz, für Bahnhofswirte, zu verpachtende Läden oder Verkaufsstände, Münzfernsprecher, Feuerwehr- und Polizeianruf oder dergl. Während die Eisenbahnleitungen meistens von der Bahnseite heranzuführen sind, bevorzugt die Post Einführung von der Stadtseite her. Schon aus diesem Grunde sind im allgemeinen getrennte Einführungen vorzusehen. Außerdem legt die Post ihre Leitungen nicht gern an den Hauptverteiler der Bahnleitungen, um bei Leitungsmessungen und Störungsbeseitigung von der Bahn unabhängig zu sein. Die Einführungsschlitze für Post- und Bahnkabel liegen demnach meist getrennt im Kellermauerwerk an verschiedenen Seiten des Gebäudes.

Soweit die Kabel im Keller, am besten im Kellerflur, verlaufen, brauchen keine schönheitlichen Rücksichten genommen zu werden. Es genügt vielmehr hier, die Kabel an einfachen Tragekonstruktionen (Kabelrosten) an der Kellerdecke aufzuhängen.

Der Erdkabelaufteilerraum im Keller muß trocken und gut zu lüften sein und so groß, daß die Schaltungsarbeiten ohne Beengung ausgeführt werden können.

Sofern eine SA-Anlage für das Gebäude vorgesehen ist, führen vom Keller aus Hauskabel unmittelbar zum Hauptverteiler der SA-Anlage. Vom Hauptverteiler geht es zu den einzelnen Stockwerkverteilern. Bei großen Gebäuden mit mehreren Flügeln empfiehlt es sich, bei der Anordnung der Stockwerkverteiler auf günstige Führung der Rohrleitungen zu den Zimmern Rücksicht zu nehmen.

Es fragt sich nun, wie man zweckmäßig diese Leitungen — sei es, daß es sich um die Verbindungen zwischen Haupt- und Stockwerkverteiler oder zwischen mehreren Stockwerk-

verteilern in demselben Stockwerk handelt — herstellt. Entweder legt man die Leitung, wie schon in Abschnitt B geschildert, in Rohren unter Putz oder man verwendet Profil-

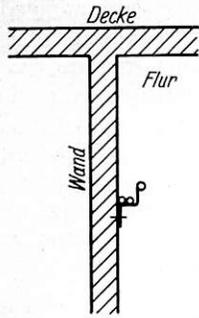


Abb. 4. Profileisen.

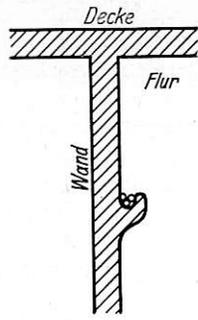
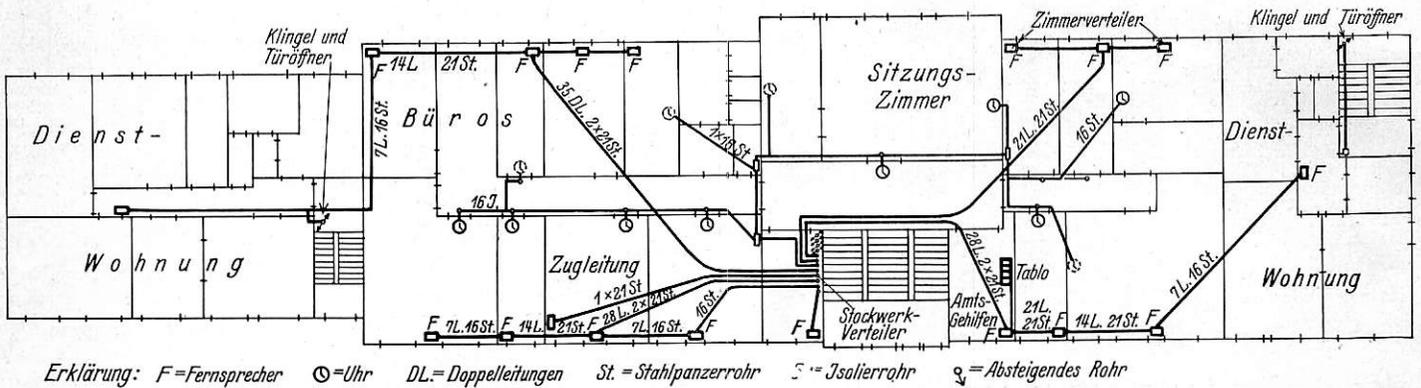


Abb. 5. Betonierte Profilrinne.

leitungen unberührt, was auch deshalb von Vorteil ist, weil für die Lichtleitungen mit ihren Türschaltern die Einführung von der Flurseite her unvermeidlich ist. Die Rohre haben einen Durchmesser von nur rund 3 bis 4 cm und sind vom Estrich zu überdecken. Die Fernsprechleitungen werden erst eingezogen kurz bevor das Gebäude bezogen wird. Zur Erleichterung der Montage werden in den Rohren Zugdrähte mitverlegt.

Die Abb. 6 zeigt den Grundriß eines Geschosses in dem neuen Gebäude für die Reichsbahnämter in Duisburg. Man sieht die strahlenförmige Anordnung der Rohrleitungen zu den Verwendungsstellen.

Für die Verlegung der aufgehenden Verbindungskabel sind Schlitzte im aufgehenden Mauerwerk vorgesehen, am besten im Treppenhaus oder sonst in günstig gelegenen Räumen. Man kann aber auch an Stelle gemauerter und durch Platten abgedeckter Kanäle Rohre von ausreichendem Durchmesser



Erklärung: F = Fernsprecher ⊙ = Uhr DL = Doppelleitungen St = Stahlpanzerrohr S = Isolierrohr q = Absteigendes Rohr

Abb. 6. Strahlenförmige Anordnung der Verteilerrohre im neuen Verwaltungsgebäude für die Reichsbahnämter in Duisburg.

rinnen an den Wänden, die leicht so in die Architektur eingepaßt werden können, daß sie kaum auffallen. Hierfür kommen entweder Profileisen (s. Abb. 4) oder betonierte Profilrinnen (s. Abb. 5) in Frage.

im aufsteigenden Mauerwerk einbauen, die nachher die Verbindungskabel aufnehmen.

Als Stockwerkverteiler können eiserne oder hölzerne Verteilerkästen verwendet werden. Bei den hölzernen Ver-



Abb. 7. Stockwerksverteiler.

Von den Stockwerkverteilern führen Verbindungswege zu den Zimmerverteilern, an die drei bis fünf Einzelleitungen zu den Zimmern ebenfalls wieder in Rohre verlegt, angeschlossen werden. Es ist daher rechtzeitig zu überlegen, wo voraussichtlich die Arbeitsplätze in den Zimmern aufgestellt werden. Meist werden die Schreibtische an den Fenstern stehen, so daß bei Anordnung der Anschlußkästen für die Fernsprecher an der Fensterwand zwischen den Pfeilern die Schnurzuleitungen am kürzesten werden. Vom Stockwerkverteiler zu den Zimmerverteilern oder unmittelbar zu den Anschlußkästen werden zweckmäßig Leitungen in Rohre

strahlenförmig im Estrich verlegt. Bei rechtzeitiger Ausführung braucht auf die Zwischenwände hierbei überhaupt keine Rücksicht genommen zu werden.

Die Flurwände der Zimmer bleiben dann von Fernsprech-

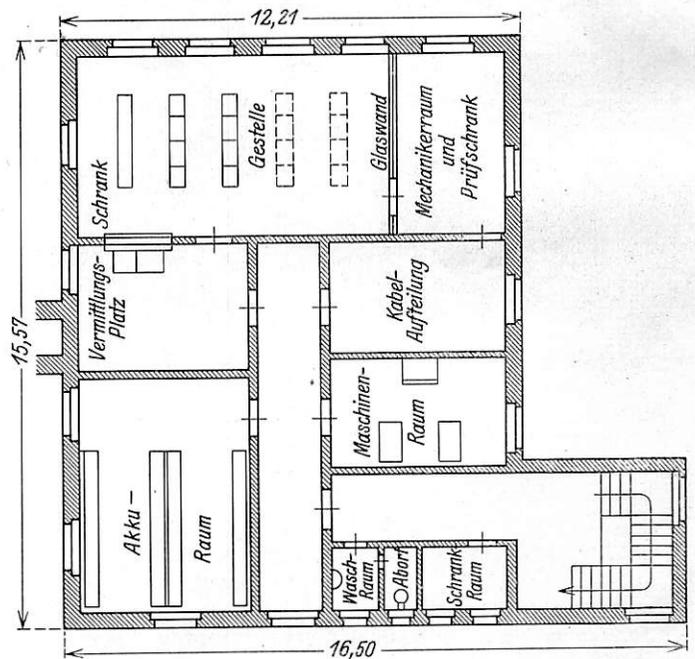


Abb. 8. Grundriß der Räume für Fernmeldeanlagen im neuen Bahnhofsgebäude in Duisburg.

teilerkästen wird zweckmäßig Grundplatte und Tür aus Sperrholz hergestellt. Auf der Grundplatte sitzen die Verteiler-Lötösenleisten. Der Kabel- und Schaltplan darf im Deckel des

Verteilern nie fehlen. Diese Verteiler sind bündig in die Wand einzulassen. Auf der Wand aufgesetzte Verteilerkästen sind nicht zu empfehlen.

Die Schaltarbeit an den Haupt- und Stockwerkverteiltern soll möglichst bequem gemacht werden. Man bringt sie deshalb neuerdings nicht mehr unter der Decke an, sondern in Mannshöhe. Das Beispiel einer zweckmäßigen Anordnung und Ausführung eines Verteilerkastens zeigt Abb. 7.

Bei allen neuzeitlichen Hochbauten für Eisenbahnbetriebszwecke ist eine elektrische Uhrenanlage heutzutage eine Selbstverständlichkeit. Bei kleineren Anlagen genügt eine elektrische Mutteruhr, bei größeren Anlagen wird man eine Zentraleinrichtung mit mehreren Leistungsschleifen und zwei Mutteruhren aufstellen, davon eine als Reserve. Als Aufstellungsraum wird der Raum für die SA-Gestelle oder der Telegraphenraum gewählt, wenn sie nicht zusammen mit Arbeitszeitkontrollapparaten (z. B. bei Ausbesserungswerken) beim Pförtner aufgestellt wird.

Fernsprech- und Telegraphenleitungen müssen selbst-

verständlich zur Vermeidung induktiver Beeinflussung der Fernsprechleitungen in getrennten Kabeln verlegt werden.

Für Rohrpostanlagen innerhalb der Gebäude ist rechtzeitig ein genau ausgearbeiteter Rohrverlegungsplan durch eine Spezialfirma ausarbeiten zu lassen. Auch sind möglichst schalldichte Räume für die Rohrpostkompressoranlage vorzusehen.

Bei allen Räumen muß auf eine angemessene Erweiterungsfähigkeit Bedacht genommen werden.

Die Abb. 8 zeigt die Grundrißanordnung für die Fernmeldeanlagen des neuen Empfangsgebäudes in Duisburg, bei deren Entwurf den oben beschriebenen Grundsätzen in jeder Weise Rechnung getragen ist. An den Raum für die Wählergestelle schließt sich einerseits der Raum für die Bedienungsplätze, andererseits der Mechanikerraum an. Jener ist durch den in die Wand eingebauten Vermittlungsschrank vom Wählerraum getrennt, der letztgenannte durch eine Glaswand, damit der Mechaniker bei seinen Arbeiten am Prüfschrank und bei seinen sonstigen Arbeiten die bunten Signallampen beobachten kann, die jede plötzlich auftretende Unregelmäßigkeit in der Selbstanschlußanlage sofort anzeigen.

## Persönliches.

### Geheimer Oberbaurat Ernst Schmitt †.

Am 16. November verstarb in München, wo er abwechselnd mit Capri seit 1924 im Ruhestand lebte, der Geheime Oberbaurat Ernst Schmitt im fast vollendeten 71. Lebensjahre. Mit ihm ist eine der bedeutendsten und interessantesten Charakterköpfe dahingegangen, die das oldenburgische Eisenbahnwesen aufzuweisen hat.

Schmitt wurde am 30. November 1860 in dem zu Oldenburg gehörigen Städtchen Idar im Nahetal geboren, er studierte das Bauingenieurwesen auf den Technischen Hochschulen zu München und Aachen und legte die erste Staatsprüfung am 11. September 1882 ab. Er trat als technischer Hilfsarbeiter am 1. Mai 1887 in den Dienst der Großherzoglich Oldenburgischen Staatsbahnen, wo er es dann nach Ablegung der zweiten Staatsprüfung am 2. Juli 1888 in verhältnismäßig rascher Folge über die üblichen Beförderungen bis zum Geheimen Oberbaurat brachte.

Die Erwartungen, mit denen man seiner Wirksamkeit als maßgebender bautechnischer Leiter entgegen sah, hat er glänzend gerechtfertigt. Er hat die Bahnanlagen, die zur Zeit seines Eintritts in die Eisenbahndirektion recht veraltet waren und den Anforderungen des Eisenbahnbetriebes zum Teil kaum noch genügten, auf eine Höhe gebracht, die auch den jetzigen Anforderungen gerecht wird. Noch heute, acht Jahre seit seiner Versetzung in den Ruhestand, zeigen die oldenburgischen Bahnanlagen im wesentlichen das Bild, das Schmitt ihnen aufgeprägt hat. Wenn er sich auch mit allen bautechnischen Aufgaben befaßte, die anfielen, und sie einwandfrei löste, so lagen seinem besonderen Interesse doch am meisten der Eisenbahn-Oberbau und der Eisenbahn-Hochbau, auf welchen Gebieten er geradezu Mustergültiges geschaffen hat. Der Eisenbahnoberbau verdankt ihm zahlreiche Erfindungen und Verbesserungen. Von ihm ist bereits vor mehr als 20 Jahren die getrennte Befestigung der Unterlagplatten mit den Schienen und Holzschwellen eingeführt worden, die für die Güte und Haltbarkeit des Oberbaues von größter Bedeutung ist und bei der Deutschen Reichsbahn erst in neuester Zeit allgemein durchgeführt wird. Schmitt ist der Erfinder des bekannten Oldenburger Oberbaues O, der dem späteren Reichsbahnoberbau O als Muster gedient hat. Unter ihm ist das vom Reichsbahnamtmanne Helmke, Oldenburg, erfundene vorzügliche Füllformenverfahren beim Verlegen des Oberbaues mit eisernen Schwellen eingeführt worden, das dann auch bei der Reichsbahn vorgeschrieben wurde.

Schmitt gehörte mehreren Fachausschüssen, insbesondere für Oberbaufragen an, in denen er erfolgreiche Arbeit geleistet hat. Er war Mitglied des Preisausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen und er vertrat die Eisenbahndirektion Oldenburg im Technischen Ausschuß des V. D. E. V. Gerade dieser Tätigkeit widmete er sich mit besonderem Eifer und mit vielem Erfolg. Auf seine Anregung ist die Einführung einer einheitlichen Berechnung der Tragfähigkeit des Oberbaues zurückzuführen, die zur Zeit aber noch nicht abgeschlossen ist. Besonders zu erwähnen ist noch Schmitts Meisterschaft in der Handhabung der Feder. Die vielen in den Akten von ihm vorhandenen schriftlichen Arbeiten sind, abgesehen von der Vortrefflichkeit des Inhalts, geradezu als sprachliche Kunstwerke zu bezeichnen. Er selbst legte auch auf diese Seite seiner Tätigkeit den allergrößten Wert.

Erholung von seinen anstrengenden dienstlichen Arbeiten suchte Schmitt am liebsten in der Kunst, auf welchem Gebiet, z. B. in der Glasmalerei, er selbst auch Vorzügliches hervorbrachte. Nur knapp acht Jahre war es ihm vergönnt, im wohlverdienten Ruhestand, in der von ihm stets besonders bevorzugten Stadt München und in den Wintermonaten im Zauber der Insel Capri seinen Liebhabereien zu leben, zu denen auch eine weitere intensive Beschäftigung mit den ihm während seiner Dienstzeit liebgewordenen technischen Problemen gehörte. Bis in die letzte Zeit hat Schmitt an der Erfindung einer neuen, eigenartigen Oberbaukonstruktion gearbeitet, die namentlich in der Unterhaltung des Oberbaues erhebliche Kostenersparnisse verspricht. Er hat zu seiner Freude noch erlebt, daß eine Probestrecke dieses Oberbaues verlegt worden ist. Wer ihm dienstlich und außerdienstlich persönlich nahegetreten ist, der wird von seinem Grabe Abschied nehmen mit dem Wunsche, daß es unseren Eisenbahnen niemals an Männern fehlen möge, die ihm gleichen. Schlodtmann.

### Generaldirektor Dr. Ing. e. h. Otto Steinhoff †.

Am 4. November verschied unerwartet der Generaldirektor der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn-Gesellschaft Dr. Ing. e. h. Otto Steinhoff.

Geboren am 13. Mai 1873 in Soest in Westfalen, studierte Steinhoff nach vollendetem Schulbesuch an der Technischen Hochschule in Hannover das Maschinenbaufach. Nach Ernennung zum Regierungsbaumeister trat er bei den Ruhr-Lippe-Kleinbahnen in Soest ein, wo er später zum Direktor und Vorstandsmitglied aufrückte. Während des Krieges war

er im Feldeisenbahndienst als Leiter eines Militärbetriebsamtes in Polen tätig. Im Jahre 1916 wurde er vom Aufsichtsrat der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahngesellschaft zum Vorstandsmitglied gewählt.

In seiner Stellung bei den Ruhr-Lippe Kleinbahnen, wie als Direktor der Halberstadter-Blankenburger Bahn hat Steinhoff in unermüdlicher verantwortungsbewußter Weise das Gedeihen seiner Unternehmen gefördert, mit scharfem Blick Lücken und Mängel erkannt und in entschlossener Weise an ihrer Behebung gearbeitet. Dabei zeigte er sich nicht nur als hochbefähigter Verwaltungsbeamter, sondern auch als weitschauender wagemutiger Ingenieur, und seine wirtschaftlichen Erfolge sind auch Taten auf dem Felde des Ingenieurs und darum von allgemeiner Bedeutung. Hier muß in erster Linie seines Verdienstes gedacht werden, die Grenze zwischen Reibungs- und Zahnstangenbetrieb zugunsten des ersteren wesentlich verschoben zu haben. Er erkannte, daß der kostspielige Zahnstangenbetrieb auf der Halberstadt-Blankenburger Bahn nicht mehr zu halten war und durch Neues ersetzt werden mußte. Er unternahm das Wagnis, auf einer Steigung von 60‰ reinen Reibungsbetrieb einzuführen und ließ nach seinen Angaben eine 1 E 1-Lokomotive bei Borsig in Berlin bauen. Das Wagnis gelang, die Loko-

omotive „Mammut“ entsprach durchaus den Erwartungen. Auch auf dem Gebiet des Triebwagenverkehrs, der gerade für den schwächeren Verkehr von Kleinbahnen besondere Bedeutung hat, entwickelte Steinhoff schöpferische Gedanken und weitschauende Pläne.

Für seine bahnbrechenden Arbeiten auf dem Gebiete des Lokomotivbetriebsdienstes auf Steilstrecken verlieh ihm die Technische Hochschule Hannover den Dr. Ing. e. h. — Im Jahre 1925 ehrte ihn die Akademie des Bauwesens durch Ernennung zu ihrem Mitgliede.

Aber nicht nur in seiner Berufsstellung, nicht nur als wissenschaftlich arbeitender Ingenieur wirkte Steinhoff, auch in der Gemeinschaftsarbeit, in Berufsorganisationen und Verbänden, in die ihn das Vertrauen seiner Fachgenossen und Berufskollegen entsandte, entfaltete er rege Tätigkeit, und hier sei nicht zuletzt auch der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen genannt, dem ja auch die deutschen Privatbahnen angehören und an dessen Vereinsversammlungen Steinhoff teilnahm.

So ist mit ihm ein rastloser Arbeiter, ein nie ermüdender Ingenieur, ein unerschrockener Kämpfer — ein ganzer Mann dahingegangen, dessen Wirken und Schaffen dauernd weiterleben wird.

## Berichte.

### Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

#### Dreigurtbrücken.

Der zunächst ungewöhnliche Gedanke einer Brücke mit drei Gurten und dreieckigem Querschnitt, über den wir in Heft 4 des Jahrgangs 1929 berichtet haben, ist nunmehr überraschend schnell in die Tat umgesetzt worden. Die gewölbte Eisenbahnbrücke der Strecke Köln—Aachen, die durch Veränderungen in der Flußsohle in ihrem Bestand gefährdet war, wurde durch eine Dreigurtbrücke mit 78 m Stützweite ersetzt.

Die Brücke hat untenliegende Fahrbahn und besteht aus zwei sechsfeldrigen Hauptträgern mit Schrägstreben und ohne Ständer. Die Streben sind oben gegeneinandergeführt, so daß sechs Pyramiden aus je vier Stäben entstehen, über denen der Obergurt liegt. Die statische Berechnung, die sich auf der diesbezüglichen Dissertation des Urhebers des Gedankens aufbaut, bot keine besonderen Schwierigkeiten. Hier sei im Zusammenhang auch auf einen Aufsatz im Heft 17 des „Stahlbau“, Jahrg. 1930 hingewiesen, in dem die räumlichen Zusatzkräfte der Drei- und Viergurtbrücken einer näheren Würdigung unterzogen sind.

Die bauliche Ausbildung gestaltete sich gleichfalls einfach und führte im Verein mit den praktischen Erfordernissen hinsichtlich Nietung und Rostschutz zu einer schönheitlich besonders befriedigenden Formgebung.

Nach den Erfahrungen kann festgestellt werden, daß die neue Bauart keine Teile verlangt, die die Werkstattarbeit verteuern, so daß die Baustoffersparnis, die etwa 5% ausmachte, voll in Rechnung gestellt werden darf. Auch die etwas breiteren Widerlager verursachen keine Kostenmehrung. Mit der ersten Ausführung ist nachgewiesen, daß auch bei Dreigurtbrücken mit untenliegender Fahrbahn schon bei mittleren Stützweiten nicht nur die erstrebten Vorteile hinsichtlich der Steifigkeit erzielt werden, sondern auch eine finanzielle Ersparnis eintritt. Sp.

Bautechnik 1931, Heft 6 u. 8.

#### Maschineller Gleisumbau nach dem Verfahren Loiseau.

In Rev. gén. des ch. d. f. 1931, Nr. 3 wird ein Verfahren Loiseau des maschinellen Gleisumbaues, angewendet bei der französischen Nordbahn, beschrieben. Es entlehnt seinen Grundgedanken sichtlich dem bei uns bekannten Neddermeyerschen Verfahren (Organ vom 15. Oktober 1928 und 1. März 1929), verspricht aber weitere wesentliche Vereinfachungen und Verbilligungen.

Für die Beförderung der zusammengebauten Gleisrahmen von der Nachbarstation zur Baustelle bzw. umgekehrt werden

keine besonderen Wagen mit Drehschemeln wie bei Neddermeyer verwendet, sondern jeder einzelne Gleisrahmen wird auf zwei Gleisrollenpaare (Abb. 1) gesetzt, die das Fortbewegen des Rahmen auf regelspurigem Gleis erlauben. Bei größeren Rahmenlängen, z. B. zusammengeschweißten Schienen, können auch mehr Rollenpaare angewendet werden. Praktisch ist die Rahmenlänge bei diesem Beförderungsvorgang nicht beschränkt.

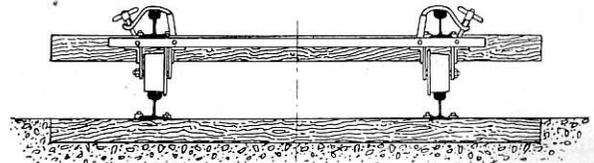


Abb. 1.

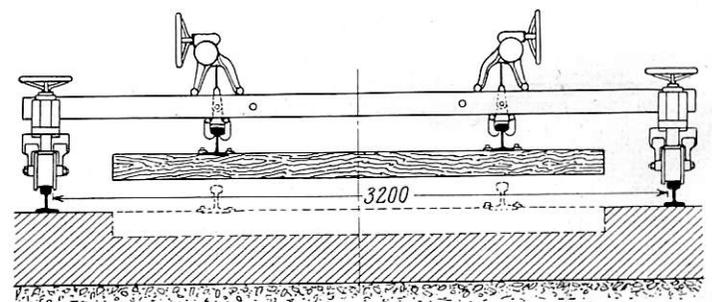


Abb. 2.

Der von Neddermeyer übernommene, torartige Kran auf besonderem Krangleise laufend, ist klein und leicht geworden (Abb. 2), so daß er von einigen Leuten getragen werden kann. Er wiegt 280 kg (der Neddermeyersche etwa 1 t) und hat nur 0,6 m Höhe über der Schiene. Er ruht beiderseits auf enggestellten Rollenpaaren. Das Krangleise aus leichten 20 kg/m Schienen hat 3,2 m Spurweite und ruht alle 2 bis 3 m mittels Holzunterlagen in der Bettung. Die Hebung des Gleisrahmens erfolgt nur so weit, daß sich die Rahmen über dem Betriebsgleis bewegen können.

Die auf die Rollen gesetzten, einzubauenden oder ausgebauten Rahmen werden etwa zu zehn hinter einander gekuppelt und auf dem Umbaugleis mittels einer Draisine zu oder von der Baustelle

befördert. Die Geschwindigkeit dieser Beförderung wird nicht sehr groß sein können. Ob sich hieraus bei kurzen Betriebspausen nicht Schwierigkeiten ergeben, ist in der Quelle nicht berührt. An der Baustelle erfolgt der Ein- bzw. Ausbau wie beim Neddermeyerschen Verfahren mittels der torartigen Krane. Die Rahmen liegen nur nicht übereinander auf Spezialwagen, sondern, auf Rollen laufend, hintereinander auf dem Umbaugleis. Die Erfahrung hat gezeigt, daß nach dem Verfahren Loiseau 200 m Gleis in der Stunde mit 25 bis 30 an der Umbaustelle verwendeten Leuten ausgewechselt werden können.

Der Zusammenbau der Rahmen bzw. deren Zerlegen in der Nachbar- oder einer folgenden Station kann sich nicht wie beim Neddermeyerschen Verfahren der gleichen torartigen Krane wie an der Baustelle bedienen. Es sind hier vielmehr besondere rollende Auslade- oder torartige Krane erforderlich. Ist die Zusammenbau- bzw. Zerlegungsstelle nicht die nächste Nachbarstation,

sondern eine entferntere, so müssen die erforderlichen Gleisrahmen zur Nachbarstation zugefahren und hier mit oder ohne Zwischenlagerung auf die oben beschriebenen Rollen gesetzt werden.

Für die dem Umbau vorausgehende Reinigung und Siebung der Bettung verwendet die französische Nordbahn eine seit 1928 von den Schweizer Bundesbahnen angewendete, von der durch ihren Unkrautbeseitigungswagen bekannten Firma M. Scheuchzer erdachte Vorrichtung. Sie leitet die Bettung in einem Wagen mittels Becherwerk über eine Sieb. Aus dem dürrftigen Text geht hervor, daß sich die Vorrichtung selbsttätig mittels eines 100-pferdigen Benzinmotors mit 30 km/Std. Geschwindigkeit bewegen kann und je nach Tiefe der zu reinigenden Bettung bis zu 30 bis 60 lfd. m Bettung in der Stunde reinigt. Das Gleis wird nicht unterbrochen, sondern durch Holzklötze vorübergehend unterstützt, wobei der Bettungsstoff dem Becherwerk mittels Schaufel zugeführt wird.

Dr. Saller.

## Lokomotiven und Wagen.

### Geschweißte Großraum-Selbstentladewagen der Chicago Great Western Railway.

Die genannte Bahn hat eine Reihe der in Amerika üblichen, aus Stahl gebauten Kohlen-Selbstentladewagen im Betrieb, die

Bauart des Wagens mit den Schweißstellen ist aus diesen Abbildungen gut ersichtlich. Bei den schwereren Wagenteilen, bei denen es auf eine feste Verbindung der Teile ankam, ist mit Gasschweißung gearbeitet worden, während die dünnen Blechwandungen des Wagenkastens und ähnliche Teile mit dem Lichtbogen elektrisch geschweißt wurden. Insgesamt sind an einem Wagen rund 450 m Schweißnaht. Bevor mit den Schweißarbeiten an den Wagen begonnen wurde, sind ausgedehnte Schweißversuche an einzelnen Musterteilen mit anschließenden Güteprüfungen vorgenommen worden. Ebenso sind auch die fertigen Wagen eingehend auf ihre Festigkeit geprüft worden; u. a. hat man bei einem solchen Versuch einen Wagen mit einer Geschwindigkeit von 9 km/h auf einen zweiten, der leicht angebremst war, auflaufen lassen, ohne daß einer der beiden Wagen eine nennenswerte bleibende Formänderung erlitten hätte.

R. D.

(Railway Age 1931, 1. Halbj., Nr. 19.)

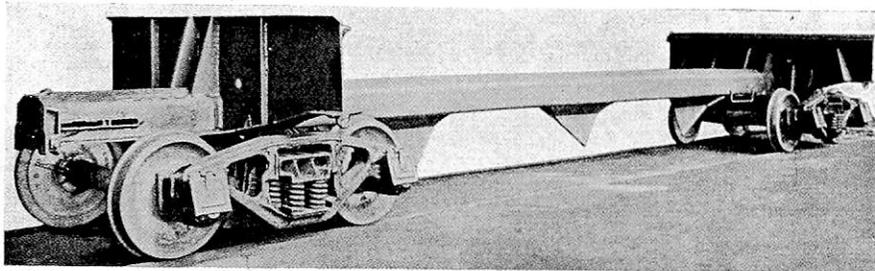


Abb. 1. Untergestell des geschweißten Selbstentladewagens.

in der bisherigen Bauweise — d. h. mit genieteten Verbindungen — 25,6 t wiegen und ein Ladegewicht von 64 t aufweisen. Um das Eigengewicht dieser Wagen herabzudrücken und wohl auch um die Unterhaltung derselben zu verbilligen, hat die Bahn neuerdings fünf solche Wagen beschafft, bei denen fast alle Verbindungen am Wagenkasten und an den Drehgestellen durch Schweißung hergestellt worden sind. Die Wagen sind von der Pullman Wagenbau-

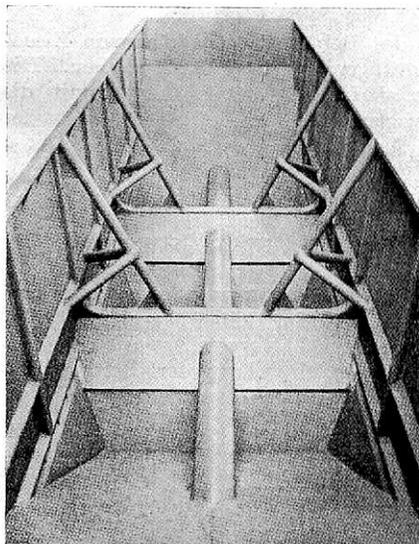


Abb. 2. Blick in das Innere des geschweißten Selbstentladewagens.

Gesellschaft geliefert worden und wiegen bei demselben Ladegewicht nur 20,8 t, also beinahe 20% weniger als die bisherige Bauart oder ungefähr ebensoviel, wie die z. Z. verwendeten Wagen mit einem kleineren Ladegewicht von nur 45 t. Außerdem ist das Fassungsvermögen der neuen Wagen durch den Wegfall einiger bisher erforderlicher Verstrebungen — diese sind durchweg in das Innere des Wagens verlegt worden — und die dadurch ermöglichte bessere Aus-

nützung der Fahrzeug-Umgrenzungslinie noch etwas größer geworden.

Die Textabb. 1 und 2 zeigen das Untergestell des Wagens mit dem röhrenförmigen — das Rückgrat des Wagens bildenden — Langträger und einen Blick in das Innere des Wagenkastens. Die

### Bedeutung und Wirkung von Drehgestellen an Güterwagen.

Während die Entwicklung der Güterwagen hinsichtlich der Gesamtbauart in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gemacht hat, wurde die Bauart der dafür verwendeten Drehgestelle, die ja in Amerika für Güterwagen allgemein üblich sind, nicht mit der gleichen Sorgfalt weiter entwickelt. Die Untersuchungen im Personenwagenbau über den Einfluß der Drehgestellbauart auf den Lauf der Wagen haben dann aber auch den Güterwagenbau wieder angeregt, wenn auch hier die Probleme etwas anders liegen. Vier Hauptpunkte sind bei dem Entwurf eines Drehgestells für Güterwagen nach der Quelle besonders zu berücksichtigen: Betriebssicherheit, Schonung der Ladung, Widerstandsfähigkeit bei Zusammenstößen und Entgleisungen, Wirtschaftlichkeit der Unterhaltung, umfangreiche Versuche hat die Symington-Gesellschaft in Baltimore über die physikalischen Bewegungen- und Kraftverhältnisse an Güterwagendrehgestellen angestellt, deren Ergebnisse durchaus beachtlich für den Konstrukteur sind. Es wurden zwei 55 t-Wagen mit umfangreichen Versuchseinrichtungen versehen, um die Verhältnisse eingehend zu erforschen. Außer der Geschwindigkeit wurden auf einem Meßstreifen aufgezeichnet die Bewegungen des Wagenkastens gegenüber einer gyroskopisch festgehaltenen Normalebene, die Federdurchbiegungen, die Verschiebungen zwischen Drehgestellen und Wagenkasten, die Bewegungen der Achslager und Achsen, ferner die Größe und Schwingungszahl der Stoßkräfte. Bei allen zweiachsigen Drehgestellen mit festen Achsen laufen diese nicht radial in der Kurve, und der Spurkranzdruck der führenden Achse muß die für die Drehbewegung des Drehgestelles und des Wagenkastens erforderliche erhebliche Führungskraft aufbringen, wobei er seitlich auf dem Schienenkopf gleitet. Da die Zahl der Unfälle, die durch Entgleisungen verursacht werden, bei den Eisenbahnen der Vereinigten Staaten stets zwei bis dreimal größer ist als die Zahl der durch Zusammenstöße verursachten Unfälle und diese Verhältniszahl in den letzten Jahren ziemlich gleichmäßig und regelmäßig ansteigt, ergibt sich die Wichtigkeit solcher Versuche ohne weiteres. Das Fehlen einer seitlichen Ver-

schiebbarkeit zwischen Drehgestell und Wagenkasten bei den meisten Güterwagen-Drehgestellbauarten macht sich durch harten Lauf der Wagen und entsprechend gesteigerte Massenkräfte auf Schienen und Lager bemerkbar, es erhöht die Abnutzung beider und die Entgleisungsgefahr. Die Verwendung der bei den Personenzugwagen allgemein üblichen pendelnden Aufhängung des Wagenkastens verbessert diese Verhältnisse weitgehend und sollte daher nach der Quelle auch bei den Güterwagen benutzt werden. Die Streckenverhältnisse spielen bei der zweckmäßig zu wählenden Bauart eine große Rolle; für freizügige Wagen ist daher die

Schwierigkeit am größten. Eine zweckmäßige Vereinigung von Blatt- und Schraubenfedern ergibt ruhigen Lauf und günstige Aufnahme der schwingungserregenden Stöße. Der Einfluß der Drehgestellbauart auf die Ladung, besonders bei den leichtempfindlichen Gütern, wird durch die führende Drehgestell-Lieferfirma in Verbindung mit einer der großen amerikanischen Eisenbahngesellschaften noch eingehend geprüft. Die weitgehende Spezialisierung der amerikanischen Eisenbahnzubehörlindustrie erleichtert derartige grundsätzliche Untersuchungen sehr.  
(Railway Age.) Gr.

## Betrieb in technischer Beziehung.

### Heizung der Reisezüge.

Die Deutsche Reichsbahn gibt in ihrer Zeitschrift „Die Reichsbahn“ an, dass im Mittel für die Heizung der Reisezüge auf 1000 Zugkilometer 1,2 t Kohlen gebraucht werden. Wird die Tonne Kohle mit 23.— *R.M.* bewertet, so ergibt das für die jetzigen monatlichen Leistungen — sie betragen etwa 23,6 Mill. km — rund 650000 *R.M.* Damit sind jedoch die Gesamtkosten noch nicht erfasst. Kapitaldienst und Unterhaltung der ortsfesten Heizungsanlagen und der in den Wagen vorhandenen Heizeinrichtungen sowie Löhne und Gehälter erfordern weitere erhebliche Beträge. Diese Ausgaben lassen sich kaum beeinflussen, anders jedoch die Brennstoffkosten. Hier können durch richtige Bedienung 10% und mehr erspart werden.

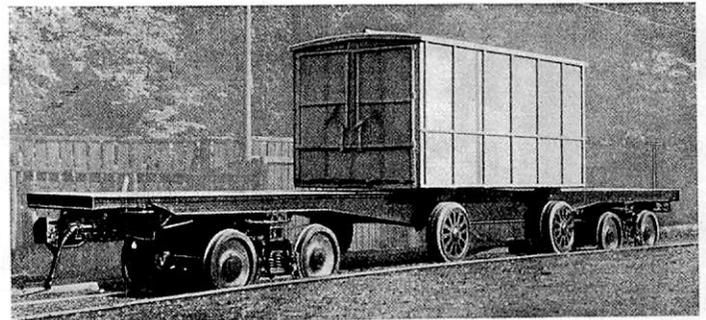
Bei der neuesten Pintschheizung können die Fahrgäste die Heizung in so weiten Grenzen regeln, dass den in dieser Richtung sehr verschiedenen Wünschen voll Rechnung getragen wird und dadurch erheblich an Wärme gespart werden kann. Die Pintschheizung, die jetzt allgemein als Umlaufheizung bezeichnet wird, sichert auch eine weitgehende Ausnutzung der in dem Dampf enthaltenen Wärme, so dass auch in dieser Richtung eine wesentliche Besserung eingetreten ist. Diese Heizung wird auch die überaus unwirtschaftliche Mitführung von Heizwagen günstig beeinflussen. Für die Beförderung eines Heizwagens von rund 60 t Eigengewicht in einem D-Zug mit 90 km Stundengeschwindigkeit muss ungefähr die doppelte Wärmemenge aufgewendet werden, die für die Heizung von 10 Wagen bei 10° Kälte erforderlich ist. Bei langen Zügen und niedriger Außentemperatur sind jedoch Heizwagen nicht zu vermeiden. Die Bemühungen, die Mitnahme von Heizwagen möglichst einzuschränken, werden fortgesetzt und es wird versucht, ihr Gewicht bei gesteigerter Leistung herabzusetzen.

### Behälter auf Rädern.

Die elektrisch betriebene Cleveland, Ohio und Toledo See-Uferbahn berichtet in der Zeitschrift *Railway Age* über einen erfolgreichen Versuch, den in ihrem Gebiet auf den Lastkraftwagen übergegangenen Verkehr zurückzugewinnen. Es wurde

für die Zustellung von Haus zu Haus ein Behälter auf Rädern (s. Abb.) geschaffen, der auf der Straße als Anhänger eines Lastkraftwagens befördert werden kann, während er auf der Bahnstrecke in eigenartiger Weise auf ein Eisenbahnfahrzeug besonderer Bauart verladen wird. Der Behälterwagen hat Einzelräder, die gefedert und in Achslagerführungen beweglich sind. Die beiden vorderen Führungen sind in einem Deichselgestell gelagert.

Um den Wagen auf das Eisenbahnfahrzeug zu setzen, bedarf es einer Rampe geringer Steigung, die beiderseits der Schienen



liegt. Der Wagen wird auf seinen Straßenrädern über dem Gleis auf die Rampe gezogen, so daß er mit seinen Rädern über Schienenoberkante steht. Dann wird der Sondereisenbahnwagen darunter geschoben und der Behälterwagen daran befestigt. Setzt sich nun der Eisenbahnwagen in Bewegung, so nimmt er den Behälterwagen mit, der auf der Rampe so lange abwärts rollt bis er sich rittlings auf den Eisenbahnwagen setzt.

Der zur Beförderung des Behälterwagens dienende Eisenbahnwagen ist ein Plattformwagen mit zwei Drehgestellen. Die Achslager der Drehgestelle sind innen angeordnet, damit die Straßenräder des Behälterwagens nicht daran streifen, wenn der Eisenbahnwagen untergeschoben wird. Eb.

## Elektrische Bahnen.

### Die neuen elektrischen Lokomotiven der baskischen Küstenbahnen.

Im Jahr 1928 stellten die Ferrocarriles Vascongados in Bilbao zehn Stück elektrische BBC-Lokomotiven Bauart  $B_0 + B_0$ , 1500 V Gleichstrom, in Betrieb. Sie sind seitdem besonders auf der Hauptlinie der Gesellschaft, der 110 km langen Linie Bilbao—San Sebastian, ununterbrochen im Dienst. Die Strecken haben Meterspur, sehr viele Kurven bis herunter zu 100 m und 60 m Halbmesser auf Haupt- und Nebenlinien und eine höchste Steigung von 28‰. Von den Lokomotiven war kräftigste Bauart bei geringstem Gewicht und größte Einfachheit in der elektrischen Ausrüstung verlangt worden. Die Elektrifizierungsarbeiten hatten bei den F. V. Anfang 1926 begonnen.

Die Lokomotiven wiegen bei 11 bis 11,5 t Achsdruck 45 bis 46 t. Sie besitzen wegen der scharfen Kurven zwei Drehgestelle von je 2400 mm Achsstand bei einem Drehzapfenabstand von 5200 mm. Der Triebraddurchmesser beträgt 1000 mm, die Länge über Puffer 11220 mm. Jeder der luftgekühlten Achsmotoren leistet 190/141 kW im Std./Dauerbetrieb mit 47,5/53,3 km/Std. Die verbürgte Höchstgeschwindigkeit von 67 km/Std. wurde ohne Schwierigkeiten auf 75 km/Std. überboten. Bei

3% Getriebeverlust bleiben 5900/3800 kg Std./Dauerzugkraft am Haken verfügbar. Ein 20elementiger Nockenkontroller mit stehendem Handrad und Kettenübertragung steuert die zwei Motorgruppen zu je zwei dauernd in Reihe liegenden 750 V-Motoren. Elektrisches Bremsen ist nicht vorgesehen, nur Vakuumbremsung mit zweistufiger Drehzahlregelung der Pumpe, wofür elektromagnetische Steuerung gewählt wurde. Der Fahrtwender ist zweiteilig: Der Motorenwahlschalter wird im Innern der Lokomotive von Hand betätigt, während der eigentliche Fahrtrichtungsschalter vom Führerstand aus mittels Preßluft umgelegt wird. Die Stromzuführung von der Oberleitung geht über zwei Scherenstromabnehmer zu einem einpoligen Hauptschalter ohne Vorwiderstand. Sch — 1.

### Vollbahnelektrisierung in England.

Der Ausschuß, den der englische Verkehrsminister im September 1929 berufen hatte, um „die wirtschaftlichen und sonstigen Aussichten der Elektrisierung der englischen Bahnen, insbesondere der Hauptlinien zu prüfen“, hat seinen Bericht nun Ende April 1931 veröffentlicht. Die Zeitschrift *Engineering* berichtet daraus interessante Einzelheiten. Die Hauptmerkmale des Berichts

seien „Begeisterung und Vorsicht, die Darstellungen jedoch im ganzen durchaus sachlich und gerecht“. Der genannte Ausschuß stützte sich nach eigenem Bekenntnis allein auf die Urteile von Ingenieuren und Eisenbahnfachleuten, da „andere Quellen für zuverlässige Kostenvergleiche zwischen elektrischem und Dampfbetrieb durchaus nicht zu finden waren“. Behandelt werden zunächst zwei Schulfälle: Vollständige Elektrisierung von Haupt- und Nebenbahnen der London—North Eastern Ry mit schwerem Durchgangs- und leichterem Ortsverkehr. Das fragliche Netz umfaßt rund 3000 km mit 9000 Mill. tkm/Jahr Förderleistung. Die Vollelektrisierung würde hier etwa 180 Mill. *RM* erfordern und bei einem Betriebskostenverhältnis von 1:1,38 von elektrischem Betrieb gegen Dampf eine Rente von 7,22% abwerfen. Der zweite Musterplan sieht für die London Midland and Scottish Ry mit 1200 km Netzlänge für die Hauptlinien elektrischen Betrieb und für die Nebenlinien Beibehaltung des Dampfbetriebs vor. Von den 4000 Mill. tkm/Jahr bliebe etwa ein Sechstel weiterhin mit Dampf zu fördern. Das Anlagekapital von rund 100 Mill. *RM* würde bei einem Betriebskostenverhältnis von 1:1,19 nur 2,5% Rente erzielen; wie leicht einzusehen wegen der notwendigen elektrischen Ausrüstung auch schwächer ausgenutzter Linien, wo trotzdem doppelte Lokomotivhaltung erforderlich ist. Die Gesamtlokomotivzahl sänke z. B. hier nur von 614 auf 599, das ist um 2,5% oder praktisch gar nicht. Der Ausschuß kommt also — nicht ohne gewisse Befriedigung — zu dem Ergebnis: Nur Vollelektrisierung! Im entsprechenden Entwurf für sämtliche großbritannischen Netze werden dann 5200 Mill. *RM* Anlagekapital und ein Betriebskostenverhältnis von  $\frac{660}{1107}$  in Mill. *RM* Jahr, also von 1:1,62 errechnet. Mit Rücksicht auf größere Oberbaukosten, geringere Lebensdauer der elektrischen Lokomotiven, Ersparnis an Kohlen-transporten usw. bleiben 6,7% Rente auf das Anlagekapital, für die einzelnen Gesellschaften selber als Kreditnehmer also noch etwa 2% Nutzen. Das ist nach „Engineering“ „vom Standpunkt des Geschäftsmanns aus ungenügend zur Sicherung eines so großzügigen Plans, die Zinsspanne ist zu klein für die Fahrnis und die unberechenbaren Zufälle“. Im ganzen verhält sich der Kritiker sehr zurückhaltend. Er befürchtet — neben noch ungelösten technischen und anderen Zweifeln, die er hat — Widerstände bei der derzeitigen Arbeiterregierung gegen den ganzen Plan, der ja wohl Personalabbau mit sich brächte, und Schwierigkeiten auf dem Geldmarkt beim Aufbringen der benötigten gewaltigen Mittel. Er befürwortet an Stelle einer von vornherein großangelegten Gesamtelektrisierung zunächst die Umstellung einiger sicher lohnender Zentren mit dichtem, bezirklich begrenztem Verkehr, um diese dann über die Hauptlinien nach und nach zu einem Landesnetz zusammenwachsen zu lassen. Auf alle Fälle empfiehlt er größte Vorsicht und rät, zuerst Erfahrungen zu sammeln und

vor allem die tatsächlichen Renten abzuwarten. — Englands Stärke: Langsam und sicher! Geplant ist im übrigen Gleichstrom von 1500 V zu 4,0 Pf/kWh bei Erzeugung in Dampfkraftwerken und 6.000 Mill. kWh Jahresabnahme.

Die Entwicklung, die die wirtschaftlichen Verhältnisse Englands in der jüngsten Zeit genommen, bringen es mit sich, daß in absehbarer Zeit keiner der aufgerollten Pläne zur Tat reifen kann.  
Sch — 1.

### Elektrische Güterzuglokomotiven der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn.

Die PLM hat jetzt auch 30 elektrische Güterzuglokomotiven in Betrieb. Sie fördern 800 t Anhängelast auf 5<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Steigung mit 45 km/h, haben rund 1800/950 PS Stunden- bzw. Dauerleistung und entwickeln 20 000/15 000/5000 kg Zugkraft für 5 Min. bzw. 1 Stunde bzw. dauernd. Ihre Höchstgeschwindigkeit beträgt 80 km/h, damit sie gelegentlich auch im Reiseverkehr eingesetzt werden können. Sie sind sämtlich für Nutzbremmung gebaut und können einen Zug von 400 t Anhängelast auf 30<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Gefälle mit 25 km/h allein auf das Netz abstützen. Im übrigen wirkt die Rückgewinnung bis herunter zu 12 km/h Geschwindigkeit. Die versuchsweise Konstruktion wesentlich verschiedener Typen geringster Stückzahl, wie sie die Gesellschaft bei Beschaffung ihrer Schnellzuglokomotiven seinerzeit vornahm, wurde hier nicht mehr durchgeführt. Es wurden unter Verzicht auf langwierige und kostspielige Prüfung auf die Betriebseignung der Typen gleich für alle 30 Lokomotiven einheitlich Tatzlagermotoren mit Stirnradantrieb, sowie die Zahl von sechs Treib- und zwei Laufachsen vorgeschrieben. Die Lokomotiven wurden in drei Gruppen zu je zehn Stück an drei Firmen vergeben. Dabei wurde ausdrücklich verlangt, daß allein mit der jeweils ersten Lokomotive jeder Gruppe konstruktive Einzelerfahrungen gemacht werden durften, die andern neun Lokomotiven mußten dann vollkommen einheitlich gebaut werden. Die Netzspannung beträgt 1500 V Gleichstrom, die höchste Motorspannung ist 750 V. Alle Lokomotiven haben sowohl zwei Scherenstromabnehmer als auch vier Schienenstromabnehmer. Die einzelnen Serien unterscheiden sich besonders im mechanischen Teil durch die Aufteilung der Achsen auf Drehgestelle und Rahmen, zwei Serien besitzen sogar geteilten Hauptrahmen mit Faltenbalgverbindung. Maßgebender Berater war das American Institute of Electrical Engineers. Im Betrieb haben sich bis jetzt alle Lokomotiven bewährt. Auf der Steilrampe von 30<sup>0</sup>/<sub>00</sub> bei Modane wird bei über 350 t schweren Zügen mit Nachschublokomotiven gefahren bis zu einem Höchstgewicht von 600 t. Im Frühjahr 1931 wurden umfangreiche Versuche über das Zusammenwirken von Nutzbremmung und mechanischen Druckluft- und Handbremsen durchgeführt.  
Sch — 1.

Rev. gén. Ch. d. f., Februar 1931.

## Buchbesprechungen.

**Statistik und Eisenbahn.** Von Dr. Steuernagel, Reichsbahndirektor, Mitglied der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. 193 Seiten mit 28 Bildern und Tafeln. Berlin 1931. Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn, Berlin W 9, Voßstraße 6. Preis broschiert 5,50 *RM*, in Leinen gebunden 6,50 *RM*. (Reichsbahnangehörige erhalten Vorzugspreise.)

Die Eisenbahnstatistik hat in den letzten Jahren eine außerordentlich umfangreiche Entwicklung genommen. Diese Entwicklung war notwendig, um die Überwachung des Betriebs, die in der heutigen Zeit mehr als früher durch den Zwang zur Erfolgswirtschaft, zur Feststellung der Selbstkosten und zur Durchführung von Wirtschaftlichkeitsprüfungen in den einzelnen Dienstzweigen bedingt ist, in allen Einzelheiten vornehmen zu können. Durch das Anwachsen des statistischen Materials ist seine Auswertung und Ausnutzung für den Einzelnen immer schwieriger geworden, das vorliegende Buch entspricht daher einem Bedürfnis.

Das Buch, das weder ein „Lehrbuch“ der Statistik noch eine „Vorschrift“ für die Bearbeitung der Reichsbahnstatistik sein soll, gibt einen ausgezeichneten Überblick über das gesamte Gebiet der internationalen und deutschen Eisenbahnstatistik, insbesondere über die Statistik der Deutschen Reichsbahn-

Gesellschaft, wobei auch auf die historische Entwicklung eingegangen wird, soweit dies im Rahmen des Buches möglich ist. Neben diesem Überblick wird die Organisation der Reichsbahnstatistik, ihre Entstehung und ihre Auswertung besprochen. Von besonderem Interesse sind die im fünften Kapitel behandelten Einzelprobleme der Eisenbahnstatistik, die Saisonbewegung im Personen- und Güterverkehr, die Konjunkturstatistik, die Ausführungen über die Tendenz der Verkehrsentwicklung, über die statistischen Vergleiche von Gegenwart und Vorkriegszeit und über die den statistischen Erhebungen zugrunde liegenden Zeitbegriffe. Hierbei werden auch die verschiedenen Vorschläge erörtert, die zur Vereinheitlichung unseres heutigen Kalenders, des sogenannten Gregorianischen Kalenders, gemacht worden sind.  
Chelius.

**Stahl im Hochbau.** Taschenbuch für Entwurf, Berechnung und Ausführung von Stahlbauten, achte Auflage, herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf 1930, Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf 1 und Julius Springer, Berlin W 9, 761 Seiten. Preis geb. 12.— *RM*.

Die siebente, noch „Eisen im Hochbau“ betitelte Auflage des beliebten Nachschlagewerkes erschien im Jahre 1928 und war bereits nach einem Jahre vergriffen. Bei der achten Auflage ist der Titel, den deutschen Normen folgend, in „Stahl im Hochbau“

abgeändert worden. In der neuen Auflage wurden die deutschen Industrienormen im weitesten Umfange verwertet, z. T. sind sie wortgetreu wiedergegeben. Insbesondere sind folgende Neuauflagen zu begrüßen:

1. Normalbedingungen für die Lieferung von Stahlbauten, Din 1000, Ausgabe 1930.

2. Die neuesten Runderlasse und Verfügungen der Reichs- und Landesbehörden sowie der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, darunter die vorläufigen Vorschriften für die Lieferung von Stahlbauwerken aus Baustahl St 52; ferner die Richtlinien für die Ausführung geschweißter Stahlhochbauten, die allerdings infolge des Siegeslaufs der Schweißtechnik bereits wieder durch die Vorschriften für geschweißte Stahlbauten, Din 4100, überholt wurden.

3. Tafeln der  $\omega$ -Knickwerte für St 37 und St 52 für den Bereich  $\lambda$  bis 250.

4. Erweiterung der Trägheitsmomententafeln von Gurtplatten, Stegblechen, Niet- und Schraubenlöchern für Trägerhöhen von 2500 mm statt bisher 2000 mm.

Erwünscht für weitere Auflagen des Taschenbuchs erscheinen Tabellen über die Querschnittswerte geschweißter Blechträger (ohne Gurtwinkel und Nietlöcher).

Alles in allem wird die Neuaufgabe von „Stahl im Hochbau“ überall freudig begrüßt werden. Der äußerst niedrige Preis erleichtert die Anschaffung. Weiß (Dresden).

**Buchold-Trawnik**, Die elektrischen Ausrüstungen der Gleichstrombahnen einschließlich der Fahrleitungen. Verlag Julius Springer, Berlin 1931, geb. 32—*R.M.*

Das rund 300 Seiten starke Buch erfüllt seine ihm zugedachte Aufgabe, ein Nachschlagewerk für Planungsingenieure, Betriebsleute und Studierende zu sein, in hohem Grade. Es setzt die Kenntnis der elektrotechnischen Grundbegriffe, des Aufbaus und der Wirkungsweise des Gleichstrommotors voraus und beginnt gleich mit den wenigen Hauptgleichungen zwischen Strom, Fluß und Moment und Gegen-EMK und Drehzahl. Damit werden dann alle wesentlichen Betriebsvorgänge, wie der Einfluß von Spannungsänderungen, Anlassen, Shuntung, bis hinauf zu den elektrischen Bremsungen klar und einfach dargestellt. Die entscheidende Rolle der Wärmeentwicklung in Motoren und Widerständen bei deren Bemessung ist kurz aber abgerundet behandelt. Besonderer Wert ist überall auf rasche, handliche Prüfungsmöglichkeiten für gegebene oder zu schaffende Betriebs-

verhältnisse gelegt, weshalb Gebrauchsformeln und hauptsächlich einfachere zeichnerische Wege stets angegeben sind. Die Konstruktion der Motoren wird nur soweit behandelt, als sie den Betriebsmann unmittelbar berührt, wie bei der Kühlluftführung. Größeren Raum nehmen dagegen die wichtigen Antriebsfragen und Bewegungsvorgänge der Fahrzeuge ein, die Entwicklung eines gedrängten Fahrdiagramms und sein Einfluß auf Erwärmung und Motortype. Beispiele erläutern auch hier Formeln und Berechnungswege. Theorie der verschiedenen Bremsschaltungen, Nockenschaltersteuerung mit einer ausführlichen Schaltfolgeentwicklung, Grundsätzliches zur Kleinausrüstung usw., alles Wichtige ist zu einem übersichtlichen Ganzen verbunden. Besonders wertvoll an dem Buch ist, daß es auch die betriebswichtigen mechanischen Fragen eingehend behandelt, wie die Achs-Entlastung, die Tatzlagermotor-Aufhängung, die Bremssysteme, und daß ein besonderer, 50 Seiten starker Abschnitt der Berechnung der Fahrleitungen gewidmet ist. Daß hier, besonders im mechanischen Teil, die mathematische Formel mehr hervortritt, ist der Natur der Sache nach und bei der Fülle der Fragen, wie Temperatureinfluß, Windantrieb in der Geraden und in der Kurve usw., nicht zu vermeiden.

Wenn sich das Buch auf Bahnen und Fahrzeuge mittlerer Leistung beschränkt, mindert das seinen Wert keineswegs, denn Vollbahnlokomotiven für Gleichstrom haben ja für unsere deutschen Verhältnisse keine unmittelbare Bedeutung. Im übrigen gelten die gebrachten Unterlagen gleichmäßig für jeden Gleichstrombetrieb, und wo besondere Verhältnisse vorliegen, wie bei Abraumlokomotiven oder Oberleitungsomnibussen, sind die wesentlichen Erfordernisse gesondert kurz behandelt. Schöffel.

Der bekannte **Deutsche Reichsbahnkalender**, Abreißform 14×16 cm mit reichem Bildmaterial und Text, Konkordia-Verlag Leipzig, ist für das Jahr 1932 erschienen. Er behandelt diesmal als Hauptthema die Zusammenarbeit der Verkehrsmittel und zeigt die Verbindungen und Beziehungen zu den deutschen Privatbahnen, die 14700 km umfassen, zu der Binnenschiffahrt von 10800 km schiffbarer Länge, dem Kraftwagen, der 20000 km Landstraße befährt und dem Flugzeug. —

Angesichts des rapiden Aufschwungs den die beiden letztgenannten Verkehrsmittel im letzten Jahrzehnt genommen und dem aufgetretenen Wettbewerb erscheint das diesjährige Leitmotiv besonders zeitgemäß, das dargebotene Material wird daher vielseitiges Interesse finden.

## Verschiedenes.

### Weltkongreß der Materialprüfer.

Vor kurzem tagte in Zürich der erste Kongreß des neuen Internationalen Verbandes für Materialprüfung (NIVM).

Aus den umfangreichen, unter außerordentlicher Beteiligung aus der ganzen Welt (700 Fachleute aus 32 Staaten) geführten Verhandlungen und Berichten seien nachstehend kurz die Hauptpunkte angegeben.

Auf dem Gebiete der Metallprüfung sind bei der Untersuchung von Gußeisen Erfolge in den Bestrebungen erzielt worden, aus Festigkeitswerten auf Eigenschaften im Gußstück zu schließen. Bei der Wechselfestigkeit ist in jüngster Zeit das besondere Augenmerk auf die technologischen Einflüsse (Oberflächenverletzungen, Kerben, Korrosion) gerichtet worden. Dabei wurde festgestellt, daß die Kerbschlagprobe lediglich zu Urteilen über das Gefüge zu dienen hat, nicht aber als Grundlage für den Entwurf anzusehen ist. Die Schwingungsprüfung dehnt sich auf die Prüfung ganzer Konstruktionsteile aus. Die langfristigen Dauerstandsversuche zur Ermittlung der Festigkeit der Metalle bei hohen Temperaturen sucht man durch Abkürzungsverfahren zu ersetzen. In der Metallographie wird die Einführung der Röntgenanalyse durch die Erlangung neuer Erkenntnisse im Aufbau der Legierungen eine Umwälzung bringen.

Bei der Gruppe der anorganischen Stoffe wurde die Wichtigkeit geologischer Gesichtspunkte bei der Gesteinsprüfung betont. Neu sind die Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit von Straßenbaustoffen gegen dynamische Beeinflussung. Während

es bei der Zement- und Betonprüfung noch einigermaßen gelingt die bisherigen Ergebnisse für die Praxis auszuwerten, sind auf dem Gebiet der Eisenbetonprüfung noch sehr viele Fragen zu klären.

Bei der Prüfung organischer Stoffe ist bei der Holzprüfung die Wichtigkeit des Feuchtigkeitsgehaltes auf die Festigkeitseigenschaften hervorzuheben. Auch über die Schwingungsfestigkeit von Holz wurden Untersuchungen veröffentlicht. Als Ursache der Alterung von Ölen, Faserstoffen, Kunstharzprodukten und Kautschuk sind Wärme, Sauerstoff und Licht erkannt. Als Maßzahl für die dynamische Zähigkeit (Viskosität) wurde das „Poise“, und die kinematische Zähigkeit das „Stokes“ anerkannt. Bei der Untersuchung fester Brennstoffe soll in Anbetracht der Wichtigkeit der Probenahme eine auf wissenschaftlicher Grundlage beruhende Normung durchgeführt werden. Die Kohle soll künftig nicht nur chemisch, sondern auch technologisch untersucht werden, um die für die Verkokung wichtigen Eigenschaften zu erkennen.

Bei der Besprechung der Fragen allgemeiner Bedeutung wurde die Verteilung der Korngrößen in losen Korngemengen (Kies, Sand, Zement und dergl.) und ihre Bestimmung, die Meßgenauigkeit und die Ermittlung der Anwendungsgrenze der einzelnen Verfahren behandelt. Als Grundlage wird eine Systematik in der Begriffsbestimmung und Einteilung der Korngrößen angestrebt. Für die Begriffe Elastizität, Plastizität, Zähigkeit und Sprödigkeit sollen einheitliche Vereinbarungen getroffen werden.

R—r.