

Bei Betrachtung der angegebenen Zahlenwerte fallen die ganz erheblichen Unterschiede auf, welche die Bahnlängen der einzelnen Länder aufweisen. Man kann leicht auf den Handel und Gewerbe, das Geschäftsleben, den Verkehr und Reichtum des Landes schließen, wenn man die angegebenen Zahlen überschaut. Auf die Flächeneinheit bezogen, steht das industriereiche Belgien mit 27,5 km Eisenbahnen auf 100 qkm an erster Stelle, es überholt weit sämtliche übrigen Länder. Das noch in der Entwicklung seines Verkehrs begriffene Rußland dagegen hat die wenigsten Bahnen; der prozentuale Zuwachs von 7,6 Proz. in den letzten 4 Jahren, der größer ist als z. B. der im Deutschen Reich, zeigt jedoch bereits deutlich den Aufschwung des Verkehrs infolge des Anwachsens von Handel und Industrie in diesem Lande. Die übrigen Erdteile haben, mit Europa verglichen, verhältnismäßig wenig Eisenbahnen, wenn man die Größe des Landes betrachtet. Die Zahlen werden jedoch ganz anders, wenn die Einwohnerzahl zugrunde gelegt wird. Die Ursache ist einfach in der dünnen Besiedelung der einzelnen Länder zu suchen. Der prozentuale Zuwachs ist jedoch in den außereuropäischen Erdteilen sehr beträchtlich, da immer mehr Eisenbahnen in den dem Verkehr bis jetzt noch nicht erschlossenen Ländern gebaut werden.

Was die *Anlagekosten* der Eisenbahnen anlangt, so betragen sie für die europäischen Bahnen im Durchschnitt 317 000 Mark für ein Kilometer. Im ganzen ergeben sich als Anlagekapitalien für die europäischen Bahnen 103 086 181 000 Mark, für die außereuropäischen Bahnen 111 974 750 000 Mark, zusammen also ein Kapital von rund 215 Milliarden Mark. Im Jahre 1907 waren obige Zahlen etwa 97 Milliarden und 100 Milliarden, zusammen also 197 Milliarden Mark. Es sind demnach im letzten der angeführten Rechnungsjahre etwa 18 Milliarden Mark für den Ausbau vorhandener oder den Bau neuer Strecken gezahlt worden.

B. Bau der Eisenbahnstrecke.

Einteilung der Eisenbahnen. Je nach dem Gelände, das eine Eisenbahn durchschneiden soll, unterscheidet man *Flachland-, Hügelland- und Gebirgsbahnen*. Die ersteren haben geringe Steigungen, große Krümmungshalbmesser, einfach herzustellenden Unter- und Oberbau, da bei ihnen das Gelände keine Schwierigkeiten bereitet. Anders bei den Hügelland- und Gebirgsbahnen, die sich dem Gelände so viel als möglich anpassen müssen, um kostspielige Kunstbauten zu vermeiden. Es müssen große Steigungen überwunden werden; kleine, schwer zu befahrende Krümmungshalbmesser müssen zugelassen und teure Tunnels, Brücken usw. ausgeführt werden, so daß der Bau erheblich mehr Kosten verursacht als bei Flachlandbahnen.

Nach dem zu bewältigenden Verkehr lassen sich die Bahnen in *Hauptbahnen, Nebenbahnen, Kleinbahnen, Anschlußbahnen, Feld-, Wald- und Industriebahnen* einteilen, deren Bedeutung und Zweck ohne weiteres aus den Namen hervorgeht.

Nach der *Spurweite*, worunter man das Maß zwischen den Innenkanten der Schienenköpfe versteht, teilt man die Bahnen ein in *Breitspur-, Normal- und Schmalspurbahnen*. — Unter *Normalspur* versteht man das Maß von 4 Fuß 8½ Zoll englisch = 1435 mm, das bereits Stephenson bei seinen ersten Lokomotiven verwendete, und das sich seitdem in fast alle Länder der Welt Eingang verschafft hat. Nur Länder, die keinen Durchgangsverkehr haben, wie z. B. Spanien, Irland, oder solche, welche die Normalspur aus militärischen Gründen ablehnten, wie z. B. Rußland, sind von diesem Maß abgegangen. Nachstehende Übersicht gibt die Spurweiten verschiedener Länder an:

| | |
|--|---------|
| Chile, Ostindien, Argentinien, Spanien | 1676 mm |
| Irland | 1600 - |
| Rußland | 1524 - |
| Deutschland (vorwiegend), Österreich-Ungarn, Schweiz, Italien, Frankreich, England, Schweden, Balkanländer, Nordamerika | 1435 - |
| Norwegen, Japan, Java, Kapland | 1067 - |
| Griechenland, Korsika, Algerien, Brasilien | 1000 - |

Da die Kosten einer Bahnlinie naturgemäß von der Breite der Spur abhängen, werden Bahnen mit geringem Verkehr mit kleineren Spurweiten gebaut. Als solche findet sich 1000,

750 und 600 mm bei manchen deutschen Bahnen. Im Auslande hat sich vielfach die sogenannte *Kapspur* von 1067 mm eingeführt; die bosnischen Bahnen haben 760 mm. Je kleiner die Spurweite, desto kleiner können auch die Gleiskrümmungen ausgeführt werden, die Bahn kann sich dem Gelände mehr anschmiegen, die Grunderwerbskosten und damit auch die Herstellungskosten der Bahn werden geringer.

Eine Bahn, die zwei bestimmte Punkte verbinden soll, kann im allgemeinen auf verschiedenen Linien ausgeführt werden, die natürlich auch verschiedene Herstellungs- und Betriebskosten verursachen werden. Hauptaufgaben sind nun, alle Umstände zu berücksichtigen, die den sichersten und dabei billigsten Betrieb der Bahn ermöglichen.

Eisenbahnbau. Dieser umfaßt: 1. *Vorarbeiten*, d. h. vollständige (technische) Aufstellung des Entwurfes zum Bau mit Einschluß der Kostenberechnung und der wirtschaftlichen (kommerziellen) Erwägungen (Ertragsberechnung); 2. die Herstellung des *Unterbaues* oder Bahnkörpers mit allen zugehörigen Bauwerken, als Straßen-Unter- und -Überführungen, Durchlässe, Brücken, Viadukte, Tunnel, Weg- und Flußverlegungen, Überleitungen von Wasserläufen (Aquädukte), Schneeschutzwerke und Lawingalerien; 3. die Herstellung des *Oberbaues*, d. h. des Schienengestänges nebst allen Bahnhofsgleisen und Gleisverbindungen mit Einschluß der Schienenunterlagen oder Schwellen und deren Unterbettung aus Kies, Steinschlag oder dergleichen Stoffen; 4. die Herstellung der *Eisenbahnhochbauten*, nämlich der Wärterhäuser, Güterschuppen, Lokomotivschuppen, Wasserstationen, Eisenbahnwerkstätten, desgleichen der Empfangs- und Nebengebäude, Dienstwohnungen und Verwaltungsgebäude; 5. Nebenanlagen und Ausrüstungsarbeiten, wie z. B. Entwässerung und Wasserversorgung der Bahnhöfe, Einfriedigungen, Wegschraken, Signale und Stellwerke.

1. Vorarbeiten.

Diese, bei denen technische und wirtschaftliche Untersuchungen Hand in Hand gehen müssen, sind bedingend für die sparsame und zweckmäßige Bauausführung sowie für die Anpassung der Bahn an die wirtschaftlichen Bedürfnisse des betreffenden Landstriches.

Bei der *Linienführung (Trassierung)* einer Bahn kommt namentlich die Begrenzung der zulässigen *Neigungen* und *Krümmungen* in Betracht, als maßgebend für die möglichen Geschwindigkeiten und Zuglasten, also für die Leistungsfähigkeit der Bahn. Das Maß für die Neigung bildet das *Neigungsverhältnis* zwischen Höhe und Länge; es wird in Tausendsteln (Millimeter Hebung auf das Meter Länge) oder auch mittels eines Stammbruches ausgedrückt, z. B. 5 pro Mille (5 mm Hebung auf 1 m Länge) oder 1:200; 2,5 pro Mille oder 1:400 u. s. f. Die Krümmungen werden aus Kreisbogen gebildet und durch deren Halbmesser ausgedrückt, so daß also der kleinere Halbmesser die schärfere Krümmung bezeichnet. Als schärfste zulässige Neigung gilt in Deutschland für Hauptbahnen 25 pro Mille (1:40), für Nebenbahnen 40 pro Mille (1:25); ebenso als kleinster Halbmesser 180 bzw. 100 m für vollspurige, 60, 40 und 25 m für schmalspurige Nebenbahnen von 1 m, 75 cm bzw. 60 cm Spurweite. Bei Hauptbahnen bedarf die Anwendung von Neigungen über 12,5 pro Mille (1:80) und Halbmessern unter 300 m besonderer Genehmigung des Reichseisenbahnamtes, da sie die allgemeine Benutzung der betreffenden Bahnlinien für gewisse Arten von Wagen und Lokomotiven ausschließt oder doch beschränkt und nur kurze Züge gestattet. Die richtige Feststellung der Linie kann in schwierigem Gelände nur auf Grund von Schichtenplänen mit Höhenkurven (Horizontalkurven) erfolgen. Die zweckmäßigste Linie (*Trasse*), d. h. diejenige der geringsten Verkehrskosten, wird in solchen Plänen durch Vergleich verschiedener Möglichkeiten aufgesucht, durch einen (verzerrt gezeichneten) Längenschnitt, das sogenannte *Längensprofil*, bezüglich ihrer Neigungen, Krümmungen und Erdarbeiten übersichtlich dargestellt, aufs Gelände übertragen und dann mit Hilfe zahlreicher Querschnitte weiter durchgearbeitet.

Bei Gebirgsbahnen, bisweilen auch schon im Hügellande, wird häufig eine künstliche Verlängerung der Linie (sogenannte *Entwicklung*) erforderlich, um zur Ersteigung großer Höhen mit bestimmten Neigungsverhältnissen die nötige Länge zu gewinnen. Dazu dient das Ausbiegen in Seitentäler, ferner die Schleifenbildung im Haupttal selbst oder, wenn keine andere Möglichkeit vorliegt, die

Bildung von Windungen im Erdinnern, also z. B. die Herstellung von spiralförmigen Hebungstunneln. In schwierigem Gelände wird durch Anwendung sanfter Neigungen und Krümmungen der Bau wesentlich verteuert, der Betrieb dagegen verbilligt. Es ist also im Einzelfall abzuwägen, ob die Rücksicht auf billigeren Bau oder billigeren Betrieb überwiegt, da die gesamten *Verkehrskosten* sich zusammensetzen aus der Verzinsung der Anlage- und den laufenden Betriebskosten.

2. Unterbau.

Der *Unterbau* oder Bahnkörper soll mit seiner oberen Fläche, dem *Bahnplanum*, eine standfeste, sichere Unterlage für den Oberbau bilden. Er besteht aus dem mit Rasenböschungen und Entwässerungsgräben versehenen Erdkörper, der in den die Bahnhöhe übersteigenden Anhöhen durch Ausschachtung als *Einschnitt* oder *Abtragung* aus dem natürlichen (gewachsenen) Erdboden gebildet, bzw. über den unter die Bahnhöhe hinabgehenden Vertiefungen des Geländes durch Aufschüttung als *Damm* oder *Auftrag* hergestellt wird. Aus Fig. 956 und 957 ist ersichtlich, was zum Unterbau und was zum Oberbau gerechnet wird. Beide werden durch eine Linie, die das *Planum* genannt wird, voneinander getrennt. Unter *Kronenbreite* versteht man die gedachte Breite in Höhe der Schienenunterkante bis zum Durchschnitt mit den verlängerten Böschungen des Erdkörpers.

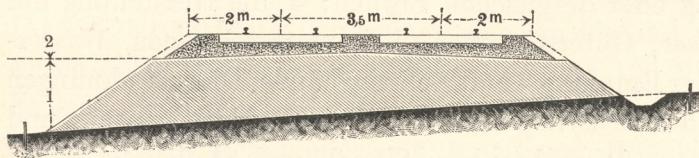


Fig. 956. Querschnitt der Bahn im Auftrag (1 Unterbau, 2 Oberbau).

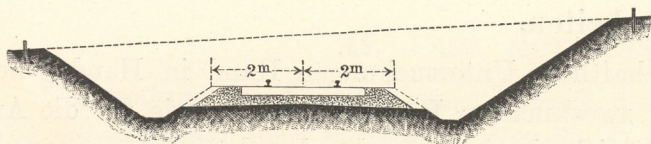


Fig. 957. Querschnitt der Bahn im Abtrag.

Sie ergibt sich daraus, daß der Abstand der Kronenkante von der nächsten Gleismitte bei Hauptbahnen mindestens 2 m und die Entfernung zweier benachbarter Gleismitten auf freier Strecke mindestens 3,5 m betragen soll. Planum und Böschungen werden zum Schutz gegen Angriff des Wassers usw. mit Rasen bekleidet, auch wohl gepflastert. Bei hohen Dämmen oder tiefen Einschnitten wendet man oft Futter- und Stützmauern zur Aufnahme des Erddruckes an. Neben

den Böschungen werden zur Abführung des Wassers Gräben mit Gefälle angelegt.

Bei jeder Überschreitung eines Wasserlaufes oder einer Talmulde muß ein *Wasserdurchlaß*, bei größeren Wasserläufen eine *Brücke* und bei breiten Tälern von mehr als 16—20 m Tiefe unter Umständen zur Ersparnis an Erdarbeiten ein *Viadukt* erbaut werden. Bei großer Einschnittstiefe (von 15—20 m und darüber) ist zu ergründen, ob und inwieweit durch Einfügung eines Tunnels eine Ersparnis zu erzielen ist, und in ähnlichen Fällen (namentlich auch bei Führung der Linie an steilen Abhängen, also bei starker Querneigung des Geländes) ist die gleiche Untersuchung hinsichtlich der Anwendung von Futter- und Stützmauern, Steinbekleidungen usw. zu führen, wie solche bei Gebirgsbahnen eine große Rolle spielen.

Bei Überschreitungen von Flußtäälern und Stromgebieten werden Untersuchungen erforderlich über die Weite der Strom- und Flutbrücken, Änderungen des Flußbettes, der Deiche usw., die in das Gebiet des Wasserbaues eingreifen. Auch erfordert die Rücksicht auf die Schifffahrt nicht selten die Anordnung von beweglichen, insbesondere von Drehbrücken, wenn die Höhe zur freien Durchfahrt fehlt. Endlich kommen bei großen Stromübergängen und beim Berühren von Festungswerken auch militärische Rücksichten in Frage. Zur Wahrung der Einheitlichkeit in den wesentlichen Abmessungen und Einrichtungen der Bauten bestehen besondere Bestimmungen, insbesondere über die *Umgrenzung des freien Raumes*, die für den gefahrlosen Durchgang der Lokomotiven und Wagen auf allen deutschen Vollspurbahnen in gleicher Weise offen gehalten werden muß; diese Bestimmungen beeinflussen die Anordnung der Straßenüberführungen, der eisernen Brücken mit hohen Trägern, der Tunnels, der Bahnsteige usw.

Bei denjenigen Straßen, welche die Bahn in Schienenhöhe kreuzen sollen, wird meistens eine Änderung der Höhenlage, d. h. die Anlage von Auftrags- oder Einschnittsrampen, mit der für die betreffenden Wege zulässigen größten Neigung erforderlich. Dazu kommt die besondere

Befestigung des eigentlichen Planüberganges, dessen Abschluß mit Wegeschränken und deren fortlaufende Bedienung. Der Straßenkörper wird dabei beiderseitig und zwischen den Gleisen bis zur Höhe der Schienenoberkante aufgefüllt, zweckmäßig auch gepflastert. An der Innenkante der Schienen ist aber für den *Spurkranz* der Räder eine *Spurrinne* erforderlich, die oft auch durch Einlegung einer besonderen zweiten Schiene, *Zwangsschiene*, hergestellt wird. Die Wegeübergänge in Schienenhöhe werden mit *Schranken* (Schiebe- und Rollschranken oder Schlagschranken) versehen. Bei Schlagschranken sind die beiderseitigen Schranken zur gleichzeitigen Bewegung mechanisch verbunden. Um nicht an jedem Übergang einen Wärter aufstellen zu müssen, werden die Schranken oft mit Fernschlußeinrichtungen und Läutewerk versehen. Bei lebhaftem Straßen- und Bahnverkehr sind Planübergänge möglichst zu vermeiden.

3. Oberbau.

Der *Oberbau* besteht aus den *Schienen* mit ihren Verbindungsteilen (Laschen und Schrauben), den *Unterlagen* der Schienen nebst Befestigungsteilen und deren *Unterbettung*. Die Unterbettung wird aus Kies oder besser Steinschlag gebildet und bezweckt, den von den Eisenbahnzügen ausgehenden Druck und die Erschütterungen auf die breitere Fläche des *Unterbaues* zu übertragen, dabei zugleich die Schwellen und Schienen durch rasche Wasserableitung möglichst trocken zu halten, endlich die Sicherung und Regelung der Gleislage nach Höhe und Richtung durch die *Stopfarbeiten* zu ermöglichen. Der Oberbau wird gewaltig beansprucht; ein Lokomotivrad darf ein Gewicht bis zu 8 Tonnen in Deutschland, bis zu 9 Tonnen in England und 10—13 Tonnen auf einzelnen amerikanischen Bahnen haben. Die durch die Bewegung so großer Massen hinzukommenden Stoßwirkungen in senkrechtem und wagerechtem Sinne wachsen aber mit dem Quadrat der Geschwindigkeit, die zurzeit in Deutschland bis auf 90, auf günstigen Strecken bis über 100 km in der Stunde (25 und 28 m in der Sekunde) steigen darf, in England sogar bis auf 120 km (33 m in der Sekunde) geht.

Die Dauer der Schienen und Schwellen ist sehr abhängig von der Art der Betriebsmittel (Lokomotiven und Wagen), von der Größe und Schnelligkeit des Verkehrs, von der Güte der Bettung und des Unterbaues, von richtiger Ausführung der Erhaltungsarbeiten, von der Güte des Materials und der Bauart des Oberbaues, insbesondere auch von der Anzahl und (bei Eisen) auch von der Gestalt der Schwellen. Die Schienen werden stets aus Flußstahl, die Schwellen aus Holz oder aus Flußeisen hergestellt. Selbstverständlich muß die Tragfähigkeit und damit der Kostenaufwand für den Oberbau den jeweiligen Anforderungen der betreffenden Gleise angepaßt werden. Nebenbahnen, Kleinbahnen und manche Nebengleise auf den Bahnhöfen der Hauptbahnen unterliegen weit geringeren Ansprüchen in Hinsicht auf Belastung, Geschwindigkeit, Verkehrsdichtigkeit usw. als die Hauptgleise der Schnellzuglinien; sie erhalten demgemäß einen leichteren und billigeren Oberbau. So beträgt das Schienengewicht für 1 m Länge auf gewöhnlichen Hauptbahnen in Deutschland und Österreich in der Regel 30—35 kg, auf stark befahrenen Schnellzuglinien neuerdings bis 43 kg, in Sachsen und bei der Gotthardbahn 46 kg; in Frankreich 43—47 kg; englische und französische Stahlschienen wiegen 42—50 kg auf 1 m. Andererseits geht das Gewicht bei vollspurigen Nebenbahnen auf 25 kg, bei Schmalspurbahnen noch weiter herab.

Die *Schienen* wurden im 18. Jahrhundert und noch bis 1820 für die damals mit Pferden betriebenen Kohlenbahnen in England aus Gußeisen hergestellt und anfangs durch hölzerne Langschwellen, dann in *Fischbauchform* von etwa 1 m (1 Yard) Länge durch Steinwürfel, auch wohl durch Querschwellen unterstützt. Ihr Querschnitt war anfangs der einer Platte mit kleinen seitlichen Rändern, auch wohl einer flachen Rinne oder eines Winkels zum Schutz gegen Ablauf der gewöhnlichen Wagenräder. Erst mit Einführung der *Spurkranzräder* um 1789 kam die *Pilzform* auf. Derartige kurze, gußeiserne Schienen konnten nur ein sehr mangelhaftes, für größere Radrücke ungeeignetes Gleis bilden. Im Jahre 1820 gelang es, Schienen durch Walzen zu erzeugen, sie damit also aus viel haltbarerem Material und in größeren Längen herzustellen. Die Querschnittform blieb zunächst noch die gleiche Pilzform und die Unterstützung ebenfalls dieselbe mit

gußeisernen Stühlen auf Steinwürfeln. Bei der zweiten großen Bahn, London-Birmingham, brachte R. Stephenson 1838 seine geradlinige *Doppelkopfschiene*, in gußeisernen Stühlen mit Holzkeilen befestigt und auf hölzernen Querschwellen gelagert, zur Verwendung, und zwar schon mit 37,2 kg Gewicht für das Meter (Fig. 958). Diese symmetrische Form wurde

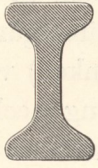


Fig. 958. Doppelkopfschiene.

später durch die etwas unsymmetrische *Bullenkopfschiene* ersetzt, da das nach Abnutzung der Oberkante beabsichtigte Umdrehen der Schiene zufolge der inzwischen eingetretenen Ausschleifungen der Auflagerstellen untunlich war. Diese Form des Oberbaues, nur mit verstärkten Abmessungen, insbesondere mit verstärktem Fahrkopf der Schiene, ist in England beibehalten worden (Fig. 959 u. 960). In Nordamerika waren anfangs Flachschiene auf Holzlangschwelen vorherrschend. Um

1832 trat die *Breitfußschiene* von R. Stevens hinzu, damals etwa mit 21 kg Gewicht für das Meter, aber mit rundlichen Seitenflächen. Diese Form ist von *Vignoles* 1836 in England eingeführt

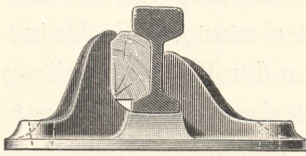


Fig. 959. Querschnitt.

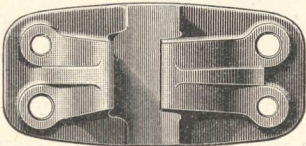


Fig. 960. Ansicht von oben.
Fig. 959 und 960. Englischer Schienestuhl.

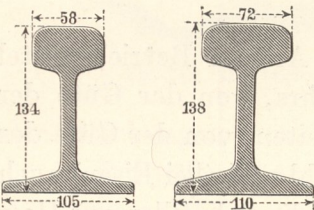


Fig. 961.

Fig. 962.

Fig. 961 und 962. Preußische Schiene (Fig. 961 von 1885, Fig. 962 für großen Verkehr von 1893).

und nach ihm benannt worden. Die *Vignoles-Schiene* ist später aus England fast ganz wieder verschwunden, hat sich aber über die ganze übrige Welt verbreitet und ist gegenwärtig fast die alleinige (Fig. 961 u. 962). Nur in Frankreich ist neben dieser auch die englische *Stuhlschiene* oft verwendet worden. In Deutschland sind Stuhlschienen aus früherer Zeit nur bei einzelnen Bahnen verblieben, dagegen neuerdings versuchsweise in sehr verstärkter Form wieder verlegt worden. Als Material für Schienen wird heute nur Flußstahl (Bessemer-, Thomas- und Siemens-Martinstahl) verwendet, und die regelmäßige Schienenlänge ist ziemlich allgemein auf 12—15 m gesteigert. Viel weiter damit zu gehen, verbietet die Schwierigkeit des Transportes und der Umstand, daß die *Wärmelücken* zwischen den einzelnen Schienen bei starker Abkühlung sonst zu groß würden. Die Zwischenräume sind unentbehrlich, um bei Ausdehnung Stauchung und damit Verbiegung zu vermeiden. Nur bei ganz eingebetteten Straßenbahngleisen können sie auf größere Strecken fortbleiben, weil der Wärmeunterschied dort nicht so erheblich ist. Ebenso sind in Tunneln 18 m lange Schienen zulässig.

Befestigung der Schiene. Die Spurweite wurde dabei durch eiserne Verbindungsstangen geregelt (Fig. 963 u. 964). Solche *Topfswellen* sind noch heute in frostfreien Ländern vielfach

in Gebrauch. Die verbreitetste Form der Schienenunterlagen sind die *Querschwellen*, die den besten Querverband sowie die sicherste Unterstützung gewähren, auch durch weitere oder engere Lage und verschiedene Länge das Anpassen des Oberbaues an die Belastungsgröße gestatten. Bei der in den meisten Ländern vorherrschenden *Vollspur* von 1,435 m (zwischen den Köpfen, oder rund 1,5 m zwischen den Mitten der Schienen) ist die Länge der Querschwellen 2,4—2,8 m. Die durchschnittliche Entfernung der Schwellenmitten geht von höchstens 1 m herab bis auf 600 mm, am Stoß (s. unten) bis auf 500 mm,

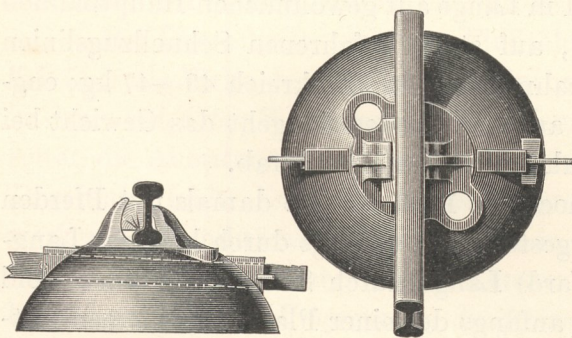


Fig. 963. Ansicht.

Fig. 964. Grundriß.

Fig. 963 und 964. Gußeiserne Einzelstützen mit Stuhlschienen (Topfswellen).

zumal in Nordamerika. Das *Material* der Querschwellen war früher fast ausschließlich und ist noch jetzt weit überwiegend *Holz*, am besten Eiche, dann Kiefer, Lärche, Fichte, in einigen Gegenden auch Buche, in Südamerika Quebracho und anderes. Alle diese Holzarten gewinnen

durch eine geeignete Behandlung (Lufttrocknung, Auslaugen mit Wasserdampf und Einpressen einer fäulniswidrigen Flüssigkeit in geschlossenen Kesseln: das sogenannte *Tränkungsverfahren* oder Imprägnieren) erheblich an Dauer, was namentlich dann von Wert ist, wenn die rein mechanische Abnutzung des Holzes gleichzeitig durch eine geeignete Schienenbefestigung möglichst verzögert wird. Aus diesem Grunde fügt man zwischen Schwelle und Schiene überall kräftige walzeiserne *Unterlagsplatten* ein und wendet der Befestigung dieser Platten sowie der Schienen selbst auf den Schwellen besondere Sorgfalt zu (Fig. 965 u. 966), um die Vorteile des englischen Schienenstuhles tunlichst zu ersetzen. Die *Neigung* von 1:20 (bis 1:16), welche die Schienen aus technischen Gründen gegen die Lotlinie erhalten, um winkelrecht zum Radkonus zu stehen, erzielt man durch die Gestalt der Unterlagsplatte, die mit Schwellenschrauben oder Schienennägeln befestigt wird.

Eiserne Querschwellen, aus Flußeisen gewalzt, wurden früher nur wenig angewendet. In Deutschland hat man dann aber trotz anfangs ungünstigen Erfolges erkannt, daß Eisenquerschwellen von gleicher Länge wie die hölzernen bei zweckmäßiger Querschnittsform und Ersatz der früher für die Schienenneigung ausgeführten Biegung oder Pressung durch geneigte Unterlagsplatten, endlich bei richtiger Befestigungsart wohlgeeignet sind, einen guten und dauerhaften Oberbau zu erzielen. Um der Querverschiebung der Schwellen mehr Widerstand entgegenzusetzen, als die bloße Reibung des Eisens auf der Bettung gewährt, ist es erforderlich, die Kopfenden der Schwellen durch Umbiegen der Enden zu schließen.

Fig. 967—970 zeigen Querschnitte und Grundriß der Eisenquerschwelle, wie sie zurzeit üblich sind, und Fig. 971—973 eine bewährte Schienenbefestigung mit (*Haarmanns*) *Hakenplatte*. In Österreich und Bayern werden *Klemmplatten* (nach *Heindl*) viel angewendet. Die Befestigung der Schiene mittels Keile weicht der besseren Schraubenbefestigung. Die Eisenquerschwellen werden neuerdings namentlich in Deutschland, Österreich, der Schweiz, Belgien und Holland verwendet.

Langschwellen aus Holz sind namentlich in Nordamerika früher angewendet worden, mußten jedoch bald den Querschwellen das Feld räumen. Auch von den *Eisenlangschwellen*, die man in den 1870er Jahren mit Vorliebe verlegte, ist man für Hauptbahnen jetzt ganz zurückgekommen, da auch hier trotz der lästigen Spurstangen die Unterhaltung mit der Zeit wachsende Schwierigkeiten zeigte, und da eine gute Stoßverbindung (s. unten) nicht herstellbar ist. Für Neben- und Straßenbahnen kommen dagegen Langschwellensysteme oder Schienen, die so stark sind, daß sie bei geringen Lasten besonderer Schwellen entbehren können, oft zur Anwendung (*Schwellenschienen*). Nach der Form der eisernen Langschwellen unterschied man dreiteilige Formen mit zwei symmetrisch angeordneten,

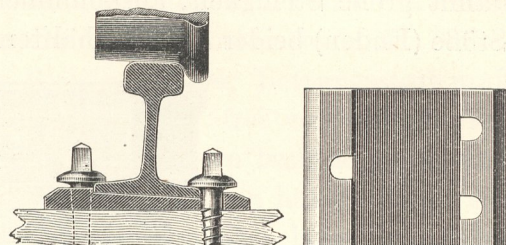


Fig. 965. Fig. 966. Schienenbefestigung auf Eichenholzschwellen (Fig. 965 Querschnitt, Fig. 966 Grundriß der Platte).

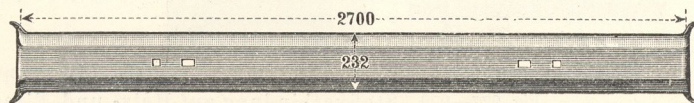


Fig. 967. Gerade Eisenquerschwelle.



Fig. 968. Fig. 969. Fig. 970. Querschnitte von Eisenquerschwellen.

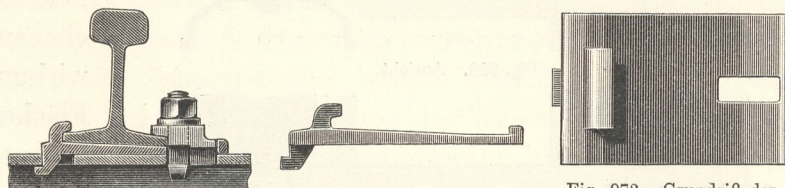


Fig. 971. Ansicht. Fig. 972. Querschnitt. Fig. 973. Grundriß der Unterlagsplatte. Fig. 971—973. Haarmanns Schienenbefestigung auf Eisenquerschwellen.

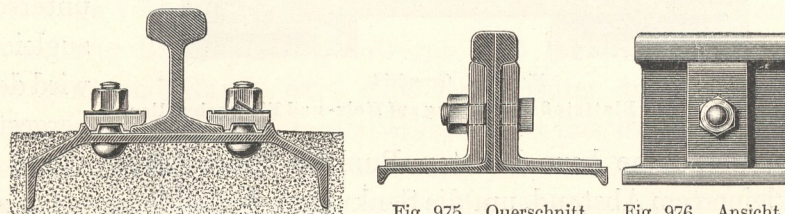


Fig. 974. Hoheneggers Langschwelle. Fig. 975. Querschnitt. Fig. 976. Ansicht. Fig. 975 und 976. Haarmanns Schwellenschiene.

winkeleisenförmigen Unterschienen und einer dazwischen festgeklemmten pilzförmigen Kopfschiene, sowie andererseits zweiteilige Formen mit breiter Schwelle und selbständiger, daraufgeschraubter Breitfußschiene; diese Form hat größere Verbreitung erlangt (Fig. 974). Später hat *Haarmann* in Osnabrück eine aus zwei symmetrischen Winkelstücken fest zusammengefügte einseitige Form mit senkrechter Mittelfuge als Schwellenschiene (Fig. 975 u. 976) hergestellt und damit große Steifigkeit, auskömmliche Breite und namentlich eine regelmäßige Versetzung der Stöße (Enden) beider Schienenhälften ermöglicht, so daß (allerdings nur anfangs) der Übergang der

Räder sanft und ohne Schlag erzielt wurde.

Die *Stoßverbindung* der Schienen bildet den schwierigsten Punkt des Eisenbahngleises. Um nämlich die für Oberbau und Betriebsmaterial nachteiligen und für die Fahrgäste lästigen Erschütterungen beim Überschreiten des Schienenstoßes

durch die Räder zu

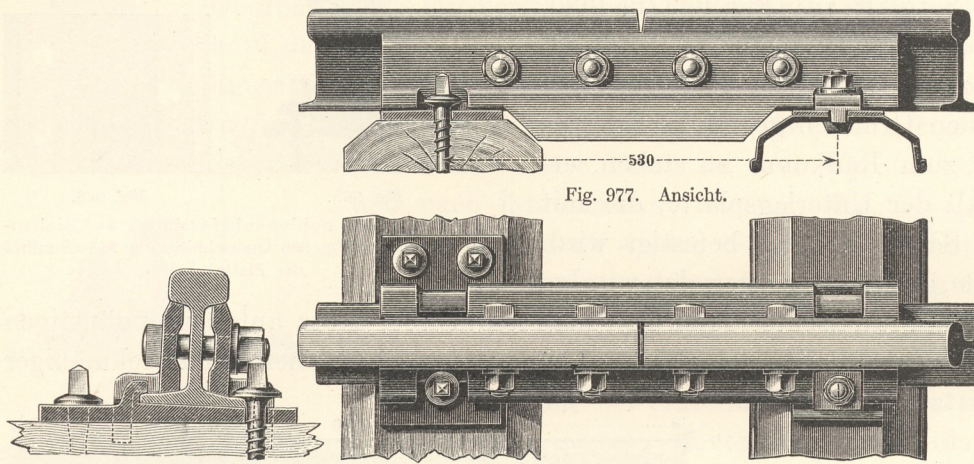


Fig. 978. Querschnitt.

Fig. 979. Grundriß.

Fig. 977—979. Stoßverbindung auf Holz- und Eisenschwellen.

vermeiden, müßte im Augenblicke des Radüberganges von einer auf die andere Schiene nicht nur die Höhe beider Schienenköpfe genau gleich, sondern auch jeder Richtungsunterschied in diesem Augenblicke verhindert sein. Da nun aber jedes Schienenende sich unter der Last niederdrückt, so wird es kaum je gelingen, solche augenblicklichen kleinen Verschiebungen der

Schienenkopffläche unter der Last auf die Dauer zu verhindern. Die zurzeit allgemein übliche Bauart der Stoßverbindung zeigt beiderseitige Stahllaschen, die sich mit ihren ebenen Anschlußflächen zufolge der Schraubwirkung zwischen die gleichfalls ebenen Flächen an Kopf und Fuß der Schiene einspannen, ohne den Schienensteg zu berühren, und so die Last übertragen. Um diese Übertragung elastisch zu machen, die Richtungsunterschiede tunlichst zu vermindern und zugleich reichliche Unterstützung darzubieten, wird der Schienenstoß fast überall „schwebend“ hergestellt, d. h. nicht in einem Punkte, sondern

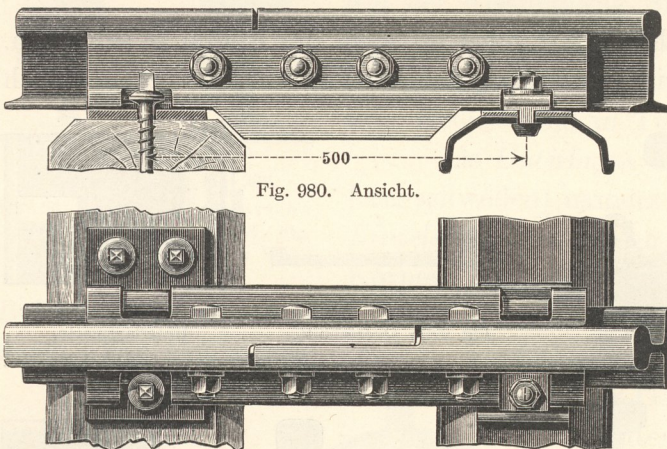


Fig. 981. Grundriß.

Fig. 980 und 981. Blattstoßverbindung auf Holz- und Eisenschwellen.

in *zwei* nahe benachbarten Punkten unterstützt. Auch die nächsten Schwellen folgen in verkleinertem Abstand, um die Senkungen der Schienenenden zu vermindern. So entsteht die in Längsansicht, Querschnitt und Grundriß in Fig. 977—979 dargestellte Stoßverbindung. Die Lasche ist durch einen senkrechten Ansatz verstärkt, jedoch so ausgeschnitten, daß sie beiderseits gewisse Befestigungsteile umklammert und dadurch das Gestänge gegen Längsverschiebung verspannt. Dies ist erforderlich, weil eine Durchbohrung oder Einklinkung des Schienenfußes (wie sie früher bei weichen Eisenschienen üblich war) bei Stahlschienen unzulässig ist. Die Schraubenlöcher im Schienensteg müssen der Wärmebewegung der Schienen genügenden Spielraum bieten. Auf Holzquerschwellen sind die beiden Unterlagsplatten am Stoß größer und stärker als die übrigen (s. oben) und zugleich mit einem Haken an der Außenseite der Schiene versehen, der wie die Haarmannsche Hakenplatte auf Eisenschwellen den Schienenfuß umfaßt und so für die Gestalt der Laschen volle

Gleichheit auf Holz- und Eisenquerschwellen ermöglicht. In Fig. 977 und 979 ist demgemäß eine Eisen- und eine Holzschwelle gezeichnet. — Neben dieser regelmäßigen Stoßform sind auch verschiedene Arten des *Blattstoßes* zur Ausführung gelangt, die, ebenso wie die oben erwähnte Schwellenschiene, ein Überblatten des Endes der einen Schienenkopfhälfte durch die andere und dadurch einen stoßfreien Radübergang bezwecken (Fig. 980 u. 981).

Die *Bettung* zwischen den Schienen bezweckt die Druckverteilung unter den Schwellen auf den Erdkörper, die Trockenhaltung, die Unschädlichmachung des Frostes sowie die Sicherung der Lage des Gleises in senkrechter und wagerechter Richtung. Der Bettungsstoff muß genügende Festigkeit gegen Zerdrücken besitzen und durchlässig, daher frei von erdigen Bestandteilen sein. Die einzelnen Stücke müssen gegen Frost und Verwittern beständig sein und möglichst viel Reibung aneinander entwickeln, am besten also scharfe Kanten haben, damit sie, durch die Schläge der Stopfhacke fest unter die Schwellen gepreßt, tunlichst lange in solcher Lage verbleiben. Das beste Material ist Steinschlag von festen natürlichen Steinen, aber auch fester, reiner Kies ist verwendbar.

4. Betriebseinrichtungen.

Die *Betriebseinrichtungen* bilden einen sehr wichtigen Bestandteil der Bahnanlagen. Hier kommen zunächst die Verbindungen der Gleise zum Übergang von Fahrzeugen aus einem Gleis in das andere in Betracht, und zwar Weichen, Drehscheiben und Schiebebühnen. Die beiden letzteren dienen nur zum Übergang je eines Fahrzeuges, die Weichen zum Übergang ganzer Züge oder Zugteile.

Weichen. Jede *Weiche* besteht aus drei Teilen: einem beweglichen, der *Ausweichvorrichtung* (1 in Fig. 982), und zwei festen Teilen, dem *Herzstück* (2) und dem *Weichenbogen*, der zwischen Ausweichvorrichtung und Herzstück liegt. Die Ausweichvorrichtung, auch *Wechsel* genannt, muß beweglich sein, damit ein in der Pfeilrichtung fahrender Eisenbahnzug je nach Bedarf in das *Stammgleis* I fahren kann oder in das *Zweiggleis* II abgelenkt wird. Ihre einfachste Konstruktion ist die *Schleppweiche*; sie besteht aus zwei gewöhnlichen Schienenstücken, die durch eine Stange verbunden und an einem Ende drehbar sind und entweder für das Hauptgleis oder das abzweigende Gleis dienen. Die Schleppweiche besitzt aber den Nachteil, daß sie stets ein Gleis offen läßt und daher einen Zug bei Ausfahrt aus der Weiche (entgegengesetzt der Pfeilrichtung in Fig. 982) bei falscher Weichenstellung zur Entgleisung bringen kann. Dies verhindert die *Zungenweiche*, bei der die Ausweichvorrichtung außer von den beiden äußeren durchlaufenden Schienen, den *Backenschienen*, durch zwei Weichenzungen gebildet wird. Wenn eine dieser Zungen, die durch eine Spurstange verbunden sind, an die zugehörige Backenschiene anliegt, ist die andere Zunge so weit von ihrer Backenschiene entfernt, daß für die Spurkränze der Räder eines durchfahrenden Zuges genügend Raum ist. Eine Entgleisung durch falsche Weichenstellung ist daher ausgeschlossen; bei der Einfahrt in die Weiche wird das Fahrzeug nur in ein anderes Gleis abgelenkt, als beabsichtigt war; bei Ausfahrt aus der Weiche wird diese durch die Spurkränze der Räder „aufgeschnitten“ und dadurch von selbst umgestellt. Die Bewegung der Weichenzungen geschieht für die Bedienung mit Hand durch eine Umstellvorrichtung mit Gegengewicht (*Weichenbock*), die mit Signalen (*Weichensignalen*) versehen ist und dadurch die Stellung der Weiche schon von weitem sichtbar macht. Bei wichtigen Weichen oder großen Weichengruppen erfolgt die Umstellung nicht mit Hand, sondern von *Stellwerken* aus, in die Drahtzüge von den Weichen aus eingeführt werden. Hinter dem Weichenbogen müssen an der Durchschneidungsstelle der beiden Gleise die Schienen unterbrochen werden, um den Spurkränzen der Räder Raum zu lassen. Dies geschieht durch Einlegung des Herzstückes (2 in Fig. 982). Man unterscheidet *Block-* und *Schienenherzstücke*. Erstere sind aus einem Stück gegossen, die Schienenherzstücke sind aus gewöhnlichen Schienen hergestellt, die vorn in einer Spitze

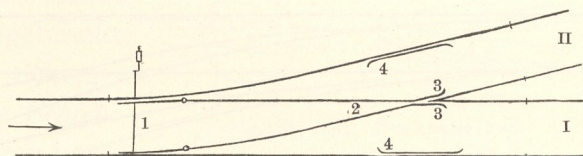


Fig. 982. Normalweiche.

zusammenlaufen. Der Winkel, unter dem die Schienen am Herzstück zusammenlaufen, heißt die „Neigung des Herzstückes“ und bezeichnet gleichzeitig den Weichenwinkel. Durch die Unterbrechungen der Schienen am Herzstück fehlt den Rädern der Fahrzeuge auf eine kurze Strecke die Unterstützung und Führung. Erstere wird ersetzt durch die *Flügelschienen* 3 (Fig. 982), letztere durch die *Zwangschienen* oder *Radlenker* 4. Die Flügelschienen sind Verlängerungen der inneren Schienen der Weiche; die Zwangschienen liegen dem Herzstück gegenüber an den Innenseiten der äußeren Schienen. Eine besondere Weichenart stellt die *Kletterweiche* dar, bei der jede Unter-

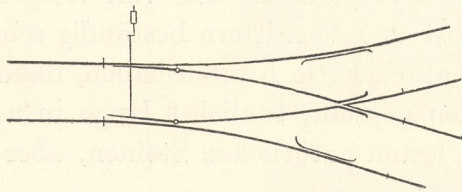


Fig. 983. Unsymmetrische Zweibogenweiche.

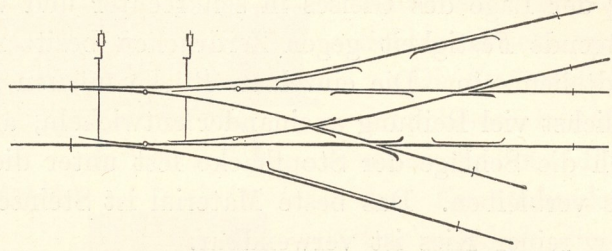


Fig. 984. Unsymmetrische Doppelweiche.

brechung der Hauptgleise fehlt, und die daher zu Abzweigungen von Anschlußgleisen auf der freien Strecke dient.

Man unterscheidet an Weichenformen: *Normal-* oder *einfache Weiche* (Fig. 982), die eine Abzweigung aus dem gerade fortlaufenden Gleis ist; sie heißt

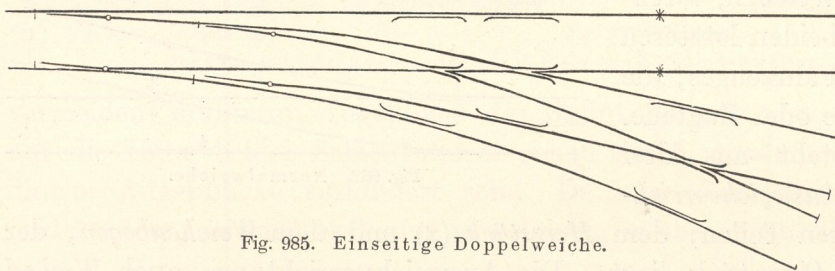


Fig. 985. Einseitige Doppelweiche.

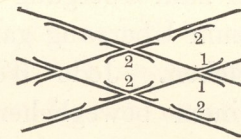


Fig. 986. Gleiskreuzung.

Rechts- oder *Linksweiche*, je nachdem bei der Einfahrt in die Weiche der gekrümmte Strang nach rechts oder links abzweigt. Sind beide Stränge einer Weiche gekrümmt, so nennt man diese *Zweibogenweiche* (Fig. 983). Sie wird zweckmäßig immer unsymmetrisch ausgebildet.

Werden aus einem Gleis gleichzeitig zwei andere abgezweigt, so entsteht die *Doppelweiche* (Fig. 984 u. 985), die auch immer unsymmetrisch gebaut wird. Es lenken dann entweder die beiden abzweigenden Stränge nach verschiedenen Seiten ab (Fig. 984) oder beide nach einer Seite (Fig. 985); letztere Art heißt *einseitige Doppelweiche*. Durch Fortnahme des gerade durchlaufenden Gleises entstehen die oben bereits genannten Zweibogenweichen.

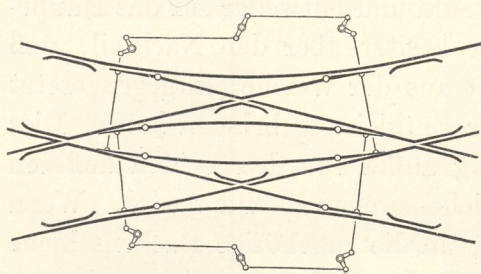


Fig. 987. Kreuzungsweiche.

Eine *Gleiskreuzung* (Fig. 986) ist die Durchschneidung zweier Gleise in einer Ebene. Sie besteht aus zwei Herzstücken am spitzen Winkel und zwei Kreuz- oder Doppelherzstücken am stumpfen Winkel nebst Flügelschienen 1 und Zwangschienen 2. Die *Kreuzungsweiche* (Fig. 987), auch *englische Weiche* genannt, ist die Vereinigung einer Gleiskreuzung mit Weichen, derart, daß ein Übergang aus dem einen geradlinigen Gleis in das andere ermöglicht ist, und zwar entweder nur auf der einen oder auf beiden Seiten, danach *einseitige* oder *einfache* und *beiderseitige* oder *doppelte Kreuzungsweiche* genannt.

Drehscheiben verbinden Gleise, die sich unter einem beliebigen Winkel schneiden. Außerdem dienen sie dazu, Fahrzeuge um 180° zu drehen (z. B. Lokomotive mit Tender, wenn sie nicht mit dem Tender voranfahen soll), sowie als Zugangsmittel zu Gebäuden, besonders Lokomotivschuppen, Reparaturwerkstätten usw. Die Drehscheiben sind in Gruben derart gelagert, daß die Schienenoberkanten auf der Drehscheibe gleich hoch mit denen der anschließenden Gleise liegen. Damit die Scheibe gegen Bewegungen beim Auf- und Abfahren der Fahrzeuge

gesichert ist, besitzt sie eine Feststellvorrichtung. Nach der Gesamtanordnung (Fig. 988—991) unterscheidet man *Vollscheiben* und *Teilscheiben*. Die ersteren, bei denen die Grube völlig bedeckt ist, besitzen zwei rechtwinklig oder drei unter 60° sich schneidende Gleise; nach der Form unterscheidet man: *Kreuzscheibe* (Fig. 988) und *Sternscheibe* (Fig. 989). Die Teilscheiben (Fig. 990) überdecken nur einen Teil der Grube und tragen nur ein Gleis. Bei ihnen liegt der Drehpunkt in der Mitte der kreisrunden Grube. Teilscheiben bilden die Regel für Lokomotiven. Bei den *Pendelscheiben* (Fig. 991), die keinen vollen Kreis, sondern nur einen kleinen Kreisabschnitt beschreiben können, ist der Drehzapfen an einem Ende der Scheibe gelagert. Die Unterstüzung der Drehscheiben geschieht durch zwei Eisenblechträger. Diese sind durch Querträger versteift, von denen die in der Nähe des Drehpunktes liegenden mittels eines Gußstückes und zweier starker Tragschrauben die Last auf ein Querstück aus Gußstahl übertragen, in das der Zapfen eingesetzt ist. Der äußere Umfang der Scheiben trägt Räder, die sich auf eine in der Grube gelagerte Schiene stützen und zum Tragen der Drehscheibe oder nur zur Führung dienen.

Schiebebühnen sind Vorrichtungen zur Verschiebung einzelner Fahrzeuge rechtwinklig zu parallel laufenden Gleisen. Sie ermöglichen daher, ein Fahrzeug von einem dieser Gleise in ein beliebiges anderes zu bringen. Die Unterstüzung des Gleises der Schiebebühnen besteht aus zwei Längsträgern, die durch Querträger verbunden sind. An diesen sind Räder angebracht, die auf rechtwinklig zu den Fahrgleisen liegenden Schienen laufen. Man unterscheidet *versenkte* und *unversenkte Schiebebühnen*, oder solche *mit* bzw. *ohne Laufgrube*. Bei ersteren liegen

die Laufgleise in einer Grube, die etwa 40—50 cm tiefer ist als die dadurch vollständig unterbrochenen Fahrgleise. Bei den letzteren befinden sich Lauf- und Fahr-schienen in gleicher Höhe, und die Fahr-schienen sind daher nicht oder nur auf ganz kurze Strecken unterbrochen.

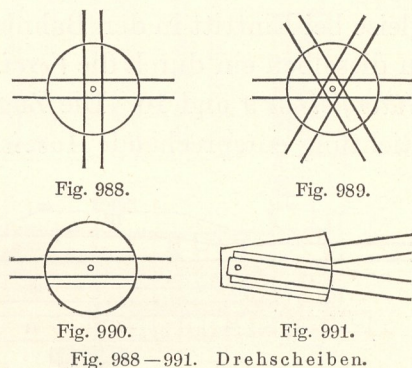


Fig. 988.

Fig. 989.

Fig. 990.

Fig. 991.

Fig. 988—991. Drehscheiben.

C. Bahnhöfe, Betriebs- und Sicherungsanlagen.

I. Bahnhöfe.

Bahnhöfe sind Örtlichkeiten für den öffentlichen Verkehr zwischen Publikum und Eisenbahn und zugleich für die Erledigung der Geschäfte des inneren Betriebsdienstes, also eine Verbindung von Verkehrs- und Betriebsanlagen für den *Personen-* und für den *Güterverkehr* nebst Betriebsanlagen für den *Rangier-*(Verschiebe-)*Dienst* und für den *Werkstätdienst*.

Die *Personenbahnhöfe* bestehen aus Gleisanlagen mit seitlichen oder zwischenliegenden, offenen oder bedeckten Bahnsteigen nebst Empfangs- und Nebengebäuden sowie Räumen und Laderampen für Post- und Eilgut, Rampen für Kutschen, Pferde usw. Hierzu kommen an Orten, wo Personenzüge regelmäßig zusammengestellt werden, noch die als *Abstellbahnhof* bezeichneten Betriebsanlagen, nämlich: Gleise zum Aufstellen, Reinigen und Neuordnen der Personenzüge, dazu Wagen- und Lokomotivschuppen nebst Zubehör an Gleisen, Drehscheiben, Kohlenbühnen und Wasserstationen; auch Anstalten zur Versorgung der Personenwagen mit Leuchtgas usw.

Die *Güterbahnhöfe* gliedern sich weiter in Stückgut-, Rohgut-, Vieh- und Hafenbahnhöfe. Die *Stückgutbahnhöfe* (Güterbahnhöfe im engeren Sinne) für stückweise zu verwegende Sendungen bestehen aus Güterschuppen nebst zugehörigen Gleisanlagen; die *Rohgutbahnhöfe* für Wagenladungsverkehr mit Feldfrüchten, Kohlen, Steinen, Erz, Holz usw. werden aus wiederholten, stumpf endigenden Gruppen von je zwei Gleisen mit zwischengelegten Ladestraßen gebildet, nebst Zubehör an Brückenwagen, Rampen, Kranen usw. Die *Viehbahnhöfe* enthalten an und zwischen den Gleisen größere Rampenanlagen zur Verladung des Viehes, Stallungen, Anlagen zum Füttern und Tränken der Tiere sowie zum Reinigen und Desinfizieren der Wagen mit kaltem und heißem