

Nachdem der Zapfen eingelegt, und die Ringe aufgetrieben sind, pflegt man zuweilen die Befestigung des Zapfens noch dadurch zu sichern, daß man das Hirnholz der Welle durch Keile, die man längst der Flügel in einem Abstände von etwa 2 Zoll von denselben in das Wellenende eintreibt, aufspaltet und an die Flügel herandrängt. (Verkeilen des Zapfens.) In der Vorderansicht der Fig. 29 sind diese Keile angedeutet.

Wenn man eine stehende Welle von Holz hat, so kann man den Spurzapfen in ganz ähnlicher Weise befestigen, wie die Zapfen liegender Wellen. Man hat nur die Walze des Zapfens nach Art der Spurzapfen zu gestalten. Für schwerere Wellen wendet man einen gußeisernen Kreuzzapfen an, in welchen man eine Stahlspitze nach Art der Fig. 8 bis 11 einbohrt. Die Flügel des Kreuzzapfens können hier kürzer sein, doch muß man dafür sorgen, daß dieselben durch das Gewicht der Welle nicht tiefer hineingedrückt werden. Zu diesem Zwecke versieht man sie mit einer Scheibe, welche sich gegen das Hirnholz der Welle anlegt.

Taf. 13. Fig. 30 zeigt eine sehr zweckmäßige Konstruktion eines Kreuzzapfens mit Stahlspitze für stehende Wellen. Die Platte, welche mit Ausschnitten versehen ist, um den Zapfen verkeilen zu können, ist mittelst vier Schraubenbolzen, deren Muttern seitwärts in die Welle eingestemmt sind, befestigt; die Flügel, welche als Rippen der Platte erscheinen, sind in die Welle eingelegt, und diese mit einem schmiedeeisernen Ringe gebunden.

Befestigung von Eisenbahnschienen. Konstruktion und Anordnung der Eisenbahnschienen.

§ 108. Die bei Eisenbahnen zur Anwendung kommenden Schienen (fr. *rails* — engl. *rails*) sind gegenwärtig ausschließlich aus gewalztem Eisen fabrizirt. So verschieden auch ihre Form und ihre Dimensionen sein mögen, so lassen sie sich doch wesentlich auf folgende Hauptformen zurückführen:

- 1) Stuhlschienen,
- 2) Breitbasige Schienen (Vignolschienen),
- 3) Sattel- oder Brückenschienen,
- 4) Wege-Uebergangsschienen.

Die zuletzt genannte Art von Schienen (Taf. 14. Fig. 14) findet nur bei manchen Bahnen an den Stellen Anwendung, wo ein Fahrweg, eine Chaussée oder eine Strafse die Eisenbahn in gleichem Niveau schneidet.

Die Sattel- oder Brückenschienen (Taf. 14. Fig. 13) sind

gegenwärtig bei größern Bahnen wenig in Gebrauch, sie haben einen hufeisenförmigen Querschnitt, und werden entweder auf Langschweller, oder auf Querschweller von Holz befestigt; man findet diese Schienen nur noch auf einem Theil der Leipzig-Dresdner, der Niederschlesisch-Märkischen (Taf. 14. Fig. 13) und der Magdeburg-Köthen-Halle-Leipziger-Eisenbahn.

Die Stuhlschienen und die breitbasigen Schienen haben eine fast gleich ausgedehnte Anwendung. Beide Arten von Schienen bestehen aus einem Kopf, d. i. der obere, gewöhnlich gewölbte Theil, auf welchem die Räder der Eisenbahnwagen laufen, einem Fuß, d. i. der untere Theil, welcher vorzugsweise zur Befestigung der Schienen dient, und einem Steg, d. i. der mittlere Theil, welcher den Kopf mit dem Fuß verbindet, und von größerer Höhe, aber geringerer Breite ist, als Kopf und Fuß.

Bei den Stuhlschienen hat der Fuß eine gewölbte, dem Kopf ähnliche Form (Taf. 14. Fig. 1 und 2); die Schienen dieser Form werden auf den Unterlagen gewöhnlich mittelst gußeiserner Schienenstühle (fr. *coussinets* — engl. *chairs*) befestigt, doch geschieht die Befestigung auch zuweilen in anderer Weise (z. B. Taf. 14. Fig. 12).

Das Profil der breitbasigen oder Vignolschienen unterscheidet sich von dem Profil der Stuhlschienen hauptsächlich in der Form des Fußes. Der Fuß ist hier durch eine breite Platte gebildet (Taf. 14. Fig. 2, 3, 4 etc.), und wird gewöhnlich durch Hakennägeln, Schraubenbolzen oder Holzschrauben auf den Unterlagen befestigt, obwohl man auch bei den Vignolschienen zuweilen Stühle anwendet (z. B. Taf. 14. Fig. 9, 10, 11).

Welches von beiden Schienenprofilen den Vorzug verdiene, ist bis jetzt noch nicht mit Sicherheit entschieden. In der Versammlung deutscher Eisenbahntechniker, welche im Februar 1850 zu Berlin Statt fand, und an welcher Techniker von fast allen deutschen Eisenbahnen Theil nahmen, wurde ein Vorzug der Stuhlschienen vor den breitbasigen Schienen mit 20 gegen 13 Stimmen in Abrede gestellt, dagegen aber auch mit 17 gegen 16 Stimmen abgelehnt, den breitbasigen Schienen einen Vorzug vor den Stuhlschienen zuzuerkennen*). Bei Gelegenheit der Bestimmung der Schienenform für die Königl. Preuss. Ostbahn erklärten sich von 14 Berichten, welche von den erfahrensten Eisenbahn-Techni-

*) Vergl. Verhandlungen der Versammlung deutscher Eisenbahn-Techniker in Berlin im Februar 1850 von L. Klein und E. Wiebe. Berlin 1850. S. 32.

kern und Eisenbahn-Kommissarien eingeholt worden waren, neun überwiegend für die breitbasigen Schienen, drei entschieden für die Stuhlschienen, und zwei liefen nach Erörterung des Gegenstandes die Frage unentschieden. Für die Ostbahn hat man schliesslich breitbasige Schienen gewählt.

Um der Entscheidung jener Frage näher zu kommen, sind auf Veranlassung der Königl. preufs. Regierung unter Leitung des Bauinspektors Th. Weishaupt im Sommer 1851 Versuche angestellt worden, welche die Ermittlung des Widerstandes der Eisenbahnschienen gegen Durchbiegung und gegen Bruch zum Zweck hatten*). Das Resultat dieser Versuche ist im Allgemeinen folgendes:

Die Schienen, welche an beiden Enden, bei einer Entfernung der Stützpunkte von 3 Fufs, frei auflagen, und in der Mitte belastet waren, zeigten ein viel gleichartigeres Verhalten gegen den Bruch als gegen die Durchbiegung, wenn das Material von guter Qualität war. Die erforderlichen Eigenschaften des zu den Schienen zu verwendenden Eisens sind namentlich Härte, Zähigkeit, vorzügliche Schweissung und Homogenität, es mufs daher feinkörniges, reines, namentlich schwefel- und phosphorfrees Eisen, wenigstens zum Kopf der Schienen, verwendet werden. Der Elastizitäts-Modulus der Schienen ist um so gröfser, je gröfser die Oberfläche im Verhältnifs zum Volum ist; er variirt bei den untersuchten Schienen von 19146930 Pfund (bei der breitbasigen Berlin-Anhalter-Schiene, welche pro laufenden Fufs 22,15 Pfund wiegt) bis zu 21243420 Pfund (bei der 18,6pfündigen, breitbasigen Niederschlesisch-Märkischen Schiene). Die Durchbiegung der Schienen bei derselben Belastung ist nahezu gleich grofs, wenn die Schiene in gewöhnlicher Lage, oder wenn sie mit dem Kopf aufliegend belastet wird. Der Widerstand der Stuhlschienen gegen Biegung ist im allgemeinen gröfser, der Widerstand gegen Bruch kleiner, als bei den breitbasigen Schienen. Breitbasige Schienen haben bei gleicher Höhe mit Stuhlschienen eine gröfsere Widerstandsfähigkeit gegen Seitenbiegung. Die gröfste Belastung, welche die Schienen in einem Punkte auszuhalten haben, beträgt etwa 135 Centner (14850 Pfund), wenn man die Hälfte des Lokomotiv-Gewichtes (550 Ctr.) auf der Triebaxe lastend, und davon die Hälfte für jedes Triebbad annimmt.

Die Mittelwerthe aus den Weishaupt'schen Versuchen in Be-

*) Vergl. Untersuchungen über die Tragfähigkeit verschiedener Eisenbahnschienen von Th. Weishaupt. Berlin 1852.

zug auf Biegung und Bruch enthält folgende Tabelle. Die Schienen sind in ihrer gewöhnlichen Lage, bei drei Fuß Entfernung der Stützpunkte von einander, frei aufliegend in der Mitte belastet.

XIX. Tabelle

über den Widerstand verschiedener Eisenbahnschienen gegen Biegen und Brechen.

Laufende Nummer	Benennung der Bahn	Form der Schiene	Dimensionen der Schiene			Gewicht pro laufenden Fuß.	Tragfähigkeit der Schiene						Reihenfolge der Schienen in Bezug ihrer Tragfähigkeit bis zum Bruch.			
			Breite				innerhalb der Grenzen der vollkommenen Elastizität			bis zum Bruch						
Höhe			des Kopfes	des Fußes	des Steges	pro Centner.	im Mittel aller Versuche	höchstens	mindestens	im Mittel aller Versuche	höchstens	mindestens	No.			
Zoll	Zoll	Zoll	Pfd.	Ctr.	Ctr.									Ctr.	Ctr.	Ctr.
1	Stargard-Posener	breitbasig	2,3	4	0,65	22,82	112	229	152	0,00037	0,056	526	553	538	4	
2	Niederschles.-Märkische *)	desgl.	2,12	3,81	0,69	22	166	166	166	0,000373	0,062	607	607	607	1	
3	Dieselbe	desgl.	2,13	3,68	0,63	22	157	175	166	0,000375	0,062	562	562	562	3	
4	Ostbahn	desgl.	2,17	4	0,63	22	130	229	170	0,000384	0,065	535	616	577	2	
5	Berlin-Potsdam-Magdeb.	Stuhl.	4,5	2,35	0,75	20	130	166	150	0,000416	0,062	463	526	495	7	
6	Thüringische	breitbasig	4,25	2,31	0,65	20	130	166	148	0,000417	0,062	517	526	522	5	
7	Berlin-Hamburger	desgl.	4	2,26	0,8	22,15	103	121	112	0,000454	0,051	508	517	512	6	
8	Westfälische	Stuhl.	4,5	2,3	1,5	19,5	112	157	130	0,000465	0,060	355	391	373	9	
9	Berlin-Anhaltische	desgl.	4,41	2,26	1,87	0,71	19,3	94	103	97	0,000482	0,047	363	363	303	10
10	Dieselbe	desgl.	3,91	2,43	1,81	0,58	18	112	121	117	0,000561	0,066	382	382	882	8
11	Westfälische	desgl.	4	2,35	1,65	0,75	18	103	121	110	0,000569	0,063	319	319	319	11
12	Niederschlesisch-Märkische	breitbasig	3,25	2,4	3,75	0,55	18,6	72	90	81	0,000667	0,054	340	328	319	11
13	Dieselbe	Brück-	2,33	1,95	4,45	2,0,6	15,4	44	58	51	0,00189	0,096	166	166	166	12
14	Magdeburg-Leipziger	desgl.	2,15	2,0	4,65	2,0,5	14	26	39	31	0,00213	0,066	121	157	139	13

*) Probeschienen.

Ueber die Anordnung und die Lage der Schienen enthalten die von der oben erwähnten Versammlung deutscher Eisenbahn-Techniker vereinbarten: „Grundzüge für die Gestaltung der Eisenbahnen Deutschlands“*) in den §§ 9 bis 38 und 42 bis 46 folgende Bestimmungen, bei denen übrigens zu bemerken ist, daß sämtliche Maafse in englischem Maafssystem genommen sind:

Spurweite.

§ 9. Die Spurweite muß im Lichten 4 Fufs $8\frac{1}{2}$ Zoll**) betragen. Es wird als dringendes Bedürfnis anerkannt, daß diejenigen deutschen Bahnen, welche dieses Maafs nicht haben, dasselbe sobald als möglich erhalten.

Freier Raum für die Bahn.

§ 10. Die Bahngelise in der freien Bahn sollen von Mittel zu Mittel nicht weniger als 11 Fufs 4 Zoll von einander entfernt sein.

§ 11. Gegenstände, welche höher hinauf reichen, als die Sohle der Bahnwagen, sollen wenigstens 6 Fufs 7 Zoll vom Mittel des nächsten Bahngelises entfernt sein. Gegenstände von geringerer Höhe als die Wagensohle, welche mehr als 1 Fufs 3 Zoll hoch über die Schienen ragen, sind mindestens 5 Fufs 5 Zoll vom Mittel des nächsten Gelises zu entfernen.

§ 12. Die freie lichte Höhe über der ganzen Breite eines jeden Bahngelises soll wenigstens 15 Fufs 9 Zoll über den Schienen betragen.

§ 13. Die festen Theile des Ausgusses der Wasserkrahn sollen mindestens 8 Fufs 3 Zoll über der Oberkante der Schienen liegen.

Schienen.

§ 14. Die Schienen sollen aus geeignetem und unter Kontrolle gewalztem Eisen bestehen und in der Regel in Längen von nicht weniger als 18 Fufs verwendet werden.

§ 15. Der Kopf der Schienen soll nicht weniger als $2\frac{1}{4}$ Zoll breit sein und eine gewölbte Oberfläche haben, deren Halbmesser zwischen 5 und 7 Zoll beträgt.

§ 16. Die Höhe der Schienen soll nicht weniger als 4 Zoll betragen.

§ 17. Die größte Belastung, welche die Schienen durch ein Rad zu erleiden haben, soll 120 Centner nicht übersteigen.

§ 18. Die Schienen sollen nach Innen geneigt gestellt sein, und soll diese Neigung $\frac{1}{20}$ der Höhe betragen.

Lage der Schienen.

§ 19. Die Oberflächen der beiden Schienen eines Gelises sollen in geraden Strecken genau in gleicher Höhe liegen.

*) Verhandlungen der Versammlung deutscher Eisenbahn-Techniker in Berlin im Februar 1850, von L. Klein und E. Wiebe. Berlin 1850 S. 65 u. f.

**) 4 Fufs $6\frac{7}{8}$ Zoll preussisch.

In Kurven soll die äußere Schiene mit Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit um so viel höher gelegt werden als die innere, daß die Schienenkante nicht von den Spurkränzen nachtheilig angegriffen wird.

§ 20. In Kurven, welche mehr als 2000 Fuß Halbmesser haben, tritt keine Erweiterung des Spurmaasses ein. In engeren Kurven darf die Erweiterung bis höchstens $\frac{3}{4}$ Zoll betragen.

Schienenbefestigung.

§ 21. Die Köpfe der Schienen sollen an den Stossenden in einer zu der Axe der Schienen normalen Ebene abgeschnitten sein.

§ 22. Die Befestigung der Schienen auf den Unterlagern soll sowohl durch Stühle, als bei breitbasigen Schienen durch unmittelbares Auflager Statt finden können.

§ 23. Die Stofsverbindungen der beiden Schienen eines Geleises sollen einander normal gegenüber angeordnet werden.

§ 24. Die Befestigung der Stofsverbindungen muß den erforderlichen Spielraum für Temperatur-Veränderungen gestatten*).

§ 25. Stofsverbindungen breitbasiger Schienen mit bloßen Hakennägeln oder Holzschrauben sind, selbst bei Anwendung von nicht übergreifenden Unterlagsplatten, in Hauptgeleisen unzulässig.

§ 26. Bei Stuhlschienen wird die Stofsverbindung mit Stühlen und einfachen Keilen für ausreichend erachtet.

§ 27. Auch bei der Stofsverbindung der Stuhlschienen ist die Anwendung von Laschen den einfachen Keilen vorzuziehen.

Unterlagen.

§ 28. Die besten Unterlagen für Schienen sind diejenigen aus Holz, welches von einer Substanz durchdrungen ist, die es gegen Fäulniß schützt.

§ 29. Das System der Querschwellen ist dem der Langschwellen unbedingt vorzuziehen.

§ 30. Bei Querschwellen sollen diejenigen unter den Stößen eine größere Grundfläche haben, als die Mittelschwellen.

§ 31. Die den Stofschwällen zunächst liegenden Mittelschwellen sollen den ersteren so nahe gelegt werden, als es das vollkommene Unterstopfen irgend gestattet.

§ 32. Wo ausnahmsweise Langschwellen zur Anwendung kommen, sol-

*) Bei jeder Veränderung der Temperatur um 25° C. dehnt sich das Eisen um 0,000305 seiner Länge aus. Werden die Schienen bei einer mittleren Temperatur von 15° gelegt, und nimmt man die höchste Temperatur durch die direkte Einwirkung der Sonnenstrahlen auf 45° an, so hat man eine Temperatur-Differenz von 30° , folglich eine Längenausdehnung bei 18' langen Schienen von $18 \cdot 12 \cdot 12 \cdot 0,000305 \cdot \frac{30}{25} = 0,96$ Linien, wofür man jedoch $1\frac{1}{2}$ auch wohl 2 Linien anzunehmen pflegt.

len dieselben mindestens an den Stofsverbindungen dergestalt mit einander verbunden werden, daß ihre gegenseitige Entfernung sich nicht verändern kann.

§ 33. Stein-Unterlagen sind bei neuen Bahnen nur da zu gestatten, wo ihr Bettungsmaterial den gewachsenen Boden erreicht.

§ 34. Auf Dämmen sollen bei älteren Bahnen die Stein-Unterlagen nur dann gelegt werden, wenn die Dämme wenigstens 5 Jahre lang befahren sind.

§ 35. In Kurven von geringerem Halbmesser als 2500 Fufs müssen die Stein-Unterlagen an den Stofsverbindungen, und mindestens einmal in der Mitte der Schienenlänge, so miteinander verbunden sein, daß eine Veränderung der Spurweite vollständig verhindert wird. In flacheren Kurven und geraden Linien kann diese Verbindung fortbleiben, wenn die Steinwürfel die Neigung der Schienen erhalten und an ihrer äußeren Seite mit Bettungsmaterial fest hinterstopft werden.

§ 36. Zwischen den Stein-Unterlagen und den Schienen soll sich ein elastisches Mittel befinden, bei welchem auf eine genügende Dauer der Elastizität zu rechnen ist.

Bettungsmaterial.

§ 37. Das Bettungsmaterial soll sowohl unter den Schwellen als unter den Stein-Unterlagen wenigstens 8 Zoll stark sein.

§ 38. Das Bettungsmaterial soll eine solche Beschaffenheit haben, daß es weder bei anhaltender Nässe durchweicht, noch durch Frost zerstört wird.

Wege-Uebergänge.

§ 42. Bei Wege-Uebergängen soll die Rinne für den Spurkranz $2\frac{5}{8}$ Zoll breit und wenigstens $1\frac{1}{2}$ Zoll tief sein. Ueber diese Tiefe darf am inneren Rande der Schienen überhaupt kein Konstruktionstheil hervorragen.

§ 43. Diese Rinne ist so zu konstruiren, daß die übergehenden Zugthiere sich nicht mit einem Theile ihrer Hufe darin festklemmen können.

§ 44. Bei Chausseen und befestigten Kommunalwegen ist der Wege-Uebergang in einer solchen Breite horizontal anzulegen, daß die Fuhrwerke vollständig horizontal stehen, bevor die Zugthiere an der Deichsel die Schienen erreichen.

§ 45. Auch das Pflaster zwischen den Schienen muß nach der Breite horizontal und ohne alle Wölbung ausgeführt werden.

Streichschienen.

§ 46. Außer bei Wege-Uebergängen und in Bahnhöfen ist die Anbringung von Streichschienen (sogenannten Sicherheitsschienen) unstatthaft.

Befestigungsarten der Eisenbahnschienen.

§ 109. Bei den Eisenbahnschienen kommt sowohl die gerade, als die Winkelbefestigung zur Anwendung. Die Schienen liegen