Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 85/86 (1925)
Heft: 12

Artikel: Lange oder kurze Schwellen?
Autor: Birk, Alfred
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-40193

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

durch tiefe Schluchten zerrissene Hochgebirgsgelände mit grossen Kosten und die Instandhaltung dieser Leitungen insbesondere im Winter mit ausserordentlichen Schwierigkeiten verbunden gewesen. Es wurde daher durch die Tunnel auf einer Länge von rund 4 km ein Hochspannungskabel für 15000 Volt Betriebspannung mit 100 mm² Kupferquerschnitt verlegt. Zum Schutze des Kabels ist an jedem Ende ein Hörnerfunkenableiter mit einem Oelwiderstand angeordnet. Als Verstärkungsleitung zu den Schienen ist ein Kupferdraht von 35 mm² Querschnitt an der Tunnelwand angebracht und bei den Tunnel-Ausgängen an die Schienen angeschlossen. An diesen Erdungsdraht sind auch die einzelnen Stützpunkte in den Tunneln angeschlossen worden.

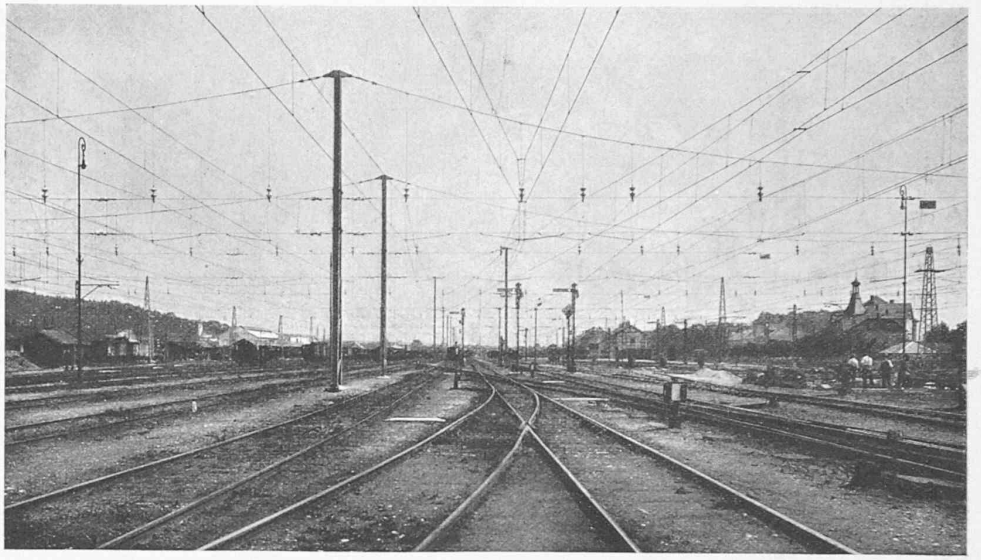


Abb. 7. Fahrdraht-Aufhängung im Bahnhof Attnang-Puchheim. — A.E.G. Union E.G.

Zur Nachspannung der Fahrleitungskette werden Tragseil und Fahrdraht durch eine ungleicharmige Wippe vereint und durch Ketten, die über Rollen laufen, mit einem gemeinsamen Gewicht verbunden. In den Stationen sind nur die Hauptgeleise-Fahrdrähte nachspannbar.

Zur Trennung der nachspannbaren Abschnitte der offenen Strecke wurden ungefähr alle 1000 m in einer Entfernung von zwei Spannfeldern an Stelle der Holzmastjoche eiserne Gittermaste aufgestellt, an deren Aussenseite die Nachspanngewichte spielen. An dem dazwischen liegenden Joche werden die beiden Fahrdrähte durch Ausleger in der richtigen Lage gehalten und durch biegsame Kupferbügel miteinander verbunden.

Die Tunnelaufhängung besteht aus je zwei Hewlett-Isolatoren, die zu beiden Seiten der Tunnel-Leibung angebracht sind; dazwischen befindet sich ein kreuzweise verspannter Rahmen, an dem die beiden Tragseile und Fahrdrähte befestigt sind. Diese Tunnelaufhängung passt sich den jeweiligen Tunnelprofilen sehr gut an; trotzdem mussten aber in diesen Tunneln sehr umfangreiche Geleise-Senkungen vorgenommen werden, weil insbesondere in den ausgemauerten Teilen der oberhalb des Lichtraumprofiles zur Verfügung gewesene Raum auch zur Unterbringung dieser einfachen Anordnung nicht ausreichte (Abb. 6). Auf die Nachspannbarkeit der Tunnelstrecke wurde verzichtet.

Der Bahnhof Attnang-Puchheim hat eine ähnliche Querseil-Aufhängung erhalten wie der Bahnhof Gmunden. Es mussten jedoch zur Vermeidung allzu grosser Bauhöhen der Querseilmaste einzelne über 20 Geleise reichende Querseilfelder durch den Einbau je eines Tragmastes unterteilt werden (Abb. 7). Die Ausrüstung sämtlicher Geleise dieses Bahnhofes, auf dem ein sehr starker Verschiebedienst stattfindet, erfolgte hauptsächlich deshalb, um diesen mit eigenen elektrischen Verschiebelokomotiven durchführen zu können.

Lange oder kurze Schwellen?

Von Prof. Dr.-Ing. e. h. ALFRED BIRK, Techn. Hochschule, Prag.

(Schluss von Seite 110)

V. Folgerungen aus den bei ruhender Belastung gewonnenen Versuchsergebnissen.

Aus Uebersicht III (Seite 110) ergibt sich:

1. dass die grösste Durchbiegung der Verbundschwelle (0,3 mm) nur den fünften Teil der grössten Durchbiegung der Holzschwelle (1,5 mm) beträgt, also die Durchbiegung der ersten geringer ist, als die der letzten;

2. dass die Senkungslinie der Verbundschwelle auf der ganzen Länge um 0,7 mm tiefer liegt, als die der Holzschwelle;

3. dass die *Gesamtbewegung des Geleises im lotrechten Sinne* (Senkung + Durchbiegung = Ablesung) bei der Verbundschwelle um 8 bis 20 % geringer.

Diese Feststellung ist bemerkenswert; die Holzschwelle, von der vorausgesetzt wird, dass sie auf ihrer ganzen Länge auf der Bettung ruht, wird tiefer in diese eingedrückt als die Verbundschwelle, die bei gleicher Breite nur auf einer wesentlich geringern Länge (2 × 0,70 m) unterstopft ist. Cuënot gibt für diese Beobachtung folgende Erklärung:

Die Verbundschwelle übt auf die Bettung einen gleichmässigen Druck an jedem Ende auf einer Länge von 70 cm aus; der durch diesen Druck elastisch verdrängte Schotterkörper entspricht den in Abbildung 7 schraffierten Flächen; auf der einen Seite ist diese Fläche 0,001253 m², auf der andern 0,000843 m²; diese beiden Zahlen 1253 und 843 entsprechen den beiden Verdrängungskörpern. Dieser Körper entspricht selbst wieder dem von der Bettung aufgenommenen Drucke innerhalb der Elastizitätsgrenze, die nicht überschritten werden darf; daraus folgt, dass die Holzschwelle, die auf ihre Unterlage den gleichen Druck ausübt, da sie der gleichen Belastung unterworfen ist, eine Schottermenge verdrängen muss, die gleich ist derjenigen, die durch die Holzblöcke der Verbundschwelle zusammengedrückt worden ist — und dass ihre wirkliche Stützlänge durch diese Bedingung begrenzt erscheint. Die Stützlänge der Holzschwelle muss daher die Höhe der trapezähnlichen Figur sein, die zwischen der ursprünglichen Axe der Schwelle und ihrer Biegungslinie liegt und deren Fläche gleich der des schraffierten Teiles sein muss. Wenn man die Schwellenenden, die wegen ihrer grössern Entfernung vom Lastangriffpunkte nur schwach gegenwirken, ausser Acht lässt, so ergibt sich, dass die — zufolge der Unregelmässigkeit der Stopfung unbestimmte — Lagerfläche der Holzschwelle jedenfalls die Länge der Blöcke der Verbundschwelle nicht überschreitet, also ungefähr 35 cm weit auf jede Seite der Schienenaxe hin sich erstreckt. Der mittlere Teil der Holzschwelle beeinflusst also — wie Cuënot weiter folgert — nicht die Verteilung des Druckes; er dient gewissermassen nur als Verbindung jener Schwellenteilstrecken, die als Stützpunkte der Schienen wirken. Auf dieser Annahme fusst die Bauart der Verbundschwelle.

Die Versuchsergebnisse weisen auch darauf hin, dass durch den elastischen Druck des Bettungstoffes unter den

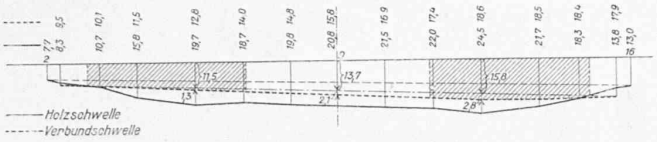


Abbildung 7.

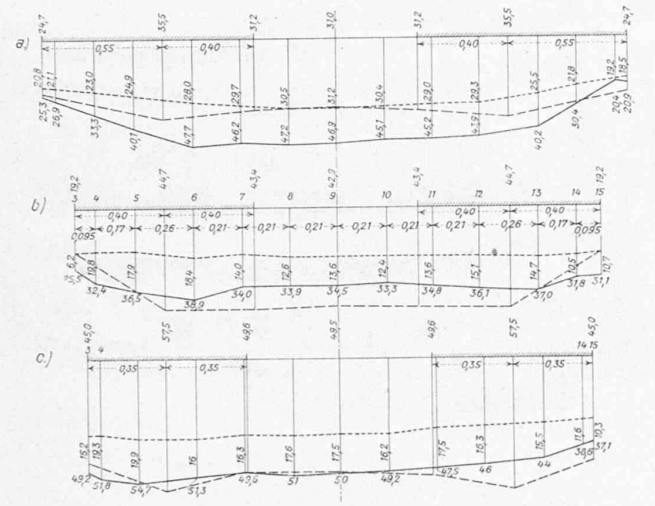


Abbildung 8.

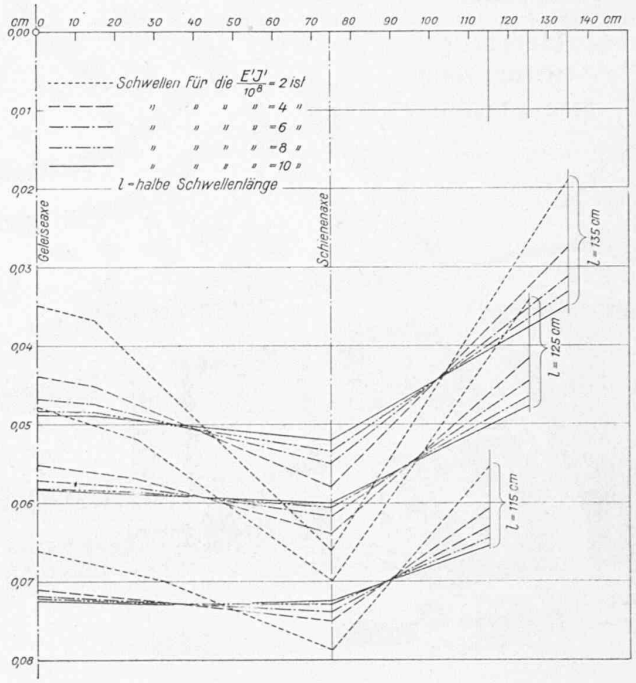


Abbildung 9.

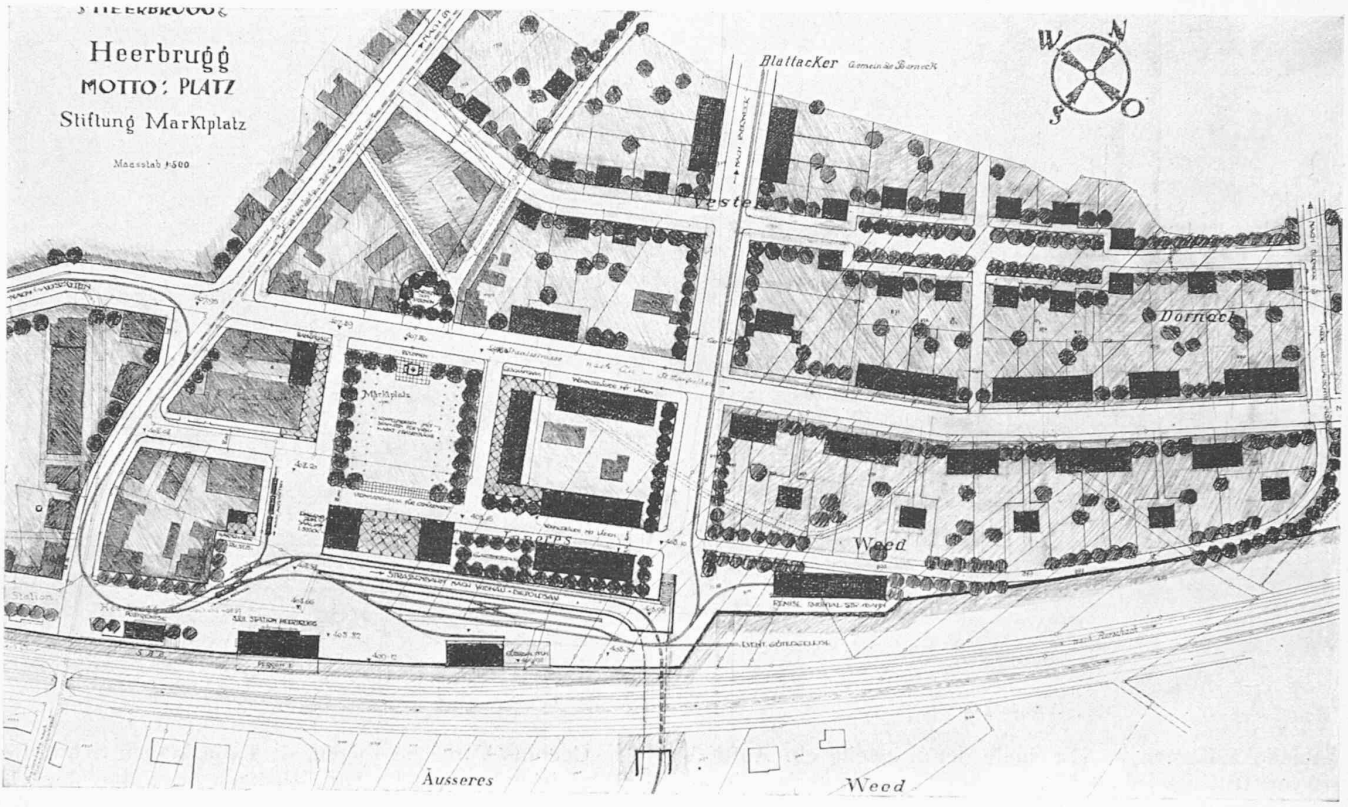
Schienenauflagern im Mittelteile der Schwelle ein Auftrieb hervorgerufen wird, der die Hebung der Biegungslinie an dieser Stelle bewirkt. Cuënot hat beobachtet, dass bei feuchter Bettung, die den Druck wegen ihres grössern innern Zusammenhanges auf eine grössere Fläche überträgt, die Schwellenenden sanft geneigt sind, während sie bei trokkener Bettung sich eher heben. Cuënot hält die Annahme, dass die belastete Querschwelle auf ihrer ganzen Länge trage, als nicht zutreffend und mithin auch die auf dieser Voraussetzung fussende Annahme, dass die Senkung der Schwelle in jedem Punkte ihrer Grundfläche im einfachen geraden Verhältnisse zum Drucke stehe ($p = Cy$) als nicht zulässig. Daraus folgert er weiter, dass die Einsenkung der Schwelle durch ihre Verlängerung nicht vermindert werden kann; vielmehr vergrössert die Verlängerung die Durchbiegung, wirkt also nachteilig. Sie ist mithin nicht das richtige Mittel für die gute Erhaltung des Geleises; eine ungünstige Umbildung des Geleises wird am wirksamsten durch Verbreiterung der Schwelle und durch Zusammenfassen des Stoffes an den Schienenauflagerstellen und besonders durch die Vergrösserung des Trägheitsmomentes der Schwelle erreicht. Natürlich ergibt sich dadurch eine kleinere Drucküberträgungsfläche gegenüber der gleichmassigen Schwelle, ein Umstand, der in der tieferen Einsenkung der Verbundschwelle zum Ausdruck kommt. Bei einer Achsbelastung von 12000 kg können wir bei Verwendung sehr steifer Schienen mit einem Auflagerdrucke von 6000 kg rechnen, von dem 3604 kg auf den bogeninnern und 2396 kg auf den bogenäussern Schienenstützpunkt (vgl. „Anordnung der Versuchstrecke") entfallen; die Drucküberträgungsfläche beträgt, wie oben angegeben, 1750 cm², mithin der Bettungsdruck 2,06 kg/cm² und 1,36 kg/cm². Er liegt also hier, wo steife Schienen und breite Schwellen Verwendung gefunden haben, noch innerhalb der zulässigen Grenzen. Da die Einsenkung am bogenäussern Stützpunkt im Mittel (Beobachtungen vom 30. Juli 1903) 1,21 mm betrug, ergibt sich eine Bettungsziffer von $C = 1{,}36 : 0{,}121 = 11{,}24$ kg/cm². Cuënot meint, dass bei gutem Bettungstoff und sehr tragfähigem Untergrund die Bettungsziffer mit wenigstens 20 kg/cm² angenommen werden kann. In Deutschland wird unter solchen Umständen gewöhnlich mit einer Bettungsziffer $C = 15$ kg/cm² gerechnet; jedenfalls ist die früher meist angenommene Grenze $C = 8$ kg/cm² für derartige Geleiseausführungen zu tief angesetzt[1]).

[1]) Vgl. Birk, Der Wegebau, 2. Teil, 2. Auflage, 1921.

Cuënots Versuche zeigen, dass die langen Schwellen sich nach unten, die kurzen sich nach oben durchbiegen. Es muss daher eine Schwellenlänge geben, bei der die Biegungslinie sich der Geraden nähert, also die Schwellen sich ohne fühlbare Durchbiegung senken. Diese Länge liegt nach Cuënot in der Nähe von 2,20 m. In Abbildung 8 sind drei bezeichnende Versuchsergebnisse mit 22 cm breiten, teilweise unterstopften Holzschwellen wiedergegeben, und zwar zeigt a) die Ergebnisse bei der 2,60 m langen, b) die bei der 2,31 m und c) die bei der 2,21 m langen Schwelle; die ausgezogenen gebrochenen Linien stellen die Mittellinien unter der Last, die Punktlinien jene nach der Entlastung dar. Die abgelesenen Senkungen sind in Zehntelmillimetern eingeschrieben. Die gestrichelten Linien geben die berechneten Schwelleneinsenkungen an; die Berechnung wurde von mir nach dem einfachen Verfahren Helly's durchgeführt.[1]) Wenn man berücksichtigt, dass diese Linien die Einsenkungen unter der Lastwirkung angeben, also mit den durchgezogenen Linien in Vergleich zu ziehen sind, und dass bei der Berechnung — abweichend von den Versuchen Cuënots — eine gleichgrosse Belastung beider Schienenstränge vorausgesetzt ist, dann muss man feststellen, dass die allgemeine Form der berechneten Biegungslinie mit der Form der durch Versuche gewonnenen Linie ziemlich befriedigend übereinstimmt.

VI. Die Beobachtungen unter bewegter Last.

Die Beobachtungen wurden bei Zügen mit verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten angestellt. Die Durchbiegungen sind durchwegs um 10 bis 20 % geringer, als bei ruhender Belastung; der bei dieser festgestellte Unterschied zwischen der Biegung der Holzschwellen und der der Verbundschwellen hat sich erhalten: die Formänderung der Verbundschwelle ist geringer als die der Holzschwelle. Die bisher gemachten Erfahrungen weisen darauf hin, dass die bewegte Belastung geringere Wirkungen erzeugt, als die ruhende, und dass mithin für die Ermittlung der Höchstwerte der Formänderung die Beobachtungen bei ruhender Last genügen. Die Formänderung des Stoffes vollzieht sich umso langsamer, je steifer er ist und je kürzer die Zeit der formändernden Kraftwirkungen. Man kann über einen Boden geringer Dichte gehen, ohne Eindrücke zu hinterlassen, wenn man ihn sehr rasch überschreitet. Die Schwelle erleidet die Formänderung der Bettung und des Untergrundes; ihre Formänderung ist daher durch die der Bet-



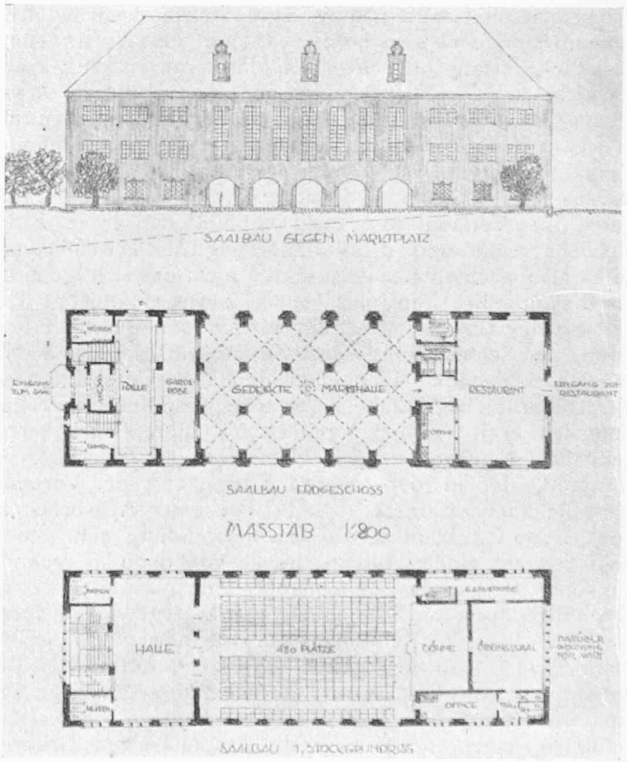
3. Rang (1500 Fr.): Entwurf Nr. 13 „Platz". – Verfasser Arch. W. F. Wilhelm, in Firma Stadler & Wilhelm, Architekten, Zug. – Lageplan 1:3000.

tung und des Untergrundes begrenzt. Diese Stoffe wirken auf die Schwelle wie eine kräftige Feder, die langsam die empfangenen Kraftwirkungen verzeichnet, und sie daher nicht vollkommen verzeichnen kann, wenn sie in zu kurzer Zeit sich äussern. Anders liegt die Sache bei einer Eisenbrücke; das eiserne Tragwerk ist nicht durchlaufend unterstützt, wie die Schwelle; es gibt allen Schwingungen nach, die es empfängt und die umso kräftiger sind, je heftiger und kürzer der Stoss ist, der sie erzeugt.

VII. Schlussbemerkungen.

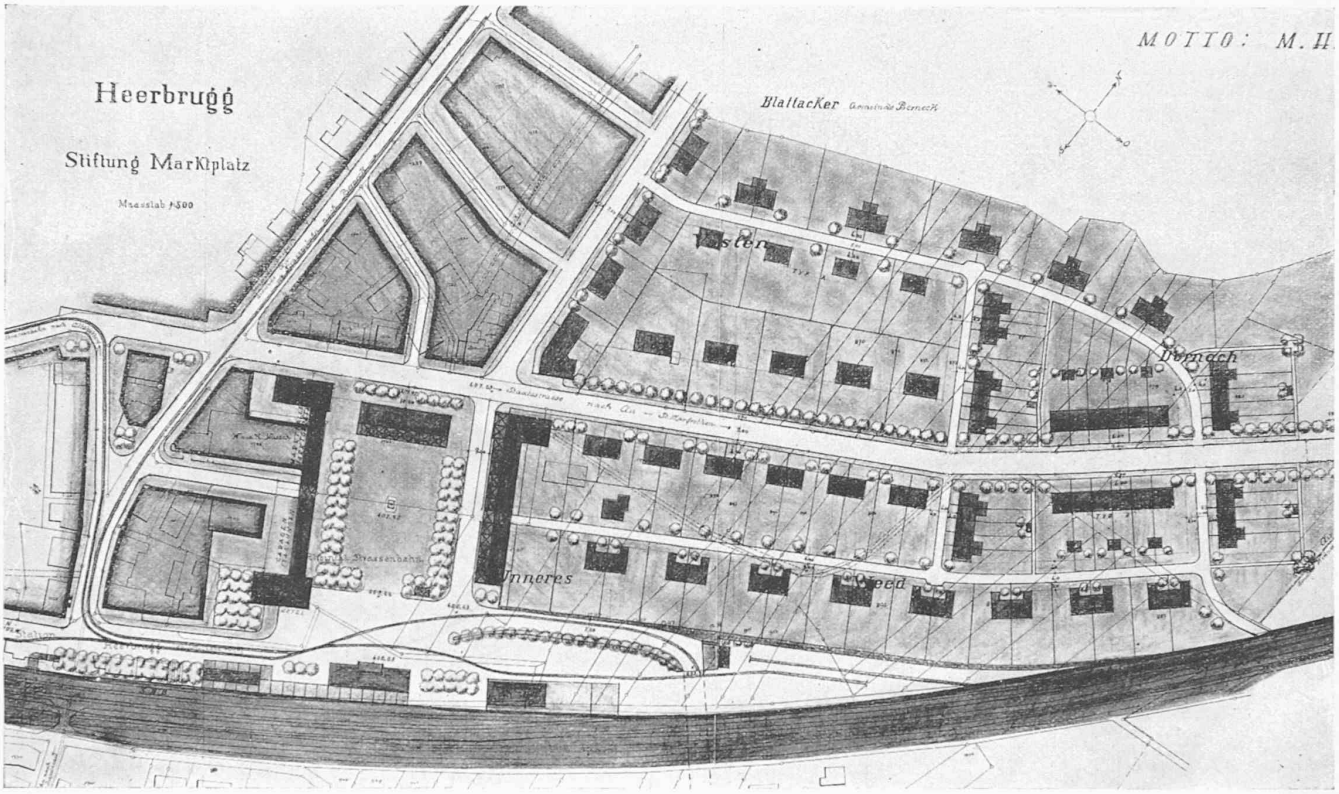
Die Frage der zulässigen geringsten Schwellenlänge ist von grosser *wirtschaftlicher Bedeutung*, namentlich in der Gegenwart, für die bei jedem Bauwerk weitestgehende Sparsamkeit als oberster Grundsatz, als Richtschnur gelten muss. Ist eine Schwellenlänge von 2,20 m ohne Beeinträchtigung der Sicherheit und ohne Vermehrung der Oberbau-Erhaltungsarbeiten anwendbar, so bedeutet ihre Verwendung gegenüber der 2,70 m langen Schwellen eine Ersparnis von 18 % und gegenüber 2,50 m langen eine solche von 10 % an Schwellenbaustoff, wenn Breite und Höhe unverändert bleiben. Hierzu würde auch Ersparnis an Bettungstoff treten, weil der Bettungskörper um die Verkürzung der Schwellenlänge schmäler angelegt werden könnte. Auch der geringere Umfang der Erhaltungsarbeiten darf nicht ungewertet bleiben.

Es kann aber nicht übersehen werden, dass der Umfang der Versuche Cuënots ziemlich beschränkt ist, zum mindesten eine ganz einwandfreie Folgerung noch nicht gestattet. Dass bei Schwellen mit grossem Elastizitätsmass E und grossem Trägheitsmoment J die Länge kürzer gehalten werden kann, als bei Schwellen mit kleinem E und kleinem J ohne Verschlechterung der Biegungsverhältnisse, zeigt auch die übliche Berechnungsweise. In Abbildung 9 sind nach Helly die Senkungen der teilweise unterstopften Schwelle für einen Schienendruck $P = 1000$ kg für verschiedene Werte EJ zeichnerisch dargestellt; man erkennt den massgebenden Einfluss dieser Grösse, namentlich auf den Ausgleich der Senkungen entlang der Schwellenaxe. Für steife Eisenschwellen (z. B. Carnegie-Buhrerschwelle)

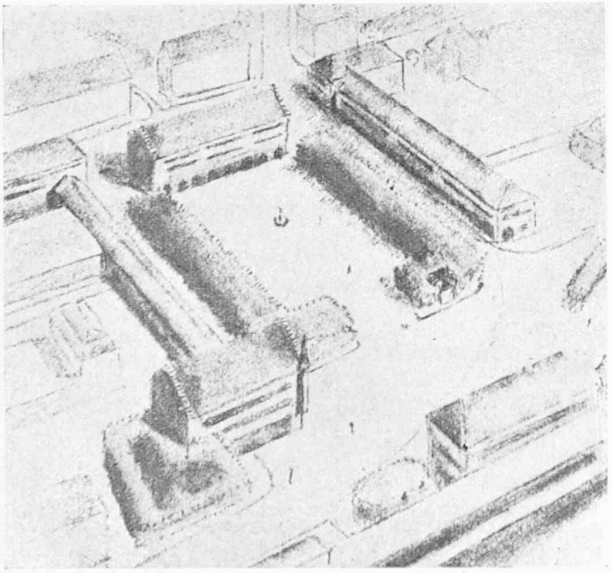


3. Rang, Entwurf Nr. 13. — Ansicht und Grundriss des Saalbaues, 1:800.

und für Schwellen aus Eisenbeton werden Längen von 2,4 m zweifellos ausreichend sein. Allerdings ist dabei vorausgesetzt, dass Breite und Höhe unverändert bleiben. Jede Schwellenverbreiterung mindert die durch Schwellenkürzung erreichte Stoffersparnis; 3 cm Verbreiterung heben die Ersparnis bei 0,3 m Verkürzung vollständig auf. Freilich bleibt dann immer noch der nach Cuënots Versuchen zu erwartende Vorteil geringerer Instandhaltungsarbeiten, der



4. Rang (1200 Fr.): Entwurf Nr. 12 „M. H." — Verfasser Arch. Fritz Engler, Wattwil. — Lageplan 1 : 3000.



4. Rang, Entwurf Nr. 12. — Fliegerbild des Marktplatzes aus Süden.

unter Umständen stark ins Gewicht fallen kann. Der Bettungsdruck wird auch bei kürzern nicht verbreiteten Schwellen die zulässige Grenze nicht überschreiten, wenn es auch immerhin notwendig sein wird, guten Bettungsstoff zu verwenden; das ist auch an und für sich mit eine Voraussetzung für eine sparsame Bahnerhaltungswirtschaft.

Wohl können die Versuche Cuënots noch nicht zu einem abschliessenden Urteil führen; immerhin sind ihre Ergebnisse beachtenswerte Wegweiser für weitere Untersuchungen. Diese Untersuchungen müssten zunächst einmal wissenschaftlicher Natur sein, ähnlich wie die Cuënots; weiter müssten sie aber auch im Betriebe selbst unmittelbar die Lösung der Frage erstreben, ob kürzere Schwellen tatsächlich die Kosten des Geleiseunterhalts vermindern. Diese Aufgabe ist natürlich nur durch längere Beobachtungen auf verschiedenen Strecken mit entsprechend grosser Anzahl kurzer Schwellen und bei Vergleichsmöglichkeit mit langen Schwellen tunlich einwandfrei lösbar.

*

Nachtragend bemerke ich noch, dass die eisernen Schwellen des neuen Oberbaues der deutschen Reichsbahn nicht mehr die in Preussen übliche Länge von 2,7 m erhalten werden, „weil diese Länge über das notwendige Mass hinausgeht". Die neue leichte Schwelle wird 2,4 m lang, die neue schwere Schwelle (für Achsdrücke bis zu 25 t) 2,5 m lang ausgeführt werden. Auch die Breitschwellen, die am Stoss ihre Verwendung finden, werden diese Längen erhalten.

Wettbewerb für die Ausgestaltung des Marktplatzes in Heerbrugg.

(Schluss von Seite 134.)

Entwurf Nr. 13 „Platz". Marktplatz und Bahnhofvorplatz sind in verständliche Beziehung zueinander gebracht. Der Saalbau gibt sowohl dem Marktplatz wie auch dem Bahnhofplatz einen bestimmten charaktervollen Abschluss. Bemerkenswert ist die Fassung des im Nord-Osten an den Marktplatz angrenzenden Strassengevierts. Die Ausbildung eines solchen Gevierts zu einem geschlossenen Block gibt dem Marktplatz die notwendige Sicherheit und lässt eine nordöstliche Begrenzung nicht als zu hart gegen die Staatstrasse stossende Kulisse erscheinen. Weniger glücklich scheint die Verkehrsführung: die neue Strasse nach Berneck bedeutet nur ein Zugang zum Güterbahnhof. — Der Vorschlag für die Bebauung des Wohnquartiers kann nicht gutgeheissen werden.

Entwurf Nr. 12 „M. H.". Bemerkenswert ist der Wille, Bahnhof und Saalbau zusammen auf einen einheitlichen, grossen Platz zu stellen und den Verkehr in offener, leicht übersichtlicher Weise an einer Platzwand vorbei zur Unterführung zu leiten. Das Projekt rechnet indessen mit einer unzulässigen Verschiebung des Bahnhofs. Die Wirtschaftlichkeit der Anlage mit dem niedrigen und sehr wenig tiefen süd-westlichen Trakt erscheint fraglich. Die Vorschläge für die Bebauung des Wohnquartiers bieten nichts bemerkenswertes.