

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	72 (1954)
Heft:	1
Artikel:	Über eine bisher nicht berücksichtigte Beanspruchungsart von Eisenbahnschienen
Autor:	Schlumpf, Ulrich
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-61120

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: 14.01.2026

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

Über eine bisher nicht berücksichtigte Beanspruchungsart von Eisenbahnschienen

Von Dipl. Ing. ULRICH SCHLUMPF, Sektionschef bei der Generaldirektion der SBB, Bern

DK 625.143.001.2

1. Einleitung

Anlässlich von Dehnungsmessungen am Außenstrang eines in einer Kurve vom Radius von 295 m liegenden Gleises unter mit verschiedenen Geschwindigkeiten fahrenden Lokomotiven und Zügen wurde eine Art der Beanspruchung der Schienen gefunden, die unseres Wissens bisher weder in einer Berechnung berücksichtigt noch gemessen wurde. Es handelt sich um die lokale Einstellung des Schienenkopfes unter der Radlast infolge der vertikalen, elastischen Zusammendrückbarkeit des Schienensteges, die zu beachtlichen, zusätzlichen Biegespannungen im Schienenkopf führt. Zunächst wird gezeigt, wie die Längsdehnungen bei fünf Punkten eines Schienenaquerschnittes zwischen zwei Schwellen bei der Durchfahrt von Lokomotiven verlaufen, dann werden Messergebnisse durch eine Näherungsberechnung nachgeprüft. Zuletzt wird noch die Wichtigkeit der neu gefundenen Beanspruchungsart im Verhältnis zu den übrigen Beanspruchungen bestimmt. Die Messungen wurden in der Zeit vom 20. Mai bis 5. Juni 1953 bei Km. 46,1 auf der Strecke Trubschachen-Wiggen durchgeführt.

2. Messung der Beanspruchung der Schienen in ihrer Längsrichtung

An den in Bild 1 bezeichneten Stellen eines Schienenaquerschnittes in der Mitte zwischen zwei 60 cm voneinander entfernten Schwellen wurden Dehnungsmesstreifen mit 8 mm Messlänge in Schienelängsrichtung aufgeklebt. Die Dehnungen wurden mit Hilfe von Verstärkern und eines vierstrahligen Kathodenstrahlzosillographen registriert. Die Apparatur kann Frequenzen bis 1000 Hz und gleichzeitig vier Vorgänge aufnehmen. Die Längsdehnungen wurden an Stellen gemessen, an denen die Querdehnung klein ist; daher dürfen die Spannungen mit $\sigma = \epsilon E$ direkt aus den gemessenen Dehnungen berechnet werden. In der Folge wird nur noch von Spannungen gesprochen. Das Gleis und die Räder der Fahrzeuge waren in gutem Zustand. Es waren daher nur kleine dynamische Einflüsse zu erwarten. Anlässlich weiterer Messungen sollen ein sich in schlechtem Zustand befindliches Gleis und Fahrzeuge mit Mängeln an den Radsätzen untersucht werden.

In Bild 2 sind die infolge einer Durchfahrt der neuen Gotthardlokomotive 1) Ae 6/6 mit 48 km/h Geschwindigkeit erzeugten Spannungen dargestellt. Die Zugspannungen sind positiv bezeichnet und nach oben aufgetragen, die Druckspan-

nungen negativ nach unten. Das auffälligste Merkmal der Diagramme sind die von der 1., 3., 4. und 6. Achse beim Punkt K_a erzeugten Zugspannungsspitzen. Es treten also im Schienenkopf, wo nur Druckspannungen erwartet werden, an der Unterseite Zugspannungen bis zu 600 kg/cm^2 auf. Es soll hier gleich beigegeben werden, dass solche Zugspannungsspitzen auch bei Fahrten mit 5 km/h Geschwindigkeit und bei ganz leichten Wagen auftreten; es handelt sich dabei also weder um dynamische noch plastische Vorgänge. Bei der Durchfahrt der 2. und 5. Achse treten im Punkte K_0 gerade unter den Radauflagestellen auf einer Länge von rd. 15 cm Spannungsspitzen in Druckrichtung auf, denen bei den Punkten K_a und K_i Spannungsspitzen in Zugrichtung gegenüberstehen. Dies lässt vermuten, dass der merkwürdige Vorgang auf eine sekundäre Biegung des Schienenkopfes infolge der elastischen Einstellung des Schienensteges zurückzuführen ist. Die Spannungsspitzen infolge der vermuteten sekundären Biegung des Kopfes verringern, wie ersichtlich, im Punkte K_a unter der 2. und 5. Achse und im Punkte K_i unter der 1., 3., 4. und 6. Achse die weniger schnell verlaufenden Spannungsspitzen infolge vertikaler und horizontaler Biegung und Torsion des Gesamtquerschnittes.

In Bild 3 ist ein Diagramm in der Form gezeigt, wie es aus dem Messapparat herauskommt. Der Streifen für den Punkt K_0 wurde nachträglich angefügt. Die kurzen Striche im Mittelpunkt geben die Zeitpunkte der Vorbeifahrt der Räder an, die Länge der Striche ist proportional dem Raddurchmesser, so dass die Unterscheidung der Lauf- und Triebachsen der verwendeten Ae 4/7-Lokomotive möglich ist. Die langen Striche geben Intervalle von 0,2 s an. Rad- und Zeitzeichen zusammen erlauben die Berechnung der Geschwindigkeit; hier beträgt sie 45 km/h.

Bei den Punkten K_0 und K_a ist die sekundäre Durchbiegung des Schienenkopfes besonders gut herauszulesen. An der Oberkante erzeugt sie zusätzliche Spannungsspitzen von bis zu 700 kg/cm^2 in Druckrichtung (4. Achse) und an der Unterseite bis zu 800 kg/cm^2 in Zugrichtung (6. Achse). Aus beiden Diagrammen halten wir für den folgenden Vergleich mit Rechnungsergebnissen fest, dass der Vorgang sich auf etwa 15 cm Länge abspielt und rund 600 kg/cm^2 grosse, mittlere sekundäre Biegespannungen bei rund 10 t Raddruck zur Folge hat.

Die gemessenen Spannungen sollen hier nicht weiter einzeln diskutiert werden. Es soll nur noch darauf hingewiesen

1) SBZ 1953, Nr. 6 und 7, S. 73* und 91*.

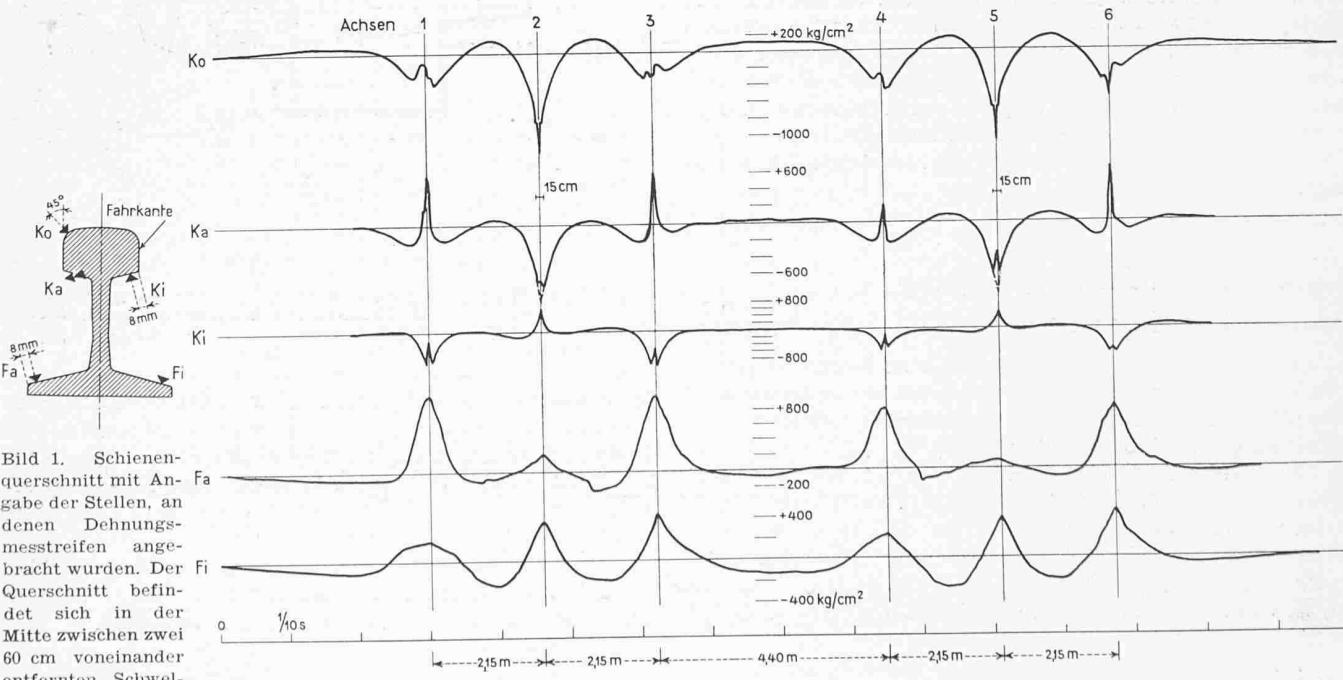


Bild 1. Schienenaquerschnitt mit Angabe der Stellen, an denen Dehnungsmesstreifen angebracht wurden. Der Querschnitt befindet sich in der Mitte zwischen zwei 60 cm voneinander entfernten Schwellen

Bild 2. Schienenspannungen an den in Bild 1 bezeichneten Stellen unter der mit 48 km/h fahrenden Lokomotive Ae 6/6

werden, dass sie im Schienenkopf viel komplexer sind als im Schienenfuß. Das kommt daher, dass der Fuß von den Schwellen gehalten wird, während der Kopf infolge der Schlankheit des Steges sich erheblich verdrillen und seitlich ausbiegen lässt. Zur Verfolgung dieser Flanschbiegungsvorgänge infolge Torsion wäre es nötig, in mehreren Schienenschnitten gleichzeitig Spannungen zu messen. Ferner sieht man aus den Diagrammen, dass diese Vorgänge langsamer verlaufen als die sekundäre Kopfbiegung, die bei der Höchstgeschwindigkeit von 125 km/h in $1/200$ Sekunde abläuft, also den Charakter von dynamischen Beanspruchungen trägt.

3. Näherungsberechnung der sekundären Biegung des Schienenkopfes unter in Bezug auf das Schienenprofil zentrischer Radlast

Eine genaue mathematische Behandlung des Problems scheint ausgeschlossen. Es werden daher folgende vereinfachende Annahmen gemacht: Der Schienenkopf wird als frei auf dem Steg gleitender Stab gedacht. Der Steg wird als nach unten unendlich weit ausgedehnte Scheibe betrachtet. Zur Berechnung werden Angaben aus dem Werk von K. Girkmann, Flächentragwerke, verwendet [1].

Die Einzellast P greife zentrisch in $x = 0$ an (Bild 4). Die vom Stab auf den Steggrund abgegebene Belastung sei $p(x)$. Die Lasten werden mit der Fourier'schen Integralformel als Funktion von x dargestellt:

$$P(x) = \frac{P}{\pi} \int_0^{\infty} \cos \alpha x \, d\alpha$$

$$p(x) = \int_0^{\infty} p(\alpha) \cos \alpha x \, d\alpha,$$

wobei die Parameterfunktion ist:

$$p(\alpha) = \frac{P}{\pi(1+2\alpha^3 k^3)} \quad \text{mit } k = \sqrt[3]{\frac{J_s}{h}}$$

J_s = Trägheitsmoment des Stabes, h = Dicke des Steges.

Auf den Stab wirkt in der Koordinatenrichtung $+y$ (senkrecht zur x -Achse nach unten gerichtet) die Belastung $P(x) - p(x)$ ein. In dieser Richtung seien die Verschiebungen des Stabes v_s . Die Differentialgleichung der elastischen Linie des Stabes lautet:

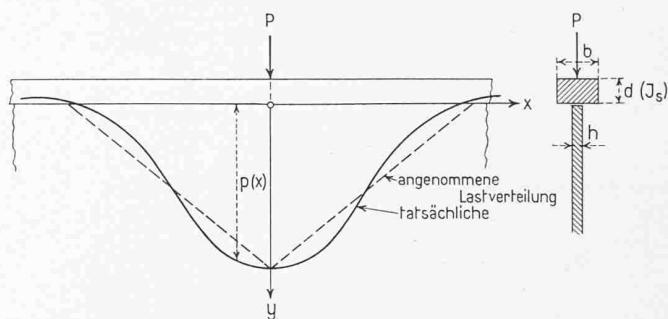


Bild 4. Darstellung der Annahmen für die Näherungsberechnung der sekundären Biegung des Schienenkopfes

$$E J_s \frac{d^2 v_s}{d x^2} = -M_x$$

Die zweimalige Differentiation unter Berücksichtigung von

$$\frac{d^2 M_x}{d x^2} = \frac{d Q_x}{d x} = -[P(x) - p(x)]$$

ergibt:

$$E J_s \frac{d^4 v_s}{d x^4} = P(x) - p(x) =$$

$$= \int_0^{\infty} \left[\frac{P}{\pi} - p(\alpha) \right] \cos \alpha x \, d\alpha$$

Die Verschiebungen v der Stegpunkte folgen aus dem Ausdruck

$$E v = \int \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} dy - \mu \frac{\partial F}{\partial y} - k_1 x + k_2$$

wo

$$F = \frac{1}{h} \int_0^{\infty} \frac{p(\alpha)}{\alpha^2} (1 + \alpha y) e^{-\alpha y} \cos \alpha x \, d\alpha$$

ist. Die Verschiebungen v des Steggrundes ($y = 0$) sind gleich den Verschiebungen v_s des Stabes. Aus dieser Bedingung kann das Biegemoment des Stabes berechnet werden:

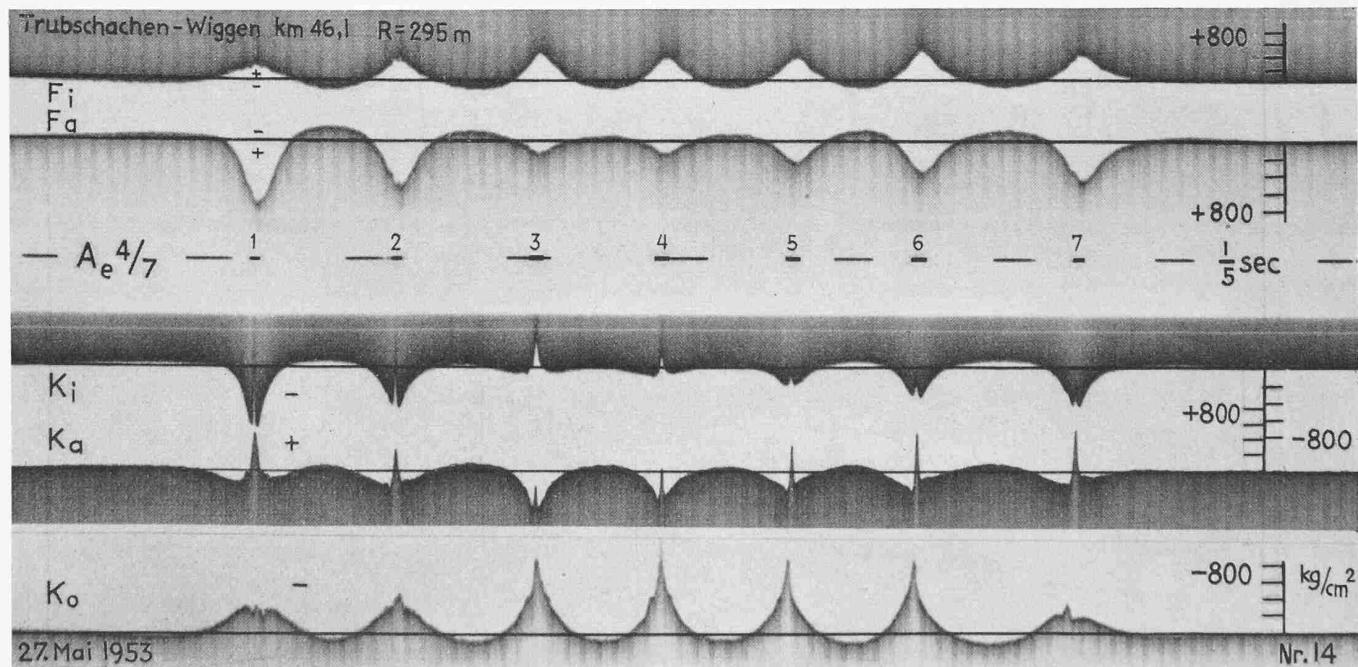


Bild 3. Schienenspannungen an den in Bild 1 bezeichneten Stellen unter der mit 45 km/h fahrenden Lokomotive Ae 4/7. Photographie eines Oszillogramms

$$-M_x = EJ_s \frac{d^2 v_s}{dx^2} = J_s \int \frac{\partial^4 F}{\partial x^4} dy - \mu \frac{\partial^3 F}{\partial x^2 \partial y}$$

$$= -\frac{1}{h} \int_0^\infty p(\alpha) \alpha \cos \alpha x d\alpha \left[2 + (1 + \mu) \alpha y \right] e^{-\alpha y}$$

$y = 0$ und der Wert für $p(\alpha)$ eingesetzt ergibt

$$M_x = \frac{2P J_s}{\pi h} \int_0^\infty \frac{\alpha \cos \alpha x}{1 + 2\alpha^3 k^3} d\alpha$$

Gerade unter der Last, also für $x = 0$, wird

$$M_{x=0} = \frac{2P J_s}{\pi h} \int_0^\infty \frac{\alpha}{1 + 2\alpha^3 k^3} d\alpha = +0,49 P \sqrt{\frac{J_s}{h}}$$

In unserem Fall interessieren die Randspannungen des Stabes. Sie sollen unter Zugrundelegung eines rechteckförmigen Schienenkopfes mit der Höhe d und der Breite b bestimmt werden:

$$\sigma_s = \frac{M}{J_s} \frac{d}{2} = 1,28 \frac{P}{b^3 h}$$

Für $P = 10$ t und das Schienenprofil SBB I ($d = 4$ cm, $b = 6,5$ cm, $h = 1,5$ cm) wird $\sigma_s = 800$ kg/cm². Aus der Randbelastung des Steges im Punkt $x = 0$:

$$p_{max} = \frac{P}{\pi} \int_0^\infty \frac{d\alpha}{1 + 2\alpha^3 k^3} = 0,31 P \sqrt{\frac{h}{J_s}} =$$

$$= 0,71 \frac{P}{d} \sqrt{\frac{h}{b}}$$

= 1090 kg/cm und der Annahme einer dreieckförmigen Lastverteilung erhält man eine Verteillänge von

$$2 \frac{10000 \text{ kg}}{1090 \text{ kg/cm}} = 18 \text{ cm.}$$

Die Messungen ergaben etwa 600 kg/cm² Spannung und 15 cm Lastverteilung. Mess- und Rechnungsergebnisse liegen so nahe beieinander, dass die Behauptung, die beobachteten Spannungsspitzen röhren von der Biegung des Schie-

Erklärungen zur Tabelle 1

- a) Abkühlung im Warmbett und Richten. Ausgewählte Werte aus verschiedenen Messungen, wobei den durch H. Meier [2] beschriebenen Vorzug gegeben wurde [3], [4].
- b) Verlegen der Schiene in Gleiskurve von $R = 300$ m, unter der Annahme, dass die Schiene schon beim reibungsfreien ebenen Liegen eine Krümmung von $R = 200$ m mit Zentrum auf der andern Seite aufgewiesen hat.
- c) Beim Langschiengleis treten nach eigenen Messungen und Berechnungen Spannungen entsprechend Temperaturdifferenzen gegenüber der Verlegetemperatur von $\pm 40^\circ\text{C}$ auf. Bei Schienewanderungen kommen Spannungen in gleicher Größenordnung auch beim Oberbau mit Stoßlücken vor.
- d) Vertikale und horizontale Biegung und Torsion des gesamten Schienenquerschnitts bei normalem Abnutzungszustand der Radsätze und Gleise. Resultate eigener Messungen und Berechnungen, die sich mit ausländischen Erfahrungen decken.
- e) Im internationalen Eisenbahnverkehr gilt eine Flachstelle noch als zulässig, wenn das abgeschliffene Segment nicht mehr als 2 mm Pfeilhöhe aufweist. Bei dieser Pfeilhöhe, 10 t Raddruck und der ungünstigsten Geschwindigkeit von etwa 30 km/h treten Spannungssteigerungen gegenüber dem normalen Betrieb von etwa 200 % auf [5], [6].
- nenkopfes infolge der elastischen Einsenkung des Steges her, genügend gesichert erscheint. Die höhere Spannung aus der Rechnung lässt sich leicht aus dem Umstand erklären, dass die tatsächlich vorhandene Verbindung zwischen Kopf und Steg die Spannungen reduziert.
- Die Formel für die Kopfspannungen erlaubt uns, die Frage zu diskutieren, wie die Spannungsspitzen reduziert werden könnten. Am wirksamsten ist eine Vergrösserung der Kopfhöhe d , am wenigsten nützlich scheint eine Vergrösserung der Stegdicke h zu sein. Dies ist nicht ohne weiteres richtig, da mit einer Verbreiterung des Steges die Zusammenwirkung zwischen Kopf und Steg verbessert wird. Dies kann am Fall gezeigt werden, wo der Steg gleich breit wie der Kopf gewählt wird. Man erhält in diesem Fall wieder unter Annahme eines unendlich weit nach unten ausgedehnten Steges am gleichen Ort, wo vorher die Unterkante des Kopfes war, eine Druckspannung
- $$\sigma = -0,52 \frac{P}{h^2} =$$
- $$= -123 \text{ kg/cm}^2, \text{ während die erste Berechnungsart eine Zugspannung von } +493 \text{ kg/cm}^2 \text{ ergeben würde. Da es herstellungstechnisch ungünstig ist, die Höhe des Kopfes zu vergrössern, so würde wahrscheinlich mit einer kräftigeren Ausrundung zwischen Kopf und Steg als beim bestehenden Profil SBB I die beste Wirkung erzielt, da damit sowohl das Trägheitsmoment des Kopfes vergrössert wie auch die Verbundwirkung zwischen Kopf und Steg erhöht würde.}$$
- 4. Wichtigkeit der Spannungen infolge sekundärer Biegung des Schienenkopfes**
- Nachforschungen in der Literatur und Anfragen bei ausländischen Bahnverwaltungen haben ergeben, dass das beschriebene Verhalten des Schienenkopfes wahrscheinlich noch nicht bekannt ist. Wir haben uns deshalb gefragt, ob es überhaupt von Wichtigkeit sei. Dies kann aus Tabelle 1 herausgelesen werden:
- Wie die Tabelle zeigt, ergeben sich maximale Zugspannungen von bis zu 48 kg/mm² an der unteren und maximale Druckspannungen bis zu 77 kg/mm² an der oberen Kante des Schienenkopfes. Die Zugspannungen im Kopf können also annähernd gleich gross werden wie im Fuss. Die Druckspannung im Kopf kann ohne Flachstellenbeanspruchung 37 kg/mm² erreichen, gegen 27 kg/mm² ohne Berücksichtigung der sekundären Kopfbiegung. Der neu gefundene Einfluss auf die Schienenspannungen beträgt also für die grössten auftretenden Beanspruchungen 37 % (ohne Flachstellenräder) und 63 % (mit Flachstellenräder) der bis-

Tabelle 1. Längsspannung in kg/mm²; + Zug, - Druck

Einfluss	Schienenfuss				Schienenkopf					
	seitlich		Mitte		unten seitlich		oben seitlich		oben Mitte	
bisher berücksichtigt:	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.
a) Fabrikation	—	-10	+10	—	—	-5	—	-2	+10	—
b) Verlegung	+10	-10	—	—	+5	-5	+5	-5	—	—
c) Temperatur	+10	-10	+10	-10	+10	-10	+10	-10	+10	-10
d) Normaler Betrieb	+10	-7	+8	-5	+3	-5	+7	-10	+5	-8
e) Zugelass. Flachstellen	+20	—	+16	—	—	-10	—	-20	—	-16
Zusammen:	+50	-37	+44	-15	+18	-35	+22	-47	+25	-34
Neu gefunden:										
f) Normaler Betrieb	—	—	—	—	+10	—	—	-10	—	-6
g) Zugel. Flachstellen	—	—	—	—	+20	—	—	-20	—	-12
Zusammen:	+50	-37	+44	-15	+48	-35	+22	-77	+25	-52

f) Diese Werte wurden aus den in diesem Aufsatz beschriebenen Messungen bei der zulässigen Höchstgeschwindigkeit bestimmt.

g) Annahme des gleichen Zuschlages von 200 % wie unter e); leider wurde bei den Messungen im Ausland [5], [6] unterlassen, Spannungen an den Kanten des Schienenkopfes zu messen.

her berücksichtigten Einflüsse, was die Notwendigkeit auch seiner Berücksichtigung zeigt.

Es frägt sich, ob die Entstehung einzelner Arten von Schäden an den Schienen von der sekundären Kopfbiegung begünstigt wird. Vielleicht ist das bei den relativ häufig auftretenden Kopfbrüchen der Fall. Ihr Ursprung liegt meistens auf der gegen die Gleisaxe zu gerichteten Seite der Schiene gegen die Fahrfläche hin, da wo die Räder am häufigsten ihren Druck abgeben. Die ursprünglichen, vollständig im Innern des Kopfes liegenden Bruchflächen sind stark silberglänzend und scheinbar durch die gegenseitigen Verschiebungen poliert. Turbinenschaufelartig vom Ursprung ausgehende gebogene Bruchgräte weisen auf Torsionserscheinungen hin. Durch Näherungsberechnung festgestellte statische Schubspannungen können infolge von Querkräften 500 kg/cm^2 und infolge Torsionsmomenten 1100 kg/cm^2 erreichen. Unter Flachstellenräder könnte der dreifache Betrag, zusammen 4800 kg/cm^2 , auftreten. Bei Vorhandensein von kleinen HerstellungsrisSEN genügen schon kleinere Spannungen zur Auslösung eines Ermüdungsbruches. Diese Hinweise zeigen, dass es wahrscheinlich möglich ist, außer den Massnahmen zur Verhütung der Risschenbildung bei der Abkühlung der frisch gewalzten Schienen auch durch eine günstige Änderung des Schienenprofils mit dem Ziele einer Veränderung der sekundären Kopfbiegungs- und Torsionsspannungen die Bruchgefahr zu verringern.

Adresse des Verfassers: Dipl. Ing. U. Schlumpf, Sonneggstrasse, Worb (Bern).

Literaturverzeichnis

- [1] K. Girkmann: Flächentragwerke, Springer-Verlag, Wien, 1946.
- [2] H. Meier: Eigenspannungen in Eisenbahnschienen. «Org. Fortschr. Eisenbahnnw.», Bd. 91 (1936), S. 320.
- [3] K. Schönrock: Höhe der Eigenspannungen in verschiedenen behandelten Schienen. Bericht 4. Internationale Schienentagung, Düsseldorf 1938.
- [4] M. Ros, A. Bianchi: Prüfung im Laboratorium und Erfahrung mit Einstoff-, Zweistoff- und wärmebehandelten Schienen. Bericht 4. Internat. Schienentagung Düsseldorf 1938.
- [5] H. Rubin: Beitrag zur Frage der Schienenspannungen infolge unrunder Räder. «Archiv für Eisenbahntechnik», Folge 1, Juli 1952.
- [6] H. Rubin: Amerikanische Untersuchungen über den Einfluss unrunder Räder auf die Schienenspannungen. «Archiv für Eisenbahntechnik», Folge 2, Januar 1953.

BUCHBESPRECHUNGEN

A history of civil engineering. An outline from ancient to modern times. By Hans Straub. 258 p. with 79 fig. London 1952, Leonard Hill Limited. Price 25 s.

Das vorliegende Buch bietet eine Uebersetzung der hier bereits 1950, S. 428 durch Ing. Dr. Ad. Bühler † besprochenen deutschen Ausgabe¹⁾.

Red.

Eine Uebersicht über die den verschiedenen Zeitaltern seit den alten Aegyptern und Griechen zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten, wie sie gerade auch dem nicht im Spezialgebiet des Bauingenieurs Tätigen willkommen sein wird. Wo sie überliefert sind, oder einigermassen geschätzt werden können, sind Daten angeführt — wem wäre zum Beispiel ohne weiteres gegenwärtig, dass zur Zeit des Tiberius täglich $800\,000 \text{ m}^3$ Frischwasser Rom durch die Aquaedukte zugeführt werden, oder dass an der Tempelterrasse von Baalbek (Transjordanien) in der römischen Kaiserzeit Werkstücke von $4 \times 4 \times 19,5 \text{ m}$ vorkommen? Und dass die Maxentius-Basilika Kreuzgewölbe von 25 m Spannweite und Monolithsäulen von 14,3 m Höhe und einem Durchmesser von 1,75 m hatte, während die grossen, gotischen Kathedralen Mittelschiffsbreiten von 13 bis 16 m haben, mit Gewölbehöhen von 42 m und — in Beauvais — 47 m. Zu berichtigen: das Weihe datum von 1104 bezieht sich nur auf den nicht mehr vorhandenen romanischen Chor von Vézelay, das heutige Langhaus ist 1120 bis gegen 1140 erbaut.

Straub beschreibt auch, soweit es für Laien verständlich ist, die theoretischen Bemühungen um begriffliche Klärung der statischen Verhältnisse. Auch hier sind die Griechen die grossen Initianten: Euklid und Archimedes und andere. Was

sie erkennen, bleibt liegen bis in die Renaissance, in der sich allmählig der moderne Kraftbegriff abklärt. Ein immerhin auch rechnerisch disponierender Praktiker grossen Stils war der Tessiner Domenico Fontana (1543—1607), der den grossen, 327 t schweren ägyptischen Obelisken auf den Petersplatz in Rom versetzte; natürlich ist auch Leonardo da Vinci nicht vergessen. Im 17. und 18. Jahrhundert macht sich die kulturelle Vorherrschaft Frankreichs auch im Ingenieurwesen geltend: unter Louis XIV und Colbert werden das Mittelmeer und das Atlantische Meer durch den Canal du Languedoc verbunden, die noch Voltaire neben dem Bau von Versailles zu den Ruhmestaten des Königs zählt. 1747 wird in Paris die «Ecole des ponts et chaussées» gegründet, die erste technische Schule der Welt. Coulomb, Navier u. a. begründen die Baustatik als ein Sondergebiet angewandter Mathematik, während zu Ende des 18. Jahrhunderts in England jene Folge epochemachender praktischer Neuerungen und Erfindungen einsetzt, die die Welt verändern.

«Die Technisierung der europäischen Kultur» beginnt — was vielen Lesern neu sein wird — mit dem Bau befestigter Straßen in den Jahrzehnten vor 1800, worin sich der Schotte MacAdam verewigt hat. Es ist lehrreich, dass Straub auch jene Erfindungen einbezieht, die mittelbar zur Entwicklung des Bauingenieurwesens beigetragen haben; zum Beispiel die Fortschritte der Eisenherstellung, der Eisenbahn, der Dampfmaschine, die Lawine der Industrialisierung, die zum Beispiel die Baumwollindustrie in England von 1760 bis 1830 verhundertfacht, die Bohrmaschinen, den Ersatz des Schwarzpulvers durch Dynamit im Tunnelbau, und selbstverständlich die Erfindung des Cements und Eisenbetons, in dessen Verwendung die Schweiz Bedeutendes geleistet hat, vom Langwieser Viadukt der Chur—Arosa-Bahn 1912 bis zu Robert Maillart. — Die für die Architektur wichtigen Fortschritte der Glasfabrikation wären nachzutragen, und wenn man die Antonius-Kirche in Basel nennt, so wären auch die Kirchen von August Perret zu nennen gewesen, die früher und besser sind.

Eine Zeittafel der Erfindungen und Erfinder beschliesst das interessante, auch stilistisch gut geschriebene Buch. P. M.

Albert Einstein, Mein Weltbild. Herausgegeben von Carl Seelig. 275 S. Zürich-Stuttgart-Wien 1953, Europa-Verlag. Preis geb. Fr. 15.60.

Der Zürcher Schriftsteller Carl Seelig hat über den weltbekannten Physiker Albert Einstein kürzlich zwei bemerkenswerte Bücher geschrieben, bzw. herausgegeben, 1952 das Buch «Albert Einstein und die Schweiz», und 1953 das von ihm, im Anschluss an Originalaufsätze und Reden Einsteins, verständnisvoll kommentierte, 275 Seiten im Oktavformat umfassende vorliegende Buch «Albert Einstein, Mein Weltbild». Ueber Arbeiten Einsteins, der in der Schweiz, und zwar von 1896 bis 1900, am Polytechnikum in Zürich studierte und weiter auch in der Schweiz seine ersten Anstellungen, insbesondere auch als Physikprofessor fand, sind die Leser der «Bauzeitung» durch L. Zehnder in dessen Aufsatz zum Hundert-Semester-Jubiläum der «Bauzeitung» (Bd. 100, S. 350, 31. Dez. 1932) unterrichtet worden, allerdings wegen der durchaus ablehnenden Einstellung Zehnders gegenüber Einsteins Relativitätstheorien nur kritisch und unvollständig. Einsteins Verdienste in der Weiterentwicklung der Quantenlehre, die ihm 1921 den Nobelpreis für Physik einbrachten, und zahlreiche sonstige, äusserst wertvolle Arbeiten aus dem weiten Gebiete der Physik hat Zehnder nicht berücksichtigt. Der Schreibende ist mit Zehnder in der Ablehnung von Einsteins Relativitätstheorien weitgehend einverstanden, um so mehr als auch so bedeutende Physiker der Gegenwart wie Werner Heisenberg, Max von Laue und C. F. von Weizsäcker Einsteins allgemeine Relativitätstheorie als noch keineswegs sicher bewiesen bezeichnen. Im übrigen anerkennt der Schreibende, in Uebereinstimmung mit der ganzen physikalischen Fachwelt, Einsteins grosse Verdienste unbedingt und begrüßt das vorliegende Buch als gute Einführung in Einsteins Denken im allgemeinen und in sein wissenschaftliches Denken im besondern. In den Aufsätzen und Reden der ersten vier Abschnitte «Wie ich die Welt sehe», «Politik und Pazifismus», «Im Kampf gegen den Nationalsozialismus» und «Jüdische Probleme» lernen wir einen edlen Weltbürger kennen; der nächste Abschnitt bringt ganz- oder halb-populäre Reden und Aufsätze Einsteins aus seinem Forschungsgebiet, auf die wir die Leser der «Bauzeitung» besonders aufmerksam machen. Der anschliessende Kommentar von Carl Seelig bringt zu allen Ab-

¹⁾ Die Geschichte der Bauingenieurkunst. Von Ing. Hans Straub, Rom. 285 S. $14,5 \times 21,5 \text{ cm}$, 79 Abb. Basel 1949, Verlag Birkhäuser. Preis geb. Fr. 22.50.