

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 87 (1969)
Heft: 7

Artikel: Zur Ermittlung der Kräfte zwischen Rad und Schiene
Autor: Borgeaud, G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-70596>

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: 28.01.2026

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

die Wiesenmulde, belebt durch eine Wasserfläche. Der Weiher ist zweigeteilt, zum Planschen einerseits und für Pflanzen und Fische anderseits. Das Ganze bietet auch Kulisse und Hintergrund für Aufführungen und Spiel im Freien.

Im Festraum sind 215 Sitzplätze unten und 72 Sitzplätze auf einer von aussen und innen zugänglichen Empore untergebracht. Mit fliegender Bestuhlung können bis 360 Teilnehmer aufgenommen werden. Eine einfache Bühne mit Vorhang und Scheinwerferbeleuchtung, eine kleine Orgel, Garderobe und Mobiliarräume sowie eine Luftheizung ergänzen die Einrichtung des Saals.

Ein Teil des Personals ist aus beruflicher Notwendigkeit auf den einzelnen Abteilungen, ein weiterer Teil in den bestehenden Bauten untergebracht, so dass nur für 36 Personen das *Personalhaus 2* gebaut werden muss. Es liegt in der nördlichen Geländecke, direkt an der Asylstrasse, etwas zurückgestaffelt von den übrigen Gebäuden des Betriebes, mit einer eigenen Grünfläche. Doch bietet sich von den Zimmern ein reizvoller Durchblick auf den zentralen Hauptplatz. Vier Geschosse sind mit je acht Einzelzimmern, eines davon mit eigenem Bad, gemeinsamer Hauswirtschaftsraum mit Kochgelegenheit, zwei WC, Bad, Dusche, ausgerüstet. Ein Personenlift dient der Vertikalverbindung; auf dem Dach ist ein Sonnenbad eingerichtet. Im Untergeschoss sind eine Waschküche, der Betriebs-Luftschutz, Kofferräume, Veloraum und eine Garage vorhanden.

Als Anschluss gegen Nordosten liegt an der Wagerenstrasse das *Personalhaus 3* für verheiratete Angestellte. Es enthält zwei Wohnungen zu drei Zimmern und zwei Wohnungen zu vier Zimmern.



Der Wagerenhof in Uster, Erweiterungsprojekt, Modellbild aus Nordwesten

5. Konstruktion

Die Konstruktion der Neubauten in Massivbauweise nimmt auf die Verwendung von vorgefertigten Teilelementen Rücksicht. Äußerlich werden praktisch nur Ziegelmauerwerk, Sichtbeton, Naturholz und Glas verwendet, so dass mit minimalen Unterhaltskosten gerechnet werden kann. Auch im Innenausbau wird ebenfalls auf solide, abnützungsfeste Oberflächen Wert gelegt.

6. Kosten

Auf Grund der detaillierten Kostenberechnung vom Juni 1966 ergibt sich folgende Gesamtübersicht:

Erziehungsheim	Fr. 3 078 800.—
Arbeitsheim	» 3 534 230.—
Pflegeheim	» 2 115 000.—
Sonderschule	» 2 000.—
Saalfbau	» 424 000.—
Landwirtschaft	» 220 000.—
Gärtnerei	» 253 000.—
Personalhäuser	» 1 530 460.—
Umgebungsarbeiten	» 1 166 600.—
Verschiedenes	» 575 910.—
<i>Gesamtkosten</i>	<i>Fr. 12 400 000.—</i>

Auf 270 Insassen verteilt ergibt das einen Kostenanteil von rund 48 000 Fr. pro Insasse.

Adresse der Architekten: *Hans und Jost Meier, Architekten SIA, 8620 Wetzikon ZH.*

Zur Ermittlung der Kräfte zwischen Rad und Schiene

DK 625.032

Die heutige Entwicklung im Eisenbahnbetrieb geht eindeutig in Richtung höherer Reisegeschwindigkeiten, die in erster Linie durch grössere Fahrgeschwindigkeiten sowohl auf geraden Strecken wie auch in Kurven zu verwirklichen sind. Höhere Fahrgeschwindigkeiten bringen aber grössere dynamische Beanspruchungen des Gleises und des Rollmaterials mit sich. Für den Fahrzeugbauer gilt es daher, diese Beanspruchungen durch geeignete Konstruktionen soweit wie möglich zu verringern. Auch müssen mit Rücksicht auf die Entgleisungsgefahr die unvermeidlich auftretenden Seitenkräfte in einem zulässigen Rahmen gehalten werden. Obwohl es möglich ist, die hierzu notwendigen Untersuchungen rein theoretisch durchzuführen, bleibt doch die Messung im Betrieb das aufschlussreichste und sicherste Mittel, die konstruktiv getroffenen Massnahmen nachzuprüfen und gegebenenfalls zu berichtigen.

Früher wurden die auftretenden Seitenkräfte bei den Achslagern mit Hilfe von Druckdosen gemessen. Diese Art der Messung weist den Nachteil auf, dass die durch die Radsatzmasse bedingten Trägheitskräfte und die Querreibungskraft des nicht führenden Rades nicht berücksichtigt werden. Darum versuchte man später, die Kräfte möglichst nahe am Ort ihrer Wirkung zu messen. Zuerst wurde die Messung mit Hilfe von im Schienenstrang zwischengeschalteten, sich auf Biegung deformierenden Messbalken durchgeführt. Diese Methode bringt aber eine Unstetigkeit im elastischen Verhalten der Schiene mit sich und kann gegebenenfalls zu unrichtigen Ergebnissen führen. Erst mit der Dehnungsmesstechnik ist es möglich geworden, Messungen durchzuführen, ohne etwas an den elastischen Charakteristiken der Messobjekte zu ändern. Es ist das grosse Verdienst der SBB, zwei auf

dieser Technik fassende Messmethoden mit Erfolg entwickelt zu haben, die heute vom Forschungs- und Versuchamt des Internationalen Eisenbahnverbandes (ORE) anerkannt und bei seinen Versuchen empfohlen werden. Bei der einen, zuerst entwickelten Methode werden die Vertikal- und Querkräfte auf Grund des Spannungszustandes der Schiene gemessen. Bei der zweiten werden diese Kräfte auf Grund der in den Speichen der Lokomotivräder entstehenden Spannungen ermittelt. Die erste Methode gestattet, die an einer bestimmten Gleistelle auftretenden Kräfte zu erfassen, die zweite dagegen, das Verhalten des Fahrzeugs über ganze Streckenabschnitte festzuhalten. Sie wurde von *H. H. Weber* entwickelt und bildet den Gegenstand seiner *Dissertation*¹⁾.

Neben Einleitung und Schlusswort ist die Arbeit in drei Abschnitte eingeteilt und gibt in einem Anhang einen Überblick über wichtige, mit dem Gegenstand der Untersuchung eng verbundene Fragen. In der Einleitung verweist der Autor auf die Notwendigkeit der Kraftmessung und gibt einen Überblick über den Aufbau seiner Arbeit.

Im zweiten Abschnitt erklärt und begründet er die von ihm entwickelte Rad-Messmethode. Diese besteht darin, Dehnungsmessstreifen in elektrisch passender Schaltung an gewissen Stellen der Rad-

¹⁾ Zur Ermittlung der Kräfte zwischen Rad und Schiene. Abhandlung zur Erlangung der Würde eines Doktors der Technischen Wissenschaften der ETH Zürich. Vorgelegt von *H. H. Weber*. Angenommen auf Antrag von Prof. Dr. M. Rauscher, Referent, und Prof. Ed. Amstutz, Korreferent. Diss. Nr. 4117. 135 S. Arbon 1968, Buchdruckerei A. Hug & Co. AG.

speichen anzubringen. Diese Stellungen müssen derart gewählt werden, dass der gegenseitige Einfluss von Quer- und Vertikalkraft möglichst klein ausfällt, damit jede dieser beiden Kräfte wirklich als solche gemessen wird.

Im dritten Abschnitt erklärt der Autor zuerst die von ihm gewählte Auswertemethode. Diese beruht vor allem in der Aufstellung von Häufigkeitskurven, welche die über einen bestimmten Streckenabschnitt auftretende Häufigkeit des Überschreitens einer gewissen Kraftschwelle in Abhängigkeit dieser Kraftschwelle darstellen. Am Schluss des Abschnittes werden die Messergebnisse auf Grund dieser Auswertemethode näher erläutert. Insbesondere wird gezeigt, wie es mit dieser Auswertemethode möglich ist, die quasi statischen Kräfte von den dynamischen zu trennen und Versuch und Theorie in Einklang zu bringen.

Der vierte Abschnitt befasst sich mit den speziellen, an der Lokomotive Re 4/4^{II} der SBB durchgeführten Versuchen. Zunächst wird das Wichtigste über den mechanischen Aufbau dieser Lokomotive erwähnt. Dann bespricht der Verfasser die Versuche selbst sowie deren Ergebnisse. Insbesondere zeigt er die Zunahme der Vertikalkräfte mit der Fahrgeschwindigkeit, die Abhängigkeit des Koeffizienten der Querreibung vom Anlaufwinkel, den Einfluss der

Vorspannung und Steifigkeit der Achslagerquerfederung auf die Lagerquerkraft und den Einfluss der Querkupplung auf die Querkräfte. Er vergleicht auch die gemessenen Querkräfte mit den gerechneten sowie die Verhaltensweisen verschiedener SBB-Lokomotiven miteinander.

Im Anhang werden vor allem behandelt: Die sich für verschiedene Radreifenprofile in radialer Stellung des Rades ergebende Berührung zwischen Rad und Schiene; das geometrische Problem der Stellung des Fahrzeugs im Gleis; die räumliche Darstellung der im Spurkranzdruckpunkt auf das Rad wirkenden Kräfte; die im Gleisbogen auf den fahrenden Radsatz wirkenden Kräfte; die im Gleisbogen am Drehgestell wirkenden Kräfte und das Gleichgewicht am fahrenden Radsatz im Gleisbogen.

Diese Dissertation gibt einen sehr guten Überblick über die Probleme, die bei der Durchführung solcher Kraftmessungen und bei der Auswertung der Versuchsergebnisse eine wichtige Rolle spielen, und zeigt deutlich den Wert der gewählten Messmethode. Der Unterzeichnende kann sie somit denjenigen, die sich mit solchen Versuchen und mit verwandten Problemen abgeben, aufs beste empfehlen. Er beglückwünscht den Autor zu seiner Arbeit recht herzlich; sie bedeutet ohne Zweifel einen Baustein in der heute so wichtigen Frage der Lauftechnik.

Dr. G. Borgeaud, Winterthur

Zum Teileinsturz des Ronan Point-Hochhauses in London

Stellungnahme der schweizerischen Gasindustrie

DK 541.126:614.83

Die bereits bekannten Geschehnisse¹⁾ seien kurz rekapituliert: Am frühen Morgen des 15. Mai 1968 ereignete sich in der 18. Etage des 22stöckigen Ronan-Point-Hochhauses in London eine nicht sehr heftige Explosion. In deren Folge brach eine ganze Eckpartie des erst seit kurzer Zeit bewohnten Neubaues über die volle Höhe in sich zusammen. Verhältnismässig rasch verdichtete sich der Verdacht, die Explosion sei durch ausströmendes Haushaltsgas verursacht worden.

Dies vermochte jedoch nicht die verheerenden Auswirkungen auf das ganze Gebäude zu erklären. Zu der an sich keineswegs heftigen Explosion von Haushaltsgas in einer einzelnen Wohnung standen die katastrophalen Folgen bei Ronan Point in krassem Missverhältnis. Nach Meinung der beigezogenen Experten hätte eine solche Ursache in einem nach herkömmlichen Methoden gebauten Haus zwar wohl den mit Gas gefüllten Raum zerstören, keineswegs aber eine ganze Eckpartie darüber und darunter zum Einsturz bringen können.

Deshalb beauftragte das britische Ministerium für Wohnungsbau und Kommunalverwaltung eine spezielle Untersuchungskommission mit der sorgfältigen Abklärung des genauen Unfallvergangs. Der nun unlängst erschienene Schlussbericht dieser Kommission, ein umfangreiches Dokument von rund 70 Seiten, dürfte auch für die Schweiz – vor allem aus Vergleichsgründen im Hinblick auf die Fragen der Konstruktion mit vorfabrizierten Elementen und der Gasinstallationen – von Interesse sein.

Bauliche Schwächen führten zu progressivem Einsturz

Aus dem Untersuchungsbericht, der zunächst das Unfallgeschehen nach allen Gesichtspunkten beleuchtet, dann Schlussfolgerungen über Unfallvergang und -ursachen zieht und schliesslich Massnahmen empfiehlt, die mithelfen sollen, künftig solche Unfälle zu vermeiden, kommt unter anderem eine Tatsache ganz klar zum Ausdruck:

Obwohl als auslösendes Moment eine Stadtgasexplosion in der Eckwohnung Nr. 90 im 18. Stock angenommen werden muss, wurde als eigentliche Ursache des Einsturzes von den Experten eine strukturelle Schwäche der Gebäudekonstruktion aufgedeckt, die von den Erbauern von Ronan Point offensichtlich nicht erkannt worden war. Ausschlaggebend war eine ungenügende Verbindung von vorfabrizierten Elementen.

Ronan Point ist der zweite von neun identischen Wohnblöcken, die in Canning Town, einem ärmlichen Viertel Ost-Londons, als Bestandteil eines grossangelegten Projektes zum Ersatz der Slums durch moderne Wohnungen errichtet wurden. Es handelt sich dabei um Gebäude aus industriell vorgefertigten Eisenbeton-Elementen. Nur Fundament und Erdgeschoss der Ronan-Point-Hochhäuser wurden in herkömmlicher Eisenbetonbauweise erstellt. Der gesamte übrige Aufbau erfolgte mit vor-

fabrizierten Elementen. Bei der hier angewandten Grosstafel-Bauweise wird die Außenwand-Tafel, welche an ihrer Unterseite mit einer Stehnut verschen ist, auf das darunterliegende Element abgestützt. Auf die Oberkante des Wandelementes wird das Deckenelement aufgesetzt und mittels herausragender Betoneisen mit dem Wandelement verbunden. Der Hohlraum zwischen Wandelement und Deckenelement wird mit Mörtel ausgefüllt.

Die Explosion, die nicht von aussergewöhnlich grosser Wucht war – die erzeugten Druckkräfte lagen zwischen etwa 3 und 12 Pfund pro Quadratzoll, was bei jeder Art konventioneller Bauten nur örtliche Schäden verursacht – führte in Ronan Point jedoch dazu, dass einige der Betonplatten, die Bestandteile der lasttragenden Seitenmauer der Wohnung Nr. 90 bildeten, hinausgedrückt wurden. Der Wegfall dieser Teile der lasttragenden Wand der südöstlichen Ecke des Blocks verursachte unter den gegebenen konstruktiven Verhältnissen den Einsturz vom 18. Stockwerk an aufwärts. Anschliessend führte das Gewicht der einstürzenden Massen zum Zusammenbruch der restlichen südöstlichen Ecke bis hinunter zum Betonunterbau des Blocks.

Explosionsursache von sekundärer Bedeutung

Obwohl über die Explosionsursache keine absolute Gewissheit erlangt werden konnte, muss auf Grund der gesicherten Spuren angenommen werden, dass durch den Bruch der Verschraubung einer Schlauchverbindung zum Gasherd Haushaltsgas in die betreffende Wohnung gelangte und durch irgend einen Umstand zur Explosion gelangte. Da es sich bei der erwähnten Verschraubung um ein fehlerhaftes Werkstück handelte, kann dem Installateur des Gasherdes keine Schuld angelastet werden.

Der britische Untersuchungsbericht hebt ausdrücklich hervor, angesichts der mangelhaften Bauart des Gebäudes hätte ein progressiver Einsturz dieser Art auch durch irgend eine andere Beschädigung, bzw. durch die Explosion eines anderen Stoffes (wie zum Beispiel Benzin und andere Reinigungsmittel oder Sprays) erfolgen können. Und im Bericht des «Imperial College of Science and Technology» in London vom 6. August 1968 wird deutlich betont:

«Wir glauben, dass bei dieser Gelegenheit eine Gasexplosion die Ursache war, aber der Einsturz hätte auch durch andere Ursachen, zum Beispiel durch unfallmässige Beschädigung, Geländesenke oder durch Explosion anderer Stoffe hervorgerufen werden können.»

Zur Illustration dieser Aussage wird von den Experten angeführt, dass bei Hochhäusern dieser Bauart, bei welchen die vorfabrizierten Elemente schon vom Erdgeschoss an verwendet werden, «der blosse Stoß eines Lastwagens an eine Tafel einen solchen Zusammenbruch bewirken könnte».

Im Verlaufe ihrer Untersuchungen machten die britischen Experten die bestürzende Feststellung, dass nicht nur die mit dem Bau beauftragten Ingenieure die Möglichkeiten eines progressiven

¹⁾ Vgl. SBZ 1968, H. 52, S. 927. Red.