

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 85 (1967)
Heft: 23: SIA - 70. Generalversammlung, Bern: erstes Sonderheft

Artikel: Unsymmetrisches Hängedach in Biel, gestützt in nur vier Knoten
Autor: Schmid, Robert / Kammenhuber, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-69467>

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: 22.02.2026

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

neuen Widerlager vor dem Zusammenschluss mit den alten durch das Spannen vertikaler Erdanker erzwungen.

Die *Werkleitungspasserelle*, welche sowohl die SBB-Linie Bern-Thun als auch die Verbindungsleitung überquert und bereits Rücksicht nimmt auf die künftige Unterführung der SN6, ist vollständig in Elementbauweise ausgeführt worden.

Die Erstellung aller Bauten im Bereich von Verbindungsleitung und Papiermühlestrasse erforderte eine äußerst enge Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Bauherren (SBB, Kanton und Stadt Bern), der VBW sowie den Direktionen der verschiedenen Werke (Gas- und Wasserwerk der Stadt Bern, Elektrizitätswerk der Stadt Bern, Kreis-telefondirektion Bern). Es verdient festgehalten zu werden, dass diese Zusammenarbeit sehr gut gespielt und eine erstaunlich kurze Bauzeit möglich gemacht hat. Im Auftrage der erwähnten Bauherren waren an der Projektierung beteiligt: das Ingenieurbüro *Schaerer und Weber*, Bern, für die Stützmauer längs der Verbindungsleitung, das gesamte Kanalisationssystem und die Werkleitungspasserelle und das Inge-

nieurbüro *Steiner und Grimm*, Bern, für den Straßenbau, während die Planung und Projektierung der Eisenbahnanlagen und der drei Brücken von den zuständigen Fachdiensten der SBB durchgeführt wurde. Die Bauleitung für die Tiefbauarbeiten der SBB, die Fahrleitungsanlagen sowie die Brückenbauten erfolgte durch die für den Bahnhofumbau Bern eingesetzten Sektionen der Generaldirektion SBB, diejenigen für die Gleisbauerarbeiten, die Sicherungs- und Kabelanlagen durch die entsprechenden Fachsektionen der Bauabteilung des Kreises I in Lausanne. Die Bauleitung für den Straßenbau wurde durch das Tiefbauamt der Stadt Bern in Zusammenarbeit mit den erwähnten Ingenieurbüros ausgeübt. Mit der Ausführung der Arbeiten wurden folgende Bauunternehmen betraut: *Weiss & Marti AG*, Bern, für die Tiefbauarbeiten der Verbindungsleitung, *Losinger und Cie AG*, Bern, für die Brückenbauten und die Straßenbauarbeiten, *Spannbeton AG*, Bern, für die Vorspannarbeiten und *Keller und Cie.*, Bern, für die Werkleitungspasserelle.

Adresse des Verfassers: *H. R. Wachter*, dipl. Ing., Sektionschef für Brückenbau, Bauabteilung der GD SBB, Bern.

Unsymmetrisches Hängedach in Biel, gestützt in nur vier Knoten

Von **Robert Schmid**, dipl. Ing., Nidau, und **Dr.-Ing. J. Kammenhuber**, Zürich

DK 624.074.4

In Biel wurde im Herbst 1966 ein Bauwerk vollendet, das in Konzeption und Form auffällt. Neben dem Hochhaus für einen Teil der Stadtverwaltung beherbergt es als Gemeinschaftszentrum unter dem Hängedach im wesentlichen ein Hallenbad und einen Konzertsaal. Das vorliegende Projekt wurde bearbeitet von Architekt *M. Schlip*, Biel, sowie von den Ingenieuren *Wilhelm & Walter*, Biel (Teil Hochhaus), und *R. Schmid*, Nidau (Teil Hängedach). Entstehungsgeschichte und Raumprogramm sind in [1] aufgezeichnet. Nachstehend soll kurz berichtet werden über die Hängedachkonstruktion, die durch ihre geometrische Form und insbesondere durch die Art ihrer Aufhängung an nur vier Stützblöcken bemerkenswert ist (Bild 1).

Überspannt wird ein rechteckiger Grundriss von 35×70 m. Aus funktionellen und architektonischen Gründen war es notwendig, dass alle vier Außenwände zum grössten Teil *keine* kontinuierlich angeordneten Tragelemente vernünftiger Dimensionen enthalten konnten. Es wurde daher zu einer Lösung gegriffen, die bereits von einer Ausstellungshalle der Westfalenhalle AG in Dortmund bekannt war [2], nämlich einem nur in einer Richtung gespannten Hängedach, dessen äussere Form und Abspaltung den speziellen Anforderungen entsprechend so abgewandelt wurden, dass

1. eine *unsymmetrische* Kettenlinie entstand und
2. auch in der anderen Tragrichtung die sogenannten Fangeträger über 35 m *freitragend* ausgebildet wurden (Bild 3).

Durch die biegesteife Verbindung dieser weitgespannten Fangeträger mit Druckstützen und Unterbau entstanden zwei räumliche Fangerahmen, von denen besonders der in Bild 3 gezeigte bemerkenswerte Eigenarten aufweist. Bild 2 zeigt einen Querschnitt dieses Fangeträgers.

Man beachte

1. dass der Schwerpunkt S und das Drillzentrum C bei diesem Querschnitt 1,20 m auseinander liegen,
2. dass wegen der Vouten zu den Auflagern hin weder die Schweraxe noch die Drillaxe eine gerade Linie ist,

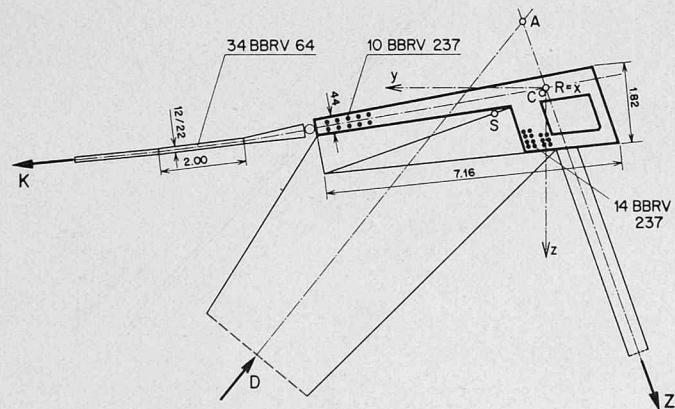


Bild 2. Querschnitt des unteren Fangeträgers

3. dass im Auflagerknoten weder die Schweraxe noch die Drillaxe die Schweraxe der Druckstütze trifft,
4. dass der Schnittpunkt von Zug- und Druckstütze (Punkt A) aus architektonischen Gründen 1,40 m oberhalb der Konstruktion liegt,
5. dass die Seilkraft K des Hängedaches aus Gründen einer einfachen Dachhautgestaltung nur in Feldmitte einigermassen in der Nähe des Drillzentrums C angreifen konnte.

Es zeigte sich hier, dass funktionelle und architektonische Gründe zu einer Rahmenform führten, die zwar äußerlich sowie bezüglich des inneren Kraftflusses organisch geformt war, deren statische Form aber derart weit abseits der üblichen Idealisierungen der Rahmentheorie lag, dass eine Berechnungsmethode zu suchen war, die alle Exzentrizitäten als wesentliche Elemente erfassen konnte. Dies führte zur Entwicklung eines Kraftgrößenverfahrens für beliebig geformte, exzentrische Rahmen.

Als wesentliches Merkmal dieser Methode mag gelten, dass anstelle der sonst üblichen 6 Formänderungsintegrale je Stabelement (Bild 4, Schema links) nunmehr 18 solche zu berechnen waren (Bild 4, Schema rechts), vgl. hierzu auch [3]. Die Arbeitsgleichungen lauten für normale räumliche Rahmen:

Bild 5. Simultan-Spanngruppe der Stahlton AG

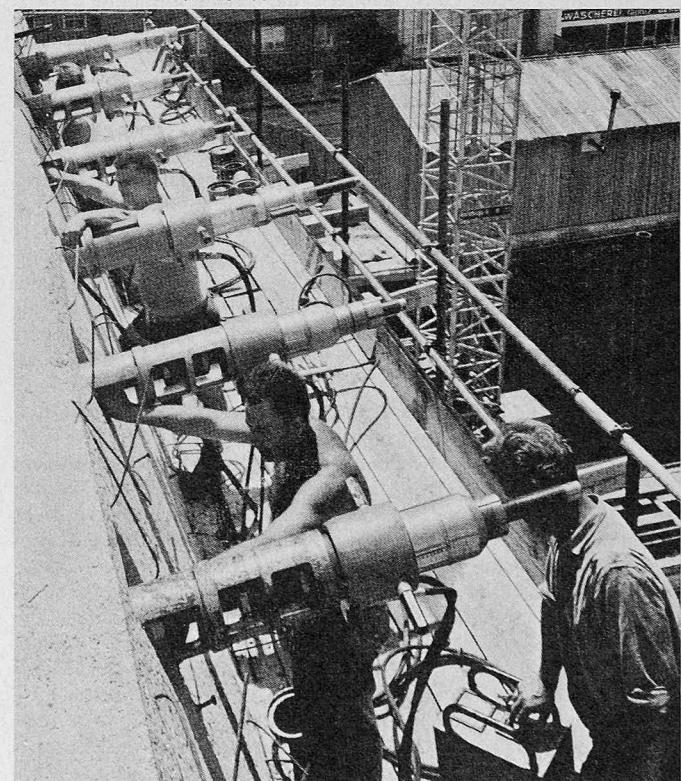




Bild 1. Gesamtansicht von Hängedach und Hochhaus

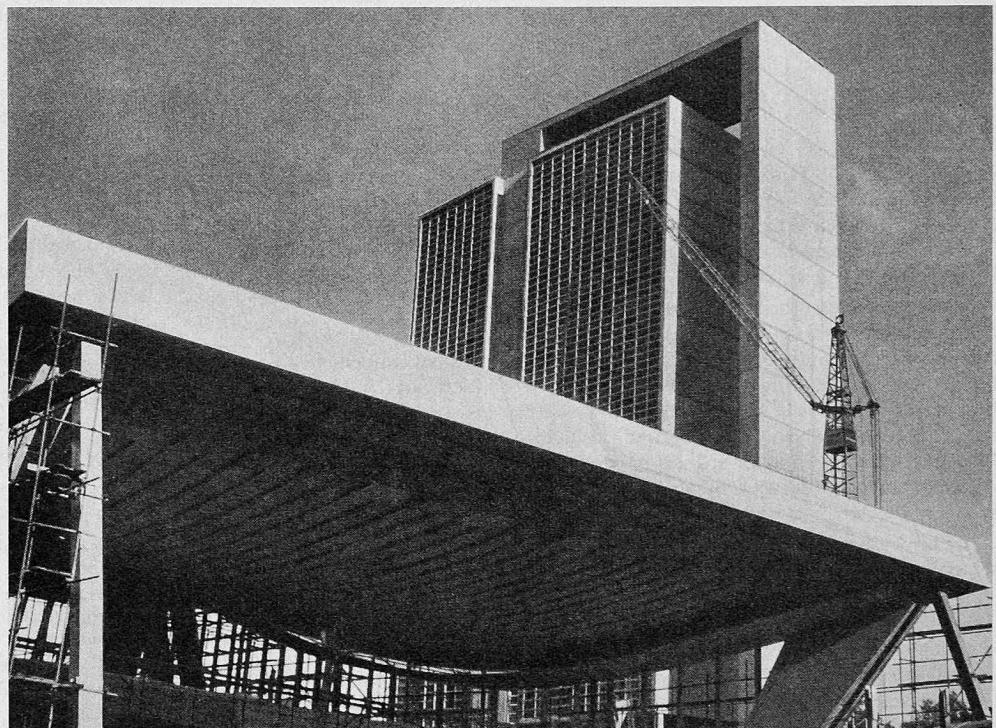


Bild 3. Ansicht des unteren Fange-rahmens



Bild 6. Bauetappen des Hängedaches

$$\delta = \int \frac{NN'}{EF} dx + \int \frac{M_1 M_1'}{EJ_1} dx + \int \frac{M_2 M_2'}{EJ_2} dx + \int \frac{M_x M_x'}{G J_t} dx + \int \frac{\zeta_2 Q_2 Q_2'}{G F} dx + \int \frac{\zeta_1 Q_1 Q_1'}{G F} dx$$

und für exzentrische Rahmen nunmehr:

$$\delta = \int \frac{NN'}{EA_{11}} dx + \int \frac{NM_y'}{EA_{12}} dx + \int \frac{NM_z'}{EA_{13}} dx + \int \frac{M_y N'}{EA_{21}} dx + \int \frac{M_y M_y'}{EA_{22}} dx + \int \frac{M_y M_z'}{EA_{23}} dx + \int \frac{M_z N'}{EA_{31}} dx + \int \frac{M_z M_y'}{EA_{32}} dx + \int \frac{M_z M_z'}{EA_{33}} dx + \int \frac{M_x M_x'}{GA_{44}} dx + \int \frac{M_x Q_z'}{GA_{45}} dx + \int \frac{M_x Q_y'}{GA_{46}} dx + \int \frac{Q_z M_x'}{GA_{54}} dx + \int \frac{Q_z Q_z'}{GA_{55}} dx + \int \frac{Q_z Q_y'}{GA_{56}} dx + \int \frac{Q_y M_x'}{GA_{64}} dx + \int \frac{Q_y Q_z'}{GA_{65}} dx + \int \frac{Q_y Q_y'}{GA_{66}} dx,$$

wobei $A_{ik} = A_{ki}$. Hinzu kämen noch Glieder der Wölbtraktion. Die umfangreichen numerischen Integrationen konnten nur mit Hilfe der Matrizenrechnung auf einem Computer bewältigt werden. Theorie und Programm enthalten dabei auch Belastungsglieder für beliebige, räumlich exzentrische Vorspannung.

Vorgespannt wurden sowohl die Fangeträger als auch das Hängedach selbst, und zwar mit Spannkabeln BBRV. Jede der sieben Hängedachetappen bestand aus 4 bis 6 Strängen von vorgefertigten Rippen-Elementen mit daraufgelegten Dachplatten. Alle Elemente einer Etappe wurden jeweils auf dem fahrbaren Gerüst zusammengefügt, mit Durchschubkabeln versehen und alsdann simultan gespannt. Bild 5 zeigt die Simultan-Spanngruppe der Stahlton AG bei der Arbeit. Damit wurde erreicht, dass jede Bauetappe sich beim Vorspannen gleichmäßig vom Gerüst abhob.

Bild 6 zeigt schliesslich zwei solche Bauetappen nach dem Verschieben des Gerüstes.

Der wesentliche Vorteil vorgespannter Hängedächer liegt darin, dass die Dehnungen und damit alle Normalkraft-Deformationen viel kleiner ausfallen als bei nicht vorgespannten Konstruktionen. Es werden wesentlich grössere Spannweiten möglich. Durch das Hinzufügen weitgespannter Fangeträger konnten im vorliegenden Falle ausserdem trotz rechteckigem Grundriss alle Reaktionen auf nur vier Knotenpunkte konzentriert werden.

Rückblick eines freierwerbenden Ingenieurs auf die 30er Jahre

Von Hans Roth-Pestalozzi, dipl. Bau-Ing. ETH, Bern

Die Krise mit Arbeitslosigkeit kam 1929 aus Amerika und erreichte bei uns bald auch das hinterste Tal. So erklärte bereits im Winter 1929/30 der Gemeindevertreter einer industriellen Ortschaft im Gebiet der Birs vor dem Bernischen Oberrichter Comment «Wir anerkennen die Verpflichtung – wir wollten zahlen – aber wir haben kein Geld in der Kasse». Andere Probleme stellten sich im Mittelland, doch kam es lediglich zu kleineren Studien ohne spätere Ausweitung.

Die grossen Kraftwerksgesellschaften hatten zuviel Energie – nicht nur wurde nichts mehr neu in Bauten investiert, es wurde auch nicht mehr projektiert. Man konnte ältere Anlagen brach legen und suchte die Pause mit Reparaturen und kleinen Ergänzungen auszufüllen. Wohl gaben Amtsstellen kleinere Projekte in Auftrag. Man solle z.B. an Gebirgsflüssen – um zu sparen – nur das Wintermittel ausnutzen. So kam man längs den Talfanken zu Hangkanälen (System Stettler/Maillard), auf die unter anderem die Fussgänger ausweichen könnten, um den Talverkehr zu entlasten. Erstaunen und Widerstand rief das Vorgehen der mutigen Leute aus Nidwalden. Diese wollten ein eigenes Wasserwerk mit Stauhaltung schaffen – das Bann-Alp-Werk. Ausser der NZZ setzten sich prominente Techniker gegen dieses kühne Vorhaben ein. Man schrieb von Katastrophe. Lediglich die stark reduzierte Belegschaft von Escher-Wyss war erfreut – dass durch Bann-Alp wenigstens etwas Arbeit einging.

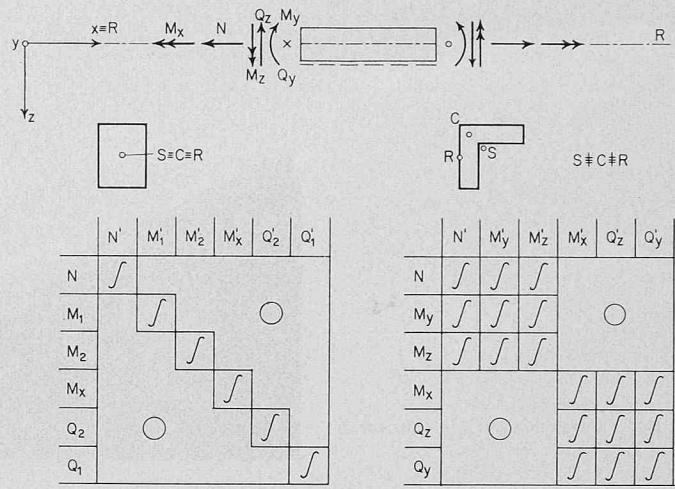


Bild 4. Schemen der Formänderungsintegrale für Stabwerke. Linkes Schema: normale räumliche Rahmen, rechtes Schema: exzentrische Rahmen

Legende:

S Flächenschwerpunkt

C Drillzentrum (Schubmittelpunkt)

R Virtuelle gerade Rahmenaxe

Zusammenfassung

Das Hängedach in Biel/Bienne (Schweiz) ist einaxig über 70 m gespannt als unsymmetrische Kettenlinie. In der anderen Richtung sind die Fangeträger über 35 m freitragend, womit trotz rechteckigem Grundriss alle Reaktionen auf nur 4 Stützböcke konzentriert wurden und auf Abspannungen nach aussen ganz verzichtet werden konnte. Die spezielle Form der räumlichen Fanggerahmen machte die Entwicklung eines Kraftgrössenverfahrens für exzentrische Rahmen nötig, das kurz skizziert wird. Die Bauetappen des Hängedaches selbst wurden durch simultanes Vorspannen von je 4 bis 6 Strängen der vorgefertigten Rippelementen gleichmäßig vom fahrbaren Gerüst abgehoben.

Literaturverzeichnis

- [1] *Schlup, M.:* Projekt für Saalbau, Hallenbad und Hochhaus in Biel. «Werk» 46 (1959), S. 92.
- [2] *Vaessen F.:* Das Hängedach der grossen Trainings- und Ausstellungshalle der Westfalenhalle AG in Dortmund. «Beton- und Stahlbetonbau» 54 (1959), Seite 233.
- [3] *Kammenhuber, J.:* Kraftgrössenverfahren der Stabstatik bei nicht-linearem Elastizitätsgesetz. Dissertation TH Aachen 1961, Seite 176.

Adresse der Verfasser: Robert Schmid, dipl. Ing., Hauptstrasse 66, 2560 Nidau, und Dr.-Ing. J. Kamenhuber, Riesbachstrasse 57, 8008 Zürich.

DK 62.007.24

Im Jahre 1934 wurde mein – auf Ersuchen hin eingereichter – genereller Projektvorschlag, das dichte Frutt-Seelein (Melchsee rd. 1900 m ü. M., Speicherinhalt rund 3,7 Mio m³, kein Gletscherschutt, konstantes Volumen, Pumpwerk auf Bernerseite) in das System Oberhasli einzubeziehen, abgelehnt. Anschliessend schaltete sich Regierungsrat Bösiger ein mit der Anregung, man sollte sich mit der *Langen* in Langenthal befassen. Der entsprechende generelle Korrektionsvorschlag (Benützung der natürlichen Talrinne, wie vor dem Jahr 1226, daher Ausschaltung des Wasserdurchlasses beim SBB-Bahnhof) wurde abgeliefert, honoriert und schubladisiert. Dagegen kam es bei der Abrechnung über die Vorstudie Frutt zu Schwierigkeiten. Der Freierwerbende musste eine sehr starke Reduktion des Honorars hinnehmen. In diesen Notzeiten stand man unter einem harten Druck.

Uns damaligen kleinen Freierwerbenden brachten diese 30er Jahre nichts oder wenig ein. Kein Anlass, Reserven anzulegen. Warum schaffen die heutigen freierwerbenden Ingenieure nicht eine eigene *Pensionskasse*? Heute wäre Zeit dazu. – Man weiss nie, was später kommt.

Adresse des Verfassers: Hans Roth, dipl. Ing., 3006 Bern, Mülinenstrasse 13.