

Brücken über kriechende Gehängeschuttdecken

Autor(en): **Stampf, Walter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **95 (1977)**

Heft 26

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73417>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



«Die an Ketten aufgehängte Twärrenbrücke» des 13. Jahrhunderts. 500 Jahre später durch das «Urner Loch» unnötig geworden. Zeichnung von R. Sager, aus «Bauen in der Schweiz – 75 Jahre Schweiz. Baumeisterverband», 1972

trägt sich auf unsere Studenten und führt dort einerseits zu blossen Nachplappern von Unverstandenen und andererseits zu etwa gleich gefährlicher Missachtung des kraftvoll Einfachen. Das können wir ändern und wir sollten es.

Die Folgerungen aus dem Dargestellten liegen auf der Hand: Wir müssen bei der Ausbildung von Ingenieuren entscheidendes Gewicht legen auf die alles überragende Bedeutung des Gleichgewichtsprinzips für den Bestand unserer Tragwerke. Fehler beim Gleichgewicht sind tödliche Fehler. Sie dürfen nicht vorkommen. Wir sollten uns überlegen, wie dieser Tatsache bereits im Studium und im Sinne pädagogischer Taktik auch in Prüfungen Rechnung getragen werden kann.

Wir sollten weiter entscheidendes Gewicht legen auf die Ermittlungen von Schnittkräften in statisch bestimmten

Systemen. Die Bemühungen um die Ermittlung überzähliger Grössen in statisch unbestimmten Systemen dürfen (als nicht sicherheitsrelevant) ohne Schaden etwas zurücktreten. Wir sollten besser üben, die einfachen Fragen der Festigkeitslehre klar und einfach zu behandeln und den Studierenden auch in diesem Bereich zu einer grösstmöglichen Sicherheit zu verhelfen. Bemessungsentscheide müssen sicher gefällt werden. Wir sollten sodann üben, Tragwerke auch der kompliziertesten Art in einfache Modelle überzuführen. Die Beschreibung undurchsichtiger Kraftverläufe mittels diskreter Fachwerkmodelle ist für den Ingenieur wichtiger als manche vermeintlich unabdingbare Theorie. Denn sie gibt ihm für die sichere Bemessung der Tragwerke die unerlässliche Basis.

Schliesslich sollten wir so früh wie möglich den *statischen Grenzwertsatz* der Plastizitätstheorie mit allen Einschränkungen und Folgerungen als *ordnendes Prinzip* ins Zentrum der Vermittlung ingenieurmässiger Denkweise stellen. Wir helfen damit, Wesentliches vom Unwesentlichen zu trennen und geben damit unseren Studenten entscheidende Hinweise auf die Notwendigkeit und die Kraft methodischen Denkens, wo wir heute gelegentlich ihr Denkvermögen mit Methoden unnötigerweise blockieren.

Literatur

- [1] Thürlimann, B./Ziegler, H.: «Plastische Berechnungsmethoden». Fortbildungskurs an der ETH Zürich, 1963.
- [2] Stüssi, F.: «Vorlesungen über Baustatik». Bd. 1, 2. Auflage.
- [3] Fuchssteiner, W.: «Wenn Navier noch lebte...». Theorie und Praxis in der Statik. Beton- und Stahlbetonbau, 1954.
- [4] Maillart, R.: «Aktuelle Fragen des Eisenbetonbaus». Schweiz. Bauzeitung, 1938.
- [5] Bachmann, H.: «Die Arbeit des Ingenieurs zwischen Wirklichkeit und Algorithmus». Schweiz. Bauzeitung, 1970.
- [6] Schneider, J.: «Der Teil ist nicht das Ganze». Die Bautechnik, 1970.
- [7] Culmann, K.: «Der Bau der hölzernen Brücken in den Vereinigten Staaten von Nordamerika», (S. 86). Werner-Reprint-Reihe, Werner Verlag Düsseldorf, 1970.

Die Abbildungen stammen zum grössten Teil aus der Sammlung von Dipl.-Bau-Ing. ETH U. Walder, dem ich für die Hilfe bei der Auswahl zu Dank verpflichtet bin.

Brücken über kriechende Gehängeschuttdecken

Von Walter Stampf, Chur

Gehängeschuttdecken grossen Ausmasses und grosser Mächtigkeit sind in Gebirgsgegenden, sei es in den Alpen oder in den südamerikanischen Anden, oder anderswo sehr häufige Erscheinungen. Der für die Foundationen sichere Fels liegt meistens in sehr grosser Tiefe, so dass es unmöglich und unwirtschaftlich wäre, auf ihn zu fundieren. Diese Gehängeschuttdecken befinden sich meistens geotechnisch in einem *labilen Gleichgewichtszustand*. Tragfähigere Schichten sind sehr tief oder überhaupt nicht vorhanden. Ist ein solcher Hang noch wasserführend, sei es durch langanhaltende periodische Regenfälle oder durch Schneeschmelzen verursacht, so wird er sich in stetiger Bewegung talwärts befinden. Es können auch andere Ursachen für das Kriechen verantwortlich sein. Das Kriechen bewirkt für einen *beliebigen Punkt* des Hanges *eine jährliche vertikale und horizontale Verschiebungskomponente*. Muss ein solcher Hang durch ein Brückenbauwerk gequert werden, so ist es erforderlich, die periodischen Kriechbewegungen an der Oberfläche sowie in etwa 10 bis 15 Metern Tiefe in verschiedenen Punkten zu kennen. Am besten sind die Messpunkte dort zu wählen, wo Stützen und Widerlager des Bauwerkes angeordnet werden.

Anforderungen an das Brückenbauwerk

- Der Brückenoberbau muss gewisse ungleiche vertikale Stützensenkungen ohne zu grosse Zusatzmomente ertragen können. Er muss so gelagert werden, dass ungleiche horizontale Verschiebungen der Pfeiler keine Horizontalkräfte auf die horizontalen Fahrbahnscheiben erzeugen. Einzig die Lagerreibung soll in diesem Sinne berücksichtigt werden müssen.
- Das Brückenbauwerk muss sich mit dem Hang mitverschieben können.
- Die Foundationen der Pfeiler müssen den prekären Hangverhältnissen Rechnung tragen.
- Bei relativ grossen Kriechbewegungen, die nach Voraussetzung nicht abklingen werden, müssen die Lagerkonstruktionen selbst sowie die zu stützenden Konstruktionsteile, wie Querträger des Oberbaues und Pfeilerbankette auf eine bestimmte Horizontalverschiebung zwischen Pfeiler und Oberbau so ausgebaut werden, dass sie eine bestimmte vorausberechnete Lebensdauer des Bauwerkes garantieren.

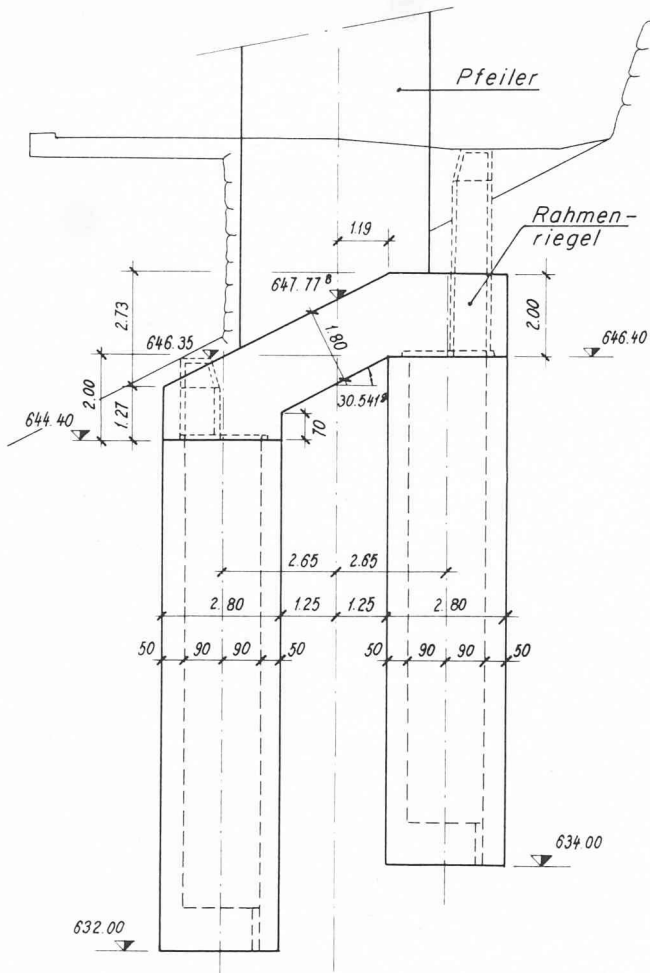
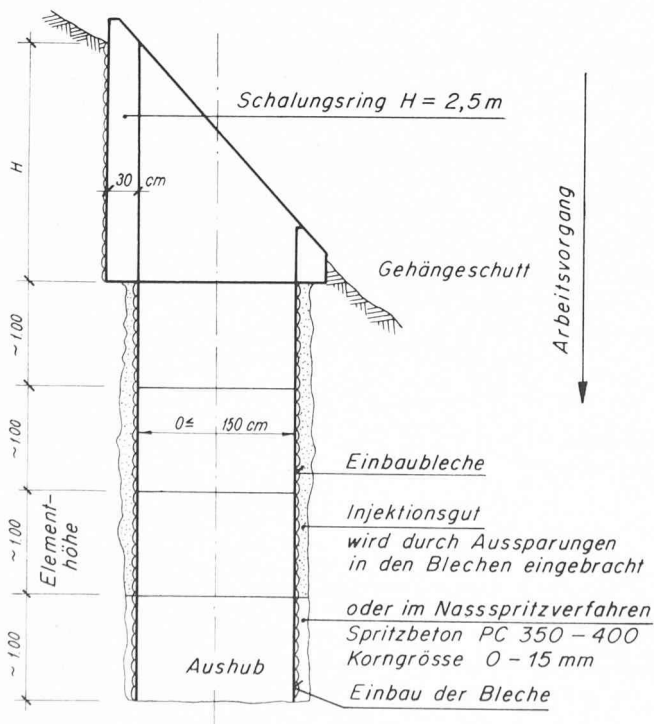


Bild 1. Rahmenfundament der Pregordabrücke der N 13

Bild 2. Schacht eines Betonzylinders



Zur Konstruktion und Ausführung der Hangbrücke Fundationen

Zweckmässige Fundationen für die Brückenpfeiler sind *doppelte* Betonreibungszylinder, die an der Oberfläche durch einen Riegel zu einem Rahmentragwerk ausgebildet werden (vgl. Bild 1). Die Betonzylinder werden mit Sickenblechen vom Typ Bernoldblech z. B. von oben nach unten im Marcia-variantverfahren erstellt.

Da solche Hänge oft geologisch nicht vorbelastet wurden und deshalb nur einen geringen Fundationsdruck aufnehmen können, ist es notwendig, dass der grösste Teil der Vertikal-last durch Mantelreibung auf den Untergrund übertragen werden kann (Bild 2). Dazu ist die Länge der Zylinder massgebend. Diese Konstruktionsart wurde uns bei der *Pregordabrücke der N 13 in Mesocco* von *H. J. Lang* von der ETHZ vorgeschlagen. Es ist zu empfehlen, am Bauwerk zu messen, welcher Anteil der Gesamtlast der Mantelreibung zugeordnet werden kann. Die Messung geschieht durch vorläufiges Abtrennen der Fundamentplatte von den Wänden, in dem in der Fuge Dynamometer eingebaut werden, welche die Grösse des Spitzenwiderstandes messen. Der so konstruierte Querrahmen (Bild 1) hat eine grosse Steifigkeit gegen horizontale Hangkräfte.

Bevor jedoch diese Konstruktion gewählt wird, ist abzu-klären, ob das Lot durch die Decke sich bei der Bewegung des Hanges parallel zu sich selbst nur verschiebt oder sich ebenfalls verdreht. Oft sind die Verschiebungskomponenten an der Oberfläche grösser als in einer gewissen Tiefe. In diesem Fall müsste der Querrahmen eventuell eine zu grosse Horizontalkraft als er imtande ist zu ertragen, aufnehmen. Es könnte sich durch den Widerstand des Rahmens eine horizontale Auflagerkraft eines Deckengewölbes aufbauen.

Bei grossen Verdrehungen der Vertikalen kann anstatt des Rahmens eine starre Querscheibe als Fundationskon-struktion dienen. Auch diese Querscheibe soll wie im ersten Fall der Zylinder als Reibungskörper ausgebildet werden. Damit auch hier das gleiche, den Hang nicht störende Verfahren der Abteufung angewendet werden kann, ist es möglich, den Grundriss nach Bild 3 auszubilden. Diese Fundationsrahmen oder -scheiben sind in die Ebene der Verschie-bungskomponenten zu legen.

Der Oberbau

Der Oberbau besteht je nach Länge der Gesamtbrücke meistens aus mehreren durchlaufenden Platten- oder Kasten-trägern aus vorgespanntem Beton. Die Spannweiten sollten so gewählt werden, dass der Hang möglichst gleichmässigen und nicht zu grossen konzentrierten Lasten ausgesetzt wird. Es dürfen keine zu grossen Spannweiten gewählt werden. Die Spannweiten variieren ungefähr zwischen 15 und 35 Metern. In der vertikalen Tragebene ist der Träger durchgehend; über den Stützen sind Lager angeordnet. Der Träger sollte so weich sein, dass er gewisse ungleiche Stützensenkungen ohne weiteres aufnehmen kann. Da der Hang auf eine unbestimmte Zeit kriechen wird, kann der Vorteil des Betonkriechens für die Beanspruchung je nach Dauer der Bewegung nur teilweise oder überhaupt nicht ausgenützt werden. Vor dem Bruch nach dem Traglastverfahren sollten noch sehr grosse Stützensenkungen möglich sein.

Besondere Anforderungen sind den Lagern zugewiesen. Für die vertikale Tragwirkung muss jederzeit eine Hebung der Lager durch Einschieben von Unterlagsplatten möglich sein. Dies müsste bei unvorhergesehenen grossen Setzungen erfolgen können. Bei Scheibenfundationen ist auch mit einer Verdrehung der Scheibe zu rechnen. In diesem Fall muss das talseitige Lager jederzeit gehoben werden können. Diese Bedingung muss für jedes Lager auf Grund der Tragwerk-sicherheit erfüllt werden (vgl. Bild 6).

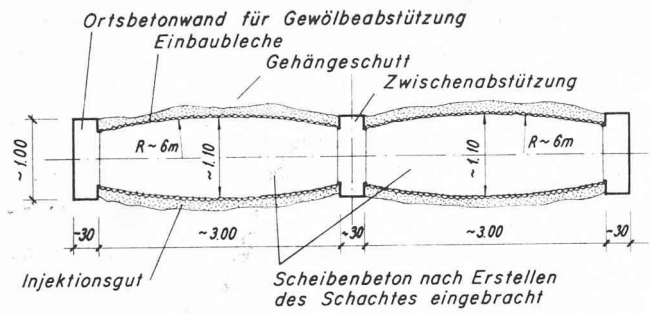
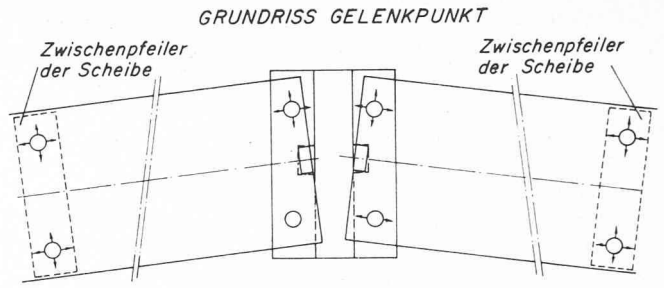


Bild 3. Grundriss der Betonscheibe



- Punktkipplager (PK), festes Lager
- PK einseitig verschiebbar
- PK allseitig verschiebbar
- Lagerauswechslung: Aussparung für Arretierungsvorrichtung

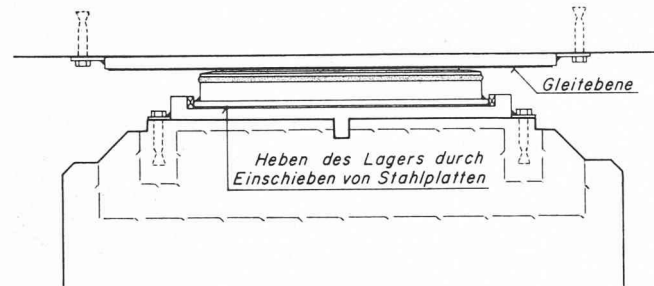


Bild 6. Neotopflager für grosse Horizontalverschiebungen

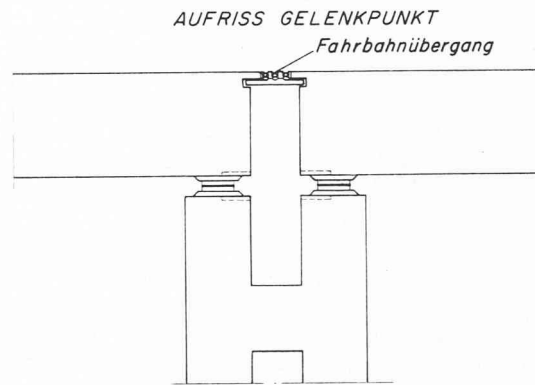
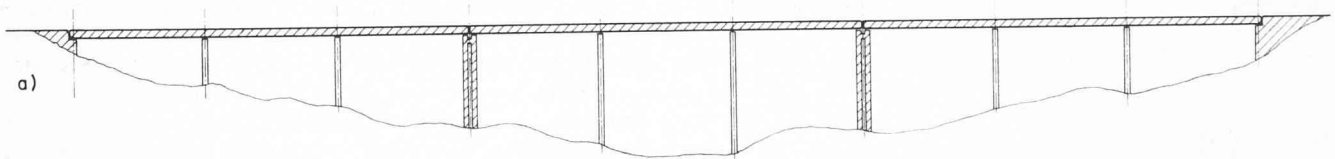


Bild 5. Detail Gelenkpunkt

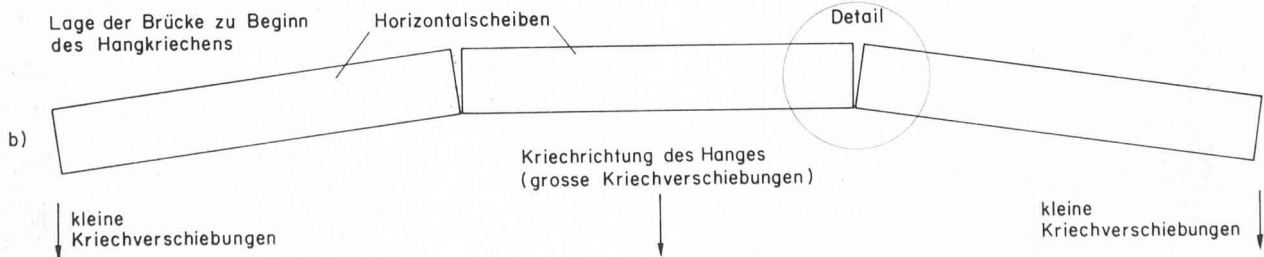
Bild 4. Ansicht und Grundriss der Brücke

ANSICHT DER BRÜCKE

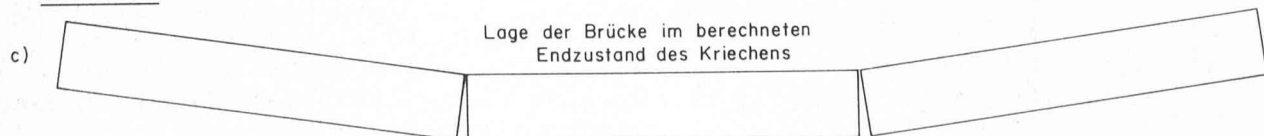


- Oberbau und Pfeiler (Widerlager) gekoppelt, verschieben sich mit dem Hang
- Zwischenpfeiler verschieben sich unabhängig zur Brücke

GRUNDRISS



GRUNDRISS



Das Tragverhalten des Oberbaues in horizontaler Richtung muss speziell beachtet werden. Da die Fahrbahnplatte in ihrer Ebene eine äusserst starre Scheibe bildet, könnte sie mit festverbundenen Pfeilern niemals ungleiche horizontale Verschiebungen dieser Pfeiler aufnehmen. Sie muss deshalb in ihrer Horizontalebene eine Art Gelenkpolygon (nach Bild 3), aus Einzelscheiben zusammengesetzt, bilden. Die Zwischenpfeiler dieser Scheiben müssen frei in horizontaler Richtung unter dem Oberbau dahingleiten können (vgl. Bild 5). Die Gelenkpunkte dieses Polygons befinden sich je über einem Pfeiler, der mit dem Oberbau in horizontaler Richtung durch ein festes Lager verbunden ist. Der Oberbau wird sich in diesen Punkten mit den darunterliegenden Pfeilern in Hangrichtung verschieben können. Der Gelenkpunkt des Polygons kann durch ein festes Kipplager zwischen Oberbau und Pfeiler *und* durch ein einseitig in Längsrichtung verschiebbares Lager auf der gegenüberliegenden Seite der Fuge gebildet werden (vgl. Bild 5).

Bei grösseren gegenseitigen horizontalen Querverschiebungen im Hang müssen entsprechend mehrere, kürzere horizontale Scheiben gewählt werden, damit der horizontale Drehwinkel zwischen den einzelnen Scheiben nicht zu gross wird.

Die Abdichtung der Quertugen geschieht durch einen wasserdichten mehrteiligen Fahrbahnübergang. Dieser erfährt an seinen Enden ungleiche Dehnungen.

Durch das Dahingleiten der einzelnen Zwischenpfeiler unter einer Scheibe sind auf diesen Pfeilern Lager mit grossen horizontalen Verschiebungen vorzusehen. Diese Verschiebungen erzeugen im Tragwerk Exzentrizitäten, die im Oberbau und Pfeiler statisch zu berücksichtigen sind. Diese Lagerverschiebungen werden am besten durch Neotopflager auf Teflonleitflächen aufgenommen (Bild 6). Wichtig ist auch, dass schon zu Beginn mindestens die Hälfte der zu erwartenden Kriechbewegungen bei den Lagern und im Gelenkpolygon voreingestellt werden.

Der geleimte Träger als Konstruktionselement im Holzbau

Von Emil Staudacher, Zürich

In der Schweiz gehen die ersten geleimten Holzkonstruktionen – in der sog. *Hetzerbauweise* – etwa auf das Jahr 1908 zurück. Einige dieser Bauten sind heute noch in gutem Zustand erhalten. Sobald die benötigten Abmessungen für den Querschnitt und das Längenmass über die grösstmöglichen Einschnittsmasse des Baustammes hinausgehen oder wenn höhere ästhetische Anforderungen gestellt werden, sind geleimte Träger beliebt und erlauben oft Konstruktionen, die elegant und leicht wirken. Über die Entwicklung dieses Trägertyps soll hier anhand von Bildmaterial eigener Arbeiten kurz berichtet werden.

Als *Holzmaterial* eignet sich das der *Rot- und der Weiss-tanne*. Die Qualitätsbedingungen lassen sich in sehr günstiger Weise erfüllen. Material der Klasse I nach der SIA-Norm wird im Querschnitt oben und unten auf je einen Zehntel der Höhe verwendet, der Rest ist Material der Klasse II. In einem solchen Querschnitt wird eine selten gute Art der Materialverteilung erreicht, da die Qualität bei der Herstellung in dünnen Schichten laufend beurteilt werden kann. Ursprünglich wurden die Einzelbretter in der Längsrichtung stumpf ge-

stossen, wobei die Stösse nach Vorschrift versetzt werden mussten. Dies führte jeweils zu einer kleinen lokalen Verschwächung, die Ende der 40er Jahre durch die *Keilverzinkung* (fingerartiges Ineinanderschieben und Verleimen der keilförmigen Brett-Enden) behoben werden konnte.

Zur Bindung des Holzmaterials diente anfänglich *Kasein-leim*, der zu Beginn der 40er Jahre durch den *Kunstharzleim* (in der Schweiz Melocol der Ciba-Geigy AG) abgelöst wurde. Damit wird die Anfälligkeit der Leimfuge auf Schädlinge vermieden. Gleichzeitig kann beim Kunstharzleim die Abbindezeit in verhältnismässig weitem Umfange beeinflusst werden, ein Vorteil, der sich ganz besonders bei der Herstellung von Flächentragwerken günstig auswirkt, d.h. sie eigentlich erst ermöglicht.

Als *Querschnitt* hat sich seit jeher die *Rechteckform* bewährt. Sie ist vor allem bequem beim «Spannen» der Träger. Beim Versuch, Profilformen z.B. Doppel-Tee zu verwenden, stellten sich Rückschläge ein, wenn der Schubbeanspruchung im Steg nicht grösste Beachtung geschenkt worden ist. Diese Schwierigkeit wurde mit der Entwicklung besonderer, geleimter

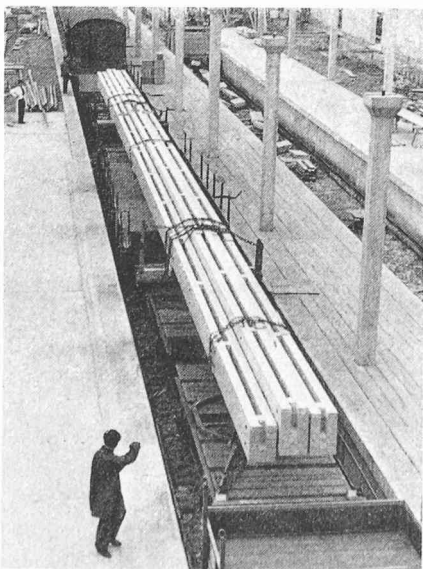


Bild 1 (links). Gerader Träger als Zwillingsträger ausgebildet, Länge 40 m, über 6 Felder durchlaufend, Bahntransport. Hersteller: W. Zöllig AG, Arbon



Bild 2 (rechts). Teil eines Gerberträgers mit Kragarm. Querschnitte nach den Momenten abgestuft. Hersteller: W. Zöllig AG, Arbon