

Ueberführungsbauwerke und Lehnbrücken kleiner und mittlerer Stützweite in vorgespanntem Beton

Autor(en): **Weder, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **76 (1958)**

Heft 21

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-63980>

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.

Ueberführungsbauwerke und Lehenbrücken kleiner und mittlerer Stützweite in vorgespanntem Beton

DK 624.21:625.745.12

Von A. Weder, dipl. Ing., St. Gallen

1. Ueberführungsbauwerke

Moderne Verkehrsbänder, die hohen Geschwindigkeitsansprüchen genügen müssen, verlangen kleine Steigungen und Gefälle und grosse Kurvenradien. Die Anpassungsmöglichkeiten an das Gelände sind somit bedeutend kleiner als bei herkömmlichen Strassen. Als Folge davon entstehen mehr Kunstbauten, als dies früher der Fall war. Insbesondere sind sehr oft Ueberführungsbauwerke zu planen, welche Geländeunregelmässigkeiten zu überbrücken oder andere Verkehrsträger zu kreuzen haben.

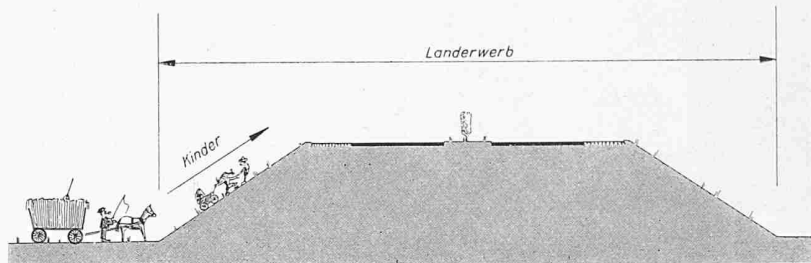
Der Viadukt, eine Bauform, die früher vor allem im Bahnbau Verwendung fand, tritt damit heute mehr und mehr auch im Strassenbau auf. Oft ersetzen diese Bauwerke hohe Dämme und Schüttungen, wobei sie bedeutend weniger trennend wirken als jene und auch in ästhetischer Beziehung grosse Vorzüge haben.

Ueberführungsbauwerke werden auch mit Vorteil angewendet, wenn sonst Eingriffe in wertvollen landwirtschaftlichen Boden nötig wären und das Problem nicht durch Güterzusammenlegung gelöst werden kann. Das erhöhte liegende Verkehrsband ermöglicht mit relativ geringem Mehrkostenaufwand, dass die Bewirtschaftung des betroffenen Grundstückes reibungslos vor sich gehen kann. Kostspielige Landerwerbe, Expropriationen und dergleichen werden vermieden, zudem wird die Verkehrssicherheit erhöht (Bild 1).

2. Lehenbrücken

Die neuen Verkehrswege in hügeligem oder gebirgigem Gelände werden vielfach den Berghängen entlang geführt. Die Fahrbahn lehnt sich dann mit einer Schulter an das Gelände, während die andere Seite über dem Hang liegt und durch eine besondere Konstruktion gestützt werden muss. Anstelle der zur Tradition gewordenen Stützmauern ist es in vielen Fällen angezeigt, Lehenbrücken zu bauen.

Während die Mauern oft schwer und plump wirken, folgen die Brücken leicht und elegant dem Hang, beschränken den Eingriff der Technik auf ein Minimum und lassen ein Maximum an ursprünglicher Bepflanzung unberührt (Bild 2).



Bilder 1a u. 1b. Vergleich zwischen Strassenführung auf Damm und auf Viadukt

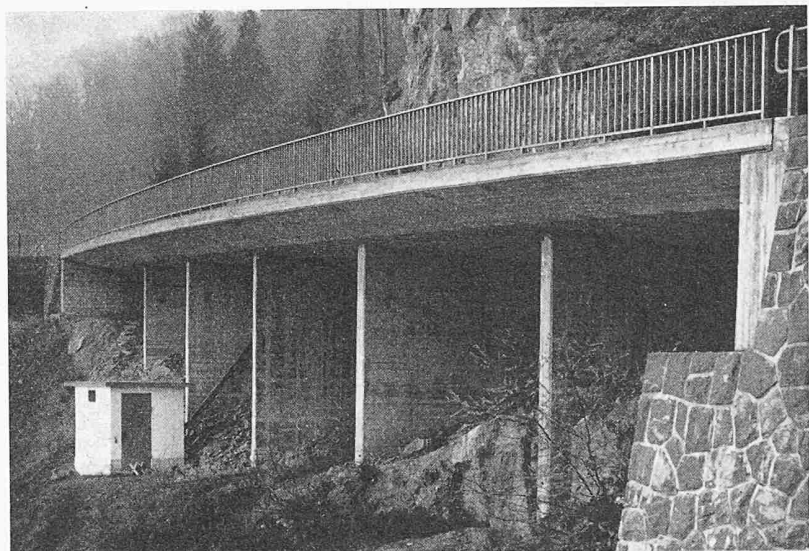
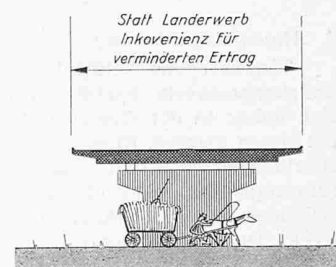


Bild 2. Lehenbrücke an der neuen Walenseestrasse bei Murg SG

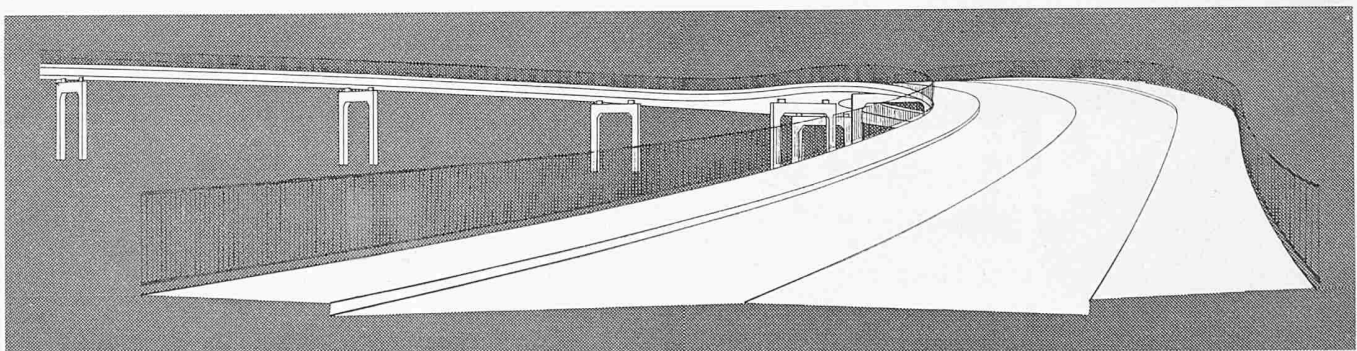


Bild 3. Ueberführungsbauwerk, Studium der Linienführung anhand einer Perspektive

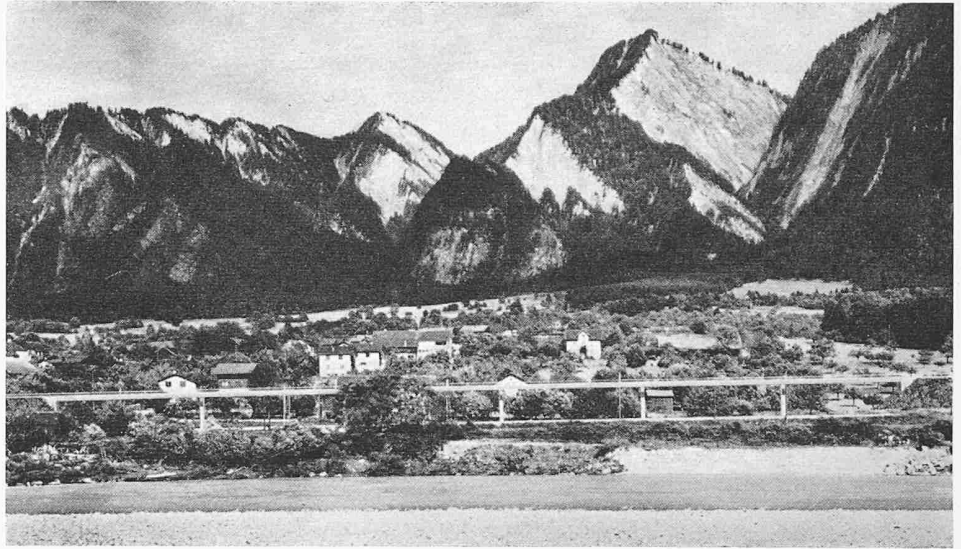
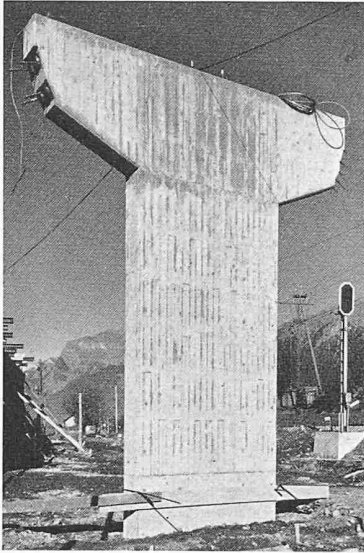


Bild 11. T-förmiger, vorgespannter Pfeiler im Objekt. Bild 4: Ueberführungsbauwerk Zizers GR (Studium der Fernwirkung anhand einer Photomontage)

3. Allgemeine Planung

Viadukte und Lehenbrücken sind noch mehr als andere Brückenbauwerke Bestandteil des Verkehrsträgers und haben sich daher in der Gestaltung diesem unterzuordnen. Mag es bei einem grossen Flussübergang noch angehen, die Strassenführung der Brücke anzupassen, so wird das bei einem Ueberführungsbauwerk nie der Fall sein. Anstelle des natürlichen Geländes tritt als Träger des Verkehrsbandes das Kunstbauwerk. Der Uebergang hat so unauffällig und schlicht zu geschehen, dass er vom Strassenbenützer kaum bemerkt wird. Damit ist auch bereits gesagt, dass die Projektierungsgrundlagen bei den Viadukten die gleichen bleiben wie beim Strassenbau überhaupt.

Neben dem Studium der Linienführung in Situation und Längsprofil ist mit Berücksichtigung der visuellen Wirkung auf den Benützer die Anwendung der perspektivischen Darstellung in vermehrter Masse zu empfehlen (Bild 3).

Die Planung darf sich aber nicht nur auf die Gesichtspunkte des Strassenbenützers beschränken, auch der Eingliederung des Bauwerkes in die Umgebung ist grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Fernwirkungen werden am besten an Photomontagen studiert (Bild 4), während für die Beurteilung des Eindrucks aus der Nähe die Anfertigung von Modellen in grösserem Massstab zu empfehlen ist. Nur durch diese räumliche Darstellung ist es möglich, das Objekt genau und ohne Fehlschlüsse in ästhetischer Hinsicht zu beurteilen (Bild 5).

Bei Viadukten stellt sich die Frage nach den Uebergangspunkten von der Dammschüttung zum Brückenbauwerk. Es ist möglich, anhand der Kostenberechnung, theoretische Ko-

stenschnittpunkte festzulegen. Die Erfahrung zeigt, dass die so ermittelten Viaduktlängen eingeengt und kurz wirken, während die Schüttungen hoch und schwer sind. Es empfiehlt sich deshalb immer, das Ueberführungsbauwerk um einige Felder über den theoretischen Schnittpunkt hinaus zu verlängern und damit die Dämme entsprechend zu kürzen. Auch bei Kreuzungen mit andern Verkehrsträgern wirken die kurzen, z. B. nur einfeldrigen, tunnelartigen Bauwerke visuell schlecht und verkehrshemmend. Sobald links und rechts Viaduktöffnungen angeschlossen werden, wird die Lösung schöner, leichter und offener (Bilder 6 und 7).

4. Gestaltung der Brückenpfeiler

Die beschriebenen Brückentypen haben aus ästhetischen und kostenmässigen Gründen normalerweise kleine bis mittlere Spannweiten (10 bis 40 m pro Feld). Als Folge davon entstehen in gutem Baugrund relativ kleine Fundamentkörper, auf welchen das meist breite Verkehrsband gegründet ist. Die zwischen beiden Bauteilen liegenden Brückenpfeiler haben sich dem entstehenden Kräftefluss möglichst anzupassen und sind damit in ihrer Form schon weitgehend bestimmt.

Soll der Grundgedanke des Ueberführungsbauwerkes, wie wir ihn in Abschnitt 1 geschildert haben, erhalten bleiben, so ist bei der Gestaltung der Pfeiler im weiteren anzustreben, dass ein Maximum an Durchblickfläche bestehen bleibt. Dies ist vor allem in den Schrägansichten wichtig. Zudem sollen die Pfeilerteilung und die Pfeilerform möglichst ruhig und unauffällig wirken.

Aus diesem Grunde ist die Anwendung der traditionellen Pfeilerform «Doppelpfeiler» (Bild 3) und «Pfeilerwände» in jedem Fall kritisch zu überlegen und durch Studien am Modell zu prüfen. Die «Doppelpfeiler» wirken in der Schrägsicht oft verwirrend und sind daher nur bei grossen Stützweiten zu empfehlen. Ihre Anwendung erfordert auch eine genügende Viadukthöhe, damit das Pfeilerpaar eindeutig als stehendes Rechteck hervortritt. Die quadratische Form wirkt bekanntlich stumpf und entbehrt jeder Spannung. «Wandartige Pfeiler» eignen sich sehr gut zur Abstützung von Lehenbrücken. Die Verkleinerung der Durchblickfläche stört hier wegen dem dahinter liegenden Hang auch bei kleinen Öffnungen wenig (Bild 8). Bei Viadukten sind solche Pfeilerwände mit Vorsicht anzuwenden. Bei genügender Höhe und relativ grossen Stützweiten können sie bei Beschränkung auf eine unbedingt notwendige Breite (weit auskragende Brückenkonsolen) ästhetisch noch befriedigen (Bild 9), während sie bei kleinen Spannweiten sofort schwer und abriegelnd wirken (Bild 7).

In vielen Fällen führt die Anwendung von T-förmigen, einstieligen Brückenpfeilern sowohl

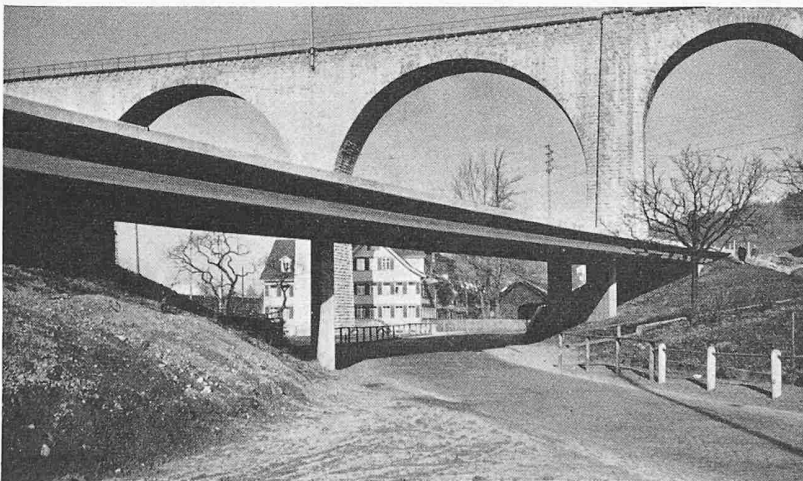


Bild 6. Ueberführungsbauwerk Herisau AR

statisch als auch architektonisch zu recht befriedigenden Lösungen. Die Last des Oberbaues überträgt sich über die Lager auf die Konsolen und wird von hier über den Pfeilerschaft in das Fundament abgetragen. Durch die weit auskragenden Konsolen (Vorspannung!) kann die Breite des Pfeilerschaftes auf das absolut notwendige Minimum gebracht werden, so dass auch bei Schrägsichten eine grösstmögliche Durchsichtsfläche erhalten bleibt (Bild 10). Wenn Ueberführungsbauwerke andere Verkehrsstränge im Schrägschnitt kreuzen, haben die T-förmigen Pfeiler den weiteren Vorteil, dass sie sich dem Lichtraumprofil von Strasse oder Bahn sehr gut anpassen (Bild 11).

Bei ausländischen Brücken begegnet man des öfteren runden Pfeilern, z. T. mit pilzförmigen Verbreiterungen am Kopf. Diese Form wirkt etwas schwer und ist infolge des grossen Trägheitsmomentes auch statisch vielfach ungünstig.

5. Gestaltung des Oberbaues

Die traditionellen Formen sind hier zweifellos die volle Platte und der Plattenbalken. Auch bei modernen Tragwerken in vorgespanntem Beton wird der volle Plattenquerschnitt bei kleinen Spannweiten oft angewendet, da er zu günstigen, statisch und ästhetisch vorteilhaften Lösungen führt. Sehr oft werden weit auskragende Konsolen projektiert, so dass ein fast V-förmiger Querschnitt entsteht (Bild 2).

Bei grösseren Spannweiten ist in vielen Fällen die Anwendung von Plattenbalken gegeben. Ueber den Stützen ist dann in der Regel eine untere Druckplatte zur Aufnahme der Druckkräfte nötig, da ja bei Viadukten normalerweise auf voutenförmige Ansätze verzichtet wird.

Bei mittleren Spannweiten und geringer Bauhöhe ist die Anwendung von Hohlkasten-Querschnitten ausserordentlich günstig. Diese ergeben nicht nur statisch und konstruktiv gute Lösungen, sondern sind auch in ihrer architektonischen Wirkung interessant und neuartig. Durch unverkleidete, freie Beton- oder Stahllager wird der Brückenoberbau visuell noch gehoben, so dass die elegante und leichte Linie, welche Spannbetonkonstruktionen eigen ist, noch verstärkt und unterstrichen wird (Bild 10). Die Hohlplatten-Konstruktionen haben auch den grossen Vorteil der besseren Fahrbahnisolierung. Die Vereisungsgefahr im Winter wird dadurch bedeutend vermindert.

6. Besondere statische Probleme

6.1. Statisches System

Die Frage des Systems ist wegen den vielen Oeffnungen und den kurzen Pfeilern besonders wichtig. Oft empfiehlt es sich, von der Normallösung mit klassischer Lagerung des Durchlaufbalkens abzugehen. Mit Rücksicht auf allfällige Verschiebungen bei den Pfeilern sind Systeme mit rahmenartigem Mittelteil (Bild 2) von Vorteil. Bei den weiter vom Verschiebungsnullpunkt weg liegenden Pfeilern werden dann, wie üblich, Rollenlager oder Pendellager in Beton oder Stahl vorgesehen. Bei genügend schlanken Pfeilern können auch, besonders im Mittelteil, feste Kipplager zur Anwendung gelangen.

6.2. T-förmige Pfeiler

Bei Anordnung der in Abschnitt 4 beschriebenen T-förmigen Pfeiler sind die Beanspruchungen im Vertikal-Schnitt zwischen Konsole und Pfeilerwand meist ausserordentlich gross. Obschon nach den neuen Normen bei ent-

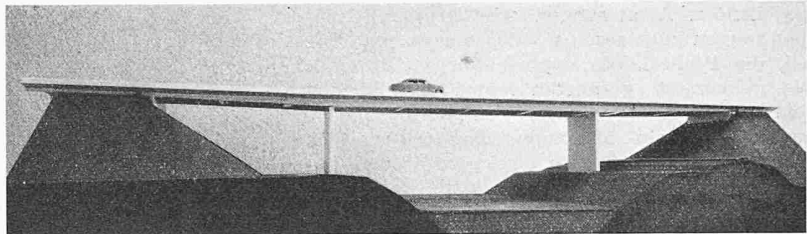


Bild 5. Ueberführungsbauwerk Au SG, Detailstudium am Modell

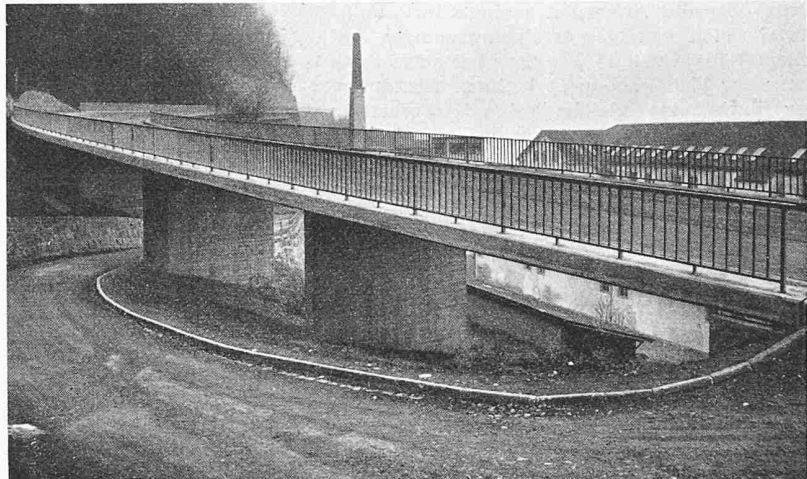


Bild 7. Ueberführungsbauwerk Murg SG



Bild 8. Lehnbrücke an der neuen Walenseestrasse

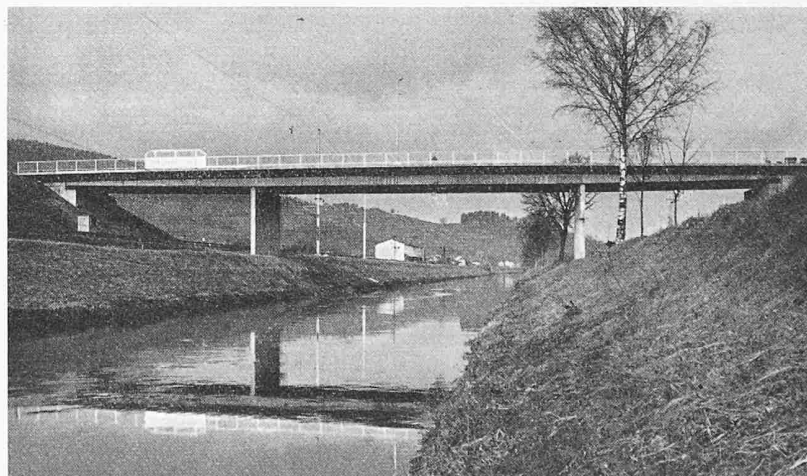


Bild 9. Ueberführungsbauwerk Au SG

sprechenden Armierungen sehr grosse Schubspannungen zugelassen werden, ist es von Vorteil, die Pfeilerköpfe vorzuspannen (Bild 11). Die gekrümmt geführten Kabel ermöglichen eine Herabsetzung der schrägen Hauptzugspannungen auf ein Minimum. Zugleich werden auch die Abscheerkräfte direkt unter den Lagern überdrückt, sofern es gelingt, bis zu diesem Schnitt genügend Vorspannkraft in den Querschnitt einzuführen.

Bei den im Beispiel Bild 11 verwendeten Kabeln System BBRV wird die gesamte Spannkraft über die Ankerplatte eingeführt, und sie verteilt sich von hier erfahrungsgemäss unter einem Winkel von 45° , so dass bei guter Anordnung der Kabel schon in kleinem Abstand von der Platte eine gleichmässige Kraftverteilung über den Querschnitt gewährleistet ist.

6.3. Hohlplatten

Die als Kasten-Querschnitt ausgebildeten Fahrbahnplatten können mit Rücksicht auf die Spannungen ausserordentlich schlank konstruiert werden. Es ist aber wichtig, dass man sich auch über die zu erwartenden Schwingungen Rechenschaft gibt. Das zulässige Mass solcher Schwingungen ist heute noch sehr umstritten. Vom Laien wird die Gefahr meist überschätzt, da der Mensch auf diese Schwankungen sehr empfindlich reagiert. Erfahrungsgemäss sollte die Eigenfrequenz den Betrag von 1,4 bis 1,6 Hertz nicht unterschreiten, da sonst unliebsame Resonanzen auftreten können. Vor allem ist aber eine gute Dämpfung wichtig. Bei geraden Brückenbauwerken stimmen die Messungen mit den Berechnungen meist gut überein; so wurde z. B. bei der Brücke Bild 8 die Eigenfrequenz mit 2,5 Hertz gemessen und die Dämpfung mit 0,06— Resultate, die nur um rd. 10 % von der Rechnung abweichen.

Durchlaufende Brückentragwerke in Kastenbauform sind bei Schlankheitswerten bis zu $L/40$ normalerweise auch schwingungsmässig in Ordnung. Bei schiefen Brücken liegen die Verhältnisse bedeutend günstiger, da die Schiefe bekanntlich Spannweiten-verkürzend und dämpfend wirkt.

Hohlplatten sind ausserordentlich torsionssteif und haben daher eine sehr gute Last-Querverteilung. Bei den obgenannten Bauten wurden die Platten als Trägerrost nach der Theorie von Massonnet berechnet, und die Belastungsversuche ergaben gute Übereinstimmung mit diesen Werten. Die Abweichungen betrugen bei drei gemessenen Brücken im Mittel 5 %, im Maximum 8 %. Der Bauvorgang der Hohlplatten erfordert die Ausführung der Fahrbahnplatte in einer Verbundkonstruktion. Nach dem Betonieren der unteren Platte und der Stege werden vorgespannte Beton-Fertigplatten verlegt, auf welche der Beton der oberen Platte aufgebracht wird. Die Fertig-Elemente müssen instande sein, die Eigengewichtslast der Fahrbahnplatte aufzunehmen, während die Nutzlast vom Verbundquerschnitt übernommen wird. Die Verbundwirkung ist bei genügenden Verdübelungen, wie Messungen am Bau

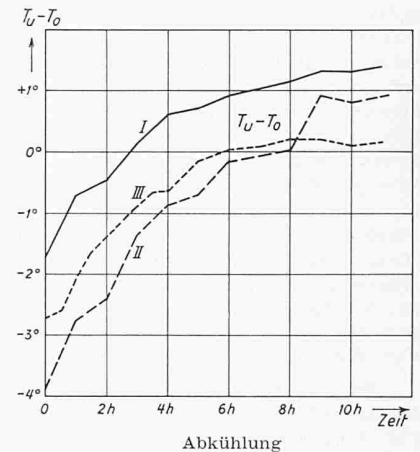
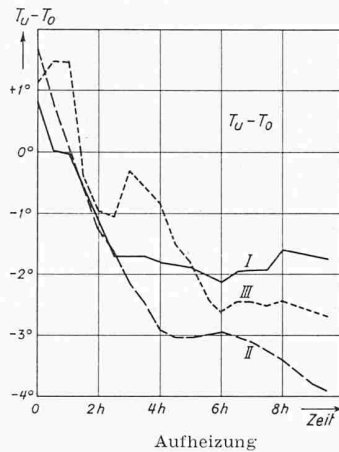


Bild 12. Temperaturunterschiede zwischen Oberfläche und Untersicht einer Lehnbrücke für drei verschiedene Querschnittspunkte I bis III

ergaben, sehr gut, und die Ergebnisse der Berechnung sind somit zuverlässig.

6.4. Temperaturspannungen

Bei kontinuierlichen Balken mit relativ kleinen Stützenabständen spielen die Temperaturspannungen eine besondere Rolle, so dass auf sie bereits bei der Wahl des statischen Stützsystems Rücksicht genommen werden muss. Das Problem wird durch die aktuelle Frage der Brückenheizungen noch wesentlich wichtiger.

Bei einer Lehnbrücke an der Walenseestrasse werden zur Zeit durch den Kanton St. Gallen Versuchsmessungen durchgeführt. Die bei den ersten Versuchen ermittelten Temperaturdifferenzen zwischen Oberfläche und Untersicht der Brücke sind in den Diagrammen Bild 12 für drei Querschnittspunkte dargestellt. Die grössten Differenzen betragen demnach bei vorsichtigem Heizbetrieb rd. $4 \div 6^\circ \text{C}$. Die daraus entstehenden Zusatzspannungen sind im vorliegenden Fall im Maximum 8 kg/cm^2 .

7. Zusammenfassung

Ueberführungsbauwerke und Lehnbrücken werden im modernen Strassenbau immer häufiger angewendet, da sie gegenüber den Dämmen und Stützmauern grosse Vorteile aufweisen. Die Planung hat anhand von Perspektiven, Modellen und Photomontagen zu erfolgen. Als neuere Bauformen werden T-förmige Pfeiler und Hohlkasten-Oberbauten empfohlen. Die damit verbundenen statischen Sonderprobleme sind zu beachten.

Alle in den Photos dargestellten Brücken sind nach dem System BBRV der Stahlton AG., Zürich, vorgespannt. Die Ingenieurarbeiten wurden durch die Firma Weder & Prim, St. Gallen/Bern, ausgeführt.

Adresse des Verfassers: A. Weder, dipl. Ing., Goethestrasse 79, St. Gallen.

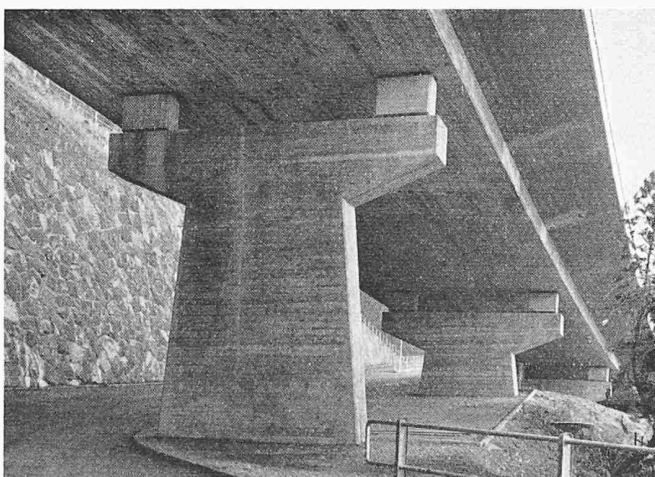


Bild 10. 144 m langer Viadukt an der neuen Walenseestrasse

Planung des schweiz. Hauptstrassennetzes

DK 625. 711. 1. 001

Am 23. April 1958 hielt die Kommission des Eidg. Departements des Innern für die Planung des Hauptstrassennetzes unter Leitung von Nationalrat S. Brawand ihre 15. Sitzung ab. Gegenstand der Beratungen bildete die im Entwurf vorliegende Zusammenfassung des Schlussberichtes; sie umfasst 230 Seiten und 37 Abbildungen.

Das Departement des Innern hat die Kommission für die Planung des Hauptstrassennetzes Ende 1954 eingesetzt und die von ihr zu beantwortenden Fragen umschrieben. Zur Lösung der einen breiten Bereich des schweizerischen Strassenwesens umfassenden Aufgabe hat sich die Kommission nach Sachgebieten in Unterausschüsse und Arbeitsgruppen gegliedert. Gemäss den erhaltenen Weisungen wurde von Anfang an auf eine enge Zusammenarbeit mit den von der Planung berührten Kantonen und grösseren Städten Bedacht genommen; auch wurde von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, für besondere Einzelfragen Experten beizuziehen.