

Flachdecken mit Stahlpilzen

Autor(en): **Bryl, Stanislaw**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **84 (1966)**

Heft 18

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-68897>

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.

Weitere Vorteile zugunsten von St 52 ergeben sich einerseits aus den kleineren Schweissnahtquerschnitten bei gleicher Bauhöhe, sodann für die Verarbeitung in der Werkstatt und auf Montage durch die kleineren Stückgewichte und -abmessungen, d. h. durch die bessere Transport- und Manövrierfähigkeit.

Die Bilder 9 bis 13 zeigen verschiedene Zustände der Bauausführung in der Werkstatt und auf Montage.

5. Schlussbemerkungen

Die hier beschriebene Stahlkonstruktion zeigt, dass es überall dort, wo aus irgendeinem Grund besondere Verhältnisse, zum Beispiel hinsichtlich der Belastung oder der zur Verfügung stehenden Bauhöhe

vorliegen, auch im normalen Hochbau interessant und wirtschaftlich sein kann, Stähle höherer Festigkeit zu verwenden. Mit diesen Stählen lassen sich leichte, schlanke und zweckmässige Konstruktionen errichten. Es zeigt sich, dass auch ein gegenüber normalem St 37 erhöhter Materialeinkaufspreis durch die Einsparung an Konstruktionsgewicht und durch die einfachere und raschere Verarbeitung in der Werkstatt und auf Montage mehr als wettgemacht werden kann.

Projektverfasserin: *Maschinenfabrik Habegger AG*, Thun
Ausführungsberechnung und Pläne: *Ingenieurbüro Stüssi AG*, Zürich
Fundationen: *Ingenieurbüro Hubacher & Lehmann*, Bern. *Hans Keller*, dipl. Ing. ETH, in Firma *Frutiger*, Thun
Ausführung: *Maschinenfabrik Habegger AG*, Thun.

Flachdecken mit Stahlpilzen

Von **Stanislaw Bryl**, dipl. Ing., Winterthur

DK 624.073.75

Die Vorteile der Flachdecken – kleine Konstruktionshöhe, gute Ausnutzung des umbauten Raumes und niedrige Herstellungskosten – haben zu einer vermehrten Nachfrage nach dieser Deckenart geführt. Die Spannweiten und Belastungen vergrössern sich ständig, und Flachdecken mit Spannweiten von 8×8 m und einer Belastung von 2 t/m^2 sind heute keine Seltenheit mehr. Es kann darum nicht überraschen, wenn heute auf dem Gebiete der Flachdecken eine rege Forschungstätigkeit herrscht. So wurden z. B. im Rahmen des Comité Européen du Béton rd. 220 Versuche über das Durchstanzen der Flachdecken durchgeführt.

Die Forschungsarbeiten der letzten Jahre führten zur Entstehung der neuen Theorien über das Durchstanzen von Flachdecken (Kinnunen-Nylander, Sawczuk-Jäger, Reimann) und zur Ausarbeitung verschiedener Bemessungsverfahren. Gleichzeitig haben die umfangreichen Untersuchungen auch die Möglichkeiten der reinen Betonbauweise deutlich abgegrenzt. So hatte kürzlich der amerikanische Forscher Hognestad festgestellt: «Die Flachdecken bilden weiterhin die meist verwendete Bauweise in den USA, und es herrscht eine immer stärkere Tendenz zur Vergrösserung der Spannweiten. Darum ist es dringend notwendig, vernünftige Mittel zur Erhöhung der Durchstanzkraft zu finden. Ich bin zur Überzeugung gekommen, dass das einzige Mittel, um diese erwünschte Verbesserung in Flachdecken bis 25 cm Stärke zu erhalten, die Anwendung von kurzen Elementen aus Stahlprofilen, der sog. «shear heads» ist.» Die Gründe, die zu dieser Feststellung geführt haben, sind einerseits sehr einfach, andererseits wurden sie erst durch die Forschungsergebnisse gegeben.

In einer Flachdecke wachsen die Querkräfte hyperbolisch (Bild 1), und dementsprechend ist der Einfluss der Stützenabmessungen auf die Schubspannungen viel grösser als bei einem durchlaufenden Träger.

Der Bemessungsvorschlag des C.E.B. [4] sieht folgendes Vorgehen bei der Berechnung der Flachdecken-Abstützung vor: Die sogenannten «nominellen» Schubspannungen

$$\tau_{\text{nom}} = \frac{P}{\pi h (2r + h)} \quad \text{für } \frac{2r}{h} \leq 3,5$$

bzw.

$$\tau_{\text{nom}} = \frac{P}{\pi h (r + 2,75 h)} \quad \text{für } 3,5 < \frac{2r}{h} \leq 6$$

sollen mit dem Wert

$$\tau_1 = \frac{15 \tau_0}{10 + \frac{0,5 c}{h}}$$

verglichen werden.

Es bedeuten:

- τ_0 Schubspannung, von der Beton-Druckfestigkeit abhängig
- $0,5c$ Abstand des Momenten-Nullpunktes von der Stützenaxe
- $2r$ Stützendurchmesser
- h effektive Deckenstärke
- P Stützenkraft

Fall 1. $\tau_{\text{nom}} \leq 0,65 \tau_1$

Die Längsarmierung der Decke, berechnet auf Grund der Momente, die in einer stellvertretenden Kreisplatte auftreten, ist ausrei-

chend, um das Durchstanzen der Decke zu verhindern.

Fall 2. $0,65 \tau_1 < \tau_{\text{nom}} \leq 1,0 \tau_1$

Die Längsarmierung der Decke muss überprüft und eventuell verstärkt werden.

Fall 3. $1,0 \tau_1 < \tau_{\text{nom}} \leq 1,5 \tau_1$

Die Längsarmierung allein kann das Durchstanzen der Decke nicht verhindern. Es muss eine Querarmierung, bemessen auf mindestens $0,75P$ der Stützenkraft angeordnet werden.

Die Untersuchungen von Franz ergeben [4], dass der Einfluss der Querarmierung auf die Erhöhung der Durchstanzkraft sehr gering ist. Die Querarmierung, berechnet auf $1/3$ der Stützenkraft, bringt (im Vergleich zu einer Flachdecke ohne Querbewehrung) eine Erhöhung der Durchstanzkraft um rd. 11% bei Bügelbewehrung und um rd. 4% bei aufgebogenen Stäben; Querbewehrung, berechnet auf $2/3$ der Stützenkraft, eine Erhöhung von rd. 22% resp. von rd. 8%. Die Querbewehrung, berechnet auf die ganze Stützenkraft, bringt bei Verwendung der Bügel keine Erhöhung der Durchstanzkraft mehr (22%), bzw. bei Verwendung der abgeboenen Stäbe eine Erhöhung um rd. 11%.

Diese Überlegungen und Versuchsergebnisse zeigen deutlich, dass nur eine starke Vergrösserung der Stützenabmessungen bzw. Deckendicken bei steigenden Belastungen und Spannweiten die Ausführung der Flachdecken möglich machen. Da eine solche Vergrösserung praktisch unerwünscht ist, bleibt als beste alternative Lösung die Anwendung von Stahlpilzen.

Mit den Stahlpilzen erreicht man nicht nur eine bedeutende Erhöhung der Durchstanzkraft; die Stahlpilze erlauben auch, die

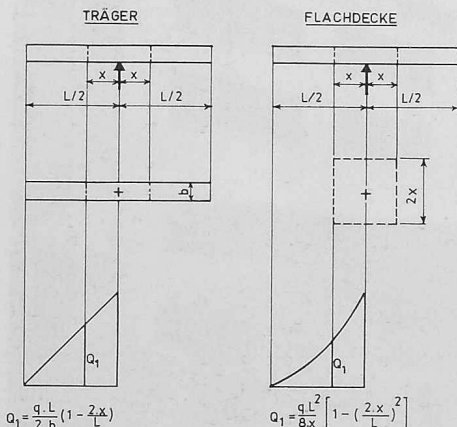


Bild 1. Querkraft je 1 m Breite bei Träger und Flachdecke

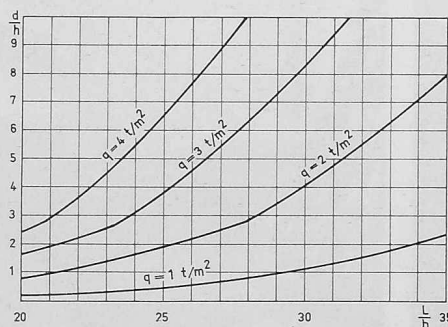


Bild 2. Konstruktionsbedingungen der Flachdecken bei $\tau_{\text{nom}} \leq 1,0 \tau_1$ und $\beta_a = 300 \text{ kg/cm}^2$

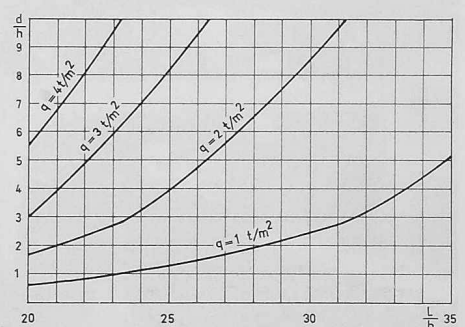


Bild 3. Konstruktionsbedingungen der Flachdecken bei $\tau_{\text{nom}} \leq 0,65 \tau_1$ und $\beta_a = 300 \text{ kg/cm}^2$

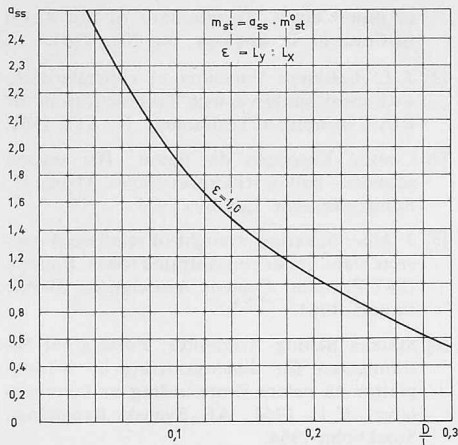


Bild 4. Abhängigkeit des Stützenmomentes von den Pilzabmessungen. Für quadratische Pilze: $D = 1,13 d$

negativen Momente über den Stützen zu verkleinern und dementsprechend mit kleineren Deckendicken und Armierungsgehalt zu konstruieren. Die Querarmierung wird bei Anwendung der Stahlpilze meistens vollkommen überflüssig.

Die notwendigen Abmessungen des Stahlpilzes können auf Grund von verschiedenen Gesichtspunkten ermittelt werden.

- a) $\tau_{nom} \leq 1,0 \tau_1$ minimale Pilzabmessung
- b) $\tau_{nom} \leq 0,65 \tau_1$ minimale Längsarmierung
- c) Gewünschte Verkleinerung der Stützenmomente.

Die erste Gleichung ergibt folgende Konstruktionsbedingungen:

$$\frac{d}{h} \geq \frac{10 q}{29,9 \tau_0} \left(\frac{L}{h}\right)^2 + \frac{0,25 q}{29,9 \tau_0} \left(\frac{L}{h}\right)^3 - 4,33 > 2,75$$

bzw.

$$\frac{d}{h} \geq \frac{10 q}{59,8 \tau_0} \left(\frac{L}{h}\right)^2 + \frac{0,25 q}{59,8 \tau_0} \left(\frac{L}{h}\right)^3 - 0,787 \leq 2,75$$

wobei:

- q Gesamtbelastung der Flachdecke in kg/cm^2 ,
- L Spannweite der Decke in cm
- h effektive Nutzhöhe der Decke in cm
- d Seitenlänge des quadratischen Stahlpilzes in cm.

Die grafische Darstellung dieser Bedingungen für eine Belastung von 1 bis 4 t/m^2 und Beton mit $\beta_a = 300 \text{ kg/cm}^2$ ist in Bild 2 wiedergegeben. Die Konstruktionsmöglichkeiten sind leicht zu erkennen. Beispielsweise wird für eine Flachdecke mit einer Spannweite von 7,5 m und einer Belastung von 2 t/m^2 bei einer Deckendicke von 30 cm ($L:h = 25$) eine Seitenlänge von 2 mal 30 = 60 cm notwendig. Eine Decke mit 25 cm Dicke wird eine Seitenlänge des Stahlpilzes von 4 mal 25 = 100 cm erfordern.

Wenn die Decke mit einer minimalen Längsarmierung ausgeführt sein soll, werden die Konstruktionsbedingungen noch strenger (Bild 3) und noch mehr zugunsten der Stahlpilze ausfallen. Der Einfluss der Pilzabmessungen auf die Stützenmomente ist in Bild 4 dargestellt.

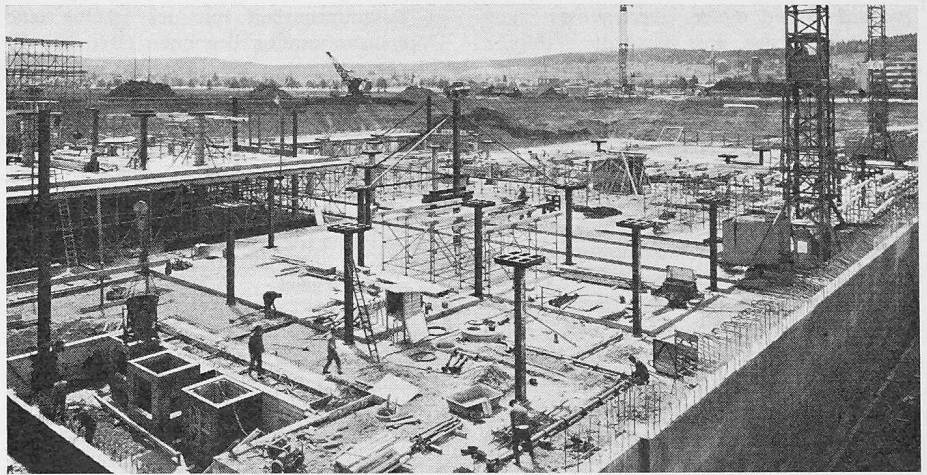


Bild 5. Stahlpilze während der Montage. Einstellhalle für Verkehrsbetriebe der Stadt Winterthur. Kellerdecken mit Spannweiten von $8 \times 8 \text{ m}$. Nutzlast 500 kg/m^2 bzw. Einzellast von 5,0 t

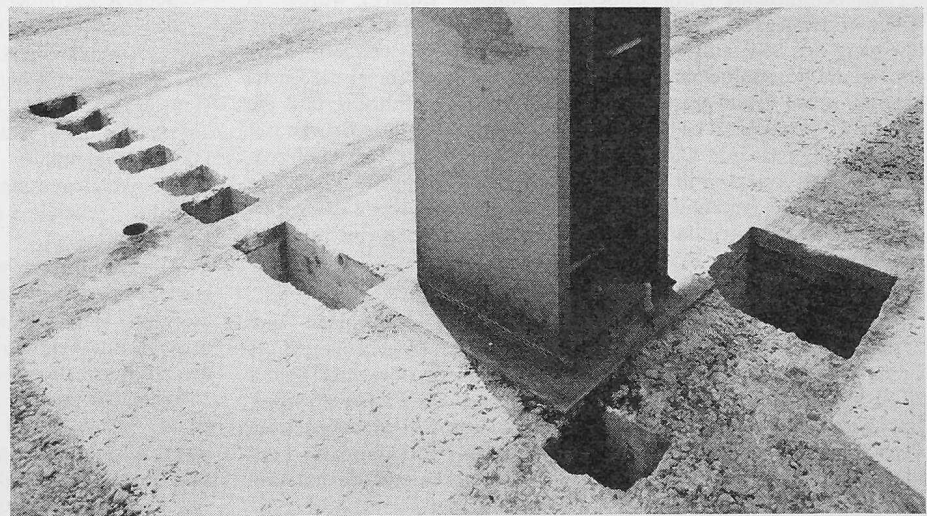
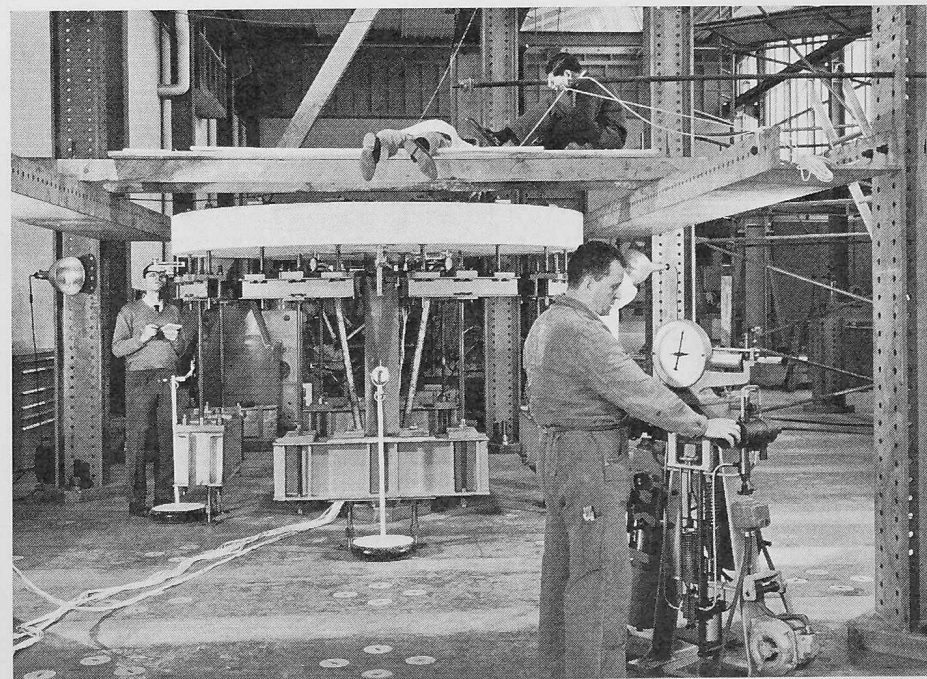


Bild 6. Ausparungen im Stützenbereich. Flaschengeschäft der Brauerei Haldengut in Winterthur. Kellerdecke mit Spannweiten $8,8 \times 8,8 \text{ m}$ und einer Nutzlast von 2 t/m^2

Bild 7. Untersuchung eines Stahlpilzes in der EMPA Dübendorf. Rechnerische Nutzlast 72 t, erreichte Bruchlast 152 t



Auf Grund dieser Überlegungen kann festgestellt werden, dass durch die Stahlpilze der Anwendungsbereich der Flachdecken erheblich erweitert werden kann, und zwar ohne Vergrößerung der Deckenstärken oder der Stützenabmessungen (Bild 5). Ein zweiter wichtiger Faktor, der für die Stahlpilze spricht, ist die Möglichkeit der leichten Durchführung von Leitungen im Stützenbereich (Bild 6). Die Anordnung der Aussparungen im Bereich des Stahlpilzes vermindert – im Gegensatz zur reinen Betonbauweise – die Durchstanzkraft nicht. Auch die Steifigkeit des Pilzes wird bei entsprechender Berechnung nicht beeinflusst.

Im Zusammenhang mit den Aussparungen wurde durch die Firma Geilinger & Co

in Zusammenarbeit mit der EMPA eine Untersuchungsreihe begonnen (Bild 7), die das Durchstanzen der Flachdecken ohne durchlaufende Längsarmierung abklären soll. Wir hoffen, dass diese Untersuchungen weitere Möglichkeiten der konstruktiven Ausbildung von Flachdecken ergeben werden.

Adresse des Verfassers: *Stanislaw Bryl*, dipl. Ing., in Firma Geilinger & Co, 8401 Winterthur.

Literaturverzeichnis

- [1] *S. Kinnunen* und *H. Nylander*: Punching of concrete slabs without shear reinforcement. Transactions of the Royal Institute of Technology, Nr. 158, 1960.
- [2] *S. Kinnunen*: Punching of concrete slabs with two way reinforcement with special reference

to dowel effect. Transactions of the Royal Institute of Technology, Nr. 198, 1963.

- [3] *J. L. Anderson*: Punching of concrete slabs with shear reinforcement. Transactions of the Royal Institute of Technology, Nr. 212, 1963.
- [4] Comité Européen du Béton: 10e session plénière – dalles, structures planes. Thème II: Poinçonnement. Londres 1965.
- [5] *J. Moe*: Shearing strenght of reinforced concrete slabs under concentrated loads. Bulletin D47 Portland Cement Association, Skokie Illinois, 1961.
- [6] Statens Betong Kommitté: Förslag till bestämmelser för dimensionering av betongplattor på pelare jämte utdrag ur kommentarer. K 1 – 1964, AB Svensk Byggtjänst, Stockholm 1964.

Strassenbrücke in Verbundbauweise in Schüpfheim, Kanton Luzern

DK 624.27:624.016

Von **Walter Meyer**, OBERINGENIEUR in Firma Bell, Maschinenfabrik AG, Kriens LU

Aufgabenstellung

In Schüpfheim (Amt Entlebuch, Kanton Luzern) wurde im Rahmen des Ausbaues der Kantonsstrasse Luzern–Bern ein Niveauübergang der SBB aufgehoben und durch eine Strassenüberführung ersetzt, die in unmittelbarer Nähe der Station Schüpfheim die Gleisanlagen sowie Lokalstrassen überquert. Die Linienführung und die örtlichen Verhältnisse bedingten eine schiefe, gekrümmte Brücke mit variablem Längs- und Quergefälle der Fahrbahn. Der Abstand zwischen den Widerlagern in Strassenaxe gemessen beträgt 79,60 m. Die geforderte, freie Durchfahrtshöhe über den Gleisen sowie die vorgegebenen Höhenquoten der Fahrbahnoberfläche ergaben eine maximal zulässige Bauhöhe der Brücke von 126 cm.

a) Konzeption der Lösung

Aus der Gegenüberstellung verschiedener Vorschläge und Systeme unter Berücksichtigung aller vorliegenden Gegebenheiten gelangte eine Verbundbrücke Stahl/Beton, gespannt über drei Felder 25,50 m / 30,70 m / 23,40 m zur Ausführung. Zwei kastenförmige, geschweisste Stahlhauptträger im Axabstand von 520 cm arbeiten im Verbund mit einer quergespannten Ortsbeton-Fahrbahnplatte konstanter Stärke von 18 cm zusammen. Die Fahrbahnplatte hat drei Funktionen:

— Obergurt der Kastenträger

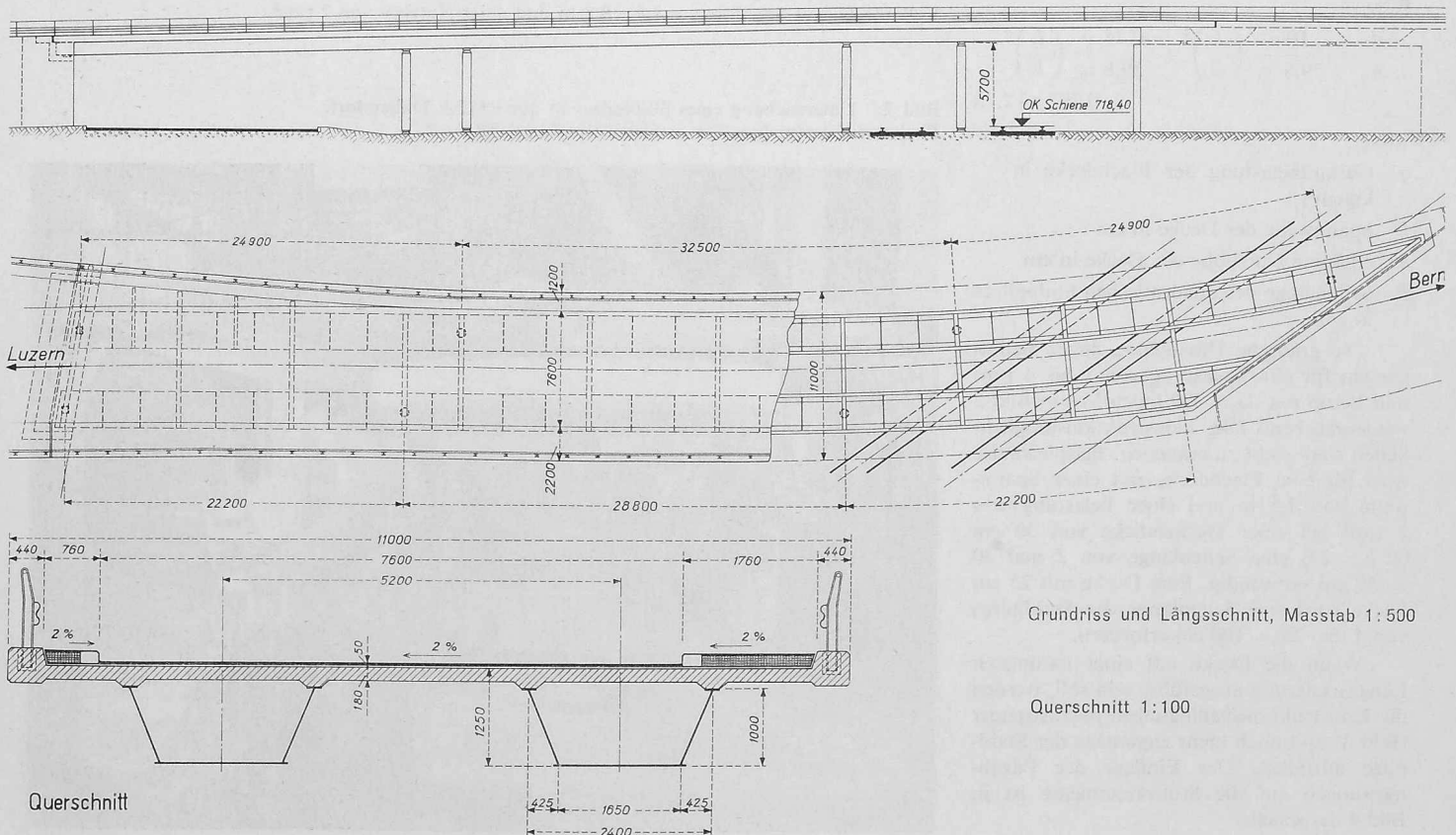
— Fahrbahntafel zur Aufnahme der Radlasten

— Scheibe zur Übertragung der horizontalen Kräfte (zusammen mit den Kastenböden) von Widerlager zu Widerlager.

Die maximale Stützweite der Platte in Querrichtung zwischen den Hauptträgern beträgt 280 cm, die maximale Auskrantung auf der Gehwegseite 180 cm. Im Bereich der Vorsortierspur am Widerlager auf Seite Luzern beträgt die maximale Auskrantung rund 300 cm. Die Fahrbahnplatte wird in Querrichtung nicht vorgespannt. In Brückenlängsrichtung werden über den ganzen Betonquerschnitt verteilt durchgehende sowie über den Stützen konzentrierte Vorspannkabel angeordnet.

Die Stahlträger werden als oben offene Kastenträger mit schräggestellten Seitenwänden ausgebildet. Die Trägerhöhe ist in allen Feldern konstant, lediglich die Blechstärken werden entsprechend dem Momenten- und Schubkraftverlauf abgestuft. Die Blechdicke variiert bei den Stegblechen zwischen 8 und 15 mm, bei den Kastenuntergurten zwischen 10 und 30 mm. Die Obergurtlamellen wechseln zwischen 20 und 60 mm Stärke. Im Endfeld über den Gleisen werden die Hauptträger in Annäherung an die Krümmung der Fahrbahnaxe ebenfalls gekrümmt, in den andern beiden Feldern sind die Hauptträger gerade.

An den Hauptträgerenden sowie über den Zwischenstützen und in den Drittelspannen der Felder werden Querträger angeordnet.



Grundriss und Längsschnitt, Masstab 1:500

Querschnitt 1:100