

Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht

Band: 2 (1936)

Artikel: Setzungsbeobachtungen an Brückenbauten der Reichsautobahnen

Autor: Casagrande, L.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-2757>

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: 25.01.2026

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

VIII 2

Setzungsbeobachtungen an Brückenbauten der Reichsautobahnen.

Observations d'affaissement sur les ouvrages d'art du réseau
allemand d'autostrades.

Subsidence in Bridge Constructions on the German State
Arterial Roads.

Dr. Ing. L. Casagrande,*
Berlin.

I. Einleitung.

Den Wert von Bodenuntersuchungen frühzeitig erkennend, hat der Generalinspektor für das deutsche Straßenwesen bald nach seinem Dienstantritt verfügt, daß vor Inangriffnahme neuer Bauabschnitte der Reichsautobahnen der Boden als Baugrund nach dem neuesten Stand der Erdbaumechanik zu prüfen ist. Im Verlaufe des Jahres 1934 erhielt jede der 15 Obersten Bauleitungen der Reichsautobahnen eine eigene Bodenprüfstelle, deren Aufgabe darin bestand, nicht nur den Straßenuntergrund zu untersuchen, sondern durch entsprechende Prüfung der Bodenverhältnisse unter den Kunstbauten auch auf die Wahl der Bauwerksfundierungen bzw. des Brückensystems Einfluß zu nehmen. Dementsprechend sind die Bodenprüfstellen auch mit Apparaten ausgestattet, welche die Ermittlung der Zusammendrückung und Durchlässigkeit ungestörter Bodenproben und damit auch die Setzungs voraussage ermöglichen. Der Zweck solcher Setzungsanalysen für den Bau der Reichsautobahnen liegt, abgesehen von der Annehmlichkeit, sich im vorhinein ein ungefähres Bild über die Größenordnung der zu erwartenden Setzungen machen zu können, infolge der großen Anzahl der Bauwerke, die in Zukunft auf ganz ähnlichen Böden errichtet werden sollen, vor allem in:

1. der Erfassung der obersten Bodenschichten in ganz Deutschland hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit und Zusammendrückungsfähigkeit,
2. der Nachprüfung der Theorie der Setzungsberechnung durch Vergleich mit den tatsächlich auftretenden Setzungen,
3. der Möglichkeit größerer Wirtschaftlichkeit beim Entwurf neuer Brückenfundierungen.

Punkt 2 und 3 hängen eng zusammen, da die Erzielung größerer Wirtschaftlichkeit beim Bau die Setzungsanalyse zur notwendigen Vorbedingung hat.

Die in den Bodenprüfstellen der Reichsautobahnen tätigen Ingenieure und Geologen haben nur zu einem geringen Teil Gelegenheit gehabt, „Erdbau-

* unter Mitarbeit der bodenkundlichen Sachbearbeiter der Reichsautobahnen.

mechanik“ während ihrer Studienzeit zu hören, da bisher nur wenige Hochschulen dieses Fach in den Lehrplan aufgenommen haben. Dies, sowie der empfindliche Mangel an Hilfskräften und nicht zuletzt das Bautempo selbst macht es verständlich, daß die Setzungsanalyse für die bisher fertiggestellten Bauwerke zum Teil unvollständig ist. Trotzdem ermöglicht die Fülle der verfügbaren Unterlagen schon jetzt interessante Schlußfolgerungen, deren Aufzählung und Auswertung der Zweck vorliegenden Berichts ist.

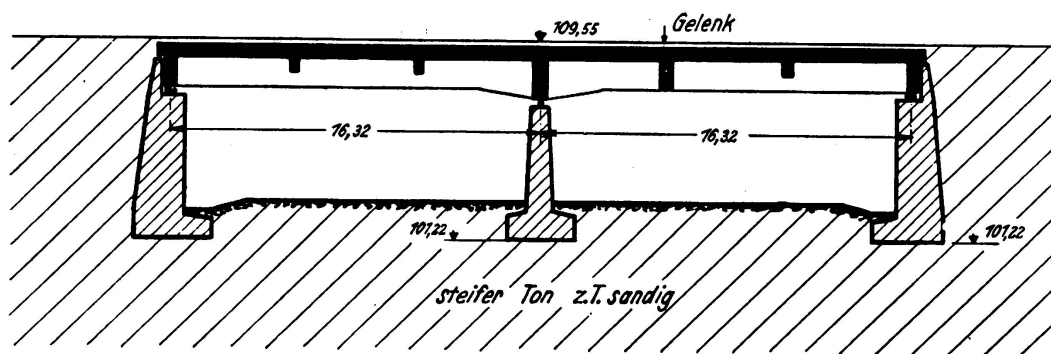


Fig. 1.

II. Theorie der Setzungs voraussage durch reine Verdichtung des Untergrundes.

Die Verdichtung eines Bodens ist durch Verringerung seines Poreninhaltes bedingt. Hierbei ist vorausgesetzt, daß das einzelne Bodenkorn und das Wasser als relativ unzusammendrückbar angenommen werden dürfen. Mit der Verkleinerung des Poreninhaltes geht die Ausquetschung des Porenwassers Hand in Hand. Je durchlässiger ein Boden ist, desto rascher wird das Austreten seiner

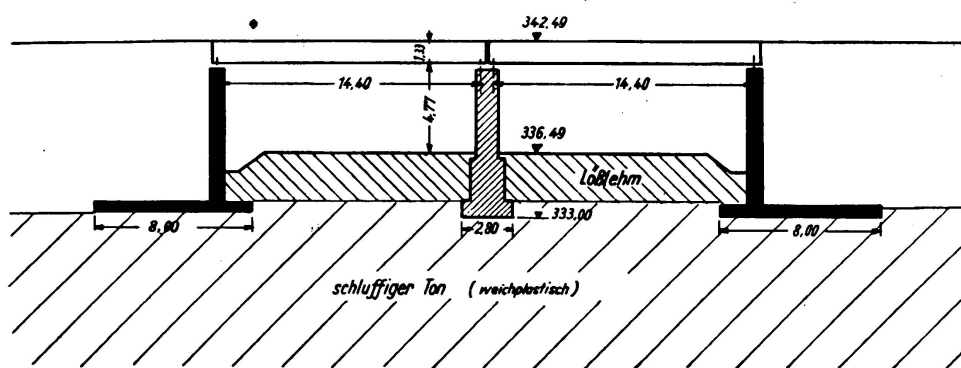


Fig. 2.

Feuchtigkeit erfolgen können, d. h. umso schneller wird er sich unter einer aufgebrauchten Last verdichten. Während dieser Vorgang bei Sanden nahezu plötzlich erfolgt, dauert er bei bindigen Böden (Ton, Lehm usw.) je nach deren Durchlässigkeit und Schichtstärke oft viele Jahre lang. Zwischen den beiden Extremen Sand und fetter Ton liegen eine große Anzahl von verschiedenen Böden und damit von zu erwartenden Setzungsgeschwindigkeiten.

Eine weitere wichtige Eigenschaft ist das Maß der Verdichtungsfähigkeit von Böden. Sande besitzen eine kleine, Tone infolge ihres viel größeren Porenvolumens eine größere Verdichtungsfähigkeit. Belastet man somit einen Sandkörper und eine Tonprobe gleich hoch, so wird sich der Ton im allgemeinen

mehr verdichten wie der Sand. Ausführliche Untersuchungen über den Einfluß der Form des Kornes sowie der Struktur des Bodens sind von *Terzaghi* durchgeführt worden¹.

Der Verdichtungsversuch gibt auf zwei Fragen Antwort:

1. um welches Maß sich die Bodenprobe unter einer gegebenen Belastung zusammendrücken läßt und
2. wie der zeitliche Verlauf der Zusammendrückung aussieht.

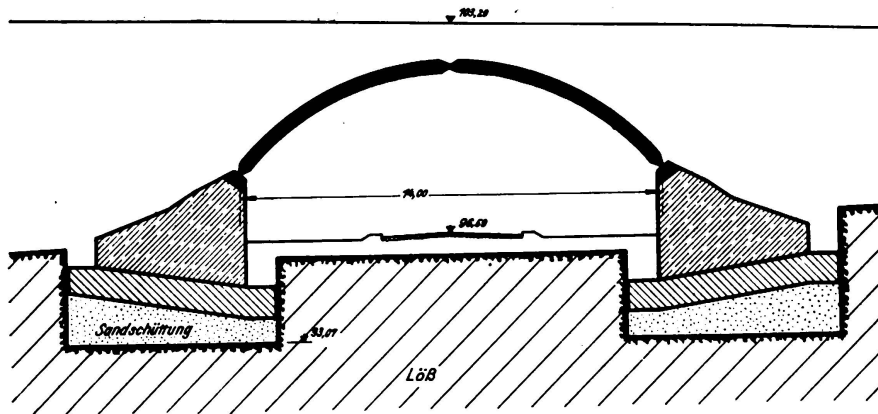


Fig. 3.

Es würde zu weit führen, auf die Setzungs voraussage näher einzugehen. *Terzaghi-Fröhlich* haben das Wesen der Verdichtung von Tonböden in einem kürzlich erschienenen Werk² ausführlich behandelt und darin für das Maß und den zeitlichen Verlauf der Setzung einfache Formeln und Tabellen aufgestellt.

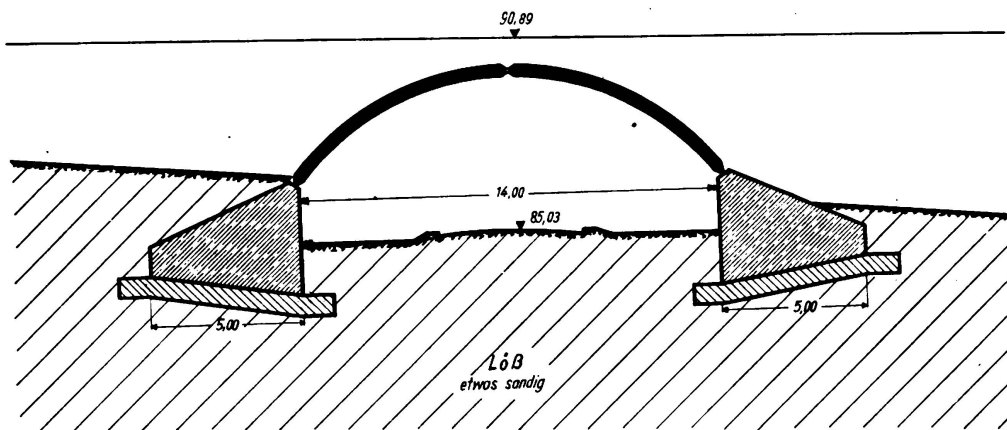


Fig. 4.

III. Setzungsbeobachtungen an einer Anzahl fertiger Brückenbauten der Reichsautobahnen.

Obwohl infolge der früher geschilderten Umstände nur eine verhältnismäßig geringe Anzahl von Setzungs voraussagen auf Grund entsprechender boden-

¹ K. v. *Terzaghi*: „Erdbaumechanik“, Wien 1925. K. v. *Terzaghi*: „Festigkeitseigenschaften der Schüttungen, Sedimente und Gele“, Auerbach und Hort, Handbuch der Mechanik, Bd. IV. Leipzig 1931. *Redlich-Terzaghi-Kampe*: „Ingenieur geologie“, Wien und Berlin 1929.

² K. v. *Terzaghi* und O. K. *Fröhlich*: „Theorie der Setzung von Tonschichten.“ Leipzig und Wien 1936.

physikalischer Laboratoriumsversuche möglich waren, zeigen doch die weniger vollständigen Setzungsanalysen eine für die Praxis genügend genaue Übereinstimmung zwischen Rechnungs- und Beobachtungswerten. Bemerkenswert ist hierbei, daß die Werte der Setzungs voraussagen auf Grund der Theorie stets höher liegen, wie die durch Beobachtung gewonnenen Setzungsgrößen. In einigen Fällen betrug der Unterschied im Maximum 100 %, d. h. anstatt 100 mm wie vorausgerechnet, traten nur etwa 50 mm Setzungen auf.

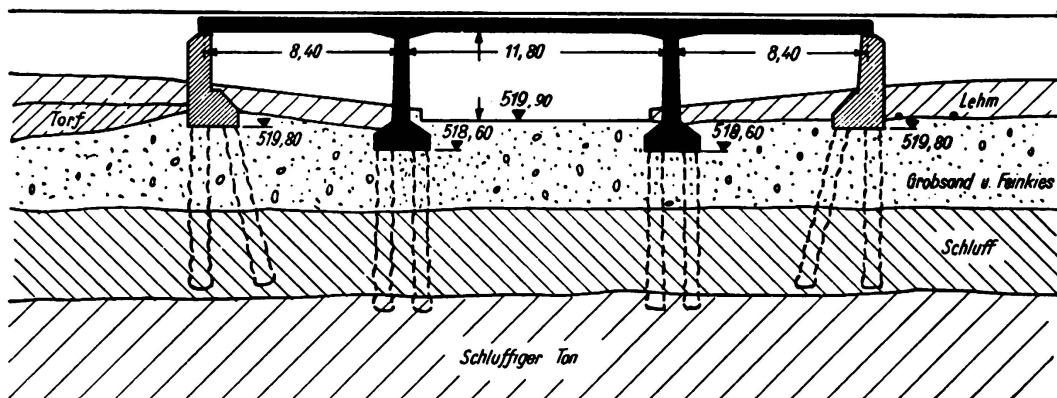


Fig. 5.

Die nachfolgend beschriebenen Beispiele enthalten nur die für das Verständnis und die Vergleichsmöglichkeit erforderlichen stichwortartigen Angaben. Schema-tische Profilskizzen von Bauwerken und Untergrund, sowie graphische Darstellungen der gemessenen Setzungswerte sind des verfügbaren Raumes wegen nur für die interessanten Fälle entworfen.

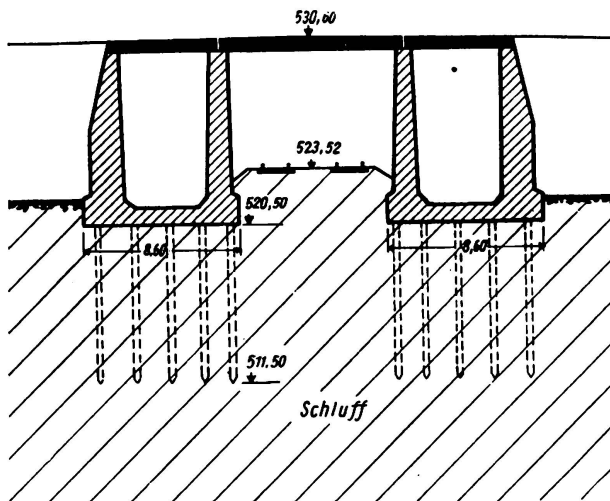


Fig. 6.

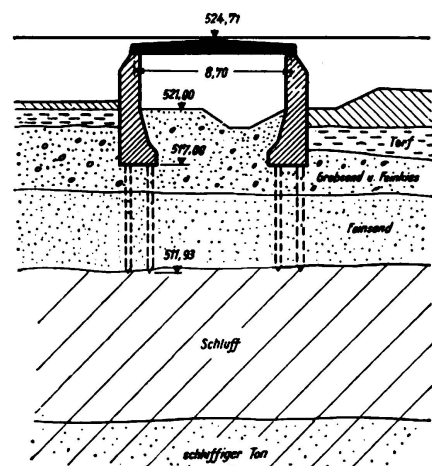


Fig. 7.

1. Bauwerk Nr. 128, km 265,885, Oberste Bauleitung Hannover.

Eisenbeton-Zweifeldkragbalken mit Einhängerträgern (Fig. 1). Flachgründung auf tiefgründigem fetten Ton ($40\% < 0,002$ mm, nat. Wassergehalt etwa 31 %), mittlere Bodenpressung $1,4 \text{ kg/cm}^2$ unter Widerlager und Pfeiler. Fertigstellung des Bauwerks Juni 1935, Setzungen betrugen im April 1936 max. 54 mm für die

Widerlager und 56 mm für den Pfeiler. Setzungs voraussage 100—150 mm Gesamtsetzung, Bauwerk bewegt sich weiter, keine Schäden.

2. Bauwerk bei km 28,5, Oberste Bauleitung Köln.

2 Stahlblech-Durchlaufträger über je 6 Felder auf Eisenbetonpfeilern, Gesamtlänge 540 m, Feldlängen je 45 m. Flachgründung auf steifem Ton bis 6 m

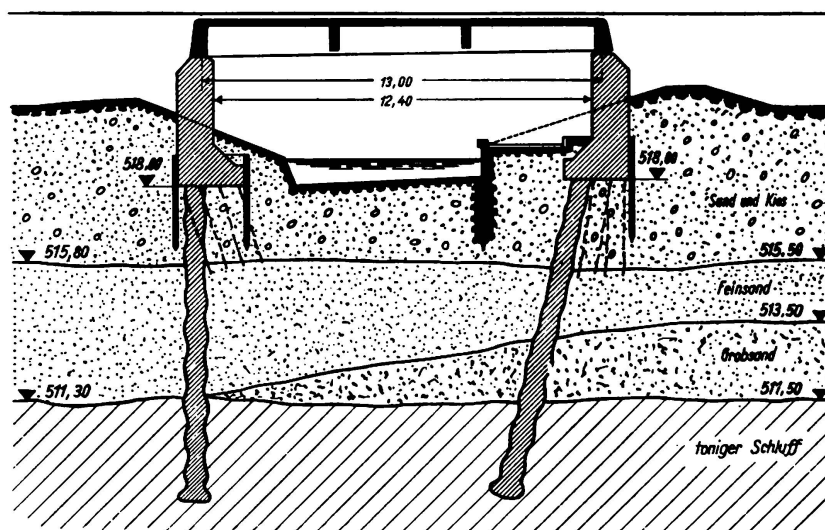


Fig. 8.

Stärke, darunter unregelmäßig gelagerte Kies- und Mergelschichten sowie Fels. Fertigstellung des Bauwerks Dezember 1935, max. Setzung der Pfeiler 52 mm, letzte Messung im März 1936, Bauwerk bewegt sich weiter, keine Schäden.

3. Bauwerk bei km 38,982, Oberste Bauleitung Dresden (Fig. 2).

Eisenbeton-Plattenbalken, 2 Felder zu je 14,4 m Stützweite. Flachgründung auf weichplastischem schluffigem Ton bis zu 12 m Mächtigkeit, nat. Wassergehalt

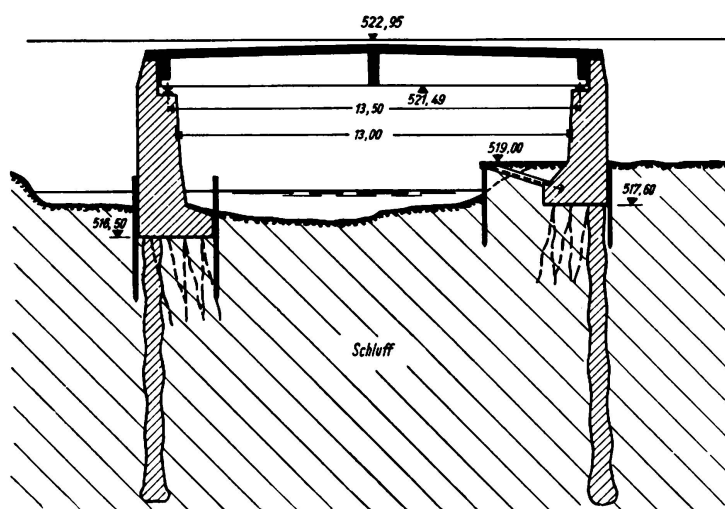


Fig. 9.

16,0—21,3 %, Fließgrenze von 29,9—56,3 %, Rollgrenze von 15,7—18,8 %. Bodenpressung etwa 1,5 kg/cm² für Widerlager und 1,0 kg/cm² für Pfeiler. Bauwerk beendet August 1935, Setzungs voraussage etwa 150 mm für Widerlager und 60 mm für Pfeiler, eingetretene Setzung etwa 46 mm für Widerlager und 25 mm

für Pfeiler, letzte Messung August 1935, Bauwerk ist zur Ruhe gekommen, keine Schäden.

4. Bauwerk W 26, km 48,425, Oberste Bauleitung Halle.

Eingespannter Bogen (Gewölbedurchlaß), Flachgründung auf weichem tonigen Schluff von etwa 1,50 m Mächtigkeit, darunter Sand. Bodenpressung $2,75 \text{ kg/cm}^2$. Bauwerk vollendet im Februar 1936, Setzungsvoraussage etwa 95 mm, eingetretene Setzung 50 mm, Bauwerk ist zur Ruhe gekommen.

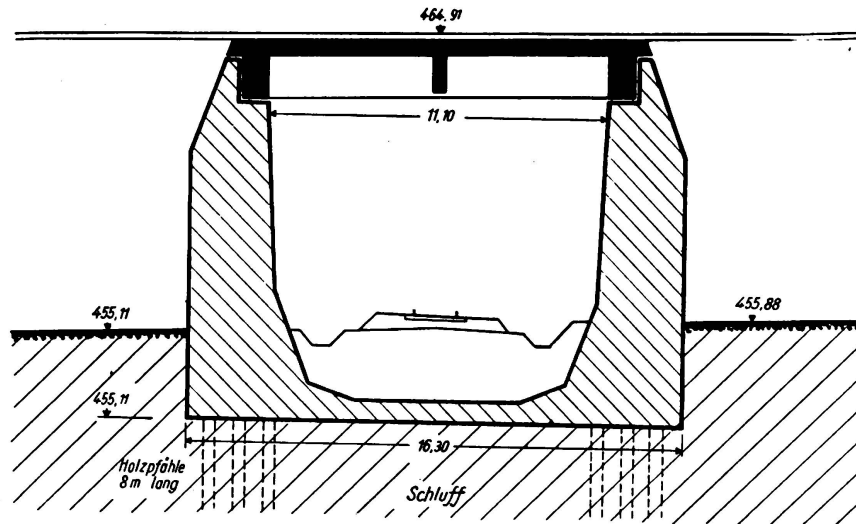


Fig. 10.

5. Bauwerk W 45 a, km 15,135, Oberste Bauleitung Halle.

Geschlossene Eisenbetonrahmen, Flachgründung, Bodenpressung etwa $1,1 \text{ kg/cm}^2$, Untergrund 8—10 m sandiger Ton, darunter Sand. Fertigstellung des Bauwerks November 1935, Setzungsvoraussage etwa 220 mm, eingetretene Setzung 140 mm, Bauwerk bewegt sich weiter, keine Schäden.

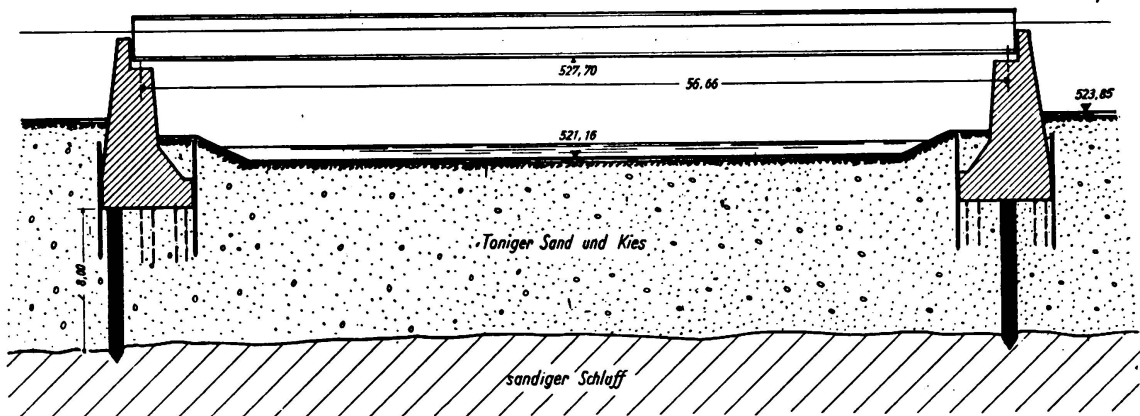


Fig. 11.

6. Bauwerk bei km 40,584, Oberste Bauleitung Stuttgart.

Gewölbter Durchlaß, Flachgründung auf 1,30 m Sand, darunter weicher toniger Schluff (Auelehm), nat. Wassergehalt 43 %, Fließgrenze 54 %, Rollgrenze 31 %. Bodenpressung etwa $1,5 \text{ kg/cm}^2$. Fertigstellung des Bauwerks Dezember 1935, eingetretene Setzung bis April 1936 etwa 280 mm, Bauwerk bewegt sich weiter.

7. Bauwerk Nr. 66, km 89,515, Oberste Bauleitung Königsberg.

2 Feld-Blechträger von je 16 m Stützweite. Flachgründung $1,4 \text{ kg/cm}^2$ auf Wechschelschichten von fettem und schluffigem Ton, fetter Ton: nat. Wassergehalt 35—37 %, Fließgrenze 57—67 %, Rollgrenze 24—26 %, schluffiger Ton: nat. Wassergehalt 25—30 %, Fließgrenze 35—38 %, Rollgrenze 13—23 %. Fertigstellung des Bauwerks Juli 1935, eingetretene Setzungen etwa 35 mm für Widerlager, 70 mm für Pfeiler, letzte Messung August 1935, Bauwerk setzt sich weiter.

8. Bauwerk Nr. 228, km 323,030, Oberste Bauleitung Hannover.

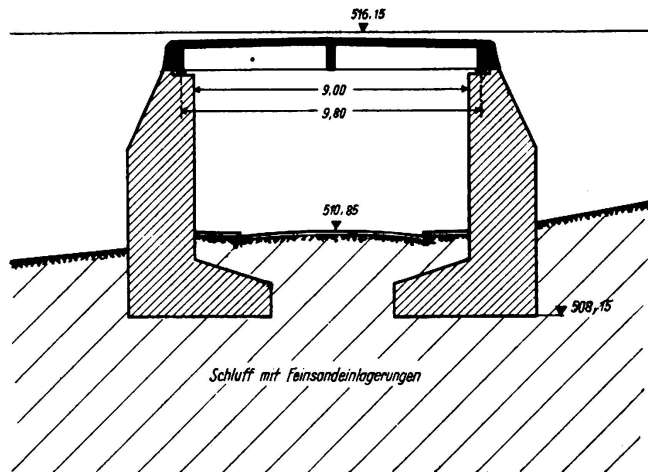


Fig. 12.

Dreigelenkbogen, 14 m Stützweite, Flachgründung auf tiefgründigem Löß (Fig. 24), Bodenpressung $2,6 \text{ kg/cm}^2$. Bauwerk fertiggestellt Juni 1935, Setzung bis April 1936 etwa 40 mm, Bewegung klingt aus, keine Schäden (Fig. 3).

9. Bauwerk Nr. 229, km 323,538, Oberste Bauleitung Hannover.

Dreigelenkbogen, 14 m Stützweite (Fig. 4), Bodenpressung $2,6 \text{ kg/cm}^2$, Flachgründung auf zum Teil sandigem Löß. Fertigstellung des Bauwerks August 1935, Setzungen bis April 1936 etwa 23 mm, Bewegung klingt aus, keine Schäden.

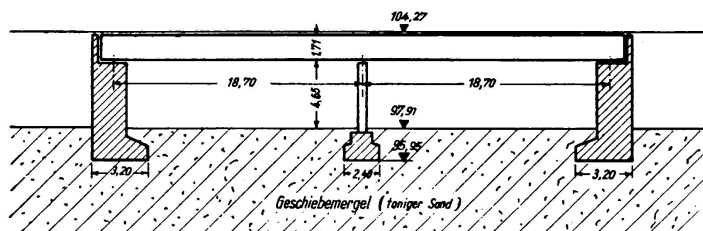


Fig. 13.

10. Bauwerk bei km 89,255, Oberste Bauleitung München.

Eisenbeton-Dreifeldplattenbalken, Mittelfeld als Gerberträger, Spannweiten außen 8,40 m, innen 11,80 m (Fig. 5). Schwimmende Pfahlgründung (Frankipfähle), etwa 10 m lang, mittlere Bodenpressung $1,1 \text{ kg/cm}^2$ unter Widerlager, $1,4 \text{ kg/cm}^2$ unter den Pfeilern. Untergrund Grobsand und Feinkies, darunter Schluff und schluffiger Ton (Fig. 25), Schluff: nat. Wassergehalt 33 %, Fließgrenze 36 %, Rollgrenze 27 %, schluffiger Ton: nat. Wassergehalt 32 %, Fließgrenze 38 %, Rollgrenze 27 %. Fertigstellung des Bauwerks Dezember 1935, Setzungsvoraussage für Widerlager etwa 120 mm, Pfeiler 90 mm, eingetretene

Setzungen bis April 1936 für Widerlager etwa 125 mm, für Pfeiler etwa 60 mm, Bauwerk setzt sich weiter (Fig. 33).

11. Bauwerk bei km 77,695, Oberste Bauleitung München.

Eisenbeton-Dreifeldplattenbalken (Fig. 6), Gründung je eines Widerlagers und einer Pfeilerreihe auf durchgehender Fundamentplatte, Frankipfähle 9 m lang

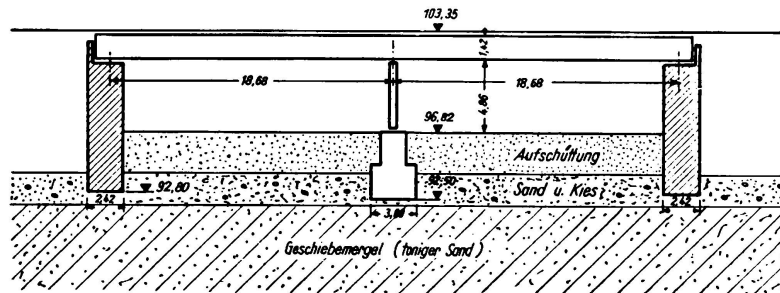


Fig. 14.

(schwimmende Pfahlgründung). Bodenpressung auf Fundamentunterkante etwa $1,1 \text{ kg/cm}^2$, Untergrund besteht aus Schluff von über 40 m Mächtigkeit, nat. Wassergehalt 34—64 %, Fließgrenze 35—72 %, Rollgrenze 8—28 %, Durchlässigkeit $3,7 \cdot 10^{-5} - 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ cm/min}$. (Kornverteilung vgl. Fig. 26.) Fertig-

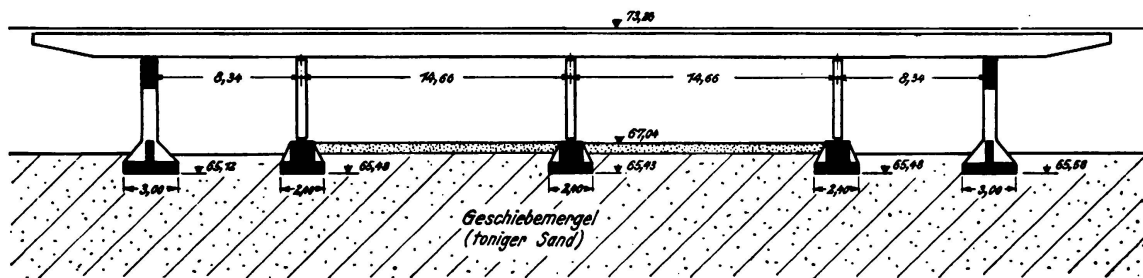


Fig. 15.

stellung des Baues Mai 1936, Setzungsvoraussage etwa 470 mm, eingetretene Setzung etwa 500 mm bis Mai 1936, Bauwerk setzt sich weiter und weist Schäden auf (Fig. 34).

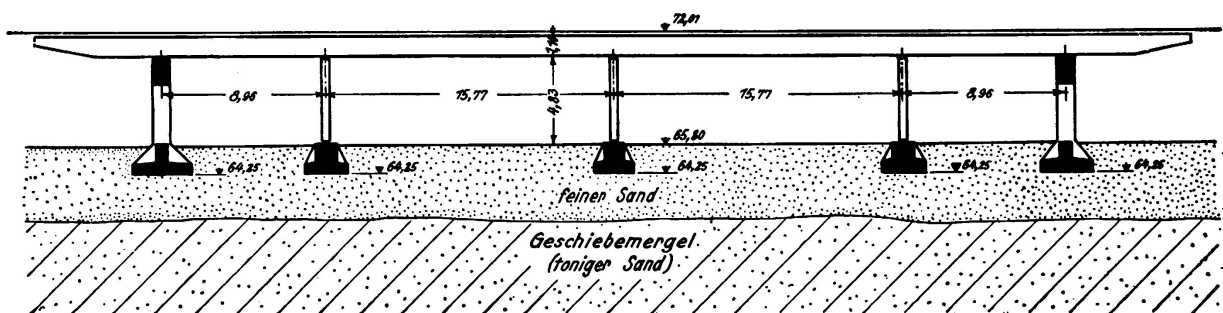


Fig. 16.

12. Bauwerk bei km 89,213, Oberste Bauleitung München (Fig. 7).

Eisenbetonplatte 8,70 m Stützweite, mittlere Bodenpressung etwa $1,50 \text{ kg/cm}^2$, Untergrund Grobsand und Feinkies, darunter Feinsand, darunter Schluff und schluffiger Ton (Fig. 27), Pfahlgründung bis Schluffoberkante. Schluff: nat.

Wassergehalt 33—36 %, Fließgrenze 36 %, Rollgrenze 27 %, schluffiger Ton: nat. Wassergehalt 32 %, Fließgrenze 38 %, Rollgrenze 27 %. Fertigstellung des Bauwerks Dezember 1935, Setzungsvoraussage etwa 200 mm, eingetretene Setzung 150 mm bis Mai 1936 (Fig. 35), keine Schäden.

13. Bauwerk bei km 78,246, Oberste Bauleitung München.

Eisenbeton-Plattenbalken, 13 m Stützweite (Fig. 8), Pfahlgründung (Franki) von etwa 10 m Länge, mittlere Bodenpressung 1,5 kg/cm², Untergrund Sand und

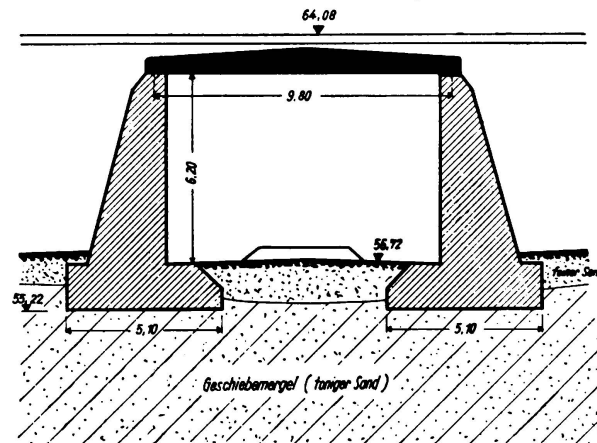


Fig. 17.

Kies, darunter Fein- und Grobsand, darunter toniger Schluff (Fig. 28): nat. Wassergehalt 19—32 %, Fließgrenze 31—39 %, Rollgrenze 16—24 %, Durchlässigkeit $2,6 \cdot 10^{-7} - 1,1 \cdot 10^{-6}$ cm/min. Fertigstellung des Baues August 1935, Setzungsvoraussage etwa 250 mm, eingetretene Setzung bis März 1936 etwa 60 mm (Fig. 36), keine Schäden.

14. Bauwerk bei km 86,455, Oberste Bauleitung München.

Eisenbeton-Plattenbalken mit 13 m lichter Weite (Fig. 9). Widerlager auf etwa 10 m langen Frankipfählen, mittlere Bodenpressung 1,3 kg/cm², Untergrund

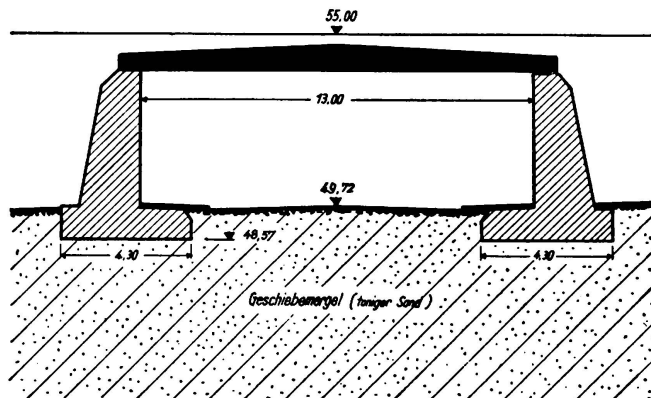


Fig. 18.

Schluffschichten mit Feinsandeinlagerungen bis 20 m Tiefe, darunter festgelagerter Mergel (Fig. 29), Schluff: nat. Wassergehalt 32—54 %, Fließgrenze 32 bis 51 %, Rollgrenze 27—38 %, Durchlässigkeit $1,1 \cdot 10^{-6} - 4,0 \cdot 10^{-5}$ cm/min. Fertigstellung des Bauwerks Oktober 1935, Setzungsvoraussage etwa 350 mm, eingetretene Setzung bis Mai 1935 etwa 230 mm (Fig. 37), Bauwerk setzt sich weiter, leichte Rückwärtsneigung der Widerlager (infolge Dammschüttung).

15. Bauwerk bei km 61,863, Oberste Bauleitung München.

Eisenbeton-Plattenbalken mit 11,1 m lichter Weite (Fig. 10), Widerlager auf gemeinsamer Platte fundiert, Pfahlgründung mit 8–11 m langen Holzpählen. Bodenpressung im Mittel $1,0 \text{ kg/cm}^2$, Untergrund Schluff mit dünnen Sandadern,

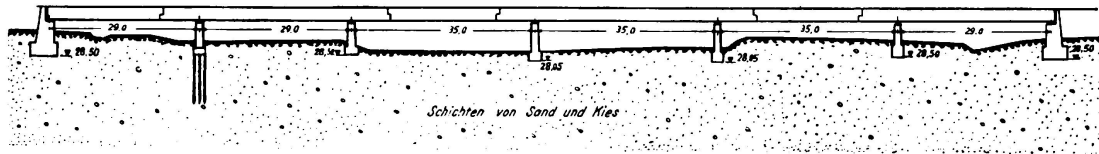


Fig. 19.

Mächtigkeit nicht feststellbar; Schluff: nat. Wassergehalt 24–32 %, Fließgrenze 30–33 %, Rollgrenze 15–22 %, Durchlässigkeit $2 \cdot 10^{-6} \text{ cm/min}$. (Kornverteilung vgl. Fig. 30). Fertigstellung des Bauwerks November 1935, Setzungsvoraussage etwa 350 mm, eingetretene Setzung bis Mai 1935 200 mm (Fig. 38), Bauwerk setzt sich weiter, keine Schäden.

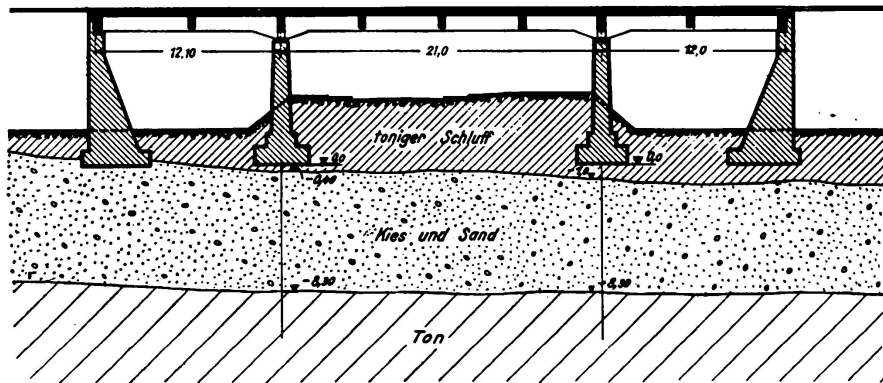


Fig. 20.

16. Bauwerk bei km 88,695, Oberste Bauleitung München.

Blechträger mit 56,66 m Spannweite (Fig. 11), Gründung der Widerlager auf etwa 8 m langen Holzpählen, mittlere Bodenpressung $2,0 \text{ kg/cm}^2$, Untergrund toniger Sand und Kies, darunter sandiger zum Teil sehr weicher Schluff

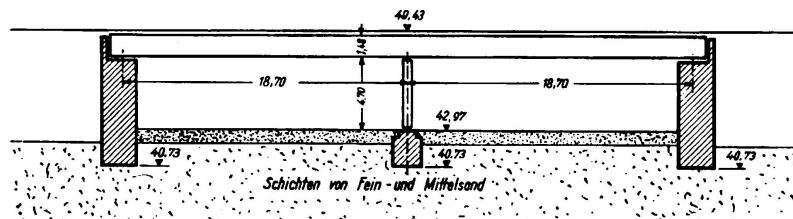


Fig. 21.

(Fig. 31); nat. Wassergehalt 32–48 %, Fließgrenze 23–43 %, Rollgrenze 22 bis 41 %, Durchlässigkeit $8 \cdot 10^{-7}$ bis $4 \cdot 10^{-6} \text{ cm/min}$. Fertigstellung des Bauwerks Juli 1936, Setzungsvoraussage östl. Widerlager 900 mm, westl. Widerlager 500 mm, eingetretene Setzungen im Mittel 300 mm (Fig. 39), Bauwerk setzt sich weiter, Widerlager haben sich nach rückwärts geneigt (infolge Dammschüttung).

17. Bauwerk bei km 65,179, Oberste Bauleitung München.

Eisenbeton-Plattenbalken mit 9,80 m Stützweite (Fig. 12), Flachgründung auf Schluff (Fig. 32) mit Feinsandeinlagerungen bis großer Mächtigkeit, mittlere

Bodenpressung $1,8 \text{ kg/cm}^2$. Fertigstellung des Bauwerks Juli 1935, Setzungsvoraussage etwa 350 mm, eingetretene Setzung 280 mm bis Mai 1936 (Fig. 40), Bauwerk setzt sich weiter, leichtes Rückwärtsneigen der Widerlager und Öffnen der Bauwerksfugen.

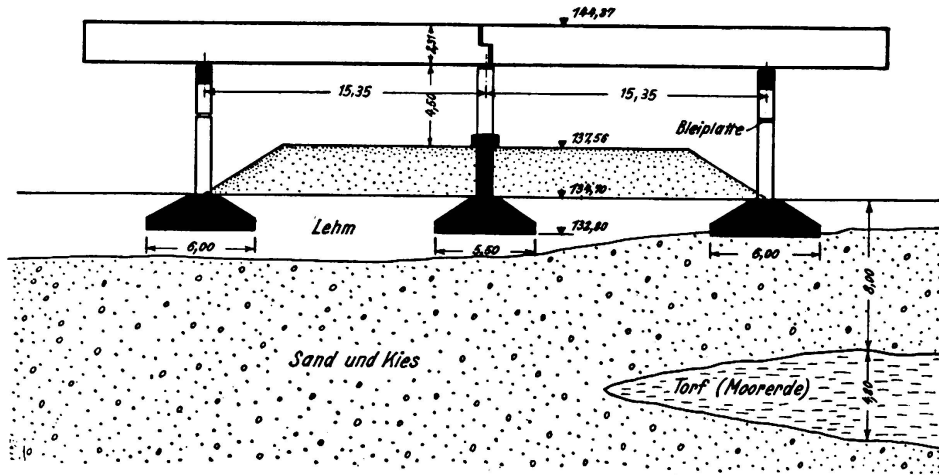


Fig. 22.

18. Bauwerk Nr. 32, km 43,8, Oberste Bauleitung Berlin.

Zweifeldbalken mit je 15,3 m Stützweite (Fig. 13), Flachgründung auf Geschiebemergel (sandiger Ton), nat. Wassergehalt 15 %. Mittlere Bodenpressung $2,5 \text{ kg/cm}^2$. Beendigung des Bauwerks Dezember 1935, Setzungsvoraussage 80–100 mm, eingetretene Setzung bis Dezember 1935 etwa 12 mm, Setzung klingt aus, keine Schäden.

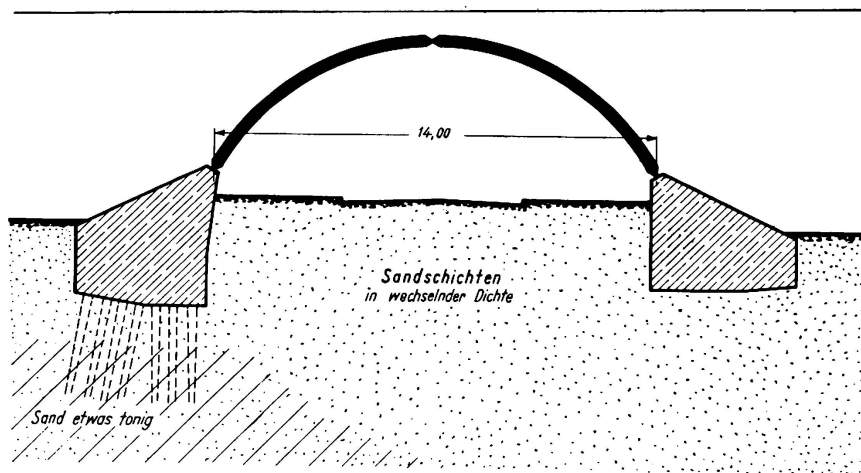


Fig. 23.

19. Bauwerk Nr. 33, km 44,6, Oberste Bauleitung Berlin.

Zweifeldbalken mit je 18,7 m Stützweite (Fig. 14), Flachgründung auf dünner sandiger Kiesschicht, darunter Geschiebemergel von größerer Mächtigkeit. Mittlere Bodenpressung $3,0 \text{ kg/cm}^2$. Fertigstellung des Bauwerks März 1936, Setzungsvoraussage etwa 10 mm, eingetretene Setzung bis März 1936 etwa 14 mm, Bauwerk zur Ruhe gekommen, keine Schäden.

20. Bauwerk Nr. 102, km 6,928, Oberste Bauleitung Berlin.

Vierfeldbalken, Gesamtlänge 46 m (Fig. 15), Flachgründung auf Geschiebemergel: nat. Wassergehalt 12,4 %, mittlere Bodenpressung 3,0 kg/cm². Fertigstellung des Bauwerks November 1935, Setzungsvoraussage etwa 20 mm, eingetretene Setzung etwa 5 mm bis Januar 1936, zur Ruhe gekommen, keine Schäden.

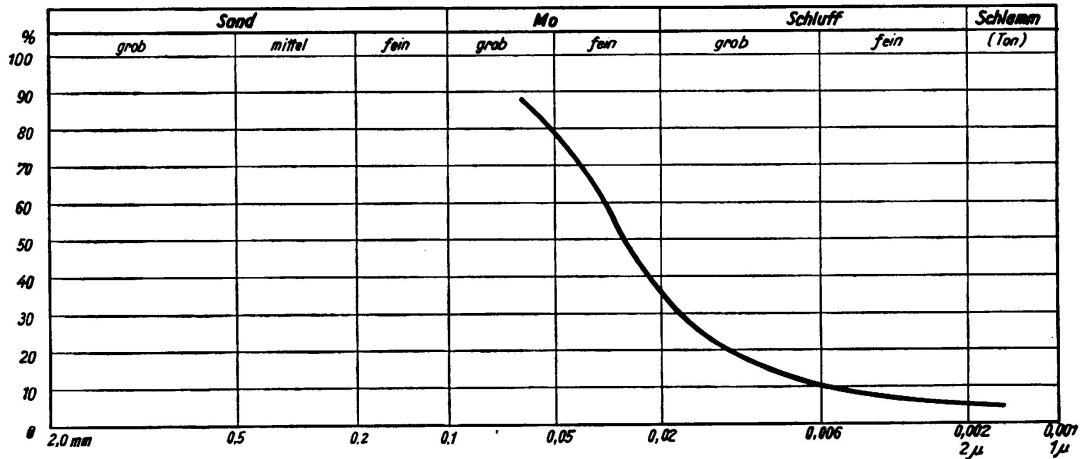


Fig. 24.

21. Bauwerk Nr. 104, km 9,628, Oberste Bauleitung Berlin.

Vierfeldbalken, Gesamtlänge 49,5 m (Fig. 16). Flachgründung auf 3 m Feinsand, darunter Geschiebemergel: nat. Wassergehalt 12 %, mittlere Bodenpressung 3,0 kg/cm². Fertigstellung des Bauwerks November 1935, Setzungsvoraussage etwa 20 mm, eingetretene Setzung bis Januar 1936 etwa 5 mm, Bauwerk zur Ruhe gekommen, keine Schäden.

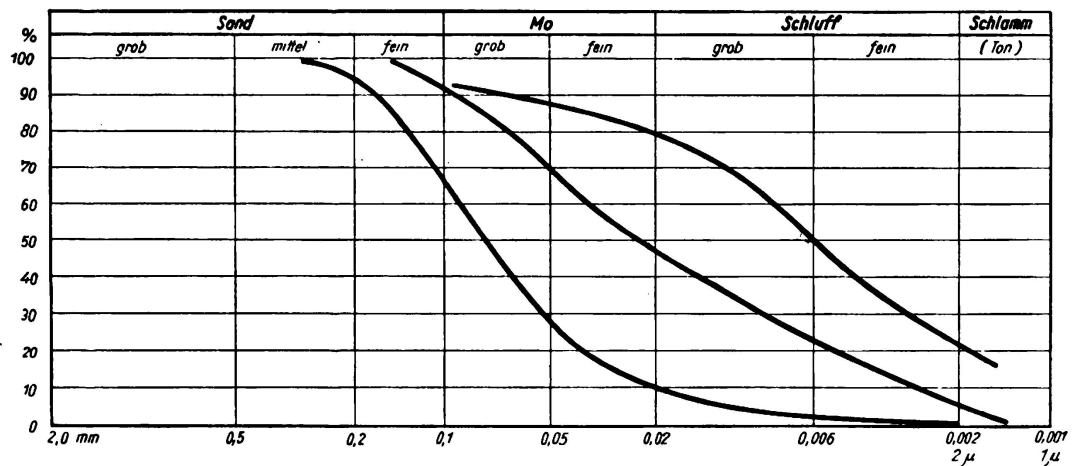


Fig. 25.

22. Bauwerk Nr. 111, km 16,553, Oberste Bauleitung Berlin.

Plattenbalken mit 9,8 m Stützweite (Fig. 17). Flachgründung auf Geschiebemergel: nat. Wassergehalt 10,7 %, mittlere Bodenpressung 3 kg/cm². Fertigstellung des Bauwerks November 1935, Setzungsvoraussage etwa 20 mm, eingetretene Setzung bis Januar 1936 etwa 15 mm, Bauwerk zur Ruhe gekommen, keine Schäden.

23. Bauwerk Nr. 115, km 20,560, Oberste Bauleitung Berlin.

Balkenbrücke von 13 m lichter Weite (Fig. 18). Flachgründung auf Geschiebemergel: nat. Wassergehalt 14,7 %, mittlere Bodenpressung 2,5 kg/cm², Fertigstellung des Bauwerks Juli 1935, Setzungsvoraussage etwa 60–80 mm, eingetretene Setzung bis Januar 1936 etwa 16 mm, Bauwerk zur Ruhe gekommen, keine Schäden.

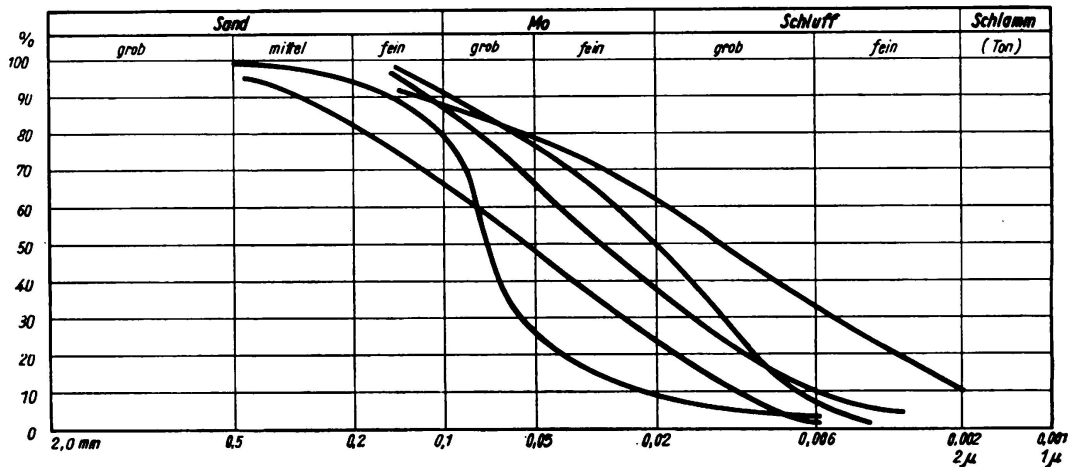


Fig. 26.

24. Bauwerk Nr. 15, km 19,942, Oberste Bauleitung Königsberg.

Vierfeldbalken mit insgesamt 55,8 m Länge, Flachgründung auf Geschiebemergel, mittlere Bodenpressung 2,5 kg/cm² für Widerlager und 3,0 kg für Pfeiler. Fertigstellung des Bauwerks Januar 1935, eingetretene Setzung bis August 1935 etwa 5 mm, Bauwerk zur Ruhe gekommen, keine Schäden.

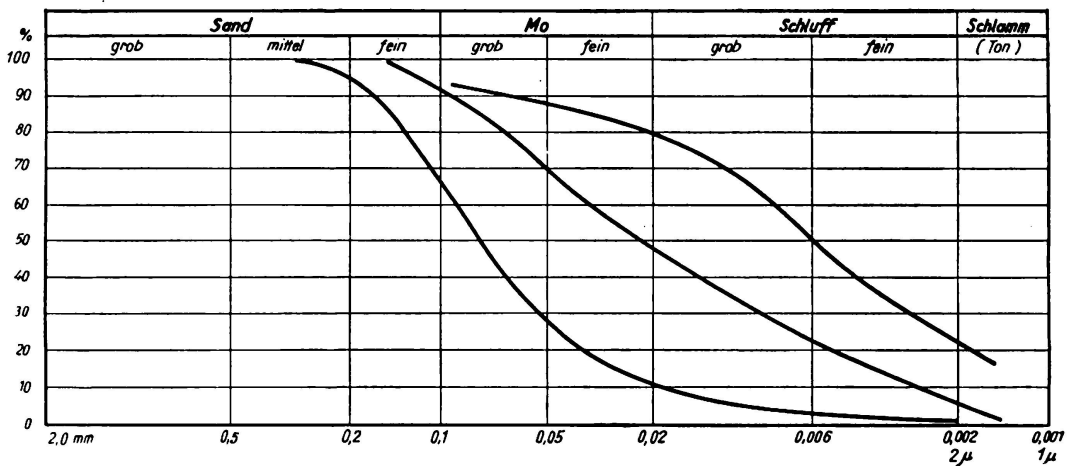


Fig. 27.

25. Bauwerk Nr. 16 a, km 21,658, Oberste Bauleitung Königsberg.

Balkenbrücke mit 4,50 m lichter Weite, Flachgründung auf Geschiebemergel, mittlere Bodenpressung 2,5 kg/cm². Fertigstellung des Bauwerks April 1935, eingetretene Setzung etwa 15 mm, Bauwerk zur Ruhe gekommen, keine Schäden.

26. Bauwerk Nr. 157, km 52,555, Oberste Bauleitung Königsberg.

Geschlossene Rahmen mit 6,0 m lichter Weite, Flachgründung auf 2—3 m Sandschicht, darunter bis zu größerer Mächtigkeit Geschiebemergel: nat. Wassergehalt 15—27 %, Fließgrenze 27—34 %, Rollgrenze 18—20 %, mittlere Bodenpressung 2 kg/cm². Fertigstellung des Bauwerks August 1934, eingetretene Setzung im Mittel etwa 120 mm bis August 1935, Bauwerk zur Ruhe gekommen, Stufenbildung an den Bauwerksfugen (infolge ungleicher Überschüttung).

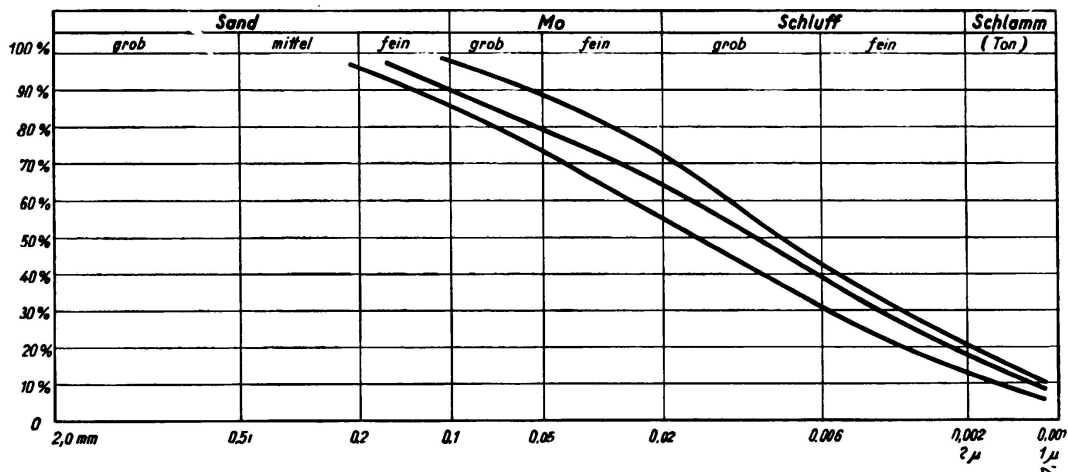


Fig. 28.

27. Bauwerk Nr. 14, km 19,400, Oberste Bauleitung Königsberg.

Zweifeldbalken, Flachgründung auf Geschiebemergel mit Zwischenschichten aus tonigem Feinsand, mittlere Bodenpressung 2,5 kg/cm² für Widerlager, 3 kg/cm² für Pfeiler. Fertigstellung des Bauwerks November 1934, eingetretene Setzung bis August 1935 etwa 12 mm, Bauwerk zur Ruhe gekommen, keine Schäden.

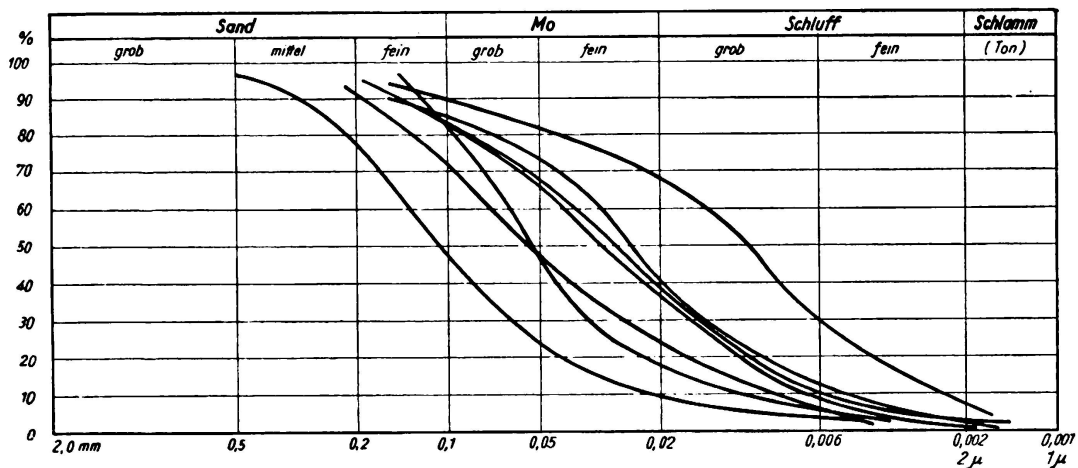


Fig. 29.

28. Bauwerk Nr. 13, km 18,6, Oberste Bauleitung Königsberg.

Zweifeldbalken mit je 14,3 m Stützweite, Flachgründung auf 1,50 m tonigem Feinsand, darunter Wechschelchichten von tonigem Feinsand und Geschiebemergel.

Mittlere Bodenpressung $2,5 \text{ kg/cm}^2$ für Widerlager, $3,0 \text{ kg/cm}^2$ für Pfeiler. Fertigstellung des Bauwerks November 1934, eingetretene Setzung bis August 1935 etwa 10 mm, Bauwerk zur Ruhe gekommen, keine Schäden.

29. 5 Bauwerke ohne nähere Lagebezeichnung, Oberste Bauleitung Stettin.

Flachgründungen auf Geschiebemergel, mittlere Bodenpressungen $2,8$ bis $3,0 \text{ kg/cm}^2$, keine Setzungen und Schäden.

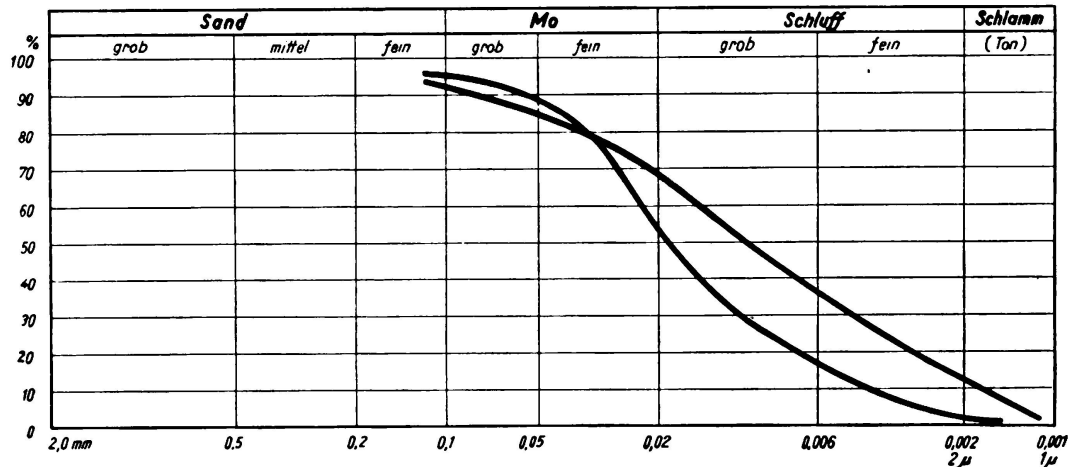


Fig. 30.

30. 9 Zweifeld-Plattenbalkenbrücken, Oberste Bauleitung Stettin.

Flachgründungen auf Geschiebemergel, mittlere Bodenpressungen $2,5$ bis $4,0 \text{ kg/cm}^2$, keine Setzungen und Schäden.

31. 3 Zweifeld-Plattenbalkenbrücken, Oberste Bauleitung Stettin.

Flachgründungen auf 2—3 m lehmigem Sand, darunter Geschiebemergel, mittlere Bodenpressung $2,65 \text{ kg/cm}^2$, keine Setzungen und Schäden.

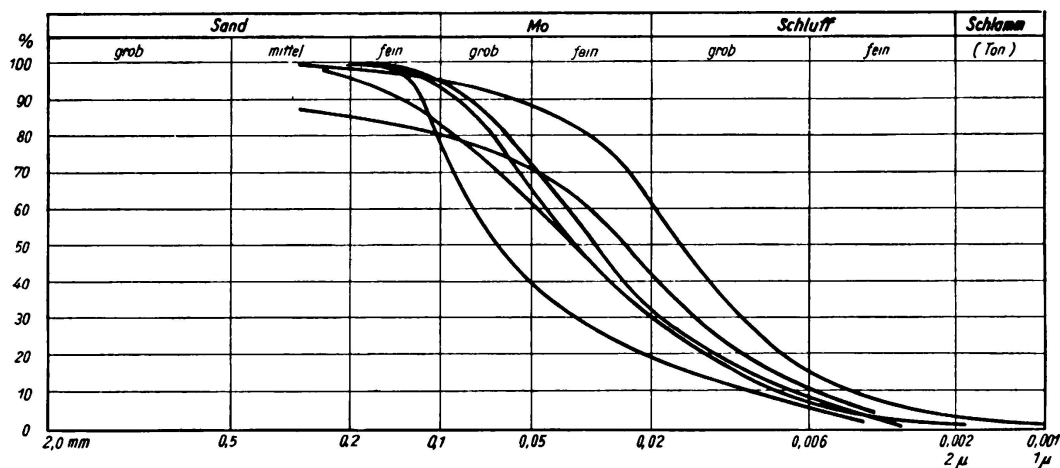


Fig. 31,

32. 3 Zweifeld-Plattenbalkenbrücken, Oberste Bauleitung Stettin.

Flachgründungen auf 2—3 m lehmigem Sand, darunter Sandschichten größerer Mächtigkeit, mittlere Bodenpressungen $2,2$ — $2,5 \text{ kg/cm}^2$, Setzungen zwischen 0 und 5 mm, keine Schäden.

eingetretene Setzungen für Widerlager 16 mm, für Pfeiler 15 mm, für ersten linken Pfeiler 19 mm, Bauwerk zur Ruhe gekommen, keine Schäden.

37. Bauwerk Nr. 252, km 334,7, Oberste Bauleitung Hannover.

Dreifeldplattenbalken, äußere Felder je 12 m, mittleres Feld 21 m Stützweite. Untergrund Kies und Sand bis zu größerer Mächtigkeit, darunter Ton (Fig. 20),

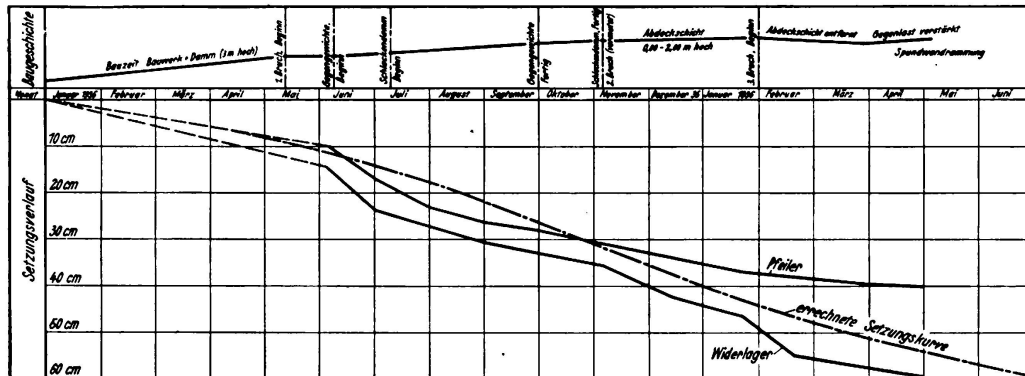


Fig. 34.

mittlere Bodenpressung für Widerlager 1,4 kg/cm², für Pfeiler 1,5 kg/cm². Fertigstellung des Bauwerks August 1935, eingetretene Setzungen westliches Widerlager zwischen 22 und 100 mm (Rollenlager wurde angehoben) und öst-

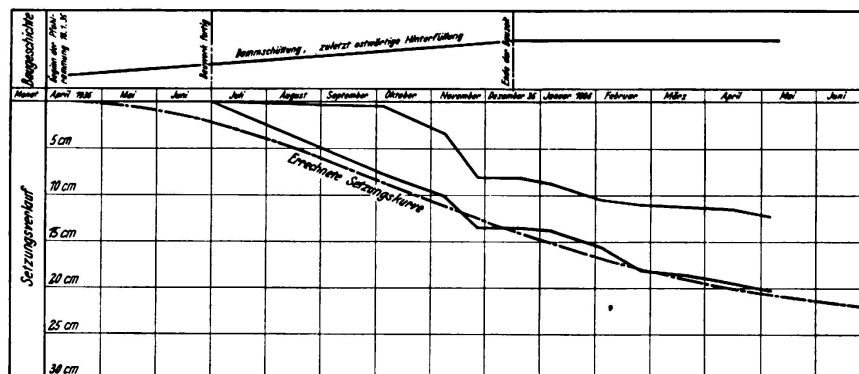


Fig. 35.

liches Widerlager zwischen 20 und 45 mm, Pfeiler im Mittel 15 mm, Bauwerk zur Ruhe gekommen, keine Schäden (starke Setzung der Widerlager durch Hinterfüllung des Bauwerks bedingt).

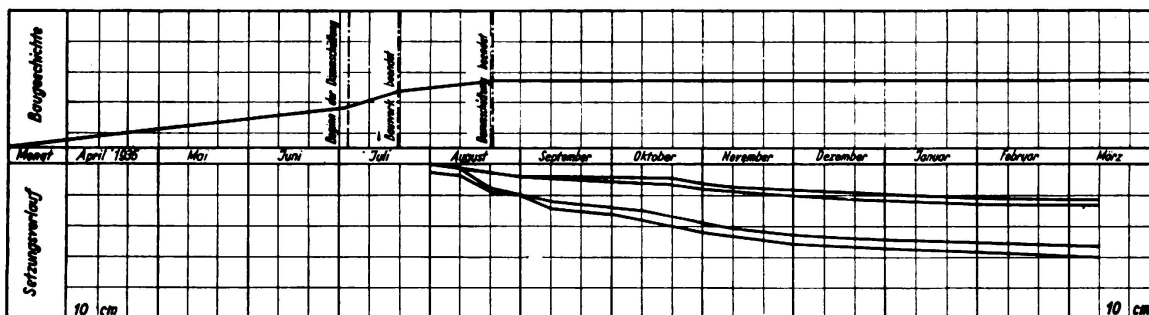


Fig. 36.

38. Bauwerk Nr. 18, km 19,431, Oberste Bauleitung Berlin.

Zweifeldbalken mit je 19,7 m Spannweite (Fig. 21). Flachgründung auf Sandschichten verschiedener Körnung, mittlere Bodenpressung 2,5 kg/cm². Fertig-

stellung des Bauwerks Februar 1936, Setzungs voraussage etwa 10 mm, eingetretene Setzung bis Februar 1936 etwa 10 mm, Bauwerk zur Ruhe gekommen, keine Schäden.

39. Bauwerk Nr. 7, km 4,863, Oberste Bauleitung Breslau.

Zweifeldbalken mit Gerbergelenk über dem Mittelpfeiler, je 15,35 m Spannweite (Fig. 22), Flachgründung auf Lehm und tiefgründigem Sand und Kies, unter dem rechten äußeren Pfeiler in größerer Tiefe Torf (Moorerde). Mittlere Bodenpressung äußere Pfeiler $1,5 \text{ kg/cm}^2$, mittlerer Pfeiler $2,0 \text{ kg/cm}^2$. Fertigstellung des Bauwerks Oktober 1934, äußere Pfeiler im Mittel um 45 mm nach außen gedreht (März 1935), rechter äußerer Pfeiler außerdem um etwa 30 mm gesetzt, Bauwerk zur Ruhe gekommen, keine Schäden.

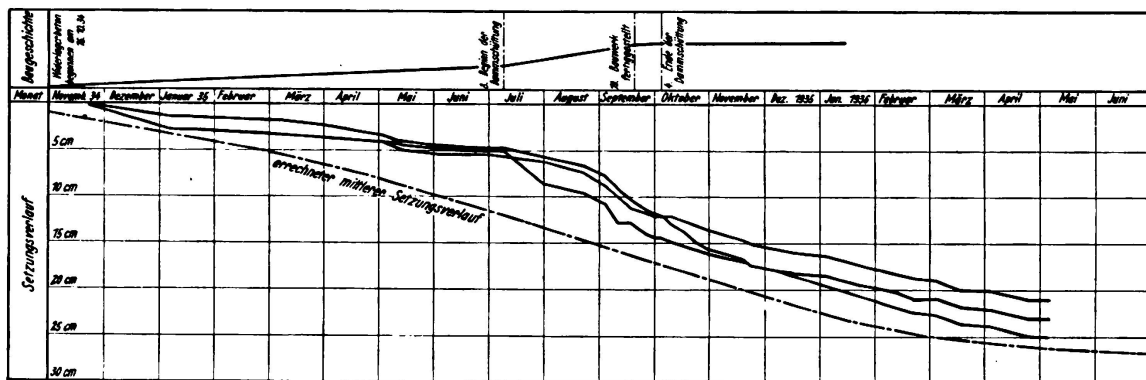


Fig. 37.

40. 13 Balkenbrücken, Oberste Bauleitung Stettin.

Flachgründungen auf zum Teil sehr feinem Sand bis 12 m Tiefe, mittlere Bodenpressungen $2,5 \text{ kg/cm}^2$, keine Setzungen und Schäden.

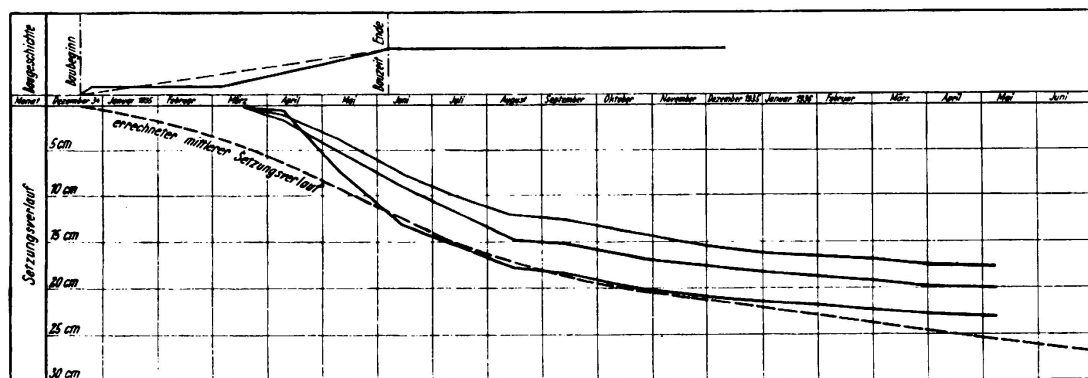


Fig. 38.

41. Bauwerk Nr. 79, km 241,380, Oberste Bauleitung Hannover.

Dreigelenkbogen 14 m Spannweite, Bodenpressung im Mittel $2,7 \text{ kg/cm}^2$ (Fig. 23). Untergrund Sandschichten wechselnder Dichte, unter dem linken Widerlager etwas tonig, daher dort Pfahlgründung. Fertigstellung des Bauwerks April 1935, eingetretene Setzungen westliches Widerlager 4 mm, östliches Widerlager (links) 15 mm bis März 1936, zur Ruhe gekommen, der nördliche Bogen weist Risse auf.

42. Bauwerk bei km 7,167, Oberste Bauleitung Frankfurt a. M.

Eisenbetonrahmen mit 19,55 m Spannweite, Eisenbeton-Rammpfähle 10—11 m lang, Untergrund 5—10 m Sand-Kies, darunter steifer Ton (zum Teil sandig), mittlere Bodenpressung 2,2 kg/cm², keine Setzungen und Schäden.

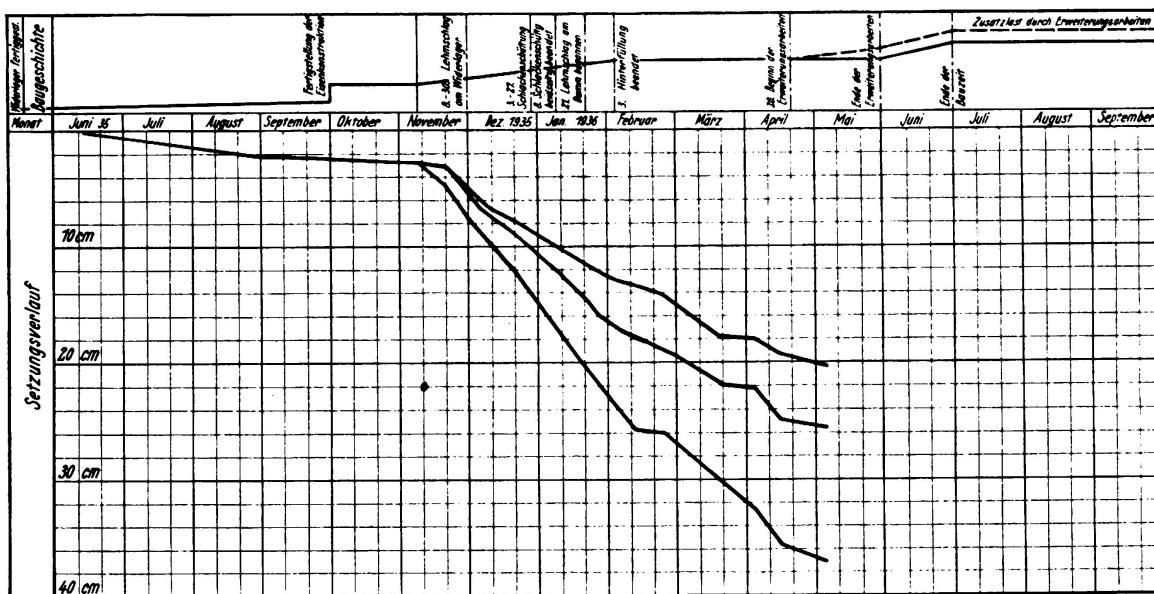


Fig. 39,

43. Bauwerk bei km 7,292, Oberste Bauleitung Frankfurt a. M.

Eisenbeton-Dreifeldbalken, Mittelfeld mit Einhängträger 31,2 m Spannweite, Seitenfelder je 8,6 m. Mittlere Bodenpressung 2,1 kg/cm², seitliche Felder als Rahmen ausgebildet mit durchgehender Plattenbildung zwischen Spundwänden. Untergrund 5—10 m Sand-Kies, darunter steifer Ton (zum Teil sandig), keine Setzungen und Schäden.

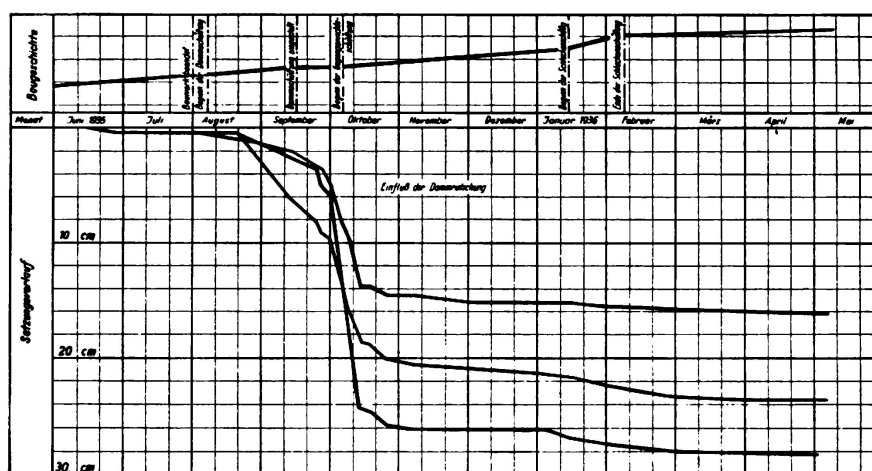


Fig. 40.

44. Bauwerk bei km 6,849, Oberste Bauleitung Frankfurt a. M.

Eisenbetonrahmen mit 12,6 m Spannweite, Flachgründung auf 4—5 m Sand-Kies, darunter steifer Ton (zum Teil sandig) von größerer Mächtigkeit: nat. Wassergehalt 15—21 %, Fließgrenze 25—50 %, Rollgrenze 9—15 %. Mittlere Bodenpressung 2,2 kg/cm². Keine Setzungen und Schäden.

IV. *Schlußfolgerungen.*

Zur Ermöglichung besserer Übersicht wurden die für eine zusammenfassende Beurteilung der einzelnen Bauwerke maßgebenden Daten in Tabellenform hervorgehoben (Tabelle 1—4). In der Hauptsache lassen sich die vorhandenen Böden in vier Gruppen, Ton und Löß, Schluff, Geschiebemergel, Sand und Kies (zum Teil tonig), gliedern. Vergleicht man die diesen vier Bodengruppen entsprechenden mittleren Setzungen (Tabelle 5) indem man der Einfachheit halber die einzelnen Werte mit Hilfe der theoretischen Setzungskurven ganz roh auf den Zeitpunkt bezieht, in dem der größte Teil der Bewegungen erfolgt ist, so läßt sich auch hier trotz des ungleichen Einflusses eine Reihe von Faktoren, wie Schichtstärke und Bodenpressung, eine gewisse Gliederung erkennen. Um Mißverständnissen vorzubeugen, muß jedoch ausdrücklich betont werden, daß sich die in Tabelle 5 enthaltene Gegenüberstellung und somit auch die sich daraus ergebenden Rückschlüsse ausschließlich auf die Untergrundverhältnisse Deutschlands beziehen.

Von den 72 beobachteten Bauwerken sind etwa die Hälfte auf Geschiebemergel und etwa ein Drittel auf Sand-Kiesschichten größerer Mächtigkeit gegründet. Wie aus Tabelle 5 hervorgeht, betrugen die Einsenkungen der genannten beiden Bodengruppen 0—20 bzw. 0—10 mm. Nachrechnungen haben ergeben, daß die Sicherheit gegen Einbruch der Widerlager und Pfeiler bei den entsprechenden Bodenpressungen von max. 4,0 bzw. 3,0 kg/cm² zwischen etwa 4 und 7 liegt. Die geringen Senkungen in Verbindung mit den hohen Sicherheiten gegen Einbruch würden somit auf Geschiebemergel und Sand-Kies höhere spez. Bodenpressungen zulassen. Bei Annahme von Bodenpressungen in der Höhe von 6 bzw. 5 kg/cm² würden die Sicherheiten bei unwesentlich höheren Setzungen noch immer 2 bzw. 3 betragen. Daß gleichmäßige Senkungen auch bei Eintritt von wesentlich höheren Werten nicht schaden, beweisen die auf tonigen Böden gegründeten Bauwerke, an denen innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit Bewegungen bis zu 200 mm beobachtet werden konnten. Wo sich an Bauwerken Schäden, z. B. Auswärtsneigen der Widerlager, einstellten, waren sie ausnahmslos auf jene Fälle beschränkt, in welchen die Dammschüttung erst nach Vollendung des Bauwerkes erfolgte oder in denen der Hinterfüllungskeil zwischen Widerlager und Damm sehr groß (weit) bemessen war. Dasselbe gilt im wesentlichen auch für die in weichen Schluffschichten gegründeten Bauwerke, soweit sie nicht durch Rutschungen und Einbrüche der anschließenden Damm-Massen ohnehin in Mitleidenschaft gezogen wurden.

Der größte Teil der Bauwerke ist flach gegründet, Pfahlgründungen sind auf jene Fälle beschränkt, in welchen der unregelmäßige Aufbau der Untergrundschichten unterschiedliche Senkungen erwarten läßt oder in weichen schluffigen Schichten gegründet werden mußte.

Als wesentliche Ergebnisse des vorliegenden Berichtes verdienen folgende Gesichtspunkte besonders hervorgehoben zu werden:

1. Geschiebemergel und Sand-Kiesschichten größter Mächtigkeit lassen höhere Belastungen zu, als bisher üblich war.
2. Dammschüttungen sollen so früh als möglich erfolgen, um nachträglich unregelmäßige Bewegungen der Bauwerke zu vermeiden. Die nach Fertig-

stellung der Bauwerke zu verfüllenden Erdkeile hinter den Widerlagern sollen so weit das Bauwerk auf weichen und wenig durchlässigen Bodenschichten gegründet ist, möglichst klein gehalten sein.

Tabelle 1

Nr.	Fundierung	mittlere Bodenpress. in kg/cm ²	maßgebliche Bodenschicht	Bau vollendet	Setzungs- voraussage in mm	Setzungs- beobachtung in mm	Anmerkung
1	Flachgr.	1,4	Ton, steif	Juni 1935	—	Widerlag. 54 Pfl. 56 Apr. 1936	setzt sich weiter
2	Flachgr.	2,4	Ton, steif	Dez. 1935	—	Pfl. 52 März 1936	setzt sich weiter
3	Flachgr.	Widerlg. 1,5 Pfl. 1,0	schluffiger Ton, weich	Aug. 1935	Widerlg. 150 Pfl. 60	Widerlg. 46 Pfl. 25 Aug. 1935	zur Ruhe gek.
4	Flachgr.	2,75	tonig. Schluff, weich	Febr. 1936	95	i. M. 50 Apr. 1936	zur Ruhe gek.
5	Flachgr.	1,1	sandiger Ton	Nov. 1935	220	i. M. 140 Apr. 1936	setzt sich weiter
6	Flachgr.	1,5	tonig. Schluff, weich	Dez. 1935	—	i. M. 280 Apr. 1936	setzt sich weiter
7	Flachgr.	1,4	fetter Ton u. schluff. Ton	Juli 1935	—	Widerlg. 35 Pfl. 70 Aug. 1935	setzt sich weiter
8	Flachgr.	2,6	Löß	Juni 1935	—	i. M. 40 Apr. 1936	Setzung klingt aus
9	Flachgr.	2,6	Löß, sandig	Aug. 1935	—	23 Apr. 36	Setzung klingt aus
10	Pfahlgr.	Widerlg. 1,1 Pfl. 1,4	Schluff, schluff. Ton, weich	Dez. 1935	Widerlg. 120 Pfl. 90 Apr. 1936	Widerlg. 125 Pfl. 60 Apr. 1936	setzt sich weiter
11	Pfahlgr. schwimm.	1,1	Schluff, weich	Mai 1936	470 Mai 1936	i. M. 500 Mai 1936	setzt sich weiter

Tabelle 2.

Nr.	Fun- dierung	mittlere Bodenpress. in kg/cm ²	maßgebliche Bodenschicht	Bau voll- endet	Setzungs- voraussage in mm	Setzungs- beobachtung in mm	Anmerkung
12	Pfahlgr. schwimm.	1,5	Schluff, schluff. Ton, weich	Dez. 1935	200 Mai 1936	i. M. 150 Mai 1936	setzt sich weiter
13	Pfahlgr. schwimm.	1,5	Schluff, weich	Aug. 1935	250 März 1936	i. M. 60 März 1936	setzt sich weiter
14	Pfahlgr. schwimm.	1,3	Schluff, weich	Okt. 1935	350	i. M. 230 Mai 1935	setzt sich weiter
15	Pfahlgr. schwimm.	1,0	Schluff, weich	Nov. 1935	350	i. M. 200 Mai 1935	setzt sich weiter
16	Pfahlgr. schwimm.	2,0	Schluff, weich	Juli 1936	östl. Wdlg. 900, westl. Wdlg. 500	i. M. 300 Mai 1936	setzt sich weiter
17	Flachgr.	1,8	Schluff	Juli 1935	350 Mai 1936	i. M. 280 Mai 1936	setzt sich weiter
18	Flachgr.	2,5	Geschiebe- mergel, sandiger Ton	Dez. 1935	80—100	12 Dez. 1935	Setzung aus- klingend
19	Flachgr.	3,0	Geschiebe- mergel, sandiger Ton	März 1936	10	i. M. 14 März 1936	zur Ruhe gekommen
20	Flachgr.	3,0	Geschiebe- mergel, sandiger Ton	Nov. 1935	40—60	i. M. 7 Jan. 1936	zur Ruhe gekommen
21	Flachgr.	3,0	Geschiebe- mergel, sandiger Ton	Nov. 1935	20	i. M. 5 Jan. 1936	zur Ruhe gekommen
22	Flachgr.	3,0	Geschiebe- mergel, sandiger Ton	Nov. 1935	20	i. M. 15 Jan. 1936	zur Ruhe gekommen
23	Flachgr.	2,5	Geschiebe- mergel, sandiger Ton	Juli 1935	60—80	i. M. 16 Jan. 1936	zur Ruhe gekommen

Tabelle 3.

Nr.	Fun- dierung	mittlere Bodenpress. in kg cm ²	maßgebliche Bodenschicht	Bau voll- endet	Setzungs- voraussage in mm	Setzungs- beobachtung in mm	Anmerkung
24	Flachgr.	Widerlg. 2,5 Pfl. 3,0	Geschiebe- mergel, sandiger Ton	Jan. 1935	—	i. M. 5 Aug. 1935	zur Ruhe gekommen
25	Flachgr.	2,5	Geschiebe- mergel, sandiger Ton	April 1935	—	i. M. 15 Aug. 1935	zur Ruhe gekommen
26	Flachgr.	2,0	Geschiebe- mergel, sandiger Ton	Aug. 1934	—	i. M. 120 Aug. 1935	zur Ruhe gekommen
27	Flachgr.	Widerlg. 2,5 Pfl. 3,0	Geschiebe- mergel, ton. Feinsand	Nov. 1934	—	i. M. 12 Aug. 1935	zur Ruhe gekommen
28	Flachgr.	Widerlg. 2,5 Pfl. 3,0	Ton, Sand, Geschiebe- mergel	Nov. 1934	—	i. M. 10 Aug. 1935	zur Ruhe gekommen
29	Flachgr.	3,0	Geschiebe- mergel, sandiger Ton	—	—	keine Setzung	—
30	Flachgr.	2,5—4,0	Geschiebe- mergel, sandiger Ton	—	—	keine Setzung	—
31	Flachgr.	2,65	Geschiebe- mergel, sandiger Ton	—	—	keine Setzung	—
32	Flachgr.	2,2—2,5	lehmig. Sand	—	—	0—5	zur Ruhe gekommen
33	Flachgr.	3,0	Sand, schluff., tonig	Juni 1935	—	i. M. 10 Juni 1935	zur Ruhe gekommen
34	Flachgr.	2,5	toniger Sand	Aug. 1935	—	i. M. 4 Aug. 1935	zur Ruhe gekommen
35	Flachgr.	Widerlg. 2,0 Pfl. 3,0	Sand, schwach tonig	Sept. 1934	—	i. M. 5 Febr. 1935	zur Ruhe gekommen

Tabelle 4.

Nr.	Fun- dierung	mittlere Bodenpress. in kg/cm ²	maßgebliche Bodenschicht.	Bau voll- endet	Setzungs- voraussage in mm	Setzungs- beobachtung in mm	Anmerkung
36	Flachgr.	Widerlg. 1,5—1,7 Pfl. 1,5—3,0	Sand-Kies, Pfl. I, Ton, Moor	März 1936	—	Widerlg. 16 Pfl. 15 Pfl. I. 19 April 1936	zur Ruhe gekommen
37	Flachgr.	Widerlg. 1,4 Pfl. 1,5	Sand-Kies z. T. tonig	Aug. 1935	—	Widerlg. 20—100 Pfl. 15 April 1936	zur Ruhe gekommen
38	Flachgr.	2,5	Sand	Febr. 1936	10	10 Febr. 1936	zur Ruhe gekommen
39	Flachgr.	äuß. Pfl. 1,5 mittl. Pfl. 2,0	dünne Lehm- schicht, Sand-Kies	Okt. 1934	—	horiz. 45 März 1935	zur Ruhe gekommen
40	Flachgr.	2,5	Sand	—	—	keine Setzung	—
41	Flachgr. westl. Widerlg. Pfahlgr. östl. Widerlg.	2,7	Sand, z. T. tonig	April 1935	—	westl. Wider- lager 4 östl. Wider- lager 15 März 1936	zur Ruhe gekommen
42	Pfahlgr.	2,1	Sand-Kies Ton	—	—	keine Setzung	—
43	Flachgr. m. Spund- wänden	2,2	Sand-Kies Ton	—	—	keine Setzung	—
44	Flachgr.	2,2	Sand-Kies Ton	—	—	keine Setzung	—

T a b e l l e 5.

Anzahl der Bauwerke	Bodengruppe	mittl. Bodenpressung in kg/cm ²	Setzungen in mm
9	Schluff	1,1—2,0	200—1000
8 (11)	Ton, Löß, Lehm usw.	1,1—2,6	50—200
31	Geschiebemergel, sandiger u. kiesiger Ton	2,5—4,0	0—20
24 (21)	Sand, Kies	1,5—3,0	0—10

Zusammenfassung.

Der Autor beschreibt für eine große Zahl neuer Bauwerke der deutschen Reichsautobahnen die Boden- und Fundierungsverhältnisse, stellt die Ergebnisse der Setzungsbeobachtungen tabellarisch zusammen und vergleicht diese mit den Setzungsvoraussagen.

Leere Seite
Blank page
Page vide