

DIE BAUTECHNIK

16. Jahrgang

BERLIN, 10. Juni 1938

Heft 25

Alle Rechte vorbehalten.

Beitrag zu technischen Fragen der Abwasserverregnung.

Von Bauassessor Dr.-Ing. Fritz Schuster, Potsdam.

Die Reinigung der anfallenden Abwässer ist zu einer Höhe entwickelt worden, die nur selten Wünsche übrigließ. Oberster Grundsatz der ganzen Entwicklung war, das Abwasser zu beseitigen, und zwar so, daß Schädigungen irgendwelcher Art vermieden wurden. Neben mechanischer und biologischer Klärung diente auch die Verrieselung nur dem Zwecke der Abwasserbeseitigung. Der durch eine Verrieselung auf leichten Sandböden erzielte landwirtschaftliche Nutzen wurde gern verwertet und als gute Beigabe aus der Beseitigung des Abwassers angesehen. Daß in Einzelfällen die Rieselfelder jährlich mit 1400 bis 1800 mm beschickt worden sind, beweist deutlich, daß erster und Hauptzweck der Rieselfelder die Beseitigung der Abwässer sein sollte und auch war bzw. ist. Wenn auch in ästhetischer und hygienischer Hinsicht die Zustände der Rieselfelder nicht immer als einwandfrei zu bezeichnen sind, so wurden auch diese nur in Kauf genommen um der Beseitigung willen.

Auch die aus mechanischer und biologischer Klärung anfallenden Mengen an Faulschlamm wurden bisher an die Landwirtschaft zur Düngung abgegeben. In Kreisen der praktischen Landwirte wird der Faulschlamm bezüglich seines Düngewertes noch verschieden beurteilt. Unbestritten ist die Tatsache, daß ein gewisser Teil, vielleicht der größte Teil der im Abwasser gelösten anorganischen Stoffe (wie Phosphor, Kall und Stickstoff), aus den Kläranlagen in die Vorfluter gelangen und somit für die Pflanzenernährung verlorengehen. Die Verwertung der Abwässer muß daher von der Forderung ausgehen, alle im Abwasser enthaltenen Pflanzenaufbaustoffe diesen auch zuzuführen. In der Abwasserverregnung ist die Möglichkeit gegeben, dieses Verlangen zu erfüllen.

Die Forschungen Liebig's im 19. Jahrhundert hatten die Agrikulturchemie begründet, die Arbeiten von Pasteur, Koch u. a. hatten in Weiterentwicklung zur Bodenbiologie geführt; damit war erkannt, daß die Düngung mit anorganischen Stoffen nicht allein ausreicht, um den Aufwuchs der Pflanzen zu gewährleisten. Die bakteriologischen Vorgänge, auf denen die Umwandlung von organischen Stoffen beruht und die den Humus bilden, sind heute so bekannt, daß auch die Folgen aus dieser Erkenntnis bewußt gezogen werden. In Wiederkehr von drei, vier oder mehr Jahren gibt der Bauer und Landwirt seinem Acker Stallmist, führt ihm somit organische Stoffe zu, auf daß sich Humus bildet.

Das städtische Abwasser enthält nun auch organische Stoffe, die auf dem Wege zum Sammelpunkte auf Grund mechanischer Vorgänge mehr oder weniger zerkleinert sind. Die Menge der Schwebestoffe spielt dabei zunächst keine Rolle. Diese Schwebestoffe und auch solche anorganischer Herkunft werden durch eine Vorbehandlung ihrer weiteren Verwertung entzogen.

Eine mechanische Klärung des zu verregnenden Abwassers nimmt ihm die Schwebestoffe; außerdem verliert das Abwasser an Frische durch den zeitlichen Aufenthalt in mechanischen Kläranlagen. Die spätere Verwendung des aus den Kläranlagen anfallenden Abwasserschlamms bringt nicht das gleiche, was erreicht wird, wenn das Abwasser ohne Vorbehandlung, also ohne Entziehung der Schwebestoffe, verwertet wird. Die Forderung, dem Acker oder Grünland humusbildende Stoffe zuzuführen, läßt die Frage nach Vorbehandlung oder Vorreinigung des Abwassers verneinen. Nur das Entfernen sperriger Stoffe aus dem Abwasser ist notwendig, um größere Sicherheit im Betrieb zu haben. Diese sperrigen Stoffe können durch einen einfachen Rechen abgefangen und entfernt werden.

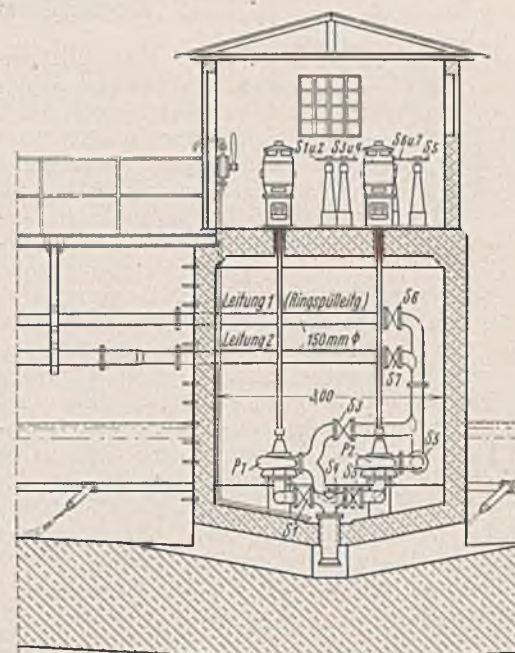
Um den Betrieb einer Verregnungsanlage durchzuführen, ist erforderlich, daß die in zeitlicher Hinsicht verschiedenen anfallenden Abwässer in einer bestimmten Verregnungszeit verregnet werden, da es nur in Ausnahmefällen angebracht ist, einen 24stündigen Betrieb aufrechtzuerhalten. Die zeitlichen Verschiedenheiten des Anfalls müssen daher durch ein Sammelbecken ausgeglichen werden. Die Größe eines Sammelbeckens ist abhängig von der Gesamttagesmenge des Abwassers und der beabsichtigten Verregnungszeit. Die Verregnungszeit ist jedoch so zu bemessen, daß das im Sammelbecken vorhandene Abwasser nicht in Fäulnis übergeht. Hierfür hat sich bereits ergeben, daß als Höchstzeit 5 bis 8 Std. Aufenthalt im Sammelbecken, je nach der Jahreszeit, gerade noch möglich sind. Diese Aufenthaltszeit im Sammelbecken ist weiter abhängig von dessen Lage, d. h. von der Zeit, die das Abwasser gebraucht, um vom Anfallpunkte bis zu diesem zu gelangen.

In einem Sammelbecken gelangt das Abwasser zur Ruhe, so daß die Schwebestoffe zu Boden sinken. Beim Abpumpen aus dem Sammelbecken ergibt sich nun zunächst die Tatsache, daß die Schwebestoffe am Boden liegenbleiben. Hieraus geht hervor, daß die Forderung, die humusbildenden Stoffe im Abwasser zu belassen, und daß die betrieblichen Gegebenheiten nicht ohne weiteres im Einklang stehen.

Aus diesem Gedanken heraus wurde bei den Entwürfen von einigen Verregnungsanlagen überlegt, wie der abgesetzte Schlamm dem Abwasser wieder begefügt werden und so lange im Sammelbecken in der Schwebe gehalten werden kann, bis das Abwasser in die Pumpen gelangt. Von einem Rührwerk bei der ersten Anlage ausgehend, wurde daran gedacht, den Schlamm durch Aufwirbelung mittels Luft, die durch ein Verteilungsnetz von entsprechenden Röhren auf der Sohle des Sammelbeckens eingeführt werden sollte, wieder dem Abwasser beizugeben. Der Erfolg erschliefen von vornherein zweifelhaft; dies hätte außerdem bedeutet, daß durch Anschaffung und Betrieb eines Kompressors die Kosten verteuert worden wären. Die mittels Zuführung von Luft zu erreichende

Aufwirbelung des Schlammes mußte auch durch Einführung von Wasser möglich sein. Es brauchte dabei kein Reinwasser zu sein, was den Verdünnungsgrad des Abwassers nur vergrößert hätte; die gewünschte Aufwirbelung mußte auch durch Rückpumpen des vorhandenen Abwassers möglich sein. Wie die Lösung dieser Frage gelang, wird an Beispielen gezeigt.

Im Bezirk des Kulturbaubeamten zu Potsdam sind bisher drei Abwasserverregnungen im Betrieb, die zwar nacheinander in Betrieb genommen, aber fast gleichzeitig geplant wurden.



Schieber S1, S2, S3 und S4 flache Bauart
Schieber S5, S6 und S7 normale Bauart

Abb. 1.

Anlage 1. Für einen täglichen Spitzenanfall von 1000 m³ wurde die erste Anlage entworfen. Die oben entwickelten Gedanken wegen Absetzung der Schwebestoffe traten hier zum ersten Male auf. Durch Rückpumpen des Abwassers ist erreicht, daß die Schwebestoffe, die während der Betriebszeit im Abwasser anfallen, überhaupt nicht zur Ruhe kommen; weiter ist erreicht, daß die Schwebestoffe, die in dem in Nachtzeiten anfallenden Abwasser ankommen und sich absetzen, durch Rückpumpen wieder in die Schwebe gebracht werden. Damit ist verhindert, daß die Schlammteile in Fäulnis übergehen können.

Der Inhalt des Sammelbeckens beträgt rd. 250 m³. Die beiden eingebauten Pumpen leisten je 170 m³/h bei 38 m Druck; hintereinandergeschaltet ergibt sich der hier für die Verregnung erforderliche Druck von 76 m. Das Rückpumpen besteht zunächst nur in einer Umsteuerung der Pumpen. In Abb. 1 ist die maschinelle Anordnung gezeigt. Die Schieberpaare S1 und S2, S3 und S4, S6 und S7 werden so gesteuert, daß einer von beiden geöffnet ist, wenn der zweite geschlossen ist. Da zum Rückpumpen, d. h. zum Spülen der Druck von einer Pumpe ausreicht, so ergibt sich, wenn Pumpe 1 zur Spülung angelassen wird, folgende Stellung:

Schieber S1 geöffnet,	S2 geschlossen,
" S3 "	S4 "
" S6 "	S7 "
" S5 "	S8 "

Wird die Pumpe 2 zum Spülen benutzt, so ist die Schieberstellung:

Schieber S 2 geöffnet, S 1 geschlossen,
" S 4 " S 3
" S 6 " S 7
" S 5 "

Durch Leitung 1 gelangt das Abwasser in die Ringspüleleitung, die am Rande des kreisrunden Sammelbeckens 0,50 m über der Sohle angebracht

Anlage 2 und 3. Für einen täglichen Spitzenanfall von rd. 500 m³ wurde die zweite Anlage, für einen Spitzenanfall von 250 m³ wurde die dritte Anlage entworfen und gebaut. Die Sammelbecken haben hier ein Fassungsvermögen von 250 m³ bei der zweiten, von 125 m³ bei der dritten Anlage. Die Erzeugung des notwendigen Druckes wird auch bei beiden Anlagen durch Hintereinanderschalten der Pumpen erreicht. Die Gedanken der Planung bei der ersten Anlage wurden auch hier verfolgt.

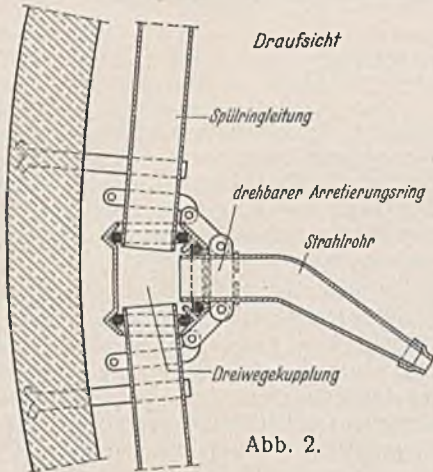


Abb. 2.

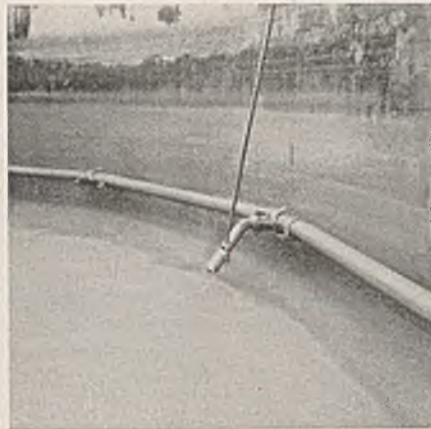


Abb. 4.
Anordnung eines Strahlrohres.



Abb. 5. Strahlrohr in Tätigkeit
(über Wasserspiegel gehoben).

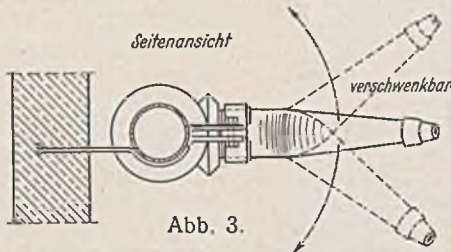


Abb. 3.

Ist. An die Ringspüleleitung sind acht drehbare Strahlrohre angeschlossen, durch deren Düsen das Abwasser dann austritt. Durch einen Druck von rd. 38 m wird das im Sammelbecken befindliche Abwasser in Bewegung gesetzt, durch die

Bei beiden Anlagen wurde nur das Maschinenhaus nicht in die Mitte des Sammelbeckens gesetzt; es wurde außerhalb des Sammelbeckens angeordnet. Die Rückspülung kann bei Anlage 2 nur mit einer Pumpe, also mit halbem Verregnungsdruck durchgeführt werden; bei Anlage 3 wird der gesamte Verregnungsdruck für die Rückspülung benutzt. Es ergibt sich hieraus für beide Anlagen eine einfachere Steuerung der Pumpen.

Beide Anlagen haben statt der Ringspüleleitung mit Strahlrohren eine mit Düsen versehene Spüleleitung, die einmal als einfacher Strang, bei Anlage 3 über Kreuz nur 0,10 m über der Sohle der Sammelbecken angebracht ist. Die Düsen sind seitlich angesetzt. Die erzielte Wirkung ist die gleiche wie bei der ersten Anlage; nur in zeitlicher Hinsicht bestehen kleine Unterschiede, da bis zur vollständigen Aufwirbelung der Schlamnteilchen bei Anlage 2 rd. 5 min, bei Anlage 3 rd. 2 1/2 min erforderlich sind. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß die aufzusplüsenden Abwassermengen verschieden sind. — In nachstehender Tabelle sind die Betriebskosten für die Rückspülung zusammengestellt; die Verzinsung und Abschreibung sind mit zusammen 7% der Baukosten eingesetzt worden. Die Kosten sind dann für 1000 m³ Abwasser ausgerechnet. Aus der Zusammenstellung ist zu ersehen, daß die reinen Betriebskosten bezogen auf 1000 m³ Abwasser, bei Anlage 1 am geringsten sind, daß die Gesamtkosten schließlich bei Anlage 1 und 2 gleich bleiben, während die für Anlage 3 aus der Größenordnung der anderen beiden herausragt.

Strahlwirkung werden die Schlamnteilchen aufgewirbelt. Es genügt eine Spülung von 1 min, um das Abwasser in derartige Bewegung zu bringen, daß sämtliche Schlamnteilchen rd. 2 1/2 Std., also so lange in Schwebelieben, bis die Abwassermengen verregnet sind. Der Spülung folgt durch Umsteuerung der Schieber auf die Regnerleitung nämlich sofort die Verregnung. Die Konstruktion der Strahlrohre ist in Abb. 2 u. 3 dargestellt. Aus den Lichtbildern ist die Wirkungsweise der Strahlrohre zu erkennen; Abb. 4 zeigt die Anordnung der Strahlrohre (Füllung des Sammelbeckens noch gering); Abb. 5 bei gleicher Füllung ein Strahlrohr in Tätigkeit (Strahlrohr zur Veranschaulichung über Abwasserspiegel gehoben); Abb. 6 bei größerer Füllung Beginn der Rückspülung; Abb. 7 Spülwirkung nach 1 min Pumpenarbeit. In Abb. 8 ist die Gesamtansicht des Sammelbeckens gezeigt.

Anlage	Druck zur Rückspülung m	Maschinenleistung zur Rückspülung kW	Dauer der Rückspülung min	Anzahl der Rückspülungen je Tag	Verregnete Abwassermenge im Monat m ³	Zur Rückspülung im Monat verbrauchte kWh	Kosten der Rückspülung bei 1 kWh = 0,10 RM RM	Kosten der Rückspülung für 1000 m ³ RM	Kosten der Rückspülanlage RM	Zinsen, Abschreibung usw. zusammen 7% (im Monat) RM	Zinsen usw. für 1000 m ³ RM	Gesamtkosten für 1000 m ³ (Spalte 9 + 12) RM
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	38	33,1	1	4	30 000	66,2	6,62	0,22	1700	9,91	0,33	0,55
2	30	11	rd. 5	2	15 000	55,0	5,50	0,37	450	2,63	0,175	rd. 0,55
3	60	16,2	rd. 2 1/2	2	7 500	40,5	4,05	0,54	450	2,63	0,364	0,80



Abb. 6. Beginn der Rückspülung.

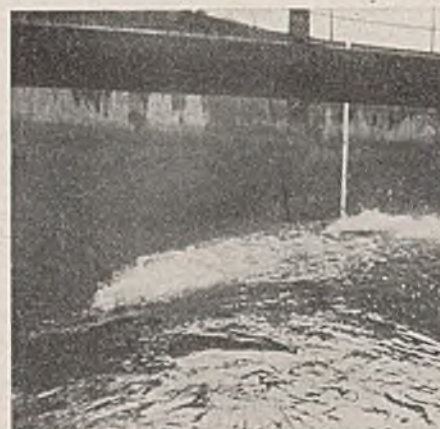


Abb. 7. Spülwirkung nach 1 min Pumpenarbeit.



Abb. 8. Gesamtansicht des Sammelbeckens.

Die Entwurfsaufstellung der ersten Anlage war Aufgabe des Verfassers. Der Gedanke der Rückspülung wurde vom Verfasser in Zusammenarbeit mit dem Regierungsbaureferendar P. Hermann entwickelt; die konstruktive Durchbildung wurde von der Lanninger-Regner-AG in Frankfurt ausgeführt. Die Entwürfe der Anlagen 2 und 3 sind von Bauassessor H. Schenck, Potsdam (jetzt Altenstein), aufgestellt. Die konstruktive Ausführung wurde bei Anlage 2 von Perrot-Regnerbau in Calw, bei Anlage 3 von Hüdig in Berlin vorgenommen; überwacht wurden die Arbeiten vom Kulturbaubeamten Potsdam, Regierungsbaurat Baumgärtel.

Bei allen drei Anlagen hat sich ergeben, daß die Wiederbeimischung der abgesetzten Schlammteile durchaus möglich ist. Der Aufwand an Baukapital, auch der Aufwand an Betriebskosten für die Wiederbeimischung (Rückspülung) sind sehr gering. Das anfallende Abwasser kann also nach Rückhaltung der sperrigen Stoffe (allen drei Anlagen ist ein Rechen vorgeschaltet) verregnet werden, ohne daß eine Gefahr für die Fäulnis im Sammelbecken besteht. Die Forderung, dem Acker und Grünland auch die humusbildenden Stoffe zuzuführen, kann also jederzeit erfüllt werden. Bei Sammelbecken größeren Inhalts für größere Städte ist die Wiederbeimischung heute kein Problem mehr.

Alle Rechte vorbehalten.

Bogenbrücken mit mehreren Öffnungen.

Von Baurat Dr.-Ing. e. h. F. Bohny, Lindau i. B.

In dem Aufsatz „Hängebrücken über mehrere Öffnungen“¹⁾ ist gezeigt worden, wie solche Brücken ausgebildet werden müssen, um bei Verkehrsbelastung noch genügende Steifigkeit wie bei Brücken mit nur einer Öffnung zu behalten und den Abfall des Horizontalzuges zu verhindern. Die Lösung liegt in der Anordnung besonderer von Anker zu Anker geführter und die Pylonenspitzen verbindender Rückhalteseile (Abb. 1). Die Kräfteermittlung bei solchen Tragsystemen ist in dem Aufsatz näher festgelegt worden zugleich mit der Bekanntgabe einer Anzahl Beispiele, nach denen Brücken dieser Art ausgeführt worden sind. Die meist hochliegenden Spannseile sind mit Vorspannung einzuziehen, die dafür maßgebenden Kräfte wurden näher bestimmt, beachtlich ist dabei vor allem der Einfluß der Temperatur.

bei großem Baustoffaufwand wird die Anordnung immer sehr nachgiebig — weich — sein.

Ein weiterer Nachteil der Anordnung von Zugbändern ist ihre Lage, die tiefer als der Bogenseitel wohl nirgends möglich sein wird. Man muß daher zu anderen Lösungen greifen. Eine solche ergibt sich ähnlich wie bei den Hängebrücken aus der Hochlage der Zugbänder, deren kräftige Vorspannung mit vorzusehen ist.

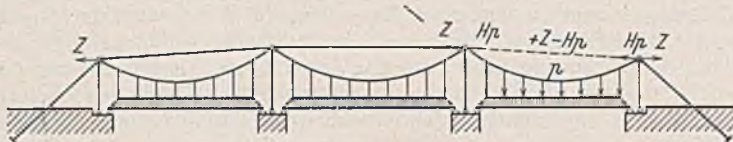


Abb. 1.

Die gleiche Aufgabe tritt an den Statiker und Konstrukteur heran, wenn Bogenbrücken mit mehreren Öffnungen zu bauen sind. Wird bei solchen eine Öffnung durch Verkehr belastet (Abb. 2), so erfahren die anschließenden Pfeiler einen einseitigen Horizontalschub, der zum Umstürzen oder Ausweichen der Pfeiler führen kann. Um diese Gefahr zu bannen, können wieder Zugbänder eingezogen werden, wodurch die Bogen jeder für sich als Einzelöffnungen wirken. Die Wirkung der Zugbänder ist am größten, wenn sie unmittelbar an den Gelenkpunkten angreifen. Ein erheblicher Nachteil dieser Anordnung besteht aber darin, daß die Zugbänder bei Temperaturschwankungen ihre Länge ändern, daß sie unter Umständen bei Erwärmung schlaff werden und ihre Wirkung verlieren oder — je nach der Anordnung — sich bei Abkühlung vorspannen und dadurch ihrerseits die Pfeiler gefährden. Es tritt die bei den Hängebrücken mehrfach hervorgehobene gegenseitige Schaukelwirkung der Öffnungen ein, die zu den Wirkungen der Verkehrslasten hinzukommt.

Es gilt auch bei den Bogenbrücken für den Horizontalschub H der Ausdruck:

$$H = \frac{\sum S_0 K \cdot \frac{s}{EF}}{n \sum K^2 \cdot \frac{s}{EF}}$$

Hierin bedeuten

S_0 die Stabkräfte oder Momente bei $H=0$,

K desgleichen bei $H=1$,

n die Anzahl der einzelnen Öffnungen.

H wird also mit Wachsen der Anzahl der Öffnungen und dementsprechend sein Einfluß auf die Bogenträger immer kleiner. Selbst

¹⁾ Bautechn. 1937, Heft 53, S. 709/15.

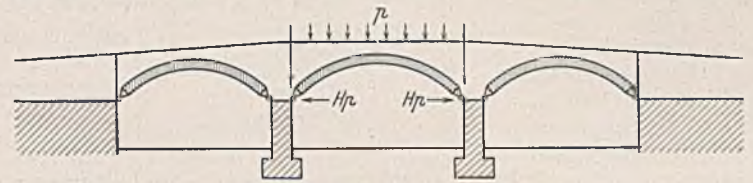


Abb. 2.

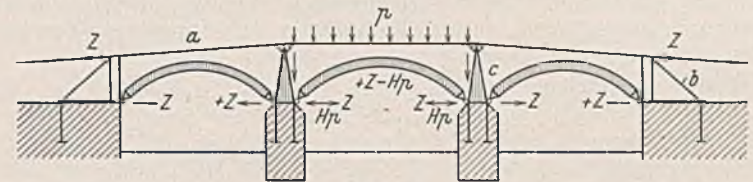


Abb. 3.

Eine besondere Lösung, wie sie in Abb. 3 dargestellt ist, hatte sich die frühere Brückenbauanstalt Joh. Caspar Harkort in Dulsburg im Jahre 1931 unter Patentschutz stellen lassen, als die Hessische Regierung die Verbreiterung der Straßenbrücke über den Main bei Mainz ausgeschrieben hatte. Der Patentanspruch lautete:

„Bogenbrücke mit über den einzelnen Bogen liegendem Zugband, gekennzeichnet durch auf den Brückenpfeilern errichtete feste Aufbauten c , die an dem an festen Widerlagern b verankerten, vorgespannten, durchlaufenden Zugband a befestigt sind“.

Die Ähnlichkeit der Anordnung mit Abb. 1 ist augenscheinlich. Ebenso gilt das für das innere Kräftespiel, worüber 1932 von Dr.-Ing. Karl Hoening eine eingehende Abhandlung erschienen ist²⁾. Z ist zu bemessen nach dem Bogenschub unter Verkehrslast in der größten Öffnung, nach dem Temperatureinfluß und mit einer Vorspannung, um zu verhindern, daß die Spannkabel bei höchster Temperatur sowie unter Eigenlast zu sehr durchhängen — letzteres z. B. durch Abstützung auf die Bogenträger.

Bei der heute besonders beliebten Verwendung von Bogenbrücken mit mehreren Öffnungen in Massivbauweise dürfte der Hinweis auf vorstehenden Vorschlag — wenn er auch in Mainz nicht zur Ausführung kam — wohl angebracht sein.

²⁾ Stahlbau 1932, Heft 13, S. 97 bis 99, Bogenbrücken mit mehreren Öffnungen und die Verwendung elastischer Zugbänder zur Entlastung der Zwischenpfeiler.

Zur Theorie des Erddruckes unter besonderer Berücksichtigung der Erddruckverteilung.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Ingenieur Joh. Ohde, Neuenhagen bei Berlin.

(Mittlung der Erdbauabteilung der Preußischen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin.)

(Fortsetzung aus Heft 19.)

Verfahren II.

Bei diesem Verfahren wird vom Gleitflächenverlauf ausgegangen, indem die Gleitfläche über kleine Polwinkel $\Delta\varphi$ weiter fortgeführt wird. Man geht am besten zeichnerisch vor. Nehmen wir einmal nach Abb. 49 an, die Gleitfläche (für den Erddruck) wäre bis zum Punkte A bereits gefunden; auf die Fläche OA wirke die Kraft E_n . Der Verlauf der Gleitflächenspannungen σ kann durch eine Kurve (die σ -Linie) angegeben werden, ebenso der Verlauf der Gleitflächenwinkel (ω -Linie). Um die

weitere Fortsetzung der Gleitfläche zu finden, verlängert man die σ - und ω -Linie ein wenig, so daß die mittleren Werte $\bar{\sigma}_n$ und $\omega_{1/2}$ für das neue Element abgegriffen werden können. Ebenso kann man auch die Länge Δs_n des neuen Elementes genügend genau vorweg bestimmen. Damit lassen sich dann die neuen Kräfte ΔQ_n und Δg_n für das neue Erd-element OAB ermitteln und im Kräfteck — das man zweckmäßig im Pol O beginnen läßt — mit der bekannten Kraft E_n zur neuen Erdkraft (für die Fläche OB) zusammensetzen. Die Neigung der Kraft E_{n+}

gegenüber der Fläche OB liefert den neuen Wert $\operatorname{tg} \delta_{n+1} = m_{n+1}$, mit dem die Größen ω und σ für den Punkt B berechnet werden [nach Gl. (27) u. (29a); $\sigma_{n+1} = \frac{2E_{n+1}}{r_{n+1}}$]. Diese berechneten Werte geben wieder sichere Punkte für die Verlängerung der Kurven ω und σ über das nächstfolgende Element hinaus, und der Gang der Berechnung kann wiederholt werden.

Auf diese Weise gelangt man Schritt für Schritt — von der Wand ausgehend (indem man für den Wanddruck einen ungefähr zutreffenden Wert annimmt) — bis zur Rankineschen Pseudogleitfläche, deren Lage sich dadurch bemerkbar macht, daß der Wert m sich dem Reibungsbeiwert μ nähert. In der Nähe dieser Rankineschen Gleitfläche versagt das Verfahren insofern, als die Gleitflächen-spannung σ nicht mehr genügend genau aus Gl. (29a) berechnet werden kann. Man hilft sich dann am einfachsten durch Probieren, indem man den Verlauf von σ bis zu der vorläufig geschätzten Lage der Rankineschen Pseudogleitfläche zunächst gefühlsmäßig verlängert, um auf diese Weise den ungefähren Wert der Kraft E_R auf die ebene Pseudogleitfläche zu erhalten. Durch Zerlegung von E_R in die Richtungen von G_R und E_R' (Abb. 50) findet man weiter das ungefähre Gewicht G_R des von ebenen Gleitflächen begrenzten Erdkörpers und damit aus

$$G_R = \gamma \cdot \frac{r_R h'}{2} \quad \text{oder} \quad h' = \frac{2G}{\gamma r_R}$$

die erste Näherung für die Neigung der Oberfläche. Für diese Oberflächenneigung ($b = m$) kann man dann nach Gl. (27) die genauere Richtung der ebenen Gleitfläche finden und so die ersten Schätzungen schrittweise verbessern. Dabei ist gleichzeitig auf einen zwanglosen Übergang der Gleitfläche zu achten und für den Strahl r_R : $\sigma = \frac{2E_R}{r_R}$ zu setzen. In der Regel kommt man mit ein bis zwei Wiederholungen schon zum Ziel.

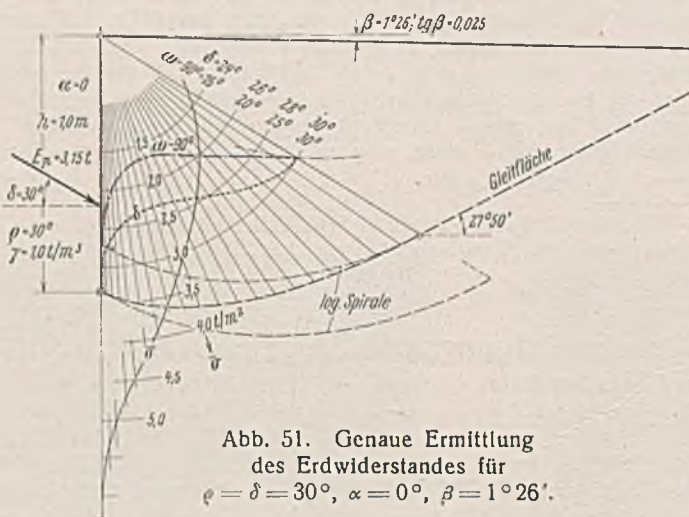


Abb. 51. Genaue Ermittlung des Erddrucks für $\varphi = \delta = 30^\circ, \alpha = 0^\circ, \beta = 1^\circ 26'$.

Ich habe die Berechnung des Erdwiderstandes nach dem Verfahren II bereits vor mehreren Jahren durchgeführt⁶²⁾; Abb. 51 u. 52 zeigen zwei Beispiele dieser Art für einen Reibungswinkel $\varphi = 30^\circ$. Der ungewollte Verlauf dieser Gleitkurven deutet darauf hin, daß es sich um genaue Formen handelt. Vergleichshalber sind dort die der Anfangs- und Endrichtung der Gleitkurven entsprechenden logarithmischen Spiralen punktiert eingetragen.

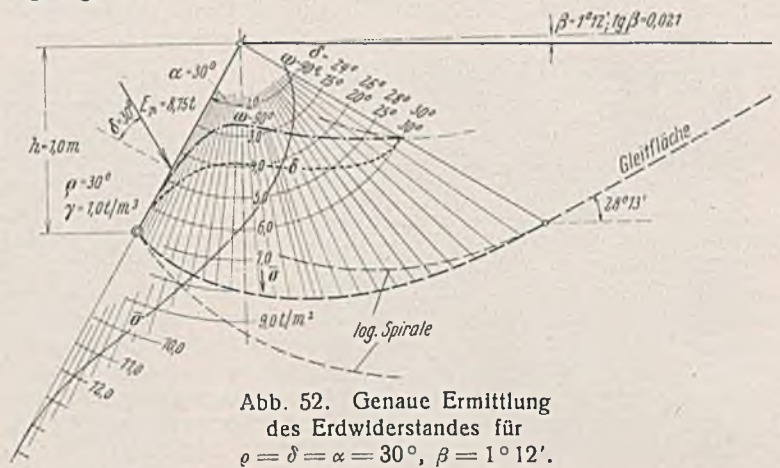


Abb. 52. Genaue Ermittlung des Erddrucks für $\varphi = \delta = \alpha = 30^\circ, \beta = 1^\circ 12'$.

Verfahren III.

Die Spannungen ν und τ werden — von der Wand ausgehend — für eine gleichbleibende Strahlänge $r = 1,0$ schrittweise weiter verfolgt. Für ein beliebiges Element kann man die Änderungen $\Delta \nu$ und $\Delta \tau$ aus den Gleichgewichtsbedingungen berechnen, wenn die Verteilung der Spannungen ν'' (und τ) längs des Bogenelementes $r \Delta \varphi$ mit hinreichender Näherung vorweg bestimmt werden kann. Das ist aber in ähnlicher Weise möglich wie bei der Ermittlung der Werte σ und ω des Verfahrens II.

Wir sehen den Kurvenverlauf der ν'' und τ längs des Bogenelementes $1,0 \Delta \varphi$ als Parabel an, begnügen uns also bei der Aufstellung der Gleichgewichtsbedingungen mit Größen dritter Kleinheitsordnung. Die Werte der Spannungen ν'' und τ in den Punkten B und C nach Abb. 53 seien zunächst als bekannt vorausgesetzt. Mit den in Abb. 53 angegebenen Bezeichnungen hat man für das Gleichgewicht des Erdelementes OAC in Richtung OD , wenn die Wirkung der Spannungen ν'' nach der Simpson'schen Regel berechnet wird:

$$\Delta g \cdot \cos \varphi_m + \frac{\nu + \Delta \nu}{2} \cdot \sin \frac{\Delta \varphi}{2} + \frac{\nu}{2} \cdot \sin \frac{\Delta \varphi}{2} \pm \frac{\tau + \Delta \tau}{2} \cdot \cos \frac{\Delta \varphi}{2} \mp \frac{\tau}{2} \cdot \cos \frac{\Delta \varphi}{2} - \frac{\Delta \varphi}{6} (\nu_1'' \cdot \cos \frac{\Delta \varphi}{2} + 4 \nu_{12}'' + \nu_2'' \cdot \cos \frac{\Delta \varphi}{2}) \mp \frac{\Delta \varphi}{6} \cdot \Delta \tau \cdot \sin \frac{\Delta \varphi}{2} = 0$$

oder nach leichter Rechnung unter Einsetzung von $\Delta g = \frac{\Delta \varphi \cdot 1,0}{2}$, $\sin \frac{\Delta \varphi}{2} \approx \frac{\Delta \varphi}{2} - \frac{\Delta \varphi^3}{48}$, $\cos \frac{\Delta \varphi}{2} \approx 1 - \frac{\Delta \varphi^2}{8}$

und nach Vervielfachung mit $\frac{12}{\Delta \varphi}$:

$$(59a) \quad \left(3 - \frac{\Delta \varphi^2}{8}\right) \Delta \nu \pm \left(\frac{6}{\Delta \varphi} - \frac{3}{4} \cdot \Delta \varphi\right) \Delta \tau = 8 \nu_{12}'' + \left(2 - \frac{\Delta \varphi^2}{4}\right) (\nu_1'' + \nu_2'') - \left(6 - \frac{\Delta \varphi^2}{4}\right) \nu - 6 \cdot \cos \varphi_m \pm \Delta \varphi \Delta \tau$$

Ebenso findet man für das Gleichgewicht senkrecht zur Richtung OD :

$$\Delta g \cdot \sin \varphi_m + \frac{\nu + \Delta \nu}{2} \cdot \cos \frac{\Delta \varphi}{2} - \frac{\nu}{2} \cdot \cos \frac{\Delta \varphi}{2} \mp \frac{\tau + \Delta \tau}{2} \cdot \sin \frac{\Delta \varphi}{2} \mp \frac{\tau}{2} \cdot \sin \frac{\Delta \varphi}{2} \mp \frac{\Delta \varphi}{6} (\tau_1 \cdot \cos \frac{\Delta \varphi}{2} + 4 \tau_{12} + \tau_2 \cdot \cos \frac{\Delta \varphi}{2}) + \frac{\Delta \varphi}{6} \cdot \Delta \nu'' \cdot \sin \frac{\Delta \varphi}{2} = 0 \quad \text{oder}$$

⁶²⁾ Die unter II gebrachten Vereinfachungen waren mir damals allerdings noch nicht bekannt, sondern nur die Ausführungen von Krey über die Spannungselipse.

$$(59b) \left(\frac{6}{\Delta\varphi} - \frac{3}{4} \cdot \Delta\varphi \right) \Delta v \mp \left(3 - \frac{\Delta\varphi^2}{8} \right) \Delta\tau = \pm 8\tau_{12}$$

$$\pm \left(2 - \frac{\Delta\varphi^2}{4} \right) (\tau_1 + \tau_2) \pm \left(6 - \frac{\Delta\varphi^2}{4} \right) \tau - 6 \cdot \sin \varphi_m - \Delta\varphi \Delta v''.$$

Führt man die Abkürzungen:

$$C = 2 - \frac{\Delta\varphi^2}{4} \quad C_1 = \frac{3C}{\Delta\varphi} = \frac{6}{\Delta\varphi} - \frac{3}{4} \Delta\varphi \quad C_2 = 3 - \frac{\Delta\varphi^2}{8}$$

$$C_3 = C_1 - \Delta\varphi = \frac{6}{\Delta\varphi} - \frac{7}{4} \Delta\varphi \quad C_4 = C_1 C_3 + 3C_2^2$$

ein und ersetzt außerdem noch nach Abb. 54 τ_{12} und τ_2 durch

$$\tau_{12} = \tau + \frac{\Delta\tau}{2} + \Delta^2\tau \quad \text{und} \quad \tau_2 = \tau + \Delta\tau,$$

so erhält man:

$$C_1 \Delta v \mp 3C_2 \Delta\tau = N$$

$$C_2 \Delta v \pm C_2 \Delta\tau = M$$

oder

$$(60) \begin{cases} \Delta v = \frac{C_3 N + 3C_2 M}{C_4} & \Delta\tau = \mp \frac{C_3 N - C_1 M}{C_4} \quad \text{mit} \\ N = \pm 6C_2 \tau - 6 \cdot \sin \varphi_m \pm 4 \Delta^2\tau - \Delta\varphi \Delta v'' \\ M = 8v_{12}'' + C(v_{12}'' + v_2'') - 2C_2 v - 6 \cdot \cos \varphi_m. \end{cases}$$

Diese Gleichungen sind zwar zur Berechnung von Δv und $\Delta\tau$ schon geeignet; es erweist sich aber doch als hinderlich, daß die dritte Unbekannte $\Delta v'' = v_2'' - v_{12}''$ immer erst vorher geschätzt oder extrapoliert werden muß. Dadurch wird mitunter auch eine Wiederholung der Rechnung notwendig. Wir werden deshalb von den Gl. (60) nur in der Nähe einer „rauen“ Wand ($\rho' = \rho$) notgedrungen Gebrauch machen; schon in geringer Entfernung von der Wand gelingt es auf andere Art und Weise, Δv und $\Delta\tau$ im ersten Rechnungsgang fast genau richtig zu erhalten. Zu diesem Zweck setzen wir:

$$\psi = \frac{v''}{v} \quad \psi_m' = \frac{\Delta\psi}{\Delta m},$$

wenn $\Delta\psi$ und Δm die Änderungen von ψ und m und ψ_m' den mittleren Wert der Ableitung $\frac{d\psi}{dm}$ für das Element mit dem Winkel $\Delta\varphi$ bedeuten.

$$\text{Nun ist} \quad \psi + \Delta\psi = \frac{v'' + \Delta v''}{v + \Delta v}$$

und

$$\Delta m = \frac{\tau + \Delta\tau}{v + \Delta v} - \frac{\tau}{v},$$

womit man hat

$$\Delta\psi = \psi_m' \left(\frac{\tau + \Delta\tau}{v + \Delta v} - \frac{\tau}{v} \right) = \frac{v'' + \Delta v''}{v + \Delta v} - \psi$$

oder nach Ausrechnung unter Beachtung von $\psi v = v''$:

$$(61) \begin{cases} \Delta v'' = \psi \Delta v + \psi_m' \Delta\tau \\ \text{mit } \psi = v - \psi_m' m. \end{cases}$$

Dieser Wert für $\Delta v''$ in Gl. (60) eingesetzt, liefert schließlich die gewünschten Gleichungen:

$$c_1 \Delta v \mp d_2 \Delta\tau = N$$

$$-c_2 \Delta v \pm d_1 \Delta\tau = M$$

oder

$$(62) \begin{cases} \Delta v = \frac{d_1 N + d_2 M}{Q} & \Delta\tau = \frac{c_1 M + c_2 N}{Q} \quad \text{mit} \\ c_1 = C_1 + \Delta\varphi \psi & c_2 = (2\psi - 1) C_2 \\ d_1 = C_3 - 2C_2 \psi_m' & d_2 = 3C_2 \mp \Delta\varphi \psi_m' \\ Q = c_1 d_1 - c_2 d_2 \\ N = \pm 6C_2 \tau - 6 \cdot \sin \varphi_m \pm 8 \Delta^2\tau \\ M = 2C_2 (2v'' - v) - 6 \cdot \cos \varphi_m + 8 \Delta^2 v'', \end{cases}$$

wenn $\Delta^2 v''$ dieselbe Bedeutung hat wie $\Delta^2 \tau$ in Abb. 54.

Die Anwendung der Gl. (60) u. (62) sei gezeigt an dem folgenden

Zahlenbeispiel.

Berechnung des Erddruckes für lotrechte Wand und waagerechtes Gelände bei vollem Ansatz der Wandreibung ($\rho' = \rho$). Reibungsbeiwert $\mu = 0,60$ ($\rho = 30^\circ 57,8'$); Wandhöhe $h = 1,0$ m; Raumbgewicht $\gamma = 1,0$ t/m³. Durchführung der Rechnung mit einem geschätzten l -Werte von 0,255.

Unmittelbar an der Wand ist damit:

$v_1 = 0,255$; $\tau_1 = 0,6 \cdot 0,255 = 0,1530$; $v_1'' = (1 + 2 \cdot 0,6^2) 0,255 = 0,4386$. In der Nähe der Wand gilt nach Gl. (52a), (53a), (55a) u. (58):

$$-\frac{dm}{d\varphi} = \frac{1}{0,255} - 1,36 = 2,562 \quad \frac{dv}{d\varphi} = 3 \cdot 0,6 \cdot 0,255 = 0,459$$

$$\frac{d\tau}{d\varphi} = (1 + 4 \cdot 0,36) 0,255 - 1,0 = -0,378$$

$$v'' \approx (1 + 2 \cdot 0,36 + 2 \sqrt{1,2 \cdot 1,36 \sqrt{2,562 \varphi}}) 0,255 = 0,4386 + 1,042 \sqrt{\varphi}.$$

1. Schritt:

$$\Delta\varphi = \frac{1^\circ}{2} = 0,00873 \quad \varphi_m = \frac{1^\circ}{4} \quad \sin \varphi_m = 0,0044 \quad \cos \varphi_m \approx 1,0$$

$$C = 2,0 \quad C_1 = 687,5 \quad C_2 = 3,0 \quad C_3 = 687,5 \quad C_4 = 472700$$

$$v_{12}'' = 0,4386 + 1,042 \sqrt{0,00436} = 0,5075$$

$$v_2'' = 0,4386 + 1,042 \sqrt{0,00873} = 0,5360.$$

Nach den Gl. (60):

$$N = 6 \cdot 3,0 \cdot 0,1530 - 6 \cdot 0,0044 - 0,00873 (0,5360 - 0,4386) = 2,727$$

$$M = 8 \cdot 0,5075 + 2 (0,4386 + 0,5360) - 2 \cdot 3,0 \cdot 0,255 - 6 \cdot 1,0 = -1,521$$

$$\Delta v = \frac{687,5 \cdot 2,727 - 3 \cdot 3,0 \cdot 1,521}{472700} = 0,00394$$

$$v_2 = 0,255 + 0,00394 = 0,25894$$

$$\Delta\tau = \frac{3 \cdot 2,727 + 687,5 \cdot 1,521}{472700} = -0,00223$$

$$\tau_2 = 0,1530 - 0,00223 = 0,15077$$

$$m_2 = \frac{0,1508}{0,2589} = 0,5825 \quad \psi = 2,055 \text{ [nach Gl. (30)]}$$

$$v_2'' = 2,055 \cdot 0,2589 = 0,5320.$$

Wiederholung der Rechnung mit $v_2'' = 0,5320$ und $\tau_2 = 0,1508$: $\Delta^2 \tau$ mit Hilfe zeichnerischer Auftragung der bisherigen Werte zu $-0,0003$ geschätzt. v_{12}'' kann berechnet werden mittels der Gleichung:

$$v'' = 0,4386 + 1,042 \sqrt{\varphi} - K \varphi^2.$$

Man findet:

$$v_{12}'' = 0,4386 + 1,042 \sqrt{0,00436} - \frac{0,5360 - 0,5320}{4} = 0,5065.$$

Damit ist dann weiter:

$$N = 6 \cdot 3,0 \cdot 0,1530 - 6 \cdot 0,0044 - 4 \cdot 0,0003 - 0,00873 \cdot 0,0934 = 2,726$$

$$M = 8 \cdot 0,5065 + 2 (0,4386 + 0,5320) - 2 \cdot 3,0 \cdot 0,255 - 6 \cdot 1,0 = -1,537$$

$$\Delta v = \frac{687,5 \cdot 2,726 - 9 \cdot 1,537}{472700} = 0,00394 \quad v_2 = 0,25894$$

$$\Delta\tau = -\frac{3 \cdot 2,726 + 687,5 \cdot 1,537}{472700} = -0,00225 \quad \tau_2 = 0,15075.$$

Der geringe Unterschied gegenüber den ersten Werten läßt erkennen, daß eine nochmalige Wiederholung der Rechnung nicht notwendig ist.

2. Schritt:

$$\Delta\varphi = 1^\circ = 0,01745 \quad \varphi = \frac{1^\circ}{2} \quad \varphi_m = 1^\circ \quad \sin \varphi_m = 0,01745$$

$$\cos \varphi_m = 0,99985 \quad v_1 = 0,25894 \quad \tau_1 = 0,15075$$

$$m = 0,5822 \quad \psi = 2,057 \quad v_1'' = 0,5326.$$

Der zweite Schritt kann schon nach den Gl. (62) durchgeführt werden. Dazu schätzen wir am einfachsten mit Hilfe zeichnerischer Auftragungen der bisherigen Werte:

$$\Delta^2 v'' \approx 0,005 \quad \Delta^2 \tau \approx -0,0005 \quad \psi_m' \approx -7,1$$

$$C = 2,0 \quad C_2 = 3,0 \quad C_1 = 343,8 = C_3 \quad \bar{\psi} = 2,057 + 0,5822 \cdot 7,1 = 6,19$$

$$c_1 = 343,8 + 0,01745 \cdot 6,19 = 343,9 \quad c_2 = (2 \cdot 6,19 - 1) 3,0 = 34,14$$

$$d_1 = 343,8 + 2 \cdot 3,0 \cdot 7,1 = 386,4 \quad d_2 = 3 \cdot 3,0 + 0,01745 \cdot 7,1 = 9,124$$

$$Q = 343,9 \cdot 386,4 - 34,14 \cdot 9,124 = 132500$$

$$N = 6 \cdot 3,0 \cdot 0,15075 - 6 \cdot 0,01745 - 8 \cdot 0,0005 = 2,604$$

$$M = 2 \cdot 3,0 (2 \cdot 0,5326 - 0,2589) - 6 \cdot 0,99985 + 8 \cdot 0,005 = -1,121$$

$$\Delta v = \frac{386,4 \cdot 2,604 - 9,124 \cdot 1,121}{132500} = 0,00752 \quad v_2 = 0,26646$$

$$\Delta\tau = \frac{343,9 (-1,121) + 34,14 \cdot 2,604}{132500} = -0,00224 \quad \tau_2 = 0,14851$$

$$m_2 = \frac{0,14851}{0,26646} = 0,5574 \quad \psi = 2,238 \quad v_2'' = 2,238 \cdot 0,26646 = 0,5963.$$

$$\text{Nachprüfung: } \psi_m' = \frac{2,238 - 2,057}{0,5574 - 0,5822} = -7,30.$$

Die Wiederholung mit $\psi_m' = -7,30$ liefert:

$$\Delta v = 0,00752 (v_2 = 0,26646) \quad \Delta\tau = -0,00222 (\tau = 0,14853),$$

woraus ersichtlich ist, daß eine etwas ungenaue Schätzung von ψ_m' keinen großen Einfluß auf das Ergebnis hat. Allerdings ist der Einfluß von ψ_m' bei größerer Schrittweite $\Delta\varphi$ stärker; das gleiche gilt von $\Delta^2 v''$ und $\Delta^2 \tau$, die ja auch vorweg geschätzt werden müssen.

Die Werte ψ_m' kann man auch errechnen aus

$$\psi_m' \approx \frac{d\psi}{dm},$$

also aus

$$\psi_m' \approx \mp \sqrt{1 + \mu^2} \cdot \frac{2m}{\sqrt{\mu^2 - m^2}},$$

wenn man für m einen mittleren Wert einsetzt. Die Verhältniszahlen ψ und ψ_m' trägt man sich am besten auf Millimeterpapier in genügend großem Maßstab auf. Hierzu nachstehende Tabelle 2:

Tabelle 2.

$m =$	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60
$\psi =$	2,6775	2,6185	2,5597	2,4936	2,4182	2,3300	2,2224	2,1570	2,0783	1,9744	1,7200
$\psi'_m =$	-2,515	-2,786	-3,109	-3,516	-4,052	-4,817	-6,06	-7,10	-8,805	-12,61	$-\infty$

Tabelle 3.

Schritt Nr.	φ Grad	$\Delta\varphi$ Grad	φ_m Grad	v	τ	v''	m	Δv	$\Delta\tau$
3	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	0,266 46	0,148 53	0,5963	0,5574	0,013 98	-0,000 05
4	$3\frac{1}{2}$	4	$5\frac{1}{2}$	0,280 44	0,148 48	0,6669	0,5295	0,025 24	0,009 15
5	$7\frac{1}{2}$	8	$11\frac{1}{2}$	0,305 68	0,157 63	0,7443	0,5157	0,045 17	0,035 31
6	$15\frac{1}{2}$	4	$17\frac{1}{2}$	0,350 85	0,192 94	0,8000	0,5500	0,021 70	0,020 00
7	$19\frac{1}{2}$	4	$21\frac{1}{2}$	0,372 55	0,212 94	0,7991	0,5716	0,021 00	0,018 84

Die nächsten Schritte werden in derselben Weise durchgeführt wie beim zweiten Schritt. Der Kürze halber sei von einer Wiedergabe der Zahlenrechnung abgesehen. Die Tabelle 3 bringt die Ergebnisse.

Für $\varphi = 23\frac{1}{2}^\circ$ ist damit:

$$v_1 = 0,393 55; \tau_1 = 0,231 78; m = 0,588 95; \psi = 1,986; v_1'' = 0,7816.$$

Die Rankinesche Pseudogleitfläche ist etwa zu erwarten für

$$\varphi \approx 45^\circ - \frac{\rho}{2} = 45^\circ - \frac{30^\circ \cdot 57,82'}{2} = 29^\circ 31,09',$$

so daß der letzte Schritt etwa ist:

$$\Delta\varphi \approx 29^\circ 31,09' - 23\frac{1}{2}^\circ = 6^\circ 1,09' = 0,105 04.$$

Für den letzten Schritt sind besondere Rechnungen erforderlich, weil jetzt $\Delta\varphi$ als Unbekannte auftritt. Als weitere Unbekannte ist Δv zu betrachten. $\Delta\tau$ und $\Delta v''$ ergeben sich bei errechnetem Δv aus

$$\tau_2 = \mu v_2 \quad \text{und} \quad v_2'' = (1 + 2\mu^2)v_2$$

(vgl. den Anfang der Berechnung) zu:

$$\Delta\tau = \mu(v + \Delta v) - \tau; \quad \Delta v'' = (1 + 2\mu^2)(v + \Delta v) - v''.$$

Setzt man diese Werte in Gl. (60) ein und drückt außerdem die Konstanten C wieder als Funktionen von $\Delta\varphi$ aus, so erhält man nach kurzer Rechnung folgende Gleichungen für Δv und $\Delta\tau$:

$$(63a) \quad \begin{cases} \left(\pm \frac{6\mu}{\Delta\varphi} - G_3 \right) \Delta v = G_1 \\ \left(\frac{6}{\Delta\varphi} + G_4 \right) \Delta v = G_2 \end{cases}$$

mit den von $\Delta\varphi$ nur noch sehr wenig abhängigen Abkürzungen:

$$(63b) \quad \begin{cases} G_1 = \mp \frac{6}{\Delta\varphi} (\mu v - \tau) + 2C_2(2\mu^2 v + v'') \\ \quad - 3C \cdot \cos \varphi + 8\Delta^2 v'' + [3 \cdot \sin \varphi \pm \frac{7}{4}(\mu v - \tau)] \Delta\varphi \\ G_2 = \pm 3C_2(\mu v + \tau) - 3C \cdot \sin \varphi \pm 8\Delta^2 \tau \\ \quad - [3 \cdot \cos \varphi + (1 + 2\mu^2)v - v''] \Delta\varphi \\ G_3 = (1 + 4\mu^2)C_2 \pm \frac{7}{4}\mu \Delta\varphi; \\ G_4 = \mp 3\mu C_2 + \left(\frac{1}{4} + 2\mu^2 \right) \Delta\varphi. \end{cases}$$

Aus der Gleichsetzung von Δv :

$$(63c) \quad \Delta v = \frac{G_1}{\frac{6\mu}{\Delta\varphi} - G_3} = \frac{G_2}{\frac{6}{\Delta\varphi} + G_4}$$

folgt für $\Delta\varphi$:

$$(63d) \quad \Delta\varphi = 6 \cdot \frac{\pm \mu G_2 - G_1}{G_2 G_3 + G_1 G_4}.$$

Zahlenmäßig erhält man für $\Delta\varphi \approx 0,1050$:

$$G_1 = -\frac{0,0261}{\Delta\varphi} + 0,918 + 1,204 \Delta\varphi; \quad G_2 = 1,823 - 2,646 \Delta\varphi \\ G_3 = 7,318 + 1,05 \Delta\varphi; \quad G_4 = -5,398 + 0,97 \Delta\varphi,$$

wobei $\Delta^2 v'' \approx 0,003$ und $\Delta^2 \tau \approx 0,0002$ gesetzt ist. Die Einsetzung von $\Delta\varphi = 0,1050$ liefert nach Gl. (63d): $\Delta\varphi = 0,1083$, während sich mit $\Delta\varphi = 0,1060$ der Wert $\Delta\varphi = 0,1046$ ergibt. Durch Zwischenschalten findet man: $\Delta\varphi = 0,10565 = 6^\circ 3,2'$ und damit aus Gl. (63c): $\Delta v = 0,029 97$. Man hat dann weiter: $v_2 = 0,423 52$; $\tau_2 = 0,6 \cdot v_2 = 0,254 11$, $v_2'' = 1,72 \cdot v_2 = 0,7285$ und $\varphi = 29^\circ 33,2'$ sowie $\cotg \varphi = 1,7637$. Für den letzteren Wert erhält man aus Gl. (27) für $b = m$: $b = -0,001$; also eine nahezu waagerechte Geländelinie.

Nun ist allerdings zu bedenken, daß in der Rechnung immerhin kleine Fehler sein werden, wodurch die Bedingung $\frac{\tau}{v} = \mu$ für die Berechnung des letzten Schrittes einen etwas anderen $\Delta\varphi$ -Wert ergeben kann. Aus diesem Grunde ist es besser, die Neigung der Geländelinie aus der Größe von v zu bestimmen, was am einfachsten aus Gl. (55a) geschieht.

Die Auftragung der m -Werte zeigt nämlich, daß für die Rankinesche Pseudogleitfläche $\frac{dm}{d\varphi} = 0$ gilt, so daß aus Gl. (55a) folgt:

$$\frac{\gamma r}{v} (\cos \varphi \mp \mu \cdot \sin \varphi) - (1 + \mu^2) = 0.$$

v ist hierin mit φ etwas veränderlich anzunehmen, nämlich nach der zeichnerischen Auftragung der v -Werte um rd. 0,0046 je Grad. Man erhält für $\varphi = 29^\circ 30'$ einen Rest von $-0,000 75$, für $\varphi = 29^\circ 20'$ einen Rest von $+0,003 24$ und durch Zwischenschalten: $\varphi = 29^\circ 28,1'$ oder $\cotg \varphi = 1,7698$. Für diesen Wert liefert Gl. (27): $b = +0,002$.

Die Formel (47a) ergibt für $b = +0,002$:

$$\lambda_a = 0,2464 \quad (\text{für } b = -0,001: \lambda_a = 0,2462).$$

Es ist $\frac{0,2550}{0,2464} \approx 1,035$,

d. h. die genaue Berechnung des Erddruckes ergibt im vorliegenden Falle einen um 3,5% größeren Wert als die Rechnung mit ebenen Gleitflächen.

Für den Erdwiderstand bei nahezu waagerechtem Gelände ($b = 0,025$) ergibt die genaue Berechnung für $\varphi = 30^\circ$ ($\mu = 0,5774$) nach Abb. 51:

$$3,15 \cdot \cos 30^\circ = \lambda_p \cdot \frac{1,0^2}{2} \quad \text{oder} \quad \lambda_p = 6,30 \cdot \cos 30^\circ = 5,46,$$

während man nach Formel (47a) für $b = 0,025$ ein λ_p von 7,87 erhält. Mit $5,46 : 7,87 = 0,694 = 1 - 0,306$ ergibt also hier die genaue Berechnung 30,6% weniger als die Berechnung mit ebenen Gleitflächen.

Diese Zahlen unterstreichen nochmals die bekannte Tatsache, daß die Berechnung mit Hilfe kurvenförmiger Gleitflächen für den Erdwiderstand weit eher notwendig wird als für den Erddruck.

Die bei der genauen Berechnung des Erddruckes erhaltenen Werte für v , τ , v'' und m sind in Abb. 55 aufgetragen. Vergleichshalber sind auch die dem Rankineschen Spannungszustand entsprechenden Werte eingetragen. Die außerdem noch aufgetragene Kurve für $\cotg \omega$ ist aus den m -Werten mit Hilfe von Gl. (27) berechnet. Sie dient zur Koordinatenberechnung der Gleitkurve nach Gl. (57); es sind zu diesem Zweck die mittleren Flächenhöhen für je 5° in Abb. 55 angegeben.

Man erhält folgende Zahlen:

$\varphi =$	0°	5°	10°	15°	20°	25°	$29\frac{1}{2}^\circ$
$\int_0^\varphi \cotg \omega d\varphi$	0	0,0731	0,0798	0,0770	0,0710	0,0637	0,0506
$\int_0^\varphi \cotg \omega d\varphi$	0	0,0731	0,1529	0,2299	0,3009	0,3646	0,4152
$\frac{r}{r_0}$	1,0	0,9295	0,8582	0,7946	0,7402	0,6945	0,6602

Abb. 56 zeigt die Gleitfläche und die Druckverteilung längs Gleitfläche und Wand. Die von Müller-Breslau erhaltene, teilweise kreisförmige Gleitfläche ist zum Vergleich mit eingezeichnet. Die Druckverteilung längs der Gleitfläche zeigt einen Knick, was man von vornherein nicht ohne weiteres erwarten würde. Diese Unstetigkeit folgt jedoch auch aus der Kötterschen Formel (48), weil $\cotg \vartheta$ [und damit auch das ϑ in Gl. (48)] in Abb. 55 ebenfalls einen Knickpunkt aufweist.

Die Neigung der Gleitlinie entspricht auf dem größten Teil ihrer Länge der Neigung nach Rankine. Es ist daher verständlich, wenn Ph. Forchheimer aus Versuchen für waagerechte Sandoberfläche gefunden hat, daß die Neigung der Gleitfläche nicht genau mit der Neigung nach Coulomb übereinstimmt, sondern nahezu $45^\circ + \frac{\rho}{2}$ beträgt^{62a)}.

^{62a)} Ph. Forchheimer, Versuche über Gleitflächenbildung und Schichtenfaltung. Jahrb. f. Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1893, Bd. I, S. 137.

Diese Feststellung ergibt selbstverständlich keinen Hinderungsgrund für die Anwendung des einfachen und bequemen Coulombschen Verfahrens ebener Gleitflächen, denn bezüglich der Zulässigkeit ebener Gleitflächen gibt allein die Abweichung in der Größe des Erddruckes den Ausschlag.

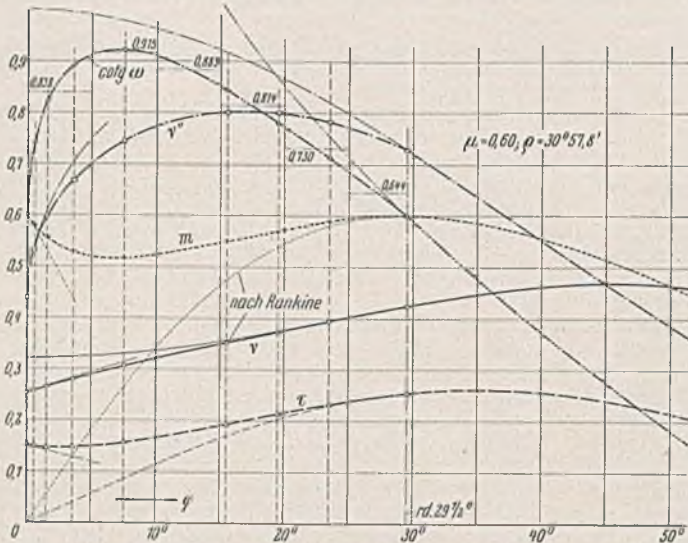


Abb. 55. Zur genauen Berechnung des Erddruckes.

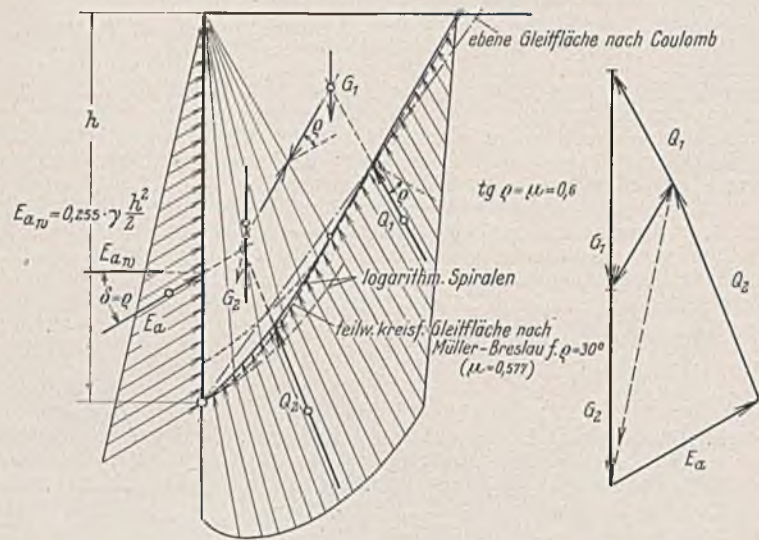


Abb. 56. Genaue Gleitflächenlage und Druckverteilung für den unteren Grenz Zustand (Wandbewegung A).

In seinem unter III dieser Arbeit schon erwähnten Aufsatz⁶³⁾ hat M. Ritter (Zürich) für waagerechtes Gelände eine Erddruckformel abgeleitet, die genaue Ergebnisse liefern soll, bislang aber m. W. keiner Kritik unterzogen worden ist. Diese Formel lautet mit unseren Bezeichnungen:

$$E_{ab=0} = \frac{\text{tg}^2\left(45 - \frac{\rho}{2}\right)}{\cos(\alpha + \delta)} \cdot \gamma \cdot \frac{h^2}{2}$$

und liefert — wie Ritter selbst angibt — für $\alpha = 0$ und $\delta = \rho = 30^\circ$ einen mehr als 22% größeren Erddruck als die Formeln für ebene Gleitflächen. Dieser auffallende Unterschied dürfte schon von sich aus dazu beitragen, die Richtigkeit der Formel zu bezweifeln. Da nun die oben gegebene genaue Berechnung nur einen um 3 1/2% größeren Erddruckwert ergibt, so erscheint die Rittersche Formel unrichtig. Sie liefert übrigens für $\delta = \rho$ größere Erddruckwerte als für $\delta = 0$, was ebenfalls nicht sein darf⁶⁴⁾.

M. Ritter hat noch vor kurzer Zeit auf seine Erddruckformel hingewiesen⁶⁵⁾ und dabei eine von A. Caquot gegebene Formel für die Tragfähigkeit eines Fundamentstreifens angeführt, die in derselben Art und Weise abgeleitet ist. Die letztere Formel lautet mit unserer unter II gebrauchten Abkürzung $n = \text{tg}^2\left(45^\circ + \frac{\rho}{2}\right)$:

$$\text{Grenzlast } \sigma = \frac{1}{4} \gamma b \sqrt{n} (n^2 - 1) + (\gamma h + p) n^2,$$

wenn b die Fundamentbreite, h die Gründungstiefe und p eine gleichmäßige Geländeauflast bedeuten. Daß diese Gleichung unrichtig ist, läßt sich sogar für den Fall nachweisen, daß man die von Ritter abgeleitete Gesetzmäßigkeit für die Größe der Hauptspannungen als richtig unterstellt. Denn für die unterste Spitze des eindringenden Erdkelles muß $n \sigma_2 = \sigma_1$ sein, was auf die Gleichung führt:

$$\sigma = \gamma b \sqrt{n} (n - 1) + n (\gamma h + p),$$

die mit der obigen Formel nicht identisch ist. (Fortsetzung folgt.)

⁶³⁾ M. Ritter, Zur Theorie des Erddruckes auf Stützmauern. Schweiz. Bauztg. 1910, S. 197.

⁶⁴⁾ Die mathematische Seite der Ableitung der Formel ist allem Anschein nach einwandfrei; der Fehler kann also nur in der Methode der Ableitung an sich stecken. Diese Methode erhält dadurch eine Stütze, daß nach ihr die Ableitung des Kötterschen Gesetzes sehr einfach und mit richtigem Ergebnis gelingt. Daß diese Art und Weise der Ableitung aber trotzdem nicht einwandfrei ist, zeigt ein Ergebnis, das man erhält, wenn man die von Ritter für sein Erdrelement benutzten drei Punkte 2, 3 und 4 in eine Ebene fallen läßt. Man findet dann nämlich die Köttersche Formel für eine ebene Gleitfläche (Gl. 50). Es ist aber nicht einzusehen, warum man nicht auch in diesem Falle das vollständige Köttersche Gesetz erhalten soll.

⁶⁵⁾ M. Ritter, Grenz Zustände des Gleichgewichts in Erd- und Schüttmassen. Vorbericht des 2. Kongresses der Internationalen Vereinigung für Brückenbau und Hochbau, Berlin 1936, S. 1575.

Alle Rechte vorbehalten.

Aus dem Geschäftsbericht 1937 der Deutschen Reichsbahn.¹⁾

Die Bautätigkeit wurde im Geschäftsjahr 1937 planmäßig weitergeführt. Zahlreiche Streckenneubauten wurden fortgeführt oder fertiggestellt. So wurde die 25 km lange eingleisige Nebenbahn Borna—Großbothen fertiggestellt und am 3. Oktober 1937 für den gesamten Verkehr eröffnet; auch die Teilhochlegung der Strecke Berlin—Frankfurt (Oder) zwischen Erkner und Fürstenwalde (Spree) wurde fertiggestellt. Von der Neubaustrecke Heiligenbeil—Zinten—Preuß. Eylau wurde eine 11 km lange Teilstrecke für den Gesamtverkehr und von dem Bahnbau Brieg—Nams-lau—Neumittelwalde ein 12 km langer Teilabschnitt dem Betriebe übergeben. Von der Ostertalbahn wurde eine 10 km lange Teilstrecke in Betrieb genommen.

Der Bau der Nordsüd-S-Bahn in Berlin machte beachtenswerte Fortschritte. Die Unterfahrung des Geschäftsgebäudes des Mitteleuropäischen Reisebüros (Palasthotel)²⁾ und die Hilfsfahrbahndecke für den Potsdamer Platz sind fertiggestellt. Die Bauarbeiten an dem Tunnel in der Saarlandstraße und im Bereich des Anhalter Bahnhofs sind im Gange, ebenso für die neuen U-Bahnhöfe Anhalter Bhf. und Potsdamer Platz. In ihrem südlichen Teile mußte die Linienführung der Nordsüd-S-Bahn infolge der Pläne für die Neugestaltung der Reichshauptstadt Berlin erheblich geändert werden. Insbesondere wurden auch die Entwürfe für den Wannseebahntunnel nahe Bhf. Kolonnenstraße berührt, so daß sich eine zeitweilige Unterbrechung der schon 1936 eingeleiteten Bauarbeiten auf diesem Abschnitt der Nordsüd-S-Bahn nicht vermeiden ließ. Die Bauarbeiten zur Unterfahrung des Postbahnhofs Luckenwalder Straße und zur Herstellung des Überführungsbauwerks der Ringbahnleiße über die Postgleise wurden fortgeführt.

Auf der zu elektrifizierenden Strecke Nürnberg—Halle/Leipzig wurden die Bauarbeiten zur Herstellung des neuen Lichtraumprofils und zur Verbesserung der Linienführung der Strecke weitergeführt. Der Umbau verschiedener Bahnhöfe an dieser Strecke wurde fertiggestellt, der anderer Bahnhöfe dort fortgeführt. Die Arbeiten an der Neubaustrecke (Haiger—

Breitscheid—Rabenscheid mit einem 1,1 km langen Tunnel wurden fortgesetzt, die Arbeiten an der Neubaustrecke Hannover—Celle sind so weit gefördert, daß diese im Jahre 1938 in Betrieb genommen werden kann³⁾.

An den Zufahrtrampen der festen Rheinbrücken bei Maxau und Speler wurde weitergearbeitet. Mit dem Bau einer eingleisigen Stichbahn Elfte—Minden (Westf.) wurde begonnen. Auf der Strecke Berlin—Charlottenburg—Wannsee wurde am 16. April 1937 das dritte und vierte Gleis dem Betriebe übergeben, ebenso am 3. Oktober 1937 das zweite Gleis der 5 km langen Strecke Borna—Neukirchen/Wyhra. Die Bauarbeiten für den viergleisigen Ausbau der Strecke Köln—Düsseldorf—Dortmund wurden teils planmäßig weitergeführt, teils in Gang gesetzt. Der zweigleisige Ausbau der Strecken Osterburken—Hattlingen, Stuttgart—Zuffenhausen, Greifenhagen—Podejuch u. a. m. ist beachtlich fortgeschritten. Außerdem wurde der Ausbau der schmalspurigen Nebenbahn Heidenau—Altenberg auf Vollspur sowie der Ausbau der eingleisigen Nebenbahn Rommerskirchen—Liblar zu einer Hauptbahn weitergeführt.

Die Bauarbeiten für die Erweiterung der Bahnhöfe Chemnitz, Plauen, Bitterfeld, Heidelberg, Dresden, Zwickau, Beuthen (O.-S.), Hohenstein (Ostpr.), Marienburg (Westpr.), Stralsund, Hönningen (Rh.), Adenau Gbhf., Kiel-Tomberg, Emden West, Glatz und Kirchheim, ferner in Hameln, Tündern und Pyrmont wurden planmäßig fortgesetzt. Die Umbauarbeiten auf dem Bhf. Berlin-Zoo-log. Garten wurden weiter gefördert; die Funderungen der neuen Rahmenkonstruktion für die Ferngleise zwischen Hardenberg- und Kantstraße sind fertiggestellt. Auf Bhf. Berlin-Friedrichstraße sind im Zuge der Verstärkung der Stadtbahnbogen auch der Unterbau des Bahnhofs entsprechend hergerichtet. Auch die Bauarbeiten zur Umgestaltung der Düsseldorfer Bahnanlagen sind kräftig gefördert worden. In Nürnberg war es möglich, die Bauarbeiten so zu fördern, daß die verlegten Strecken Nürnberg—Dutzendteich/Fischbach—Nürnberg Rbf. in Betrieb genommen und das Gelände für die Feststraße zum Reichsparteitag freigemacht werden konnte.

¹⁾ Über den Geschäftsbericht 1936 s. Bautechn. 1937, Heft 25, S. 330.
²⁾ Bautechn. 1937, Heft 42, S. 541; Heft 43, S. 553.

³⁾ Ist inzwischen am 14. Mai 1938 geschehen.

Die Verlagerung der Industrie nach Mitteldeutschland erfordert die Erweiterung und den Umbau des Bahnhofs Wolfen (Kreis Bitterfeld) und der Bahnanlagen in Wittenberg (Pr. Sa.) sowie der Bahnhöfe Dessau-Roßlau, Ammendorf, Halle (Saale) und Leipzig-Wahren. In Sonthofen ist der Bau eines Durchgangsbahnhofs begonnen worden, der den jetzigen Kopfbahnhof ersetzen soll.

Auf dem Gebiete des Hochbaues war trotz der schwierigen Rohstofflage die Bautätigkeit ebenfalls rege. Neue Empfangsgebäude wurden in Hohenstein (Ostpr.), Wedau, Glückstadt, Auerstedt begonnen. Auf zahlreichen Bahnhöfen, u. a. in Bonn, Hamburg Hbf., Hamburg Dammtor, Frankfurt (Main), Bernburg, Lüneburg, Schweidnitz, Goldberg, wurden Um- und Erweiterungsbauten begonnen, der Umbau einer größeren Zahl Empfangsgebäude wurde fortgeführt. Neue Empfangsgebäude wurden fertiggestellt in Bergedorf, Stralsund-Rügendamm und Bremervörde, Umbauten in Elbing, Cottbus, Triberg und Neisse der Benutzung übergeben. Zu erwähnen sind ferner die Neubauten zahlreicher Dienstgebäude. Erweiterungsbauten der Geschäftsgebäude der RBD Nürnberg, Mainz, Frankfurt (Main), Berlin, Halle (Saale), Regensburg, Karlsruhe, Münster (Westf.) sind im Gange; in Bad Homburg ist der Bau einer Reichsbahnzentralschule eingeleitet.

An einer Reihe von Tunneln wurden Erneuerungs- und Abdichtungsarbeiten begonnen oder fortgeführt, u. a. am Möhringer Tunnel (Schwarzwaldbahn), am Rohrbacher Tunnel (Ruhr-Sieg-Strecke), am Altenhofentunnel (Hochspeyer—Bad Münster a. St.) und Walkenrieder Tunnel (Nordhausen—Northelm). Die Arbeiten zur Beseitigung des Schönhuter Tunnels (Dittersbach—Hirschberg) sind beendet. In Berlin stieg die Zahl der verstärkten Stadtbahnbojen auf 670 (bei insgesamt 760 Bogen).

Zahlreiche Wegübergänge sind durch den Bau von Über- und Unterführungen oder durch Anlage von Längswegen beseitigt worden. An vielen anderen Wegübergängen wurden Warnlichtanlagen aufgestellt. Die Kennzeichnung der Reichsstraßenübergänge durch Wegebaken ist abgeschlossen; fast 2000 Wegübergänge haben verbesserte Beleuchtungseinrichtungen erhalten. Der Ersatz fernbedienter Schranken und die Verbesserung der Sicht an unbeschränkten Übergängen wurde fortgesetzt.

Oberbauunterhaltung und -erneuerung waren vor allem von Stoffmangel und Arbeitermangel beeinflusst. Der Stahlverbrauch wurde durch Verringerung der Gleiserneuerung um 40% vermindert, obwohl das ursprünglich geplante Erneuerungsprogramm stark eingeschränkt war. Schwellen- und Bettungserneuerung wurde dagegen stark gefördert, so daß später nur die Schienen erneuert zu werden brauchen. Die Weichen-erneuerung machte vielfach Schwierigkeiten wegen nicht rechtzeitiger Lieferung der Weichen infolge von Überlastung der Industrie und der reichseligen Werke. Es konnten deshalb nur 1238 km Gleise und 5512 Weicheneinheiten erneuert werden. Entsprechend konnten statt der vorgesehenen 1988 km Gleise in den Gleisen 2. und 3. Ordnung nur

1536 km Gleise ausgewechselt werden. — Die Bemühungen, die alten eisernen Oberbaustoffe durch Aufarbeiten wieder verwendbar zu machen, wurden fortgesetzt. Hierbei ist außer dem Aufpressen des Kleisenzeuges das Aufarbeiten abgefahrter Weichenherzstücke und von Schienen mit Schleuderstellen durch Auftragschweißung zu erwähnen. Aus guten Mittelstücken alter, nicht mehr gleisfähiger Schwellen wurden vielfach wiederverwendbare Gleisschwellen hergestellt. Auch die Frage der Verwendbarkeit von Eisenbetonschwellen wurde behandelt und ihre Klärung einer besonderen Arbeitsgemeinschaft zugewiesen.

Die beiden Oberbaumaßnahmen, die mit sehr genau arbeitenden neuen Richtungsgeräten ausgestattet wurden, prüften 48673 km Gleise 1. u. 2. Ordnung der DRB nach; durch Messungen auf Strecken fremder (auch ausländischer) Verwaltungen erhöhte sich diese Leistung noch um 6873 km.

Über die wichtigsten der im Jahre 1937 begonnenen, weitergeführten und vollendeten Brücken- und Ingenieurhochbauten hat bereits Geh. Baurat Dr.-Ing. e. h. G. Schaper in Bautechn. 1938, Heft I u. 3, eingehend berichtet; auf diesen Bericht wird an dieser Stelle ausdrücklich hingewiesen.

Die Sicherungs- und Fernmeldeanlagen sind vielfach ergänzt und verbessert worden. Eine Anzahl veralteter und abgenutzter Stellwerke wurde durch mechanische Stellwerke der Einheitsform oder durch elektrische Kraftstellwerke (u. a. auch Mehrreihenstellwerke) ersetzt. Größere Stellwerksanlagen haben u. a. die Bahnhöfe Bingerbrück, Brackwede, Düsseldorf-Derendorf, Gerstungen, Kassel Vbf. und Magdeburg Hbf. erhalten. Die Ausrüstung mit elektrischer Streckenblockung wurde fortgesetzt. Auf der Berliner S-Bahn wurden 50 km Gleisstrecke mit selbsttätiger Streckenblockung ausgerüstet. — Auf einer weiteren Reihe von Schnellzugstrecken wurden, um die Fahrgeschwindigkeiten dort erhöhen zu können, die Abstände der Vorsignale vom Hauptsignal auf 1000 m erhöht und dabei Vorsignale mit Zusatzflügel eingeführt. Der Einbau von Zugbeeinflussungseinrichtungen wurde in erheblichem Umfange vermehrt, und an vielen Wegübergängen wurden Einrichtungen zur Überwachung des Schranken-schließens durch Zugbeeinflussung eingebaut. Auf zahlreichen Nebenbahnen sind behufs Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit die Sicherungsanlagen durch Aufstellen von Ein- und Ausfahrtsignalen, Einbau von Flankenschutzeinrichtungen usw. ergänzt und zum Tell Zugmelde- und Läuteleinrichtungen hergestellt worden. Die Einrichtung elektrischer Weichen- und Signalbeleuchtung schreitet fort.

Die Fernsprechverbindungen für den Nah- und Fernverkehr wurden vermehrt und zahlreiche neue Fernsprech-Selbstanschlußämter in Betrieb genommen oder erweitert. Auf mehreren Bahnhöfen wurden Betriebsüberwachungsanlagen sowie Lautsprecheranlagen für die Personenverkehrsregelung und auf einigen Strecken Zugüberwachungsanlagen eingerichtet. Laskus.

Vermischtes.

Die Arbeitsgemeinschaft für Auslands- und Kolonialtechnik im VDI Akotech veranstaltet am Mittwoch, den 15. Juni 1938, um 20 Uhr im Großen Saale des Ingenieurhauses, Berlin NW 7, Hermann-Göring-Straße 27, einen Lichtbildvortrag des Herrn Architekt Ing. Erich Engels, Wien, über: „Bauen in China“, Selbstgesehenes und Erlebtes. — Eintritt frei.

Eine Staatliche Straßenbauschule in Nürnberg wurde auf Anregung des Generalinspektors Dr. Todt kürzlich eröffnet. Die dem Ohm-Polytechnikum angegliederte Schule dient der drei Semester umfassenden Ausbildung von Zivilwärtern für den Straßenmeisterdienst. An den Besuch der Schule, nach Ablegung einer Prüfung, schließt sich eine entgeltliche Ausbildungszeit von 18 Monaten bei einer Straßenbauverwaltung an, die mit einer Verwaltungsprüfung abgeschlossen wird. Darauf kann der Anwärter als Straßenmeister mit der Möglichkeit späterer Beförderung zum Bauinspektor angestellt werden. Voraussetzung für die Aufnahme in die Schule ist ein Mindestalter von 17 Jahren, eine zweijährige Tätigkeit im Straßenbau oder im sonstigen Baugewerbe oder Ablegung der Gesellenprüfung im Bauhandwerk.

Verwendung von Sonderstählen im Eisenbetonbau. Zur Vermeidung irriger Auffassungen hat der Preußische Finanzminister in einem Runderlaß vom 2. Mai 1938 — Bau 2950 B/9. 4. — eine Übersicht über

die Bedingungen bekanntgegeben, an die nach den von ihm ausgesprochenen allgemeinen Zulassungen die Verwendung von Sonderstählen (Drillwulststahl, Istegehalt, Nockenstahl, Baustahlgewebe und Betonstahlgewebe) gebunden ist. Die „Übersicht“ besteht aus drei Tabellen (Gegenstand der Zulassung, Werkstoffeigenschaften, Zulässige Spannungen) sowie aus besonderen Bestimmungen über Ausbildung und Stoß der Bewehrung, über Nachweise der Werkstoffeigenschaften u. a. m.

Der Runderlaß ist erschienen im Ztrbl. d. Bauw. 1938, Heft 20, S. 546, und kann in Einzel-exemplaren (zum Preise von 10 Pf) oder in Partien bezogen werden durch den Verlag von Wilh. Ernst & Sohn, Berlin W 9, Köthener Straße 38.

Wasserwirtschaftstagung vom 27. bis 29. Juni 1938 in Aachen, veranstaltet vom Reichsverband der Deutschen Wasserwirtschaft E. V. Der geschäftliche Teil der 48. Hauptversammlung d. RdDW (nur für Mitglieder) findet Dienstag, den 28. Juni, 8³⁰ Uhr, im Kupfersaal des Neuen Kurhauses im Kurgarten an der Monheimsallee, statt. Um 9 Uhr Eröffnung der öffentlichen Versammlung im Großen Saal ebendasselbst. Folgende technische Vorträge sind in Aussicht genommen: Generalinspektor Prof. Dr.-Ing. Todt, Berlin: „Der Wasserbau vor neuen Aufgaben“; — Reg.-Baumeister a. D. Schatz, Aachen: „Die Rurtalsperre Schwammenauel“; —

Reg.-Baumeister a. D. Lamby, Brand b. Aachen: „Die Wassergewinnungsanlagen des Wasserwerkes des Landkreises Aachen, besonders die neue Kallsperr“; — Regierungsbaurat Schweicher, Düsseldorf: „Hochwasserschutz und Deichwesen am Niederrhein“; — Regierungsbaurat a. D. Schmitz-Lenders, Viersen: „Die Beseitigung der Vorflutschäden im Niersgebiet“. Nachmittags Besichtigungsfahrten zur Dreilägerbachsperre und Kallsperr.

Am Mittwoch, den 29. Juni, ab 8³⁰ Uhr, Eilfahrrt, Fahrt zur Urttalsperre und zum Staudamm der Rurtalsperre Schwammenauel, Einweihung der Sperre und Besichtigung des Staudammes.

Anmeldung zur Tagung spätestens bis zum 20. Juni an die Geschäftsstelle des Reichsverbandes der Deutschen Wasserwirtschaft E. V., Berlin-Steglitz, Kantstraße 20.

Bücherschau.

Hailer, J.: Gleiskrümmung und Fliehkraft auf Eisenbahnbrücken. Eine Anleitung zur Berechnung dieser Einflüsse auf die stählernen Eisenbahnbrücken unter Beachtung der Vorschriften der Deutschen Reichsbahn. IV, 49 S., 46 Abb. Berlin 1938, Verlag von Wilh. Ernst & Sohn. Preis geh. 3,80 RM.

Der Verfasser hat in übersichtlicher und leicht verständlicher Weise Vorschläge für die Berechnung des Einflusses der Fliehkraft auf die Teile der Fahrbahn, Schwellen, Fahrbahnträger und Querträger bei unmittelbarer Auflagerung der Schwellen sowie bei durchgeführtem Schotterbett und auf die Hauptträger aufgestellt. Die für die einzelnen Bauglieder entwickelten Formeln bieten dem Statiker bei Aufstellung der statischen Berechnung ein wertvolles Hilfsmittel, um sicher und schnell die Werte, die die Fliehkraft in jedem Konstruktionsteil hervorruft, zu ermitteln. Es sind hierbei alle vorkommenden Fälle bezüglich der Anordnung der Fahrbahnträger in erschöpfender Weise berücksichtigt. Die Anschaffung des kleinen Büchleins kann allen Bearbeitern von in der Gleiskrümmung liegenden Brücken, besonders denen, die sich in dieses Gebiet einarbeiten wollen, empfohlen werden. Kilian, Reichsbahn-Oberrat.

INHALT: Beitrag zu technischen Fragen der Abwasserverregung. — Bogenbrücken mit mehreren Öffnungen. — Zur Theorie des Erddruckes unter besonderer Berücksichtigung der Erddruckverteilung. (Fortsetzung). — Aus dem Geschäftsbericht 1937 der Deutschen Reichsbahn. — Vermischtes: Arbeitsgemeinschaft für Auslands- und Kolonialtechnik. — Staatliche Straßenbauschule in Nürnberg. — Verwendung von Sonderstählen im Eisenbetonbau. — Wasserwirtschaftstagung vom 27. bis 29. Juni 1938 in Aachen. — Bücherschau.