Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 95/96 (1930)
Heft: 4

Artikel: Praktische Anwendung geophysikalischer Aufschlussmethoden
Autor: Gassmann, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-44030

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: 15.07.2025

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

INHALT: Praktische Anwendung geophysikalischer Aufschlussmethoden. — Wohnhaus an der Klusstrasse beim Sonnenberg, Zürich. — Nekrologe: Carl Müller. — Mitteilungen: Schweizerische Starkstrom-Kontrolle. Europa-Rundflug für Sportflugzeuge. Schweizerischer Autostrassenverein. XII. Internationaler Architektenkongress 1930. Eidgenössische Technische Hochschule. Schweizerische Gesellschaft für Kulturtechnik. — Wettbewerbe: Zweite Aarebrücke in Aarau. Schlachthaus Aarau. Bebauung der „Egg" in Zürich-Wollishofen. Neue Synagoge in Zürich. Gemeindehaus Kilchberg (Zürich). Schulhaus und Turnhalle in Lupfig (Aargau). Entwürfe für das Chormosaik der St. Antoniuskirche. — Literatur: Praktikantenbildung für Maschinenbau und Elektrotechnik. — Mitteilungen der Vereine: Schweiz. Ing.- u. Arch.-Verein.

Band 96 Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 4

Praktische Anwendung geophysikalischer Aufschlussmethoden.

Die angewandte Geophysik hat die Aufgabe, aus physikalischen Beobachtungen an der Erdoberfläche Schlüsse zu ziehen auf den Aufbau des nicht aufgeschlossenen Untergrundes bis zu einigen 100 Metern Tiefe. Um mit einer geophysikalischen Methode eine unterirdische Einlagerung auffinden und abgrenzen zu können, ist es notwendig, dass sich diese Einlagerung vom umliegenden Gestein in einer physikalischen Konstanten genügend unterscheidet. Bei den magnetischen Aufschlussmethoden verwendet man als physikalische Konstante die magnetische Suszeptibilität, bei den gravimetrischen die Dichte, bei den elektrischen die elektrische Leitfähigkeit und bei den seismischen die elastischen Konstanten.

Alle diese Methoden wurden kürzlich in einem Kurs erläutert und mit Instrumenten praktisch vorgeführt, die sich nicht nur im Laboratorium, sondern auch in der Praxis bewährt haben. Vom 7. bis 13. April ds. J. führte die Reichsanstalt für Erdbebenforschung in Jena unter Leitung des Direktors Oskar Hecker diesen Kurs in angewandter Geophysik durch. An die 60 Teilnehmer wurden da in die verschiedenen Methoden der angewandten Geophysik eingeführt. Die Vormittage waren ausgefüllt durch Vorträge, in der Hauptsache bestritten durch Dr. O. Meisser, neben Dr. H. Martin und Dr. M. Müller; nachmittags wurden im Gelände die Methoden praktisch vorgeführt.

Zur Erklärung der magnetischen Aufschlussmethoden wurde zunächst das magnetische Kraftfeld der Erdkugel mit seinen zeitlichen Aenderungen besprochen. Dieses Kraftfeld ist beobachtbar, weil in jedem Punkte der magnetische Kraftvektor gemessen werden kann. Er ist durch drei Grössen bestimmt, z. B. durch die Richtung der Horizontalkomponente (Deklination), den Winkel zwischen dem Vektor und seiner Horizontalkomponente (Inklination) und durch die Grösse der Horizontalkomponente (horizontale Intensität). Zur Messung dieser Elemente dienen der magnetische Theodolit, eine um eine Vertikalaxe schwingende Magnetnadel und ein Inklinatorium. Auf einem kleinen Stück der Erdoberfläche ist das magnetische Feld im allgemeinen homogen, d. h. die magnetischen Vektoren in verschiedenen Punkten sind gleich gross und zueinander parallel. Enthält aber der Untergrund eine Einlagerung, deren Suszeptibilität sich genügend von der der Umgebung unterscheidet, so ist das Feld an der Erdoberfläche nicht mehr homogen, sondern gestört, und die Abweichungen relativ zum normalen, homogenen Feld geben Aufschluss über Lage und Grösse der störenden Einlagerung. Die Abweichungen werden durch relative Bestimmungen einer oder mehrerer magnetischer Feldgrössen gemessen. Diese relativen Messungen mit Hilfe des magnetischen Theodoliten und der Horizontal- und Vertikalintensitäts-Variometer sind einfacher als die absoluten Messungen und gestatten deshalb im Felde die Bewältigung von vielen Stationen im Laufe eines Tages.

Die gravimetrischen Untersuchungsmethoden wurden in zwei getrennten Teilen vorgeführt. Der erste Teil handelte von den Pendelmessungen, der zweite von den Messungen mit der Eötvös'schen Drehwage. Die Reversionspendel gestatten die absolute Messung der Schwerebeschleunigung. In der angewandten Geophysik werden weniger zeitraubende relative Schweremessungen mit festen Pendeln (Sterneck-Pendel) ausgeführt. Es kommt bei solchen Messungen auf eine genaue Bestimmung der Schwingungsdauer und auf eine sorgfältige Elimination oder Berücksichtigung der Fehler an. Im Kursus wurde ein von der Reichsanstalt selbst ausgebildeter neuer Apparat mit vier in einem luftverdünnten Raum gleichzeitig schwingenden Pendeln vorgeführt, der eine gute Kontrolle der Fehlerquellen gewährleistet. Die Bestimmung der Schwingungsdauer erfolgt durch Koinzidenzbeobachtungen mit photographischer Registrierung.

Die Eötvös'sche Drehwage, ein Messapparat von ungemein grosser Empfindlichkeit, misst Komponenten des Gradienten der Schwerkraft, die Krümmung der Lotlinie und die Abweichung der Niveauflächen der Schwerkraft von der Kugelgestalt. Die Demonstrationen im Felde zeigten, dass der Vielseitigkeit und Genauigkeit der Leistungen des Apparates die grosse Schwierigkeit in der Handhabung und der Elimination der Geländefehler gegenübersteht. Die topographische Korrektion ist durch ein Nivellement und die Bestimmung der mittleren Dichte des Untergrundes einzuführen. Die Drehwage selbst ist zum Schutze gegen Temperaturwechsel in einem Häuschen mit Sonnensegel untergebracht, das leicht transportabel ist und in wenigen Minuten aufgestellt werden kann.

Im weiteren wurden die mannigfachen elektrischen Verfahren der Bodenforschung besprochen und an typischen Beispielen praktisch erläutert. Durch zwei oder mehr Elektroden oder durch blosse Induktion wird im Boden ein elektrisches, zeitlich konstantes oder Wechsel-Feld erzeugt. Ist der Untergrund homogen, dann hat das Feld eine einfache geometrische Struktur. Störende Einlagerungen bilden sich als Deformationen der Stromlinien und Aequipotentiallinien an der Erdoberfläche ab. Diese Linien können bestimmt werden z. B. durch Aufsuchen von Punkten gleichen Potentials mit Sonden oder durch Beobachtung des induzierten Magnetfeldes.

Es bleibt noch das seismische Verfahren zu nennen, das u. a. gerade in Jena praktisch ausgebildet wurde. Wird an irgend einem Punkte der Erdoberfläche eine Sprengung vorgenommen, so pflanzen sich nach allen Seiten elastische Wellen fort. Treffen solche Wellen auf eine Trennungsfläche zwischen Schichten mit verschiedenen elastischen Eigenschaften, so werden sie gebrochen und reflektiert. Bestimmt man an der Erdoberfläche die Laufzeiten der Wellen als Funktionen der Entfernung von der Sprengstelle, so lassen sich nicht nur die Geschwindigkeiten der Wellen, sondern auch die Lage der Trennungsfläche bestimmen. Die Ankunft einer elastischen Welle an einem bestimmten Punkte der Erdoberfläche wird durch einen Seismographen oder ein Mikrophon festgestellt und optisch registriert. Auf der gleichen Registrierung wird zur Bestimmung der Laufzeit der Welle der Sprengmoment markiert. Die galvanische und die drahtlose Uebertragung des Sprengmomentes wurde demonstriert, wobei sich zeigte, dass bei diesem seismischen Verfahren eine Zeitgenauigkeit von 1/2000 sec erforderlich und erreichbar ist.

Ausser den theoretischen Begründungen hat der Kurs gezeigt, wie die verschiedenen Verfahren praktisch zu handhaben sind. Besonders wertvoll war die Kritik über die Anwendungsmöglichkeiten der verschiedenen Methoden und die Grenzen, die ihnen natürlicherweise gesteckt sind. Die elektrischen und seismischen Verfahren haben den Vorteil, dass die Versuchsbedingungen variiert und in gewissem Masse dem zu untersuchenden Objekt angepasst werden können, während das magnetische und das Schwerefeld fest vorgegeben sind. Das seismische Verfahren hat den weitern

Vorteil, dass es individuell ist, d. h. unter gewissen Voraussetzungen völlig eindeutige Resultate liefert, während bei den andern Verfahren die Kraftfelder, die an der Erdoberfläche beobachtet werden, die Struktur des Untergrundes nicht eindeutig bestimmen. Schon daraus geht hervor, dass diese Aufschlussmethoden nicht blindlings angewandt werden können, sondern Hand in Hand gehen müssen mit einer geologischen Untersuchung des Geländes, die auch Fingerzeige geben soll über die im Einzelfall am vorteilhaftesten anzuwendende Methode. Meistens wird eine Kombination von mehreren Methoden die sichersten Resultate liefern. Auf jeden Fall hat die Praxis erwiesen, dass die Anwendung geophysikalischer Aufschlussmethoden unter Umständen äusserst wirtschaftlich ist, da sie die Notwendigkeit kostspieliger Sondierbohrungen erheblich einzuschränken vermag.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass die Kursteilnehmer Gelegenheit hatten, unter kundiger Führung die Carl Zeiss-Werke, das Zeiss'sche Planetarium, das Glaswerk Schott und die im Bau befindliche Talsperre an der obern Saale zu besichtigen.

Aarau, April 1930. Dr. F. Gassmann.

Vom schweizerischen Betonstrassenbau.

Von Dipl. Ing. K. NÖRBEL, Wildegg (Aargau).

Unter den modernen Strassenbelägen, die heute beim Ausbau unseres Strassennetzes Anwendung finden, verschafft sich langsam auch der in Amerika schon längst heimische Betonbelag Eingang. Die Entwicklung dieses modernsten Belages in der Schweiz zeigt nachfolgendes Bild. Es wurden gebaut:

1926	Versuchstrecke Pratteln-Muttenz . . .	1 288 m²
1927	Versuchstrecke Brugg-Schinznach-Bad .	6 112 m²
1928	Route de Chêne in Genf, Bahnhofstrasse in Arbon, Staatstrasse bei Thayngen, Industriestrasse Thayngen, Bahnhofpärkli der Stadt St. Gallen	14 562 m²
1929	Staatstrasse Langwiesen-Wagenhausen, Kt. Thurgau, Staatstrasse Amriswil-Arbon, Kt. Thurgau, Neue Lorrainebrücke in Bern, Verschiedene Privatstrassen . .	90 932 m²
	Total bis Ende 1929	112 894 m²

Wenn auch diese Zahlen nicht amerikanisch klingen, so deuten doch ihr steter Anstieg und besonders die umfangreichen Ausführungen im Kanton Thurgau darauf hin, dass das Versuchstadium nun auch bei uns überwunden ist. Auf Grund eigener Erfahrungen kann heute gesagt werden, dass sich der Betonbelag auch für unsere Verhältnisse recht gut eignet. Betrachtet man die noch nicht nach den neuesten Gesichtspunkten des Betonstrassenbaues erstellte, heute 21 Jahre alte Betonstrasse in Rorschach, so bemerkt man dort allerdings zahlreiche Risse, die ihren Grund in der Nichtarmierung der Decke haben, doch sieht der Belag oberflächlich noch recht gut aus; er erfordert auch heute noch sehr wenig Unterhalt und wird dem stets wachsenden Verkehr noch viele Jahre genügen. Die Lebensdauer eines Betonbelages darf an Hand dieses Beispieles und auch gestützt auf ausländische Erfahrungen als eine sehr hohe angenommen werden. Unsere neuen Betonstrassen haben sich durchwegs gut bewährt und haben auch den abnormal strengen Winter 1928/29 schadlos überstanden. Nachfolgende Einzelheiten mögen einen Einblick in das Wesen des Betonstrassenbaues geben.

Als Unterlage für die Betondecke dient in Fällen, wo eine bestehende Strasse mit Beton belegt werden soll, meist die alte, durch Aufritzen und Walzen abgeglichene Chaussierung. Auch bei Neubauten kann in den meisten Fällen eine Steinbettlage erspart und die Betonplatte direkt auf den Untergrund, allenfalls auf eine festgewalzte Kiesunterlage aufgebracht werden. Die Betondecklage eignet sich ihrer druckverteilenden Eigenschaften wegen auch besonders in Gebieten mit wenig festem Baugrund. So liegt z. B. die Route de Chêne in Genf auf lehmigem Triebsand, auf dem bisher kein anderer Belag haltbar war. Auf eine gute Entwässerung des Strassenkörpers ist natürlich auch bei diesem Belag zu achten.

Der Betonbelag wurde bei uns aus wirtschaftlichen Gründen bis jetzt meist in zweischichtiger Bauweise ausgeführt. Dieses System gestattet, für die Unterschicht billigeres Grubenmaterial zu verwenden, während in der Oberschicht mit Rücksicht auf eine möglichst geringe Abnützung statt Grubenkies Hartschotter verwendet wird. Abb. 1 zeigt das beim Bau der beiden Betonstrassen zwischen Schaffhausen und Stein a. Rh. (11,4 km), sowie zwischen Amriswil und Arbon angewendete Querprofil. Die Unterschicht oder Tragschicht, der die Aufgabe zufällt, die Belastungen auf die Unterlage zu verteilen, wurde hier in Kiesbeton P 250 erstellt und hat in Strassenmitte eine Dicke von 8 cm, am Strassenrand eine solche von 14 cm. Etwa 3 cm über der Betonunterkante wurde ein Netz von 8 mm starken Rundeisen im Gewicht von rund 3 kg/m² verlegt. Die Oberschicht oder Verschleisschicht hat durchgehend eine Dicke von 6 cm und ist in Schotterbeton P 400 erstellt. Wo für einen Strassenbeton brauchbares Kies- oder Schottermaterial billig zur Verfügung steht, kann das Einschichtensystem mit Vorteil angewendet werden. Hier wird dann die ganze Platte von 12 bis 14 cm mittlerer Dicke aus Schotterbeton P 400 erstellt.

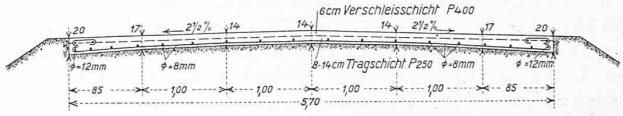

Abb. 1. Normal-Profil. — Masstab 1 : 80.

Eine einwandfreie statische Berechnung der Platte ist wohl kaum denkbar, doch haben Versuche[1]) auf der Betonstrasse Brugg-Schinznach-Bad ergeben, dass die Beanspruchungen der Platte durch Verkehrslasten an den Rändern bedeutend grösser sind als in Plattenmitte; die Verstärkung der Plattenränder erscheint somit aus statischen Gründen angezeigt. Eine leichte Armierung der Platte kann verhindern, dass sich allfällig auftretende Risse öffnen, wodurch eine Abnutzung des Beton an den Risskanten vermieden wird.

Zur Ableitung des Tagwassers genügt beim Betonbelag ein Quergefälle von 2 bis 2 ½ %, was besonders von den Lastwagenfahrern begrüsst wird, denen bei starker Wölbung der Fahrbahn ein Einhalten des vorgeschriebenen Fahrbahnstreifens oft kaum möglich ist. Die Kurven werden mit Rücksicht auf den heute meist überwiegenden Automobilverkehr im „Renbahnprofil", d. h. je nach Radius der Kurve, mit 2 bis 6 % Quergefälle ausgebaut.

Schwinderscheinungen und Temperaturänderungen führen bekanntlich in Betonbauwerken von grossen Ausdehnungen zu Rissbildungen. Um dieser Gefahr zu begegnen, werden in Abständen von 10 bis 12 m Querfugen, und bei breiten Strassen oft auch eine Längsfuge in Strassenmitte angeordnet, auf die wir noch zu sprechen kommen.

Der beim Bau von Betonstrassen zur Verwendung kommende Beton muss nach den neuesten Gesichtspunkten des Betonbaues hergestellt und verarbeitet werden, da den hohen Anforderungen, die hier an ihn gestellt werden, nur ein „Edelbeton" gerecht werden kann. Einmal ist, abgesehen von der Güte des Betonmateriales selbst, auf seine granulometrische Zusammensetzung grösstes Gewicht zu legen. Die zur Verwendung vorgesehenen Kies- und Sandmaterialien werden mittels des Tyler'schen Siebsatzes auf ihre Korngrössenzusammensetzung geprüft und dann so zusammengesetzt, dass die Kornabstufung des Ballastes möglichst der Graf'schen Siebkurve entspricht. Die genannte Kurve beruht auf jahrelangen Versuchen von Prof. O. Graf in Stuttgart und regelt die Korngrössenabstufung derart, dass ein Beton von maximaler Dichte und Festig-

[1]) Ueber die Ing. R. Maillart in der „Schweiz. Zeitschrift für Strassenwesen", Nr. 16 und 17, Jahrg. 1929, berichtet hat.