

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 78 (1960)
Heft: 21

Artikel: Asphalt-Dichtungsbeläge für Ausgleichbecken: Vortrag
Autor: Rüegg, W.O.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-64893>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 21.12.2024

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

zugestellt. Die bis heute auf 345 000 Nummern angewachsene Sammlung ist im Patentanwaltsbureau E. Blum & Co. in Zürich (Bahnhofstrasse 31, Eingang Peterstrasse) untergebracht, und zwar chronologisch wie auch nach Gruppen und Untergruppen geordnet, wodurch das Aufsuchen beliebiger Patentschriften sehr erleichtert wird. Die Sammlung wird im Bibliothekraum der Firma in übersichtlichen Regalen aufbewahrt und steht den Mitgliedern der G. E. P. und des S. I. A. sowie den Studierenden der ETH und wei-

teren Interessenten während der üblichen Bürostunden (Samstag geschlossen) jederzeit zu freier Benützung zur Verfügung. Die Firma stellt den Besuchern ihre eigene Bibliothek in entgegenkommender Weise ebenfalls zur Verfügung. Auf diese Gelegenheit zum Studium der Patentliteratur seien alle Interessenten deshalb aufmerksam gemacht, weil das Arbeiten durch die getroffene sachgemässe Sortierung, im Gegensatz zu andern Bibliotheken, hier besonders erleichtert wird.

Asphalt-Dichtungsbeläge für Ausgleichbecken

Vortrag, gehalten an der 4. Tagung der Schweiz. Gesellschaft für Bodenmechanik und Foundationstechnik am 12. Juni 1959 in Siders (Manuskript vom April 1960)

Von Ing. W. O. Rüegg in Firma Walo Bertschinger AG., Zürich

DK 627.849:624.059.32:624.011.96

Asphalt wird seit jeher im Wasserbau verwendet, jedoch meist nur als Hilfsstoff für das Dichten von Fugen als Anstrich zur Verbesserung der Dichtheit von Beton oder für dessen Schutz gegen Korrosion. Dass sich der Asphalt trotz seiner Bewährung zur Wasserabdichtung wie auch als Strassenbelag im Wasserbau nicht als eigentliches Konstruktionsmaterial wie z. B. Beton einführen konnte, mag daran liegen, dass seine für die Technik wichtigen physikalischen Eigenschaften zu wenig bekannt sind und allzusehr von jenen der bekannten Baustoffe abweichen.

Bei den bisher verwendeten Konstruktionsstoffen wie Stahl und Beton ist wenigstens innerhalb der Gebrauchsspannungen die Verformung proportional der Spannung, wobei der Elastizitätsmodul der Proportionalitäts-Faktor ist. Die Dauer der Beanspruchung ist dabei ohne Einfluss auf die Grösse der Verformung. Kleine Abweichungen hiervon werden meist zusätzlich in der Berechnung berücksichtigt. Bei idealen Flüssigkeiten, z. B. beim Wasser, ist die Verformung pro Zeiteinheit (Fließgeschwindigkeit) ebenfalls proportional der Spannung. Die gesamte, bleibende Verformung ist proportional der Zeit.

Anders ist es beim Bitumen, dem Bindemittel im Asphalt. Hier erzeugen Spannungen gleichzeitig sowohl elastische wie viskose Verformungen, und die Verformung pro Zeiteinheit ist meist nicht proportional der Spannung. Bitumen verhält sich deshalb bei sehr kurzfristiger Beanspruchung nahezu wie ein elastischer Stoff und kann dabei beträchtliche Spannungen ertragen. Langdauernde Beanspruchungen dagegen erzeugen selbst bei geringen Spannungen grössere viskose Verformungen. Asphalt, das Gemisch von Bitumen mit Mineralstoffen, verhält sich analog dem Bitumen.

Dieses komplexe reologische Verhalten gibt dem Asphalt einige technisch besonders günstige Eigenschaften. So geben Temperaturänderungen auch in grossflächigen Asphaltbelägen keine Risse, wie dies bei Zementbelägen der Fall ist. Bei den vorkommenden Schwankungen der Lufttemperatur ist trotz der grösseren Wärmedehnungszahl die Dehnung pro Zeiteinheit so klein, dass nur viskose Verformungen mit geringen Spannungen auftreten. Dies ist die Erklärung dafür, dass Strassenbeläge aus Asphalt in grossen Flächen fugenlos erstellt werden können, was mit Zementbeton nicht möglich ist.

Aus dem gleichen Grunde haben Asphaltbeläge eine gewisse Flexibilität, d. h. sie können grosse Verformungen rissefrei ertragen, sofern die Verformungsgeschwindigkeit sehr klein ist. Dies ist besonders für Dichtungsbeläge von Ausgleichbecken erwünscht, weil selbst im besten Untergrund nach Jahren ungleichmässige Senkungen auftreten. Obwohl solche Senkungen nur allmählich erfolgen, erzeugen sie im Belag Biegespannungen, die bei starren Baustoffen ganz erhebliche Werte annehmen und zum Bruche führen. In Asphaltbelägen verursachen solche Untergrundsenkungen nur Deformationen ohne grössere Spannungen. Die Erfahrung zeigt, dass 8 cm starke Asphaltbeläge Senkungen mit einer Stichhöhe von $\frac{1}{10}$ der Muldenweite rissefrei ertragen.

Beim Konstruieren mit Asphalt ist jedoch zu beachten, dass dessen reologisches Verhalten temperaturabhängig ist. Die Temperaturempfindlichkeit ist grösser als bei irgend einem anderen technisch verwerteten Stoff, ausgenommen Teere und Peche. Bei tiefen Temperaturen nimmt Asphalt nahezu die Eigenschaften eines rein elastischen Stoffes an,

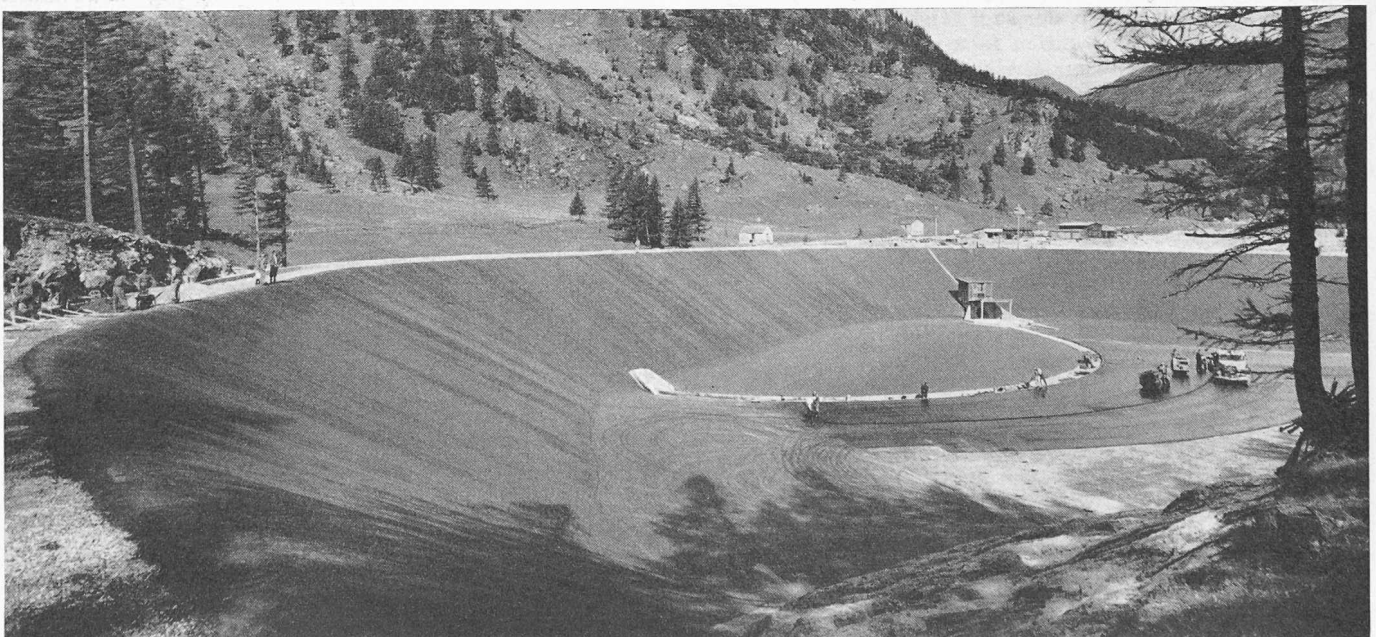


Bild 1. Ausgleichbecken Eggen der Energie Electricque du Simplon



Bild 2. Ausgleichbecken Pallazuit der Forces Motrices du Grand Saint-Bernard

bei sehr hohen Temperaturen dagegen diejenigen einer viskosen Flüssigkeit. Dies vereinfacht die Bitumenverarbeitung, indem es bei 140 bis 160° C so dünnflüssig wird, dass es leicht mit Mineralstoffen vermischt werden kann. Man ist daher gezwungen, die verschiedenen vorkommenden Beanspruchungen bei den zugehörigen ungünstigsten Temperaturen zu

untersuchen. Um den verschiedenen Anforderungen zu genügen, stehen Bitumen verschiedener Konsistenz und mit verschiedenem reologischem Verhalten zur Verfügung.

Asphaltbeton-Dichtungsbelag

Für Ausgleichbecken ist es gegeben, die Dichtung auf der Wasserseite aufzubringen. Versuche, die wir vor dem Krieg ausführten, ergaben, dass von allen damals vorgeschlagenen Ausführungsarten einzig ein Asphaltbetonbelag als Dichtung für Ausgleichbecken genügend zuverlässig herzustellen ist. Diese Dichtungsart ist denn auch nach dem Krieg bei allen Becken des In- und Auslandes angewendet worden.

Zur Herstellung des Asphaltbetons werden Mineralstoffe wie Splitt, Sand und Gesteinsmehl mit Bitumen in besonderen Mischanlagen heiss gemischt. Diese lose, klebrige, heisse Mischung wird in der gewünschten Stärke ausgebreitet und gut verdichtet. Diese Asphaltbetondichtung liegt auf Drainage- und Filterschichten, oder, wo solche nicht erforderlich sind, auf einer durchlässigen Tragschicht. Diese Schichten verhindern, dass bei leerem Becken ein Aussendruck entsteht. Auf groben, durchlässigen Steinschüttungen (Rock filled dams) ist eine Asphaltbeton-Unterschicht zum Ausgleich der Unebenheiten erforderlich. Zementbeton ist als Unterlage ungeeignet, weil an Fugen und Rissen des Betons konzentrierte horizontale wie vertikale Deformationen vorkommen, welche in der Asphaltabdichtung Risse erzeugen können.

Anforderungen an den Dichtungsbelag

Asphaltbetonbeläge mit der im Strassenbau üblichen Zusammensetzung sind für Becken nicht brauchbar. Sie enthalten nach dem Einbau 5 bis 12 % Hohlräume, welche sich erst nach mehrjährigem Verkehr auf 3 bis 8 % verringern. Die im Labor bestimmte Wasseraufnahme ist meist gleich dem berechneten Hohlraum, woraus gefolgert werden darf, dass dieser aus durchgehenden Poren besteht und solche Beläge demzufolge nicht wasserdicht sind.

Asphaltbeläge für Becken müssen aber bereits nach dem Einbau vollständig dicht und zudem genügend verformungs-

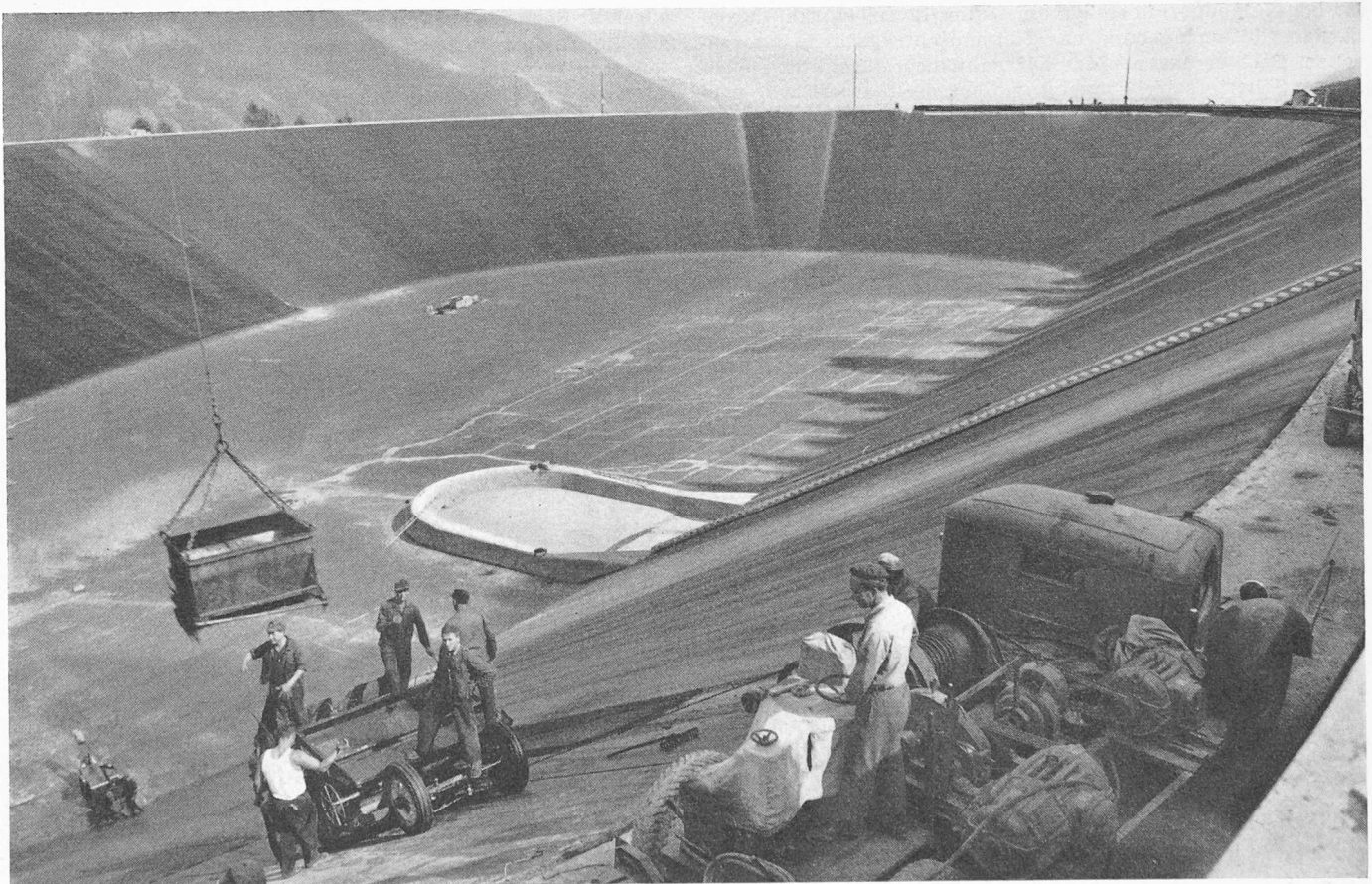


Bild 3. Ausgleichbecken Rosswiese der Oesterreichischen Draukraftwerke

fest sein, damit bei direkter Sonnenbestrahlung der leeren Becken kein Fließen der Beläge auf den Böschungen eintritt. Die Erfüllung beider Bedingungen verlangt eine Beschränkung der Böschungsneigung, eine gute Verdichtung der Belagsunterlage, eine sorgfältige Auswahl der Baustoffe, eine geeignete Zusammenstellung der Asphaltmischung und eine besondere Einbautechnik.

Böschungsneigung

Da durch steilere Böschungen sowohl die gesamte Grundfläche des Beckens als auch das Volumen der Dammschüttungen verringert wird, ist man versucht, möglichst steile Böschungen anzuwenden. Massgebend für die grösste zulässige Böschungsneigung sind die bodenmechanischen Eigenschaften des Materials für die Dammschüttung, die Filter- und Drainageschichten, sowie die Forderung, dass die verdichteten Böschungsflächen die für das Erstellen des Dichtungsbelages erforderliche Tragfähigkeit aufweisen. Die Verdichtung der Böschungsflächen ist aber erschwert, weil das Gewicht der Verdichtungsgeräte auf Böschungen beschränkt ist und ihre Wirkung mit zunehmender Böschungsneigung geringer wird.

Loser, trockener Kiessand ist bei einer Neigung von 30 bis 33°, reiner Kies für Drainageschichten mit runden, glatten Körnern schon bei 26 bis 30° in einem derart labilen Zustand, dass eine Verdichtung praktisch nicht mehr möglich ist. Gebrochenes, kantiges Gestein lässt sich dagegen bis rd. 30° Neigung aufbringen und verdichten. Versuche auf unserem Werkhof, wie steile Böschungen am besten verdichtet oder sonstwie verfestigt werden können, ergaben folgendes:

Um eine genügend feste Unterlage für die Herstellung des Dichtungsbelages zu erhalten, muss bei Neigungen über 26° das Kies- und Sandmaterial der Drainage- und Filterschichten mit Bitumen gebunden werden. Ist die Neigung geringer als 26° und besteht die Drainageschicht wenigstens teilweise aus gebrochenem Material mit rauher Gesteinsoberfläche, so genügt es, diese Schicht stark zu walzen und auf etwa 3 cm Tiefe zur oberflächlichen Verfestigung mit Bitumen zu tränken.

Sind Drainage und Filterschichten nicht erforderlich, so ist bei Neigungen über 26° eine 8 bis 12 cm starke, durchlässige, bitumengebundene Heissmischtragschicht vorzusehen. Bei Neigungen unter 26° kann diese durch eine gleichstarke Schottererschicht ersetzt werden, deren Oberfläche wiederum mit Bitumentränkung verfestigt wird.

Berücksichtigt man die Kosten der verschiedenen Ausführungsarbeiten, so empfiehlt es sich, für kleinere Becken (bis rd. 50 000 m³) die Böschungsneigung 22° (= 40%), bei grösseren Becken rd. 26° (= 50%) zu wählen. Obwohl Böschungen mit Neigungen bis 33° (= 67%) ausgeführt wurden, sollten 29° (= 55%) möglichst nicht überschritten werden. Auf sehr steilen Böschungen sind die Arbeiter so stark in ihrer Tätigkeit behindert und die Verdichtung sämtlicher Schichten so erschwert, dass die Herstellungskosten merklich steigen und die Güte der Arbeit abnimmt.

Baustoffe und Zusammensetzung der Mischungen

Bei der Wahl der Mineralstoffe für den Dichtungsbelag ist besonders auf gute Verarbeitung der Mischung zu achten. Mischungen mit splittigen oder schiefrigen Körnern lassen sich schlecht verdichten. Meistens können $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ der Mineralmengen aus örtlichen Vorkommen gewonnen werden. Nur der Rest, der zur Korrektur der Kornverteilung nötig ist, verursacht grössere Transportkosten. Für die Zusammensetzung der einzelnen Sand- und Splitt-Fractionen ist diejenige Kornverteilung anzustreben, welche mit der am Bau benutzten Verdichtungsmethode den geringsten Mineralhohlraum ergibt. Sie braucht nicht unbedingt der Fullerkurve zu entsprechen, denn diese berücksichtigt weder die Kornform, noch die Rauigkeit der Kornoberfläche, noch die Bitumenviskosität, noch die Verdichtungsart. Auch die Art und die Feinheit des zugesetzten Gesteinsmehls ist von grossem Einfluss auf die Verarbeitbarkeit der Mischung und die Dichte des fertigen Belages. Die Anforderungen an dieses Gesteinsmehl sind daher grösser als im Strassenbau.

Als Bindemittel kommen nur Bitumen aus Dampf- oder Vakuum-Destillationen mit hoher Alterungsbeständigkeit und bewährter Herkunft in Frage. Der erforderliche Bitumengehalt ist um 30 bis 50% grösser als bei den Asphaltbetonbelägen im Strassenbau. Es wäre aber falsch, die erforderliche Dichtigkeit einfach durch einen grossen Bitumengehalt oder die Verwendung einer weicheren Bitumensorte erreichen zu wollen, denn je grösser der Bitumengehalt und je weicher das Bitumen, um so geringer ist die Viskosität der Masse. Für solche Mischungen besteht die Gefahr, dass der Belag im Sommer auf den Böschungen fließt oder gleitet. Bei direkter Sonnenbestrahlung der Böschung des leeren Beckens ist die Temperatur der Belagsoberfläche infolge Wärmeabsorption 15 bis 20° C höher als die Lufttemperatur. Asphalt ist zwar ein schlechter Wärmeleiter, so dass bereits 2,5 cm unter der Belagsoberfläche die Temperatur 10 bis 15° C,

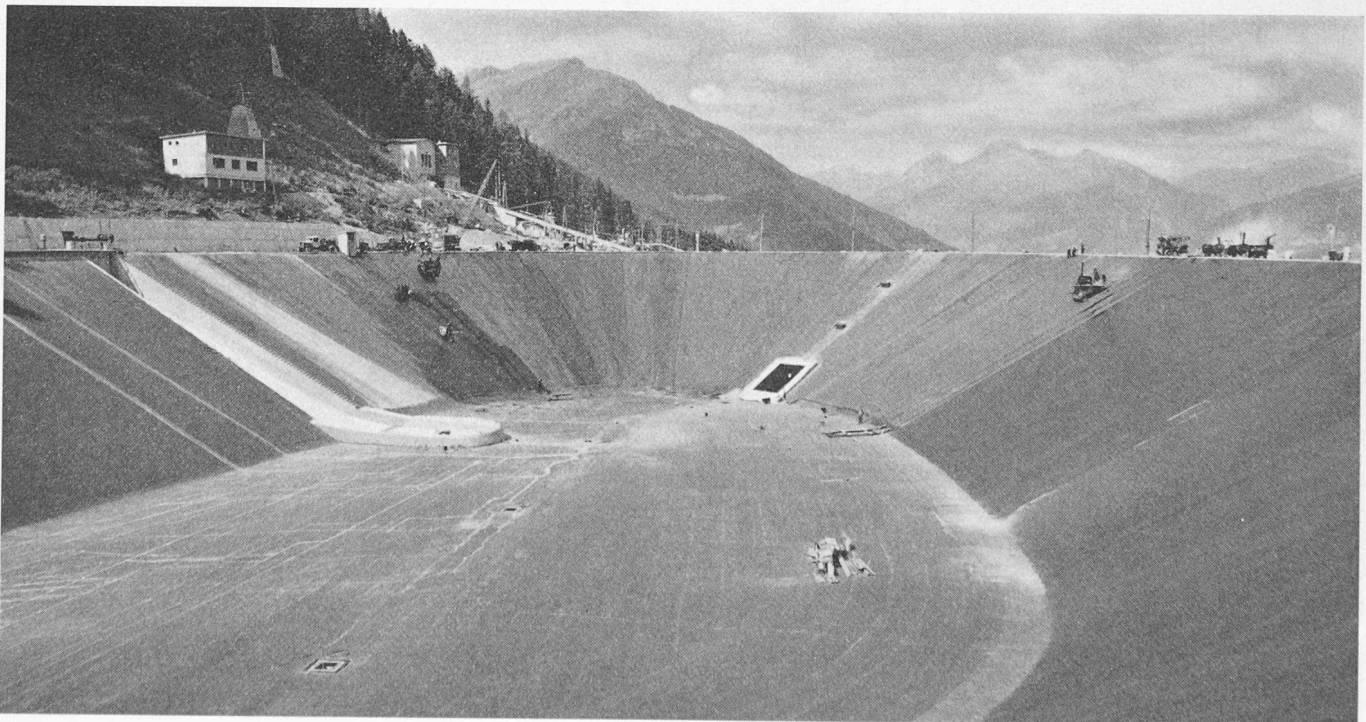


Bild 4. Ausgleichbecken Rosswiese der Oesterreichischen Draukraftwerke



Bild 5. Einbau des Belags beim Ausgleichbecken Vissoie der Kraftwerke Gougrea

bei 10 cm unter der Oberfläche 20 bis 25° C geringer ist als an der Oberfläche selber. Im Belag können also Temperaturen von 35 bis 55° C auftreten, welche die Stabilität des Asphalt stark vermindern. Eigene Versuche und solche ausländischer Prüfanstalten sowie auch die bisherigen Erfahrungen haben ergeben, dass bei einer sorgfältig zusammengesetzter Mischung solche Verformungen sehr klein sind. Immerhin ist es notwendig und auch leicht möglich, das Fließen bei höheren Temperaturen im Labor zu prüfen. Ein richtig zusammengesetzter Asphalt-Dichtungsbelaag nimmt bei der Prüfung im Vakuum kein Wasser auf und hat noch 1 bis 3 % Hohlräume in Form kleiner geschlossener Poren.

Für die Filter-, Drainage- oder Tragschichten sind die Anforderungen an die Güte der Splittsorten geringer als für den Dichtungsbelaag. Korngrösse und Kornabstufung richten sich hier nach der gewünschten Porosität der Schicht. Als Bindemittel wird meist die gleiche Art und Sorte wie für den Dichtungsbelaag verwendet. In solch porösen Asphaltsschichten kann das Wasser durch Ablösen der Bindemittelhaut von gewissen Gesteinssorten und Gesteinsmehlen eine allmähliche Zerstörung verursachen. Diese Gefahr muss durch besondere chemische Zusatzstoffe eliminiert werden.

Anzahl und Dicke der Schichten

Der Dichtungsbelaag selbst besteht je nach seiner Dicke aus zwei oder mehr Schichten gleicher Zusammensetzung. Um Wasserverluste infolge geringerer Dichtigkeit der Arbeitsnähte zu verhindern, sind diese gegenseitig zu überlappen.

Die Dicke der Dichtungsschicht richtet sich nach der Grösse des Wasserdrucks. Bei Drücken bis etwa 12 m sollte sie auf den Böschungen mindestens 8 cm betragen. In konkavgebogenen Böschungen mit kleinen Radien ergeben sich grössere Belagsdicken; sie sind auch erforderlich, weil solche Flächen sich schwieriger dichten lassen. In der Beckensohle wird die Dichtung meist gleich dick wie auf den Böschungen ausgeführt. Die Dicke der Filter- und Drainageschichten ergibt sich aus wasserbautechnischen Ueberlegungen.

Einbau

Die Asphaltmischung lässt sich nur im heissen Zustand genügend verdichten. Sie darf daher in der Zeitspanne zwischen dem Mischen und dem Verdichten nur eine geringe Abkühlung erfahren. Die Mischanlage muss sich also in der Nähe der Baustelle befinden. Das Verteilen des Mischgutes erfolgt je nach der Böschungseignung und der Böschungslänge von Hand, mit einem Kran oder mit einem besonderen Einbaugerät. Letzteres ist bei grosser Böschungslänge unbedingt erforderlich. Es ist eine Sache der Erfahrung, den Einbauvorgang so zu organisieren, dass der Wärmeverlust

des relativ dünnen Asphalt vor dem Verdichten gering ist. Da für die Verdichtung schwere Walzen nicht benützt werden können, verwendet man Vibrationsgeräte. Im Ausland werden Plattenvibratoren benützt, während wir Vibrowalzen vorziehen. In der Sohle erfolgt der Einbau mit den bekannten Strassenbaugeräten. Die verschiedenen Schichten müssen sich aber fest miteinander verbinden. Das bedingt, dass die obere Schicht nur bei trockenem Wetter aufgebracht werden darf.

Baukontrolle

Zur zuverlässigen Ausführung eines Asphalt-Dichtungsbelaages gehört auch die dauernde Ueberprüfung der Arbeit durch ein Laboratorium. Es genügt keineswegs, sich im voraus von einer Prüfanstalt die Zusammensetzung der Mischung geben zu lassen. Durch tägliche Analysen ist die Einhaltung der Zusammensetzung und die Gleichmässigkeit der Mischung zu kontrollieren. An Mustern, die dem fertigen Belag entnommen werden, ist die erreichte Verdichtung zu prüfen.

Eine mit Sorgfalt und genügender Sachkenntnis hergestellte Asphalt-Dichtung erfüllt vollständig die in sie gesetzten Erwartungen. Die Wasserverluste der von uns in den letzten Jahren ausgeführten Becken schwanken je nach Grösse des Beckens zwischen 0,2 und 2,5 l/s. An einigen Becken wurde der Wasserverlust im Laufe der Zeit noch geringer. Ob dies durch ein Verstopfen der Poren mit Sinkstoffen oder durch eine Selbstdichtung infolge des Wasserdrucks verursacht ist, bleibt abzuklären.

Die Herstellungskosten und die Güte der Asphalt-Dichtung lassen sich durch eine geeignete Formgebung des Beckens merklich beeinflussen. Es ist daher vorteilhaft, die Fachleute der Bodenmechanik und der Asphaltverarbeitung bereits beim Projekt beizuziehen.

Die Verwendung solcher Asphalt-Dichtungen beschränkt sich nicht nur auf Ausgleichbecken. So werden z. B. in Gegenden, wo Ton in genügenden Mengen und geeigneter Qualität nicht vorhanden ist, Erddämme mit Asphalt gedichtet.

Adresse des Verfassers: W. O. Rüegg, Bahnhofstr. 8, Rüslikon ZH.

Vereinigung Schweiz. Strassenfachmänner

DK 061.2: 625.7

In Baden bei Zürich hielten die Schweiz. Strassenfachmänner am 6./7. Mai ihre Jahresversammlung (Programm s. SBZ 1960, S. 282) ab, an der mehr als 600 Mitglieder teilnahmen. Bei der Behandlung des Geschäftsberichtes wies der Vorsitzende, Kantonsingenieur J. Bernath, Schaffhausen, auf die erfolgreiche Arbeit der neun Fachkommissionen hin, die im Hinblick auf den Nationalstrassenbau im letzten Geschäftsjahr nicht weniger als 50 neue Strassenbaunormen herausgebracht und verschiedene Einführungs- und Fortbildungskurse veranstaltet haben. Die Tiefbauverwaltungen und die Strassenbauunternehmen entsenden gerne ihre tüchtigsten Mitarbeiter, um im Fachverband mitzuarbeiten, damit die grosse gemeinsame Aufgabe des Nationalstrassenbaues nach den neuesten Erkenntnissen der Technik verwirklicht werden kann. Die juristischen und politischen Probleme dieses Unternehmens erörterte Regierungsrat Dr. K. Kim, Baudirektor des Kantons Aargau. Er wies anhand einiger Beispiele nach, dass die verfassungsmässig festgelegte Partnerschaft von Bund und Kantonen etliche Fragen aufwirft, die im Nationalstrassengesetz keine eindeutige Beantwortung gefunden haben. Die Zusammenarbeit setzt beidseitig guten Willen und Loyalität voraus, an deren Vorhandensein nicht zu zweifeln ist. Ueber die besonderen strassenbaulichen Aufgaben und Lösungen des gastgebenden Kantons Aargau referierten Kantonsingenieur E. Hunziker und einige seiner Mitarbeiter. Zwei Exkursionen führten die grosse Gesellschaft in mehrere industrielle Betriebe der Gegend, zu den Tunnelbauten der Verkehrssanierung Baden und schliesslich durch die im Blütenschmuck prangende Landschaft auf die Baustellen der Zurzacher Bergstrasse und einiger Nebenstrassen im nördlichen Jura.