Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 100 (2008)
Heft: 4

Artikel: Asphaltabdichtungen in Pumpspeicherbecken
Autor: Müller, P. / Torkuhl, C.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939720

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

Asphaltabdichtungen in Pumpspeicherbecken

P. Müller, C. Torkuhl

1. Einführung

Bituminöse Abdichtungen im Wasser- bzw. Deponiebau stammen ursprünglich zwar von der Asphaltbauweise der Strassen ab, haben sich maschinen- und materialtechnisch jedoch sehr schnell davon entfernt.

Am Anfang der Entwicklung der Asphaltabdichtung stand ein Sondervorschlag, welcher aufgrund Überlegungen zur Abdichtung von Wasserspeichern aller Art eingereicht wurde. Im Jahre 1938 wurde daraufhin im Kanton Tessin das erste Ausgleichsbecken in der dazumal neuen Asphaltbauweise ausgeführt. Zu dieser Zeit war der Asphalteinbau grösstenteils Handarbeit.

Ende der 50er Jahre konnten durch neue Maschinenkonstruktionen aus der firmeninternen Werkstatt die ersten mehrheitlich maschinell ausgeführten Projekte realisiert werden.

Später wurden die Aktivitäten rund um den Asphaltwasserbau ausgeweitet. Sowohl örtlich ins benachbarte Ausland, aber auch technisch in verwandte Gebiete wie Dämme und Kanäle.

Für immer längere Böschungen bis 120 m beispielsweise bei Talsperren mussten wiederum grundlegend neue Geräte konstruiert werden. Ab Ende der 70er Jahre wurden die Asphaltabdichtungen auch im Bereich der Deponietechnik für Deponien aller Art eingesetzt.

Im Laufe der Zeit haben sich die Anfragen von Bauherren auch auf Schneiteiche, künstliche Seen und Teiche ausgeweitet. Zudem hat die Entwicklung der Strompolitik eine Verlagerung der Nachfrage von den Ausgleichsbecken hin zu den Pumpspeicherbecken bewirkt.

Laufend wurde auch die Maschinentechnik weiterentwickelt, sodass heute die meisten Arbeiten maschinell ausgeführt werden können. Der inzwischen stark erweiterte und modernisierte Maschinenpark verfügt über verschiedene, meist computergesteuerte, sehr leistungsfähige Einbaugruppen.

Wo in den Anfängen der bituminösen Abdichtungen noch auf einen zweilagigen Einbau der Dichtungsschicht gesetzt wurde, wird heute die Dichtungslage wegen der besseren Einbau-Qualität einschichtig auf der Binderschicht eingebaut.

2. Beispielobjekte

2.1 Neubau Pumpspeicherbecken in Goldisthal, Deutschland

Das Pumpspeicherwerk Goldisthal liegt im westlichen Thüringer Schiefergebirge und erreicht mit einem Nutzvolumen von 12 Mio. m^3 und einer maximalen Fallhöhe von 334 m eine Gesamtleistung von 1060 MW. Die Asphaltabdichtung am Oberbecken wurde in den warmen Jahreszeiten der Jahre 2000 und 2001 erstellt. Die Dammkrone ist 3370 m lang, die Sohl- bzw. Böschungsfläche beträgt 391 500 m^2 bzw. 195 000 m^2. Die Neigung der Böschung ist 1:1.6, also rund 32°, was mit einer Dammhöhe von 40 m eine Böschungslänge von ungefähr 75 m ergibt. Unter der Asphaltabdichtung liegt ein teilweise sogar begehbares Drainagesystem, welches als Leckkontrolle dient und zeigt, dass das Becken seit Inbetriebnahme absolut dicht ist.

2.2 Sanierung Pumpspeicherbecken in Dlouhé Stráně, Tschechien

Das Pumpspeicherbecken in Dlouhé Stráně mit einem Volumen von 2.72 Mio m^3 wurde ab 1978 durch eine lokale Unternehmung ohne Erfahrung im Asphaltwasserbau erstellt, nahm seinen Regelbetrieb mit einer Leistung von 650 MW allerdings erst 1996 auf. Durch plan- und ausführungstechnische Fehler wurde bereits im Jahre 2007 eine Sanierung nötig. Die Dammkrone ist 1750 m lang, die Sohl- bzw. Böschungsfläche beträgt 71 000 m^2 bzw. 98 000 m^2. Die Neigung der Böschung ist 1:2, also rund 26.5°, die Böschungslänge beträgt 56 bis 59 m. Die vorhandene Dichtung wurde grossflächig abgefräst und durch neuen Dichtungs-

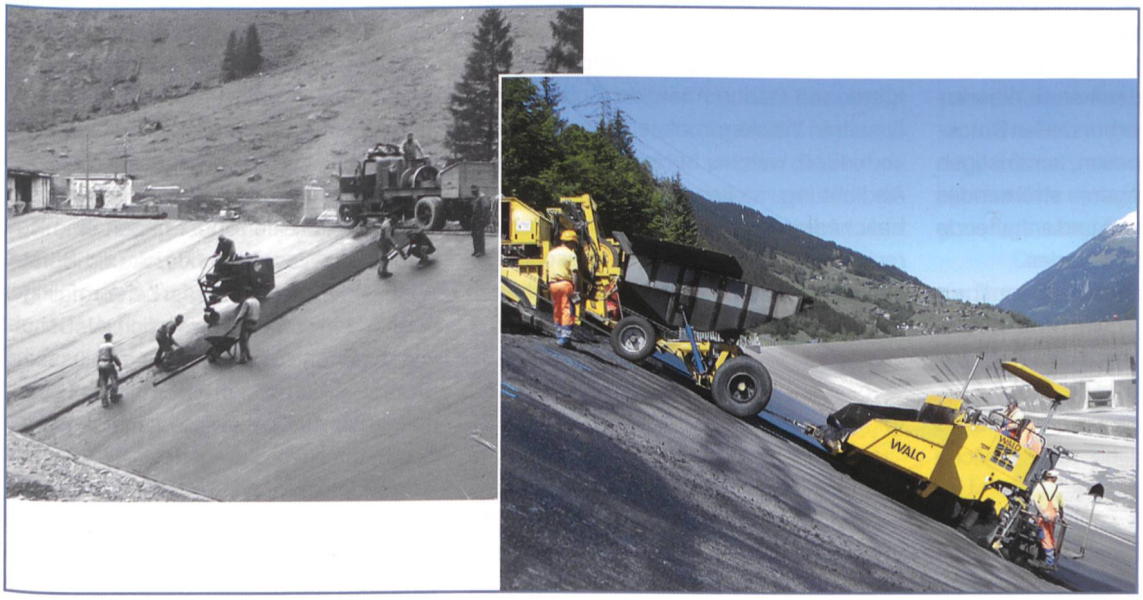


Bild 1. Einbautechnik im Jahr 1955 und heute.

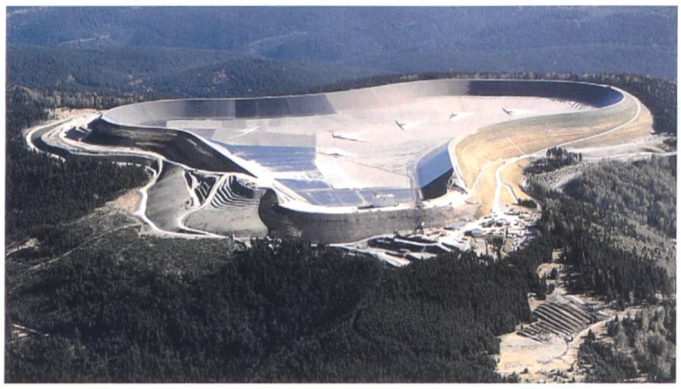


Bild 2. Pumpspeicherbecken Goldisthal.

Bild 4. Sedimenträumung.

Bild 3. Pumpspeicherbecken Dlouhé Stráně.

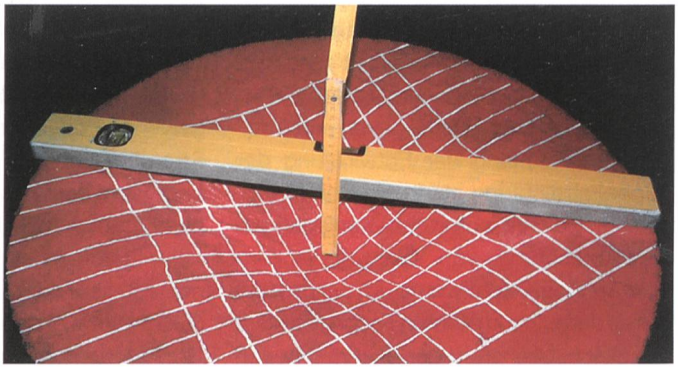


Bild 5. Verformbarkeit des Dichtungsasphaltes.

asphalt ersetzt. Ebenfalls wurden Teile der Drainage, die Kronenstrasse und die Anschlüsse an die Betonbauwerke neu erstellt.

3. Anforderungen und Qualität

3.1 Beanspruchungen und Anforderungen

Jedes Projekt mit einer Asphaltabdichtung hat seine besonderen Eigenschaften und spezifischen Anforderungen an die Ausführung, was im Hinblick auf die verschiedenen Verwendungszwecke von Deponien, Kanälen, Talsperren, Teichen, Ausgleichs- oder Pumpspeicherbecken nicht weiter erstaunlich ist. Erfahrungsgemäss sind die stärksten Beanspruchungen der Pumpspeicherbecken der täglich unregelmässig steigende bzw. sinkende Wasserspiegel und die damit verbundenen Druckschwankungen, die grossen, kurzfristigen Temperaturschwankungen, strömendes Wasser, die UV-Strahlung und anhaltende Verformungen des Untergrundes.

All den genannten Beanspruchungen kann eine einwandfrei hergestellte, dem Projekt angepasste Asphaltabdichtung standhalten. Die erfahrungsgemässe Lebensdauer beträgt rund 40 Jahre, dann ist meist eine oberflächliche Sanierungsmassnahme nötig, der Unterbau bleibt in der Regel bestehen. Die Grundeigenschaften einer bituminösen Abdichtung sind ein mehrschichtiger Aufbau, die Stabilität des Asphaltes in der Böschung, eine mechanisch beanspruchbare, dauerhafte Oberfläche, die Möglichkeit einer flexiblen Anpassung der Abdichtung an die Beckenform und die bis zu einem gewissen Masse vorhandene Verformbarkeit im ausgekühlten Zustand.

3.2 Schichtaufbau

Der Böschungsaufbau eines Pumpspeicherbeckens besteht aus mehreren mineralischen und bituminösen Lagen. Normalerweise bildet der geschüttete Dammkörper, bzw. bei einem Aushub der gewachsene Boden, die Basis des Aufbaus.

Darauf wird eine rund 15 bis 50 cm dicke Drainageschicht aufgebaut, welche allfälliges Wasser aus der Umgebung abführen soll. Dadurch wird der Aufbau eines äusseren Wasserdruckes auf das Becken verhindert, welcher bei leerem Becken die Abdichtung stellenweise anheben und beschädigen könnte. Die Drainageschicht muss verdichtungsfähig und böschungsstabil sein, womit sich ein gebrochenes Material empfiehlt. Ein Anspritzen der Drainageschicht mit Bitumenemulsion verbessert die Verbindung mit der darauf folgenden Schicht.

Auf der Drainageschicht wird eine bituminöse Binderschicht (Binder) eingebaut. Der Binder ist mit rund 10 bis 18 Vol.-% Hohlräumen drainfähig und bildet einen genügend starken und gleichmässigen Untergrund für die darauf folgende Schicht. Die empfohlene Dicke des Binders für ein Pumpspeicherbecken liegt zwischen 6 und 10 cm. Darüber wird die bituminöse Dichtungsschicht (Dichtung) mit einer Stärke von mindestens 6 bis 10 cm erstellt. Diese muss einen Hohlraumgehalt von ≤ 3 Vol.-% aufweisen, womit sie 100% dicht gegenüber Wasser und Luft ist. Um den geringen Hohlraumgehalt und die vorgegebene Schichtstärke einzuhalten und trotzdem sparsam mit dem Material umzugehen, ist die vorgängig eingebaute Binderschicht unumgänglich. Im Zusammenhang mit Untersuchungen für die bituminöse Abdichtung eines 245 m hohen Staudamms in Äthiopien wurde Dichtungsasphalt im Drucktopf bis 60 bar getestet und hat sich dabei sogar bei 600 mWS als dicht bewiesen.

Der einmal ausgekühlte Asphaltbelag kann schadlos mit Grossgeräten wie Baggern oder LKW's befahren werden und ist beispielsweise robust gegen eine Reinigung mit Wasserhochdruck und Bürste. Auch Sedimenträumung ist bei sorgfälltiger Ausführung problemlos möglich. Als Schutz vor UV-Strahlen, als Porenverschluss und für den Abbau von oberflächlichen Spannungen von beispielsweise austrocknenden Sedimenten werden auf der Dichtung rund 2 kg Mastix, ein Bitumen-Filler-Gemisch, pro m^2 aufgetragen. Der Schichtaufbau variiert von Projekt zu Projekt je nach Untergrund, erwarteten Beanspruchungen

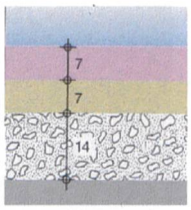
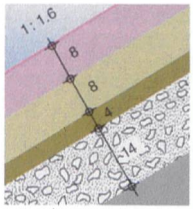
Schicht	Funktion	Dicke Sohle [cm]	Dicke Böschung [cm]
Filterschotter 1/40	Drainage	14	14
Bitumenemulsion	Verzahnung	dünner Film	dünner Film
Einstreubinder 0/16	Stabilitäts-/Ausgleichsschicht	-	4
Asphaltbinder 0/16	Trag-, Ventilations- und Ausgleichsschicht	7	8
Dichtungsasphalt 0/16	Dichtung	7	8
Mastixversiegelung	UV-Schutz und Porenverschluss	-	2.5 kg/m^2
Mastix Dichtung Binder Einstreubinder Schotter Dammkörper			

Tabelle 1. Exemplarischer Schichtaufbau des Dichtungssystems des Pumpspeicherbeckens Goldisthal.

und unterschiedlichen Normvorgaben des jeweiligen Landes. In Spanien wird tendenziell auf dünnere Schichtstärken vertraut, wogegen in China auf Schichtstärken von 10 cm und mehr gesetzt wird.

3.3 Laborarbeiten

Der Weg zu einer hohen Qualität der bituminösen Abdichtung führt über die Eignungsprüfung vor Baubeginn, die Produktions- und Einbaukontrollen während der Erstellung und den Untersuchungen an der fertigen Abdichtung.

Bei der Eignungsprüfung für jede bituminöse Schicht wird das Verhältnis von Bitumen, Filler, Natursand, Brechsand und Splitt so definiert, dass die Bedingungen an den Hohlraumgehalt eingehalten werden, der Asphalt in der Böschung stabil bleibt und die Verformbarkeit gewährleistet ist. Das Mischgut muss ausserdem an das jeweilige Klima angepasst werden. Ein Schneiteich in den Bergen benötigt tendenziell einen leicht höheren Bitumengehalt von einem weicheren Bitumen um sprödem Verhalten vorzubeugen, für ein Rückhaltebecken auf Meereshöhe in einem Gebiet mit heissen Sommern muss das Bitumen eher härter und knapp dosiert sein, damit der Asphalt auf der Böschung nicht zu fliessen beginnt.

Ausserdem müssen die bei der vorgesehenen Mischanlage entnommenen Proben der mineralischen Bestandteile hinsichtlich ihrer Herkunft, der Stabilität, der Rohdichte, der Beständigkeit gegen Frost-Tau-Wechsel, der Wasseraufnahme und der Kornform geprüft werden. Beim Bitumen wird die Herkunft, die Sorte, die Penetration, der Ring+Kugel-Wert, die Haftung an den Mineralien und die Umhüllung der Splitte untersucht.

Die Wichtigkeit der Untersuchung der Rohstoffe kann am Beispiel von Dlouhé Stráně unterstrichen werden, wo die für den Neubau ausgewählten Splitte den Belastungen nicht standhielten und so ihren Teil zu den Schäden an der Dichtung beitrugen. Der bei der Sanierung verwendete Splitt musste während mindestens 250 Frost-Tau-Wechseln schadlos bleiben.

Die Produktions- und Einbaukontrollen werden vom Bauführer, dem Polier, dem Laboranten und der beauftragten Mischanlage durchgeführt. Je nach Grösse des Projektes werden die Proben und Bohrkerne im akkreditierten Labor am Hauptsitz, in einem ortsansässigen Labor oder im eigens für Baustellen erstellten Containerlabor untersucht. Somit sind die aktuellen Resultate innert Stunden nach dem Einbau einsehbar.

Die verschiedenen Prüfungen, deren Intervall, das Prüfmittel sowie die verantwortliche Person werden mit dem vor Beginn der Baustelle zu erstellenden Prüfplan festgelegt.

Während des Jahres 2000 wurden für das Projekt Goldisthal beispielsweise 140 Prüfungen an eingegangenen Baustoffen (Mineralien und Bitumen), 250 Mischgutvollanalysen und 70 Bohrkernuntersuchungen im Baustellenlabor durchgeführt.

3.4 Mischanlage

Entscheidend für die Qualität des Mischgutes ist ebenfalls der Aufbau, die Leistung, die Lage der Mischanlage und die Auslastung durch andere Mischaufträge. Eine eigens für das Projekt errichtete Anlage auf dem Baustellenareal vereinfacht die Logistik der Transporte, ist ideal für die Temperatur des Mischgutes und steht alleinig für das entsprechende Projekt zur Verfügung. Eine stationäre Mischanlage ist vor allem für kleinere Projekte ideal, die nicht eine ganze Mischanlage auslasten.

3.5 Anschlüsse und Details

Nicht zu vernachlässigen sind auch Anschlüsse an Betonbauwerke und Details wie Nacharbeiten der Tagesfugen oder Anschlüsse an bereits bestehende Belagsflächen. Wichtig sind dabei das dafür verwendete Material, die geeignete Konstruktion, die teilweise speziell entwickelten Maschinen und Geräte und vor allem auch die Erfahrung von langjährigen Mitarbeitern. Die Bauwerksanschlüsse werden meist mit einer Kupfer-Riffelblech-Konstruktion ausgeführt, welche je nach Bauwerksform mit Betonstein und Spezialkleber oder durch eine Klemmkonstruktion befestigt werden. Diese Konstruktionen halten allfällige kleinere Setzungen schadlos aus. Anschlüsse zu Bauwerken, wo keine Setzungen mehr erwartetet werden, können mit einem Asphaltkeil und einer relativ einfach herzustellenden Vergussfuge ausgeführt werden.

Die ursprünglichen Anschlüsse an die Betonbauwerke im Pumpspeicherbe-

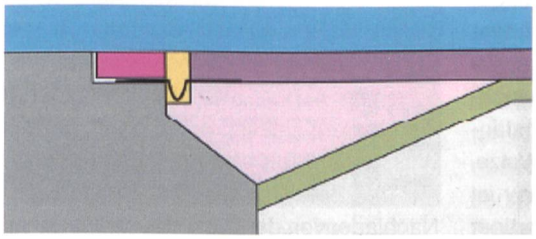


Bild 6. Kupfer-Riffelblech-Anschlusskonstruktion.

Bild 7. Voranstrich, Aufheizen der Fugen, Nacharbeit mit dem Boschhammer.

Bild 9. Brückenfertiger im Einsatz beim Pumpspeicherbecken Glems, 1996.

Bild 8. Komplette Einbaugruppe an der Arbeit.

Bild 10. Asphaltarbeiten über Wasser.

cken in Dlouhé Stráně waren schon in der Planungsphase ungenügend durchdacht und während der Ausführung in nicht durchgehender Arbeitsweise ausgeführt worden. Das Becken war von Anfang an nicht dicht, weshalb im Zuge der Sanierung im Jahr 2007 sämtliche Anschlüsse neu gestaltet werden mussten. Tagesnähte, also Anschlüsse heiss an kalt, müssen mit einem bituminösen Voranstrich vorbereitet werden. Nach dem Asphalteinbau und Abkühlen wird der Nahtbereich mit Infrarotgeräten schonend wieder erhitzt und mit einem geheizten, handgeführten Vibrationsstampfer nachbearbeitet.

4. Maschinentechnologie und Leistungen

Asphalteinbau ist mit geeigneten Maschinengruppen in Böschungen mit einer Steigung von bis zu 1:1.5 möglich. Eine Einbaugruppe für die vertikale Einbautechnik besteht aus einem böschungstauglichen Fertiger, einem Nachlader und der zugehörigen Winde, an welcher zusätzlich eine Walze angehängt ist. Je nach Mischgut, Situation und Klima hilft eine zweite, manchmal sogar eine dritte, an einer eigenständigen kleineren Winde angehängte Walze, die Böschung abzuwalzen. Alternativ ist mit dem so genannten Brückenfertiger auch ein horizontaler Asphalteinbau möglich. Mit den modernen Spezialmaschinen sind Einbauleistungen von täglich 5000 m^2 und mehr in der Böschung möglich. Durch die grossen Leistungen kann trotz Böschungslängen von bis zu 100 m ein Heiss-an-heiss-Einbau der einzelnen Bahnen garantiert werden, womit pro Tag eine fugenlose Dichtungsfläche hergestellt werden kann. Die Einbauleistung beeinflusst selbstverständlich auch die Gesamtbauzeit positiv, was speziell bei Projekten mit extremen klimatischen Bedingungen von grosser Bedeutung ist. Muss bei einer Sanierung ein ganzes Kraftwerk stillgelegt werden, ist die Bauzeit meist ein sehr kritisches Element und wird mit einem Bonus-Malus-System gekoppelt.

Bei den Arbeiten an einem Pumpspeicherbecken in Polen mit rund 250 000 m^2 Asphalteinbau konnte die Bauzeit dank der schnellen Einbautechnik von ursprünglich geplanten 3 Monaten auf 2.5 Monate gesenkt werden.

Bei älteren Becken kommt es durchaus vor, dass die Abdichtung in der Sohle noch voll funktionstüchtig ist, wogegen der Asphalt in der Böschung durch die stärkere Beanspruchung infolge des Wasserwechsels sanierungsbedürftig ist. Mit der Beschickung des Fertigers per Nachlader von der Dammkrone aus, ist es in einem solchen Fall möglich, ein Becken unter Teilbetrieb zu sanieren. Dies bedeutet zwar einen grösseren Aufwand bezüglich Arbeitssicherheit und Organisation, kommt den Bauherren jedoch meist stark entgegen.

5. Zusammenfassung

Asphalt eignet sich durch seine Robustheit, seine Langlebigkeit und die Flexibilität bezüglich projektspezifischen Anforderungen hervorragend für die Abdichtung von Damm- und Deponiebauten, insbesondere von Pumpspeicherbecken. Allerdings ist Erfahrung im Asphaltwasserbau, einwandfreies Mischgut und ein geeigneter Maschinenpark äusserst wichtig, um die geforderte Qualität der Asphaltdichtung, der Nähte und der Anschlüsse zu gewährleisten.

Anschrift der Verfasser
Priska Müller, Dipl. Ing. ETH
Walo Bertschinger AG
Damm- und Deponiebau, Postfach 1155
CH-8021 Zürich
asphalt.lining@walo.ch

Cornelius Torkuhl, Dipl. Ing. ETH
Walo Bertschinger AG
Damm- und Deponiebau, Postfach 1155
CH-8021 Zürich
asphalt.lining@walo.ch