

Optimaler Hochwasserschutz durch effiziente Qualitätskontrolle: Das Hochwasserrückhaltebecken «Isigs Brüggli» in Allschwil BL

Für den Bau des Allschwiler Hochwasserrückhaltebeckens wurde ein wegweisendes mehrstufiges Qualitätssicherungskonzept angewendet. Die kontinuierliche Begleitung der ausführenden Unternehmung durch ein akkreditiertes Baustoffprüflabor gewährleistete das Erreichen der hohen materialtechnischen Anforderungen an das Bauwerk.

Von Renato Wyder *

Hochwasser in den Jahren 1999 und 2000 überfluteten die Baselbieter Gemeinde Allschwil und verursachten Schäden in Millionenhöhe. Ursache waren kanalisierte und eingedolte Bäche. Der Mülibach und der Lützelbach wurden ab 1905 etappenweise kanalisiert. Die beiden Bäche vereinigen sich im Dorfgebiet von Allschwil. 1937 wurden sie bis zum Dorfplatz und später bis zum Grabenring eingedolt. Die damals verwirklichten Durchflusskapazitäten waren viel zu gering bemessen, was in den letzten 30 Jahren zu mehr als zehn Überschwemmungen führte.

1994 erarbeitete der Kanton Basel-Landschaft ein Hochwasserschutzprojekt, welches 1999 von den Einwohnern der Gemeinde aufgrund des Standorts Plumpi (einem Naherholungsgebiet) abgelehnt wurde. Experten, Befürworter und Gegner konnten sich in der Folge aber doch noch auf den oberhalb liegenden Standort Isigs Brüggli einigen. Der Landrat genehmigte am 8. Mai 2003 den neuen Kredit. 2005 lag das rechtsgültige Projekt vor und Mitte März 2006 begannen die Bauarbeiten.

Seit dem 26. November 2007 ist das Hochwasserrückhaltebecken Isigs Brüggli in Betrieb. Im oberwasserseitigen Bereich entsteht zudem ein Amphibienschutzgebiet von nationaler Bedeutung.

Am 14. September 2008 erfolgte der grösste Einstau. Er betrug rund 4 Meter. Nach dem Ereignis hat sich das Becken selbstständig wieder entleert (Abb. 1).



1: Links die Ursache des Übels: der Mülibach am Dorfeingang. Rechts der Einstau vom 14. September 2008.



1: A gauche, la cause des crues: le Mülibach à l'entrée du village. A droite, les inondations du 14 septembre 2008.

Tiefbauamt des Kt. Basel-Landschaft

Das Projekt

Zentrales Element des Bauwerkes bilden ein quer zum Mülltal verlaufender 225 m langer, bis 10,5 m hoher Erdstaudamm und ein Rückhaltebecken mit einem Volumen von maximal 200 000 m³ gestautem Wasser auf einer



* Dr. Renato Wyder, IMP
Bautest Basel AG, Basel

Protection optimale contre les crues grâce à un contrôle qualité efficace: le bassin anti-crues «Isigs Brüggli» d'Allschwil BL

Un concept d'assurance-qualité prometteur à plusieurs niveaux a été utilisé pour la construction du bassin anti-crues d'Allschwil. Le suivi continu de l'entreprise exécutrice par un laboratoire agréé de contrôle des matériaux de construction a permis de satisfaire aux très hautes exigences techniques définies pour l'ouvrage.



2: Der fertige Staudamm unterwasserseitig aus Distanz (oben). Gut zu erkennen ist der mittige Überlaufbereich. Unten links ein Blick in das oberwasserseitige Amphibienschutzgebiet mit Einlauf des Mülibachs. Unten rechts der Auslauf des Mülibachs, links davon das Tosbecken vor dem Überlaufbereich.

2: En haut, la digue achevée vue depuis le côté aval, au milieu de laquelle on distingue la zone de surverse. En bas à gauche, la zone de protection des amphibiens côté amont, avec le canal d'amenée du Mülibach. En bas à droite, le canal d'écoulement du Mülibach, avec le bassin de dissipation devant la zone de déverse (à gauche).

Fläche von 60 000 m². Als Ablauf dient ein den Damm durchquerender Stollen von 50 m Länge, der den Durchfluss des Mülibachs mit einer Blende auf maximal 1,5 m³/s drosselt (Abb. 2).

Der unterhalb des Dammes zufließende Lützelbach führt noch einmal 2,2 m³/s Wasser dazu, sodass letztendlich im Siedlungsgebiet von Allschwil eine maximale Wasser-

menge von 3,7 m³/s bewältigt werden muss. Wird die maximale Staumenge überschritten, kann das Wasser in der Mitte des Dammes über die Notentlastung durch ein 40 m breites Transportgerinne (Überlaufbereich) in das vorgelagerte Tosbecken abfließen. Für dieses Bauwerk wurde eine anfallende Wassermenge von 67 m³/s dimensioniert.

Der Staudamm

Der Erddamm mit einem Gesamtvolumen von 35 600 m³ besteht aus einem wasserdichten zentralen Kern mit äusseren zonierten Schüttkeilen. Für die Schüttungen dieser Bereiche wurden Gemische aus lokal anfallendem Lösslehm und zugeführtem Kiessand im Verhältnis 20/80 verwendet (Zone 3). Für die Seitenbereiche des Dammkerns war ursprünglich der Einbau von 100 % lokalem Lösslehm vorgesehen (Zone 2a). Da die anstehende Materialmenge aber zu gering ausfiel, wurde der Lösslehm mit zugeführtem Gelbkies im Verhältnis 50/50 gemischt. Der äussere Stützkörper (Zone 1) wurde zu 100 % mit zugeführtem Kiessand geschüttet. Zwischen der Kernzone und dem äusseren Schüttkeil befindet sich talseitig eine vertikale Filterschicht (Zone 4a), die auf Dammfusshöhe mit einer horizontalen Filterschicht verbunden ist (Zone 4b). Die Abbildungen 3 und 4 verdeutlichen die einzelnen Zonen.

Qualitätssicherung

An die eingebauten Materialien wurden hohe Anforderungen gestellt. Die Einhaltung der Anforderungen konnte durch entsprechende Qualitätssicherungsmassnahmen gewährleistet werden. Das Bauwerk musste in allen Stadien durch ein akkreditiertes Baustoffprüflabor geprüft werden. Den Auftrag für diese Arbeiten erhielt die IMP Bautest Basel AG.

Die wichtigsten Anforderungen an das Material betrafen:

Nr.	Zone/Volumen	Material	Herkunft	Zusammensetzung
1	Stützkörper V = 16 400 m ³	Alluvionen/Schotter	Gelbkies der Birs, zugeführt	0–100 mm
2a	Dammkern Seitenbereiche V = 1 900 m ³	Lösslehm mit Kiessand	lokal angefallen und zugeführter Gelbkies der Birs	50 % lokal/50 % zugeführt 0–80 mm
2b	Stützkörper V = 7 500 m ³	Lösslehm mit Kiessand	lokal angefallen und zugeführter Gelbkies der Birs	50 % lokal/50 % zugeführt 0–80 mm
3	Dammkern Überlaufbereich V = 5 970 m ³	Alluvionen/Schotter mit Lösslehm	lokal angefallener Lösslehm, zugeführter Gelbkies der Birs	80 % zugeführt/20 % lokal 0–100 mm
4a	Filter V = 2 870 m ³	Kiessand	aufbereitet gem. Spezifikationen, zugeführt	0–16 mm
4b	Drainagetepich V = 960 m ³	Kiessand	zugeführt	4–16 mm

3: Eingebautes Material.

3: Matériaux utilisés.

- die Korngrößenverteilung (KGV) mit USCS-Klassifikation
- den Wassergehalt (w)
- die Durchlässigkeit (k-Wert) sowie
- die Raumdichte (RD) bzw. der Verdichtungsgrad bezüglich Proctor Standard (VG)

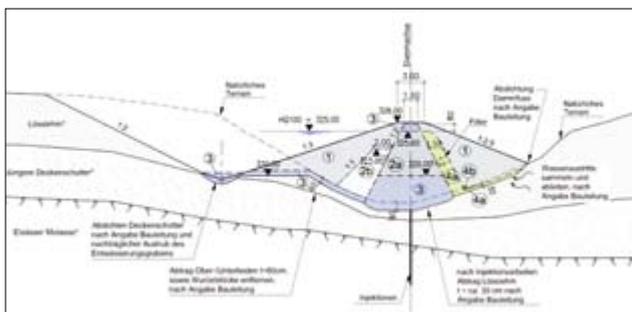
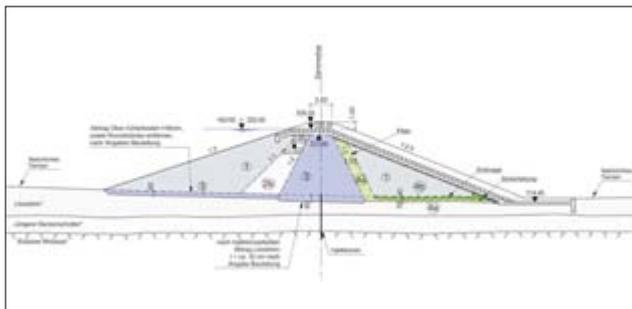
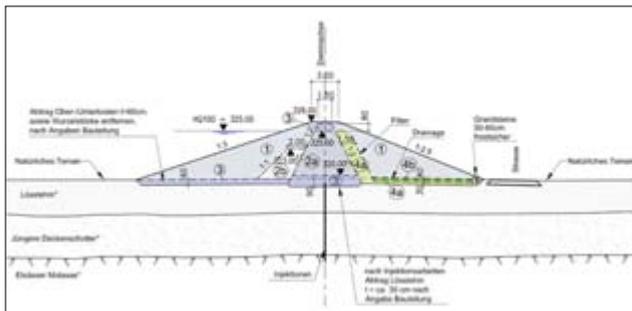
Der Prüfplan umfasste vor dem eigentlichen Bau ein 3-stufiges Programm für Voruntersuchungen am Baugrund (Damm Aufstandsfläche), an den verschiedenen Einbaumaterialien sowie an Probeschüttungen der wichtigsten Dammschichten.

Während der Dammschüttung wurde in Abhängigkeit der geschütteten Kubaturen bzw. eingebauten Schichten eine



6: Sandersatzmethode zur Bestimmung der Raumdichte (links) und Sickergrube zur Bestimmung des in situ k-Werts im Lösslehm (Dammaufstandsfläche).

6: Méthode de détermination de la masse volumique apparente au moyen de sable calibré (à gauche) et puits permettant de déterminer la valeur in situ dans le sol limoneux (zone d'érection de la digue).



4: Typische Dammquerschnitte (Quelle: Pöyry).

4: Coupe type de la digue (source: Pöyry).

laufende Einbaukontrolle durchgeführt. In der Praxis haben sich die Einbaukontrolle und die Untersuchungen an den Probeschüttungen zeitlich leicht überschritten.

Neben den Erdarbeiten wurden auch die Betonierarbeiten am Auslaufbauwerk und dem Tosbecken durch das Labor begleitet. Auf diese Prüfungen wird hier nicht näher eingegangen.

Die Abbildungen 5, 7 und 9 im folgenden Kapitel zeigen das umfangreiche, durchgeführte Untersuchungsprogramm im Erdbau des insgesamt 4-stufigen Kontrollplans.

Untersuchungen und Ergebnisse

Baugrund

Die Labor- und Feldversuche am Untergrund dienten vor allem dem Kennenlernen des anstehenden Materials (Lösslehm und darunter Elsässer Molasse) sowie der Dammaufstandsfläche im Hinblick auf die herzustellende Stabilisierung durch Injektionen in den Deckenschotter der Elsässer Molasse.

Die Dammaufstandsfläche bildete der abhumusierte und von Wurzelwerk befreite Lösslehm.

Einbaumaterial

Für den Aufbau des Dammkerns (Zone 3) war die Verwendung eines wasserdichten Materials zwingend. Zu diesem Zweck wurde angelieferter Gelbkies der Birs mit dem lokal anfallenden Lösslehm vermischt. Für die Eignungsprüfungen wurden 3 Versuchsmischungen mit jeweils 10, 20 und 30 % Anteil Lösslehm im Kies hergestellt (Abb. 8). Alle Probemischungen haben die gestellten Anforderungen erreicht. Der Unternehmer hat sich schlussendlich dazu entschlossen, eine Mischung aus 80 % Gelbkies versetzt mit 20 % Lösslehm einzusetzen.

Material/Bauteil	Anforderungen/Zweck	durchgeführte Prüfungen und Umfang
Dammaufstandsfläche	Abstimmen Filter-Drainage-Teppich, Dokumentation	Im Lösslehm: 4× Wassergehalt 4× Sieb-Schlamm-Analyse 4× Atterbergversuch, USCS-Klassifikation 2× Raumgewicht (Sandersatzmethode) 2× Durchlässigkeit in situ (Feldversuche)
		Im Deckenschotter: 3× Wassergehalt 3× Sieb-Schlamm-Analyse 1× Verdichtungsversuch (Proctor Standard)

5: Untersuchungen am Baugrund.

5: Examens du sous-sol.

Zone	Material	Anforderungen/Zweck	durchgeführte Prüfungen und Umfang
1	Alluvionen/Schotter	KGV, USCS-Klassifikation k-wert Dokumentation	Angeliefertes Material: 2× Sieb-Schlamm-Analyse 2× Wassergehalt 2× Atterbergversuch 2× Verdichtungsversuch (Proctor Standard) 2× Durchlässigkeit im Proctortopf
2a	Lösslehm	KGV, USCS-Klassifikation k <10 ⁻⁷ m/s Dokumentation	Zwischendeponiertes Material auf Baustelle: 3× Sieb-Schlamm-Analyse 3× Wassergehalt 3× Atterbergversuch 3× Verdichtungsversuch (Proctor Standard) 3× Durchlässigkeiten im Proctortopf 1× Raumgewicht (Sandersatzmethode) an anstehendem Material
2b	Lösslehm mit Kiessand	KGV, USCS-Klassifikation k-wert Dokumentation	Angeliefertes Material: 3× Sieb-Schlamm-Analyse 3× Wassergehalt 3× Atterbergversuch 3× Verdichtungsversuch (Proctor Standard) 3× Durchlässigkeiten im Proctortopf
3	Alluvionen/Schotter mit Lösslehm aufbereitet	KGV, USCS-Klassifikation k <10 ⁻⁷ m/s Dokumentation 3 Versuchsmischungen: 90/10, 80/20, 70/30	Angeliefertes Material: 6× Kornverteilungen/Schlamm-Analysen 6× Wassergehalt 4× Atterbergversuch 4× Verdichtungsversuch (Proctor Standard) 4× Durchlässigkeiten im Proctortopf

7: Untersuchungen am Einbaumaterial.

7: Contrôle des matériaux utilisés.

Auch die übrigen Materialien haben (mit vernachlässigbaren Abweichungen) die gestellten Anforderungen erreicht. Für die Seitenbereiche des Dammkerns (Zone 2a) sowie den Stützkörper (Zone 2b) wurde der Kiessand während der Dammschüttung zu 50 % mit lokal anfallendem Lösslehm versetzt.

Probeschüttungen

Für die Probeschüttungen des Stützkörpers (Zone 1), des Dammkern-Seitenbereichs (Zone 2a) und des Dammkerns (Zone 3) wurden ca. 10 × 20 m messende Versuchsfelder auf der Dammaufstandsfläche gewählt. Eingebaut wurden jeweils 5 Schichten à 30, bzw. 25 und 25 cm Dicke nach



8: Links die Herstellung des für den Dammkern benötigten Materials (Alluvionen/Schotter mit Lösslehm). Rechts die dazu verwendete Sortierschaukel. Sie dient zur Regulierung des geforderten Grösstkorns.

8: A gauche, la préparation des matériaux nécessaires pour le cœur de la digue (alluvions/cailloux et argile limoneuse). A droite, la pelle permettant de sélectionner les grains de la taille souhaitée.

Zone	Material	Anforderungen/Zweck	durchgeführte Prüfungen und Umfang
1	Alluvionen/Schotter	Umgang mit Schüttmaterial ermitteln	Untersuchungen für jede zweite Schicht pro Schüttung (3 Serien pro Schüttung): 1× Sieb-Schlamm-Analyse
2a	Lösslehm	Einfluss des Wassergehaltes auf Materialeinbau beurteilen	1× Raumgewicht (Sandersatzmethode) 1× Wassergehalt 1× Atterbergversuch 1× Verdichtungsversuch (Proctor Standard)
3	Alluvionen/Schotter mit Lösslehm aufbereitet (80/20)		Nach Schüttversuch pro Schüttung: 1× Sieb-Schlamm-Analyse 1× Raumgewicht (Sandersatzmethode) 1× Wassergehalt 1× Atterbergversuch 1× Verdichtungsversuch (Proctor Standard) 1× Durchlässigkeit im Proctortopf

9: Untersuchungen an den Probeschüttungen.

9: Contrôle du remblai test.



10: Links im Vordergrund: Injektionsarbeiten an der Dammaufstandsfläche. Rechts Arbeiten an einer Probeschüttung.

10: A gauche (premier plan), travaux d'injection au niveau de la zone d'érection de la digue. A droite, travaux au niveau du remblai test.



12: Der Damm-Überlaufbereich mit Tosbecken.

12: Zone de déverse de la digue, avec bassin de dissipation.

Zone	Material	Anforderungen	durchgeführte Prüfungen und Umfang
1	Alluvionen/Schotter	KGV, USCS-Klassifikation w = feucht RG \geq 97 % PS	Verdichtungsversuch (Proctor Standard)/2000 m ³ Wassergehalt/2000 m ³ Sieb-Schlamm-Analyse/4000 m ³ Raumgewicht (Sandersatzmethode)/4000 m ³ Durchlässigkeit im Proctortopf/4000 m ³ Atterbergversuch, USCS-Klassifikation/4000 m ³
2a	Lösslehm mit Kiessand (50/50)	KGV, USCS-Klassifikation w = (wopt \pm 2 %) RG \geq 98 % PS	jede 2. Schicht: Verdichtungsversuch (Proctor Standard) Wassergehalt Sieb-Schlamm-Analyse Raumgewicht (Sandersatzmethode) jede 10. Schicht: Durchlässigkeit im Proctortopf
2b	Lösslehm mit Kiessand (50/50)	KGV, USCS-Klassifikation w = feucht RG \geq 97 % PS	Verdichtungsversuch (Proctor Standard)/2000 m ³ Wassergehalt/2000 m ³ Sieb-Schlamm-Analyse/4000 m ³ Raumgewicht (Sandersatzmethode)/4000 m ³ Durchlässigkeit im Proctortopf/4000 m ³ Atterbergversuch, USCS-Klassifikation/4000 m ³
3	Alluvionen/Schotter mit Lösslehm aufbereitet (80/20)	KGV, USCS-Klassifikation w = (wopt \pm 2 %) RG \geq 98 % PS	jede 2. Schicht: Verdichtungsversuch (Proctor Standard) Wassergehalt Sieb-Schlamm-Analyse Raumgewicht (Sandersatzmethode) jede 10. Schicht: Durchlässigkeit im Proctortopf
4	Kiessand	KGV, USCS-Klassifikation w = feucht – nass RG \geq 98 % PS	Verdichtungsversuch (Proctor Standard)/1000 m ³ Wassergehalt/1000 m ³ Siebanalyse Raumgewicht (Sandersatzmethode) Durchlässigkeit im Proctortopf

11: Einbaukontrolle für die Dammschüttung. KGV = Korngrößenverteilung, RG = Raumgewicht, PS = Proctor Standard, w = Wassergehalt, wopt = optimaler Einbauwassergehalt.

11: Contrôles lors de la réalisation du remblayage. RG = répartition granulométrique, D = densité, PS = Proctor Standard, e = teneur en eau, eopt = teneur en eau optimale.

Ausbreitung. Jede Schicht wurde mit 8 Walzendurchgängen verdichtet.

Die Probeschüttungen haben eindrücklich die beim Einbau zu meisternden Probleme aufgezeigt. Die als erste erstellte Schüttung aus Lösslehm für den Seitenbereich (Zone 2a) konnte die gestellten Anforderungen bezüglich Wassergehalt und Verdichtungsgrad nicht erreichen, da das eingebaute Material zu feucht war. Der erforderliche

Verdichtungsgrad war nicht erreichbar. Es galt, das auf der Baustelle ausgehobene Material künftig so nahe wie möglich am optimalen Einbauwassergehalt zu halten. Je nach Witterung musste also das Material entweder zur Antrocknung aufgelockert und ausgebreitet, oder aber zudeckt werden (Niederschlag). Periodische Messungen des Wassergehalts waren angezeigt.

Die gemachten Erfahrungen beim Schütten von Lösslehm



13: Probenahme für die Einbaukontrolle. Das verdichtete Material musste jeweils mit dem Bagger aufgelockert werden.



13: Prélèvement d'un échantillon en vue des contrôles de réalisation. Les matières compactées ont dû être ameublées à la pelle.



14: Die Dammschüttung im fortgeschrittenen Stadium. Die Zonierung des Stützkörpers ist deutlich erkennbar. Beim dunkelgrauen Material handelt es sich um die unterwasserseitige Filterschicht aus Kiessand.

14: Le remblayage à un stade avancé. On y distingue nettement le zonage des flancs. La zone gris foncé correspond à la couche de filtre côté aval (mélange gravier-sable).



15: Luftbild der Dammaufstandsfläche. Zu erkennen ist der 50 m lange Ablaufstollen des Mülibachs.

15: Vue aérienne de la zone d'érection de la digue, sur laquelle on distingue la conduite d'écoulement du Mülibach de 50 m de long.

konnten für die beiden anderen Schüttungen erfolgreich umgesetzt werden. Beide Schüttungen haben die gestellten Anforderungen an den Wassergehalt und den Verdichtungsgrad insgesamt erreicht.

Dammschüttung

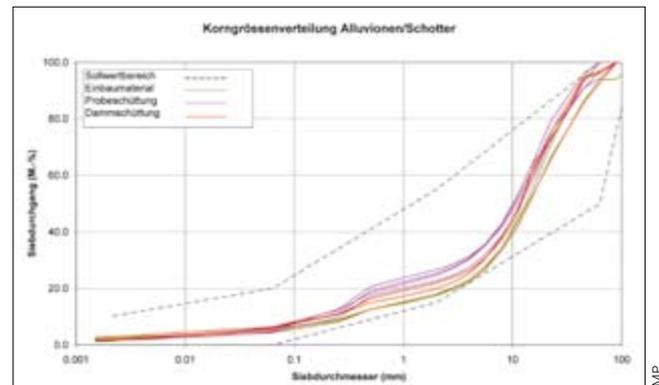
Die Ausführung der Dammschüttung erfolgte ähnlich wie bei den Probeschüttungen. Das geschüttete Material hatte nach Ausbreitung Schichtdicken von ca. 30 cm aufzuweisen und musste mindestens zwischen 4- bis 6-mal gewalzt werden. Für die Filter- und Drainageschichten waren mindestens 3 Walzübergänge vorgesehen.

Während die sogenannten reinen Materialien beim Einbau praktisch keine Probleme verursachten, waren bei den mit Lösslehm vermischten Kiessanden einige Schwierigkeiten aufgetreten.

Durch die natürliche Variation des Materials im Feinanteil der Korngrößenverteilung veränderten sich auch die optimalen Einbauwassergehalte und die Wasserdurchlässigkeiten entsprechend. Die Unternehmung musste den Materialschwankungen mit geeigneten Massnahmen wie Zuwarten, um das Material abtrocknen zu lassen, oder Nachwalzen usw. begegnen.

Natürliches und aufbereitetes Einbaumaterial

Die Einbaumaterialien, die mit vor Ort natürlich vorkommenden Materialien gemischt wurden, zeigen deutlich höhere Schwankungen in ihren Eigenschaften als die vom Kieswerk aufbereiteten Baustoffe. Sie widerspiegeln die natürlichen Schwankungen innerhalb von jungen geologischen Formationen quartären Ursprungs (Korngrös-



17: Der vom Kieswerk angelieferte und aufbereitete Gelbkies der Birs zeigt eine sehr homogene Zusammensetzung über alle Stadien des Dammbaus.

17: Le gravier jaune de la Birs, fourni et préparé par la gravière, présente une composition très homogène à tous les stades de la construction de la digue.

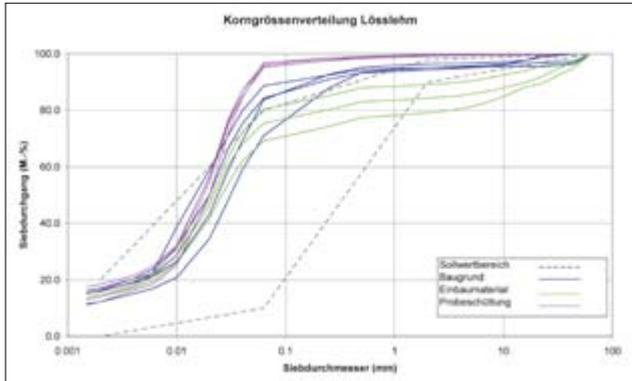
Material	Bereich Wopt	Variation	Aufbereitung
Alluvionen/Schotter	3.9 ... 5.1 M.-%	1.2 M.-%	Kieswerk
Lösslehm	11.4 ... 14.6 M.-%	3.2 M.-%	lokal angefallen
Löss + Kiessand (50/50)	6.3 ... 14.1 M.-%	7.8 M.-%	All./Sch. vom Kieswerk mit Aushub Seitental
Alluvionen/Schotter mit Lösslehm (80/20)	4.3 ... 8.1 M.-%	3.8 M.-%	All./Sch. vom Kieswerk mit Aushub Lösslehm

16: Variation der optimalen Einbauwassergehalte (wopt).

16: Variation de la teneur en eau optimale (eopt).

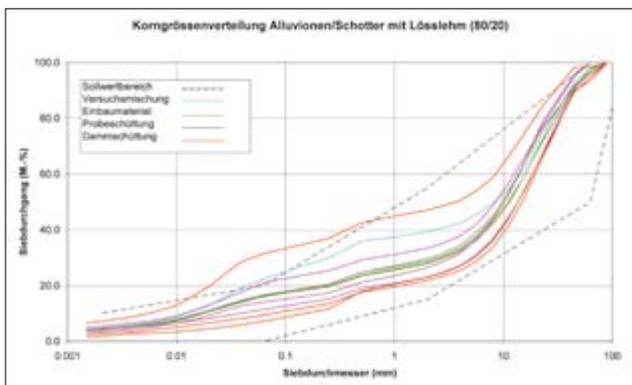
senverteilungen, Proctoreigenschaften, optimale Einbauwassergehalte). Die Abbildungen 16 bis 20 verdeutlichen die Unterschiede.

Generell liegen die Siebsummenkurven der Einbaumaterialien und Probeschüttungen enger beieinander als die



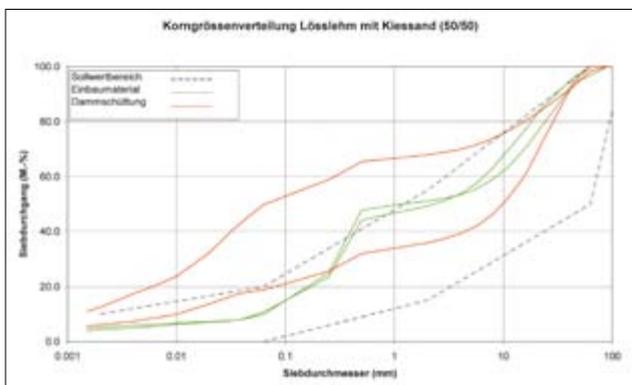
18: Siebsummenkurven Lösslehm. Das natürliche Material zeigt im Bereich von 0,1 bis 1,0 mm Schwankungen von über 20 Masse-%. Für den Einbau wurde kein reiner Lösslehm verwendet.

18: Courbes granulométriques de l'argile limoneuse. Dans la plage de 0,1 à 1,0 mm, le matériau naturel présente des écarts de plus de 20% par rapport à la masse initiale. Aucun remblai à base d'argile limoneuse pur n'a été utilisé.



19: Siebsummenkurve der aufbereiteten Mischung aus vom Kieswerk angelieferten Alluvionen/Schotter mit natürlichem Lösslehm (80/20). Insbesondere während der Dammschüttungen traten auch hier im Bereich von 0,1 bis 10 mm Schwankungen von über 20 Masse-% auf.

19: Courbes granulométriques de la masse d'alluvions/de cailloux fournie par la gravière, mélangée à de l'argile limoneuse naturelle (80/20). Lors du remblayage notamment, des écarts de plus de 20% par rapport à la masse initiale ont été observés dans la plage de 0,1 à 1,0 mm.



20: Durch das Mischungsverhältnis von 50/50 zwischen angeliefertem und natürlichem Material ergaben sich hier beim Einbau noch grössere Schwankungen von über 30 Masse-% im Bereich 0,1 bis 1 mm.

20: Un mélange à 50/50 de matériaux livrés et de matériaux naturels a donné des écarts encore plus importants, de plus de 30% par rapport à la masse initiale dans la plage de 0,1 à 1,0 mm.

Kurven der Dammschüttung. Die Gründe dafür liegen in den räumlich begrenzten Probeentnahmestellen des Lösslehms während der Voruntersuchungen. Durch den fortschreitenden Abtrag von Einbaumaterial während der Dammschüttung wurde auch das Abbaugelände des anstehenden Lösslehms ausgedehnt und dadurch die Schwankungsbreite der Zusammensetzung vergrößert.

Damit einhergehend ergaben sich für die mit natürlichem Material gemischten Einbaumaterialien grössere zu bewältigende Schwierigkeiten beim Einbau. Während die optimalen Einbauwassergehalte für den vom Kieswerk gelieferten Alluvionen/Schotter nur um 1,2 Masse-% differieren, liegen die Schwankungen bei den übrigen Materialien deutlich höher.

Durch die erheblichen Schwankungen beim optimalen Einbauwassergehalt sowie beim witterungsbedingten natürlichen Wassergehalt war es für die Unternehmung sehr schwierig, jeweils den vorgegebenen Verdichtungsgrad zu erreichen. Umso wichtiger war es für die Unternehmung, jeweils die für den Einbau notwendigen Kennwerte des Materials zu besitzen.

Fazit

Der Dammbau war für alle Beteiligten eine grosse Herausforderung. Erhebliche natürliche Schwankungen in der Zusammensetzung der Einbaumaterialien erforderten zeitlich enge Beprobungen und Analysen. Für das Labor hiess dies, dem Unternehmer die Laborresultate in allen Phasen des Dammbaus zeitgerecht vorzulegen. Gerade im Erdbau sind aber die Versuche relativ langwierig. Für Sieb-Schlamm-Analysen mit Atterberg- und Proctorversuchen müssen unter Aufbietung der notwendigen personellen Ressourcen mindestens 3 bis 4 Tage eingerechnet werden. Entsprechende zeitliche Planungen für die Bereitstellung der Ressourcen im Labor waren unumgänglich.

Unwägbarkeiten für den Unternehmer ergaben sich aus der Witterung. Das vor Ort gelagerte Einbaumaterial war hochsommerlichen aber auch regnerischen Bedingungen ausgesetzt. Bereits eingebaute Schichten mussten zum Teil wieder entfernt werden, da sie entweder zu stark austrockneten oder nach starken Niederschlägen zu viel Wasser aufgenommen haben. Das abgetragene Material musste so lange zwischengelagert werden, bis der Wassergehalt wieder dem optimalen Einbauwassergehalt entsprach. Periodische Kontrollen des Wassergehalts waren deshalb zwingend für das Erreichen der Anforderungen an die eingebauten Schichten.

Das Bauwerk termingerecht und den Anforderungen entsprechend zu beenden, stellte für die Unternehmung eine grosse Herausforderung dar. Die effiziente und enge Zusammenarbeit mit dem Labor hat das ihre zum Gelingen des Bauwerks beigetragen und eindrücklich den Stellenwert einer angemessenen und durchdachten Qualitätssicherung aufgezeigt. ■