

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 58-59 (1990-1991)
Heft: 11

Artikel: Bodenstabilisierung mit Kalk für den Bau von Weihern
Autor: Meyer, B.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153750>

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: 05.02.2025

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

CEMENTBULLETIN

NOVEMBER 1990

JAHRGANG 58

NUMMER 11

Bodenstabilisierung mit Kalk für den Bau von Weihern

Das technische Problem. Beigabe von Kalk als Methode zur Bodenstabilisierung. Planung und Ausführung

Weiherr sind ein Element der Garten- und Landschaftsgestaltung. Sie sind Lebensgrundlage verschiedenster Pflanzengesellschaften, Amphibien und Fische. Sie bieten Nahrung für Insekten, die ihrerseits den Kreislauf des Stoffwechsels bereichern und auch Vögel



2 anziehen. Seit man sich dieses ökologischen Werts bewusst geworden ist, werden vermehrt neue Weiher angelegt (Abb. 1). Man sucht für sie keinen Standardtyp. Jeder Weiher soll sich aus seiner Umgebung heraus zu seiner Eigenart entwickeln können. Die Kunst der Weihergestaltung ist es dann, dies zu ermöglichen. Folglich kann man sich mit einem einzelnen Weiher nicht alle Wünsche der Bepflanzung und Besiedlung erfüllen. Man muss sich einschränken und eine Auswahl treffen – dies unter Berücksichtigung von gesetzlichen Vorschriften, von technischen Lösungsmöglichkeiten im bestehenden Gelände, von den Folgewirkungen und von den finanziellen Mitteln, die der Eigentümer für Bau und Unterhalt aufwenden kann.

Weiher in freier Landschaft werden in einem übergeordneten Zusammenhang geplant. Sie haben grössere Wasserflächen (> 50 Aren) und sind meist im Eigentum der öffentlichen Hand, die im Interesse des Naturschutzes handelt. Für die Bepflanzung und Besiedlung werden standortgemässe Arten bevorzugt. Dabei verzichtet man auf künstliche Massnahmen und greift nur ein, wenn die natürliche Zuwanderung nicht genügt. Um eine ungestörte Entwicklung zu ermöglichen, wird der öffentliche Zutritt stellenweise eingeschränkt [1]. Für Information und Demonstration sollen eigene Schulweiher angelegt werden. Bei *Gartenweihern* ist die Gestaltung freier, wie die verschiedenen Stile der Gartenbaukunst zeigen. Neben Gärten mit herkömmlichen Elementen ist heute auch der Naturgarten anzutreffen. Er wird als Reaktion auf die zunehmende Überbauung angelegt und soll ein Stück Natur wieder ins Siedlungsgebiet zurückholen [2]. Oft wird aber diese Funktion auf den Gartenweiher allein reduziert, der dann Gefahr läuft, zu einem Marktartikel zu verkommen. Man hält sich ein Biotop, das mit seiner Umgebung nicht in Beziehung steht und nach Belieben austauschbar ist. Wenn es aber als sensibler Lebensraum begriffen wird, hat es trotzdem sein Ziel erreicht. Zur Besiedlung existiert eine umfangreiche Literatur [z.B. 3]. Wie die Erfahrung zeigt, kann jeder Weiher belebt werden, wenn auch nicht immer nach den ausgefallensten Wünschen oder nach dem Kriterium der Machbarkeit.

Weiher brauchen eine *Wasserhaltung* und *stabile Ufer*. Sind diese beiden Elemente nicht von Natur aus vorhanden, werden sie zur Bauaufgabe. Wasserhaltung bedeutet Abdichten der Sohle und eventuell Einbau von Zu- bzw. Ablauf. Auf einen Zulauf kann verzichtet werden, wenn die Niederschläge grösser sind als die Verdunstung, was in unserem humiden Klima der Fall ist. Allenfalls wird man Dachwasser einleiten. Zulauf und Ufer müssen angemessen befestigt werden. Andernfalls besteht die Gefahr, dass sie bei Starkregen ausgeschwemmt werden und den Weiher sukzessive auffüllen.

Biotop ist ein Fachwort der Biologie. Man sagt «der Biotop» und bezeichnet damit einen abgegrenzten Lebensraum, in dem sich eine charakteristische Gemeinschaft von Lebewesen auf natürliche Weise herausgebildet hat. Seinen Bestand unterhält er sich durch Selbstregulation. Einfachste Beispiele für Landschaftsbiotope sind ganz einfach Wiesen, Wälder oder Seen. Sobald Wasser zum dominanten Merkmal wird, spricht man von Feuchtbiotopen und meint damit Meere, Seen, Bach- und Flussläufe, Sümpfe und Moore, ferner auch Ufer und Strände.

Als Weiher und Teiche bezeichnet man stehende Gewässer, die im Vergleich zu Seen weniger tief sind (< 3 m) und eine kleinere Oberfläche haben. In gewissen Bereichen können sie auch versumpfen. Teiche sind immer künstlich angelegt. Sie haben vorab einen technischen Zweck, sei es die Vorratshaltung von Löschwasser, die Gewinnung von Wasserkraft (Möhlesteich) oder die Tierhaltung in Zuchtbetrieben (Fische, Enten usw.). Teiche weisen deshalb technische Einrichtungen zur Wasserhaltung auf, mittels denen man sie voll füllen wie auch ganz ablassen kann. Weiher brauchen diese Einrichtungen nicht unbedingt. Sie dienen primär als Lebensraum für Pflanzen und Tiere. Zu technischen Zwecken werden sie nur notfalls genutzt, z. B. als Löschweiher. Sümpfe sind bewachsene Böden, die während der meisten Zeit stark wasserhaltig sind. Wenn man in der Umgangssprache das Fremdwort Biotop benützt, sagt man «das Biotop» und meint damit ein Feuchtgebiet des Gartens. Das Biotop ist aber nichts anderes als ein Gartenweiher, der mehr oder weniger naturnah angelegt und bepflanzt ist.

Für die Abdichtung bestehen verschiedene Verfahren. Arbeitet man mit dem anstehenden Boden zusammen, so braucht man im günstigsten Fall gar nichts zu unternehmen, der Boden dichtet sich von selbst ab. Hat man tonigen Untergrund, kann man ihn allenfalls verdichten und einen Lehmweiher herstellen. Zur besseren Verarbeitbarkeit lässt sich solcher Boden mit Kalk stabilisieren. Es kann auch notwendig sein, gegen den Boden zu arbeiten und wasserdichte Fremdkörper einzubauen, z. B. Folien oder wasserdichte Becken aus Beton bzw. Kunststoff. Im Fall von naturnahen Bauten sind Sichtbetonflächen, ortsfremde Blockwürfe, sichtbare Spundwände usw. unerwünscht.

Beigabe von Kalk als Methode zur Bodenstabilisierung

Die Bodenstabilisierung ist ein Verfahren, das für den Bau von Strassen und Dämmen entwickelt worden ist. Durch Beimischen eines mineralischen Bindemittels kann man den anstehenden Boden so stabil machen, dass er sich zweckentsprechend einbauen lässt



Abb. 2 Anstehendes Bodenmaterial (klebrig, durchnässt)



Abb. 3 Mit Kalk stabilisiertes Bodenmaterial (verarbeitbar, krümelig)

und nicht durch besseres Material ersetzt werden muss (Abb. 2 und 3). *Stabil* heisst hier, dass die bautechnischen Eigenschaften des Bodens (Festigkeit, Volumen, Wassergehalt) unter voraussehbaren Last-, Wasser- und Frosteinflüssen begrenzt und kontrollierbar sind. Je nach anstehendem Bodenmaterial unterscheidet man zwei Arten. Nichtbindige Böden wie Kiese und Sande werden mit Zement stabilisiert. Sie sollen hier nicht weiter erwähnt werden. Bindigen Böden mischt man Kalk bei. Bindig sind vor allem tonige Silte und Tone, wie sie als Untergrund für Weiher häufig vorkommen.

Die *Beigabe von Kalk* erzeugt in tonigen Böden bautechnisch gesehen zwei Reaktionen [4]: Schon während des Einmischens reagiert der Kalk mit dem Wasser des Bodens: der Wassergehalt sinkt, die bodenmechanischen Eigenschaften werden verbessert (Sofortreaktion). Die Reaktionsprodukte reagieren dann im Laufe der Zeit und in Gegenwart von Wasser mit Tonbestandteilen (Langzeitreaktion). So entsteht ein Bindemittel, das aus dem ursprünglichen Lockermaterial einen Feststoff macht. Die Sofortreaktion bewirkt eine Austrocknung des Bodens und verbessert die Einbaumöglichkeiten. Sie ist für den Bauzustand von Bedeutung, d.h., die Beigabe von Kalk ist eine Bauhilfsmassnahme. Die Langzeitreaktion macht aus dem Boden einen dichten Baustoff. Die technische Nutzung hat sich für die Abdichtung von Tanklagern bewährt und wurde von dort für den Bau von Weihern übernommen. (Beratung durch die Betonstrassen AG, Wildegg, vgl. [5].)

Die Wirkungsweise ist in allen tonigen Böden ähnlich. Für die bautechnische Anwendung sind aber *Laborversuche* notwendig.

5 Dabei werden festgelegt: Eignung des Bodens (min. 10% Gehalt an Ton), Dosierung des Bindemittels, erwartete Veränderung der bodenmechanischen Kennwerte (Wassergehalt, Plastizitätsgrenzen, Verdichtbarkeit, Konsistenz, Festigkeit, Dichtigkeit).

Als Bindemittel wird *Stabilitkalk* verwendet. Stabilitkalk ist die technische Bezeichnung für ungelöschten Weisskalk (gemahlen), wie er für den Zweck der Bodenstabilisierung hergestellt wird. Seine Gütewerte erfüllen die Anforderungen der Norm SIA 215 (Art. 34 unter Weissfeinkalk). Im Unterschied zu üblichem Weissfeinkalk ist er etwas weniger fein gemahlen, reagiert also nicht so rasch, ist aber preisgünstiger. Seine Mahlfineinheit beträgt max. 10% > 0,09 mm, während üblicher Weissfeinkalk wesentlich weniger Anteil mit Korndurchmesser > 0,09 mm aufweist.

Stabilitkalk besteht zur Hauptsache aus Kalziumoxid (CaO). Gemäss Norm sind es min. 85%. Wird er einem wasserhaltigen Boden beigemischt, reagiert er unter Wärmeentwicklung mit dem Wasser zu Kalkhydrat (Ca[OH]₂), wird also gelöscht (Sofortreaktion). Dieses Kalkhydrat (auch Calciumhydroxid genannt) reagiert dann mit Teilen der Tonmineralien zum Bindemittel, das in weiteren Phasen auskristallisiert und den Boden verfestigt (Langzeitreaktion). Dieser zweite Vorgang beginnt ebenfalls bei der Beigabe, zeichnet sich aber erst nach mehreren Tagen ab und dauert noch Jahre an. Die Dosierung des Kalks wird in Prozenten der Masse (fertig verdichtet) angegeben. Sie liegt beim Weiherbau bei 50 kg/m³ (d. h. etwa 10 kg/m²). Genauere Werte können mit Laborversuchen festgelegt werden. Stabilitkalk darf **nicht mit Hydraulischem Kalk verwechselt** werden. HK weist einen anderen Chemismus auf und wird für ein anderes Anwendungsgebiet fabriziert.

Im Weiherbau ist die *Dichtigkeit* der eingebrachten Schicht von Interesse. Sie liegt meist unter 1 mm Wasserverlust je Tag (max. 2 mm/Tag). Im schweizerischen Mittelland beträgt die durchschnittliche Niederschlagsmenge etwa 3 mm/Tag (über das ganze Jahr betrachtet inkl. Schnee). Die Verdunstung beträgt im Mittel etwa 1 mm/Tag, hängt aber stark von den örtlichen Temperatur- und Windverhältnissen ab. Der Vergleich zeigt, dass in einem solchen Weiher ein künstlicher Zufluss nicht nötig ist, dass aber mit jahreszeitlichen Wasserspiegelschwankungen von 10–20 cm gerechnet werden muss.

Der *Arbeitsablauf* erfolgt im Ortsmischverfahren [6]. Beim Mischen wird das Bindemittel in der nötigen Menge auf den Boden gestreut und eingemischt, bis die Mischung homogen ist. Nach einer Wartezeit von min. 4 Stunden kann die behandelte Bodenschicht verdichtet werden. Sie kann aber auch auf ein Zwischendepot geführt und erst nach Bedarf wieder eingebracht werden.

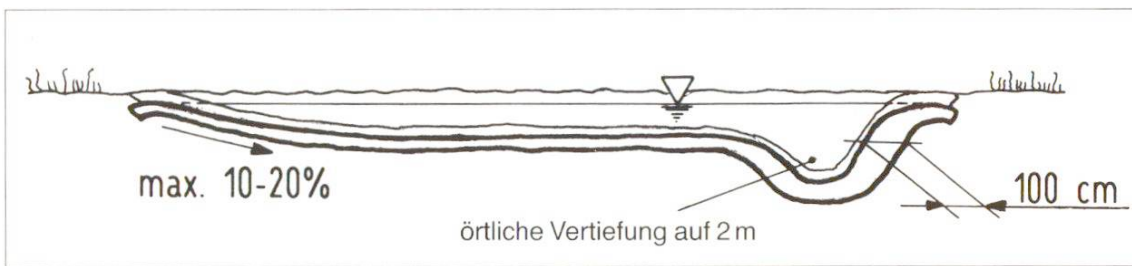


Abb. 4 Querschnitt eines Weiher. Abdichtung mit kalkstabilisiertem Boden. Weiher haben in der Regel Flachufer. Bei Vertiefungen kann das stabilisierte Material in horizontalen Schichten eingebracht werden

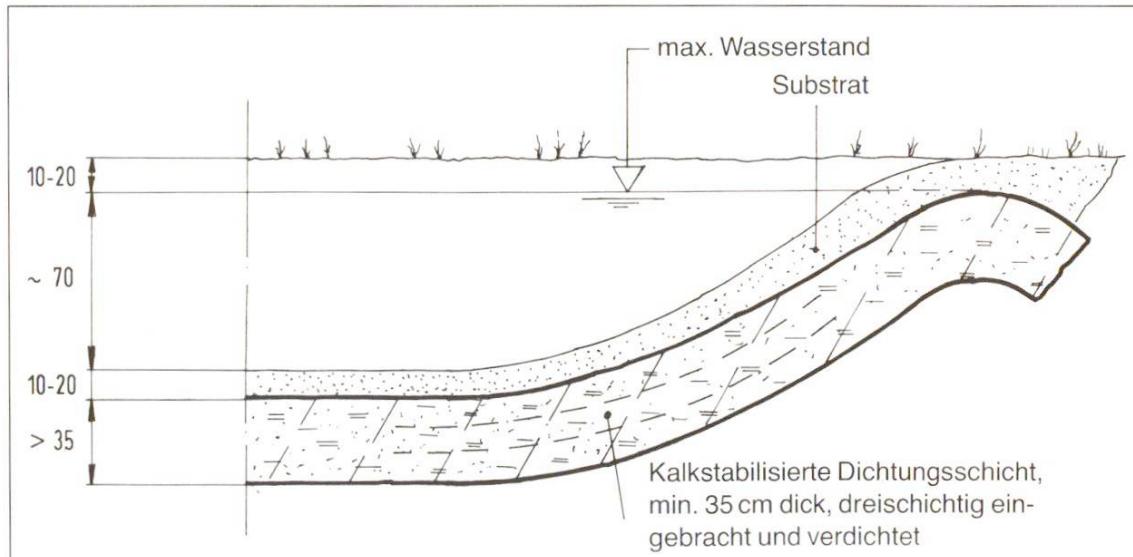


Abb. 5 Weiheraufbau mit Kalkstabilisierung. Detail Randabschluss

Hinweise für Planung und Ausführung

Beim Bau von Weihern sind alle Formen denkbar. Ihr Grundriss wird möglichst der bestehenden Umgebung (Geländeform, Abstand zu Häusern und Bäumen) angepasst. Mit Hilfe der Wassertiefe und der Uferneigung unterteilt man verschiedene Bereiche. In Tiefen von weniger als 30 cm ist damit zu rechnen, dass der Weiher im Sommer austrocknet und im Winter durchfriert. Wünscht man eine gleichbleibende Wasserfläche, so sieht man eine mittlere Tiefe von etwa 70 cm vor. Örtlich kann noch eine Vertiefung von 1,5 m und mehr angeordnet werden (Abb. 4). In der Regel baut man mindestens auch ein Flachufer ein (Neigung $< 25\%$). Flachufer brauchen aber Platz, was man mit Steilufern oder sogar mit einer Stützmauer kompensieren muss. Die Kalkstabilisierung ist ein Verfahren, das verschiedene Formgebungen ermöglicht und ist besonders auch bei grossen Weihern geeignet.

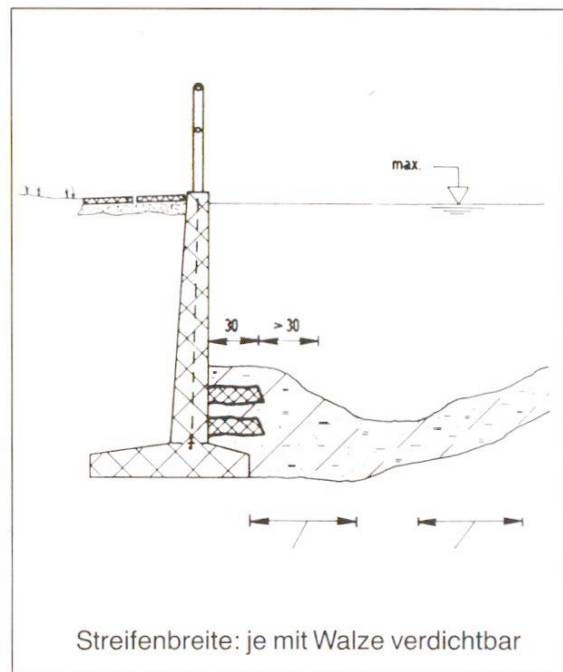
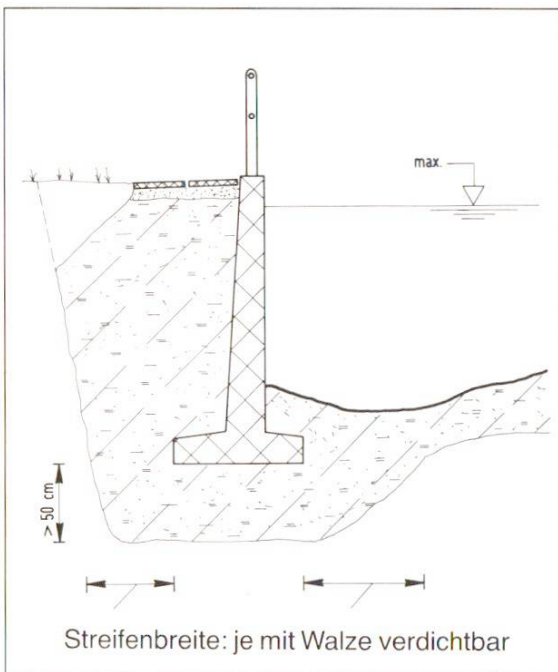


Abb. 6 Abschluss mit neuer Mauer. Abdichtung ohne Fugenbänder: mit stabilisiertem Material hinterfüllt

Abb. 7 Abschluss mit neuer oder alter Mauer (mit Fugenbändern). Als Abdichtung müssen der Mauer entlang zwei Schichten «Lehm-schlag» eingebracht werden

Der Aufbau besteht aus einer stabilisierten Schicht von mindestens 35 cm, die mehrschichtig eingebracht wird. An den Randpartien können Neigungen bis zu 20% auf diese Weise hergestellt werden (Abb. 5, 15). Sieht man steilere Ufer vor, werden die einzelnen Schichten horizontal eingebracht. Die gesamte Schichtstärke ist dann grösser, weil sie der Walzenbreite entspricht (Abb. 4 bei örtlicher Vertiefung oder Abb. 16). Lösungsmöglichkeiten für Fälle mit Stützmauern sind in Abb. 6 und 7 aufgezeichnet. Über der stabilisierten Schicht folgt je nach Wunsch das Substrat für Pflanzen, bestehend aus 0–20 cm Sand, Kies und evtl. tonigen Bestandteilen. Sicherheit beachten (Einfriedungen), vgl. [7].

Bei der Bepflanzung und Besiedlung ist zu beachten, dass das Wasser alkalisch ist. Der pH-Wert liegt anfänglich über 10, wird aber nach einigen Wochen abnehmen. Erfahrungen mehrerer Jahre zeigen Werte zwischen 8 und 9 (Messungen der TFB ergaben: selten unter 8, manchmal über 9). Man wird also Pflanzen wählen, die dieses Milieu bevorzugen (betr. Fische vgl. [1]). Als Substrat soll nicht Humus, Mist oder Dünger verwendet werden. Sie enthalten viel organisches Material, das Sauerstoff verbraucht und zu faulen beginnt. Betreffend Durchwurzelung zeigten bisherige Erfahrungen, dass die Pflanzen von innen her nicht in die kalkstabilisierte Schicht eindringen. Über Durchwurzelung von aussen liegen noch keine Beobachtungen vor. In trockenen Böden sollte jedoch ein Weiher nicht allzu nahe von Bäumen angelegt werden.

8

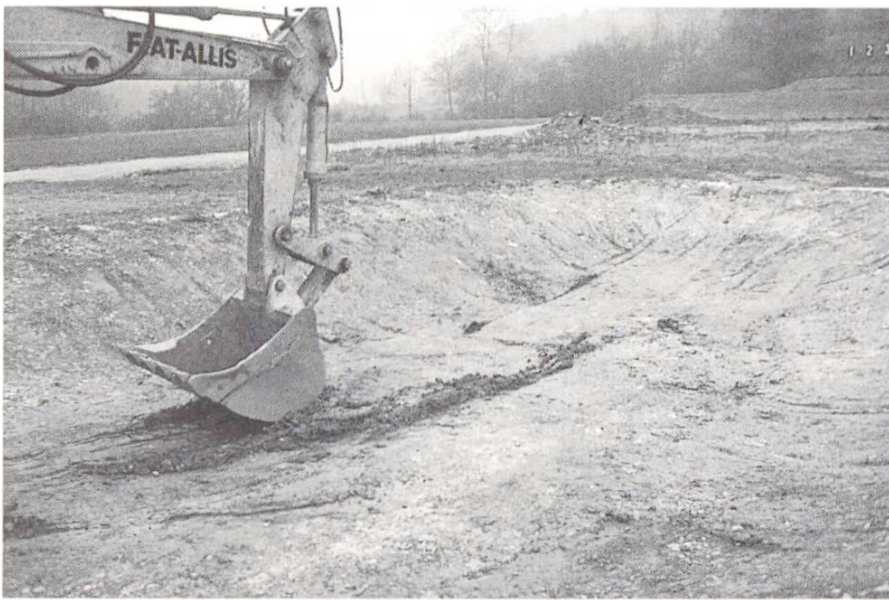


Abb. 8 Aushub für einen Weiher, mit normalem Aushubgerät



Abb. 9 Einstreuen von Hand

Abb. 10 Einstreuen mit Streugerät





Abb. 11 Mischen mit Kleinbagger. Depot, mit Plastikfolie abgedeckt

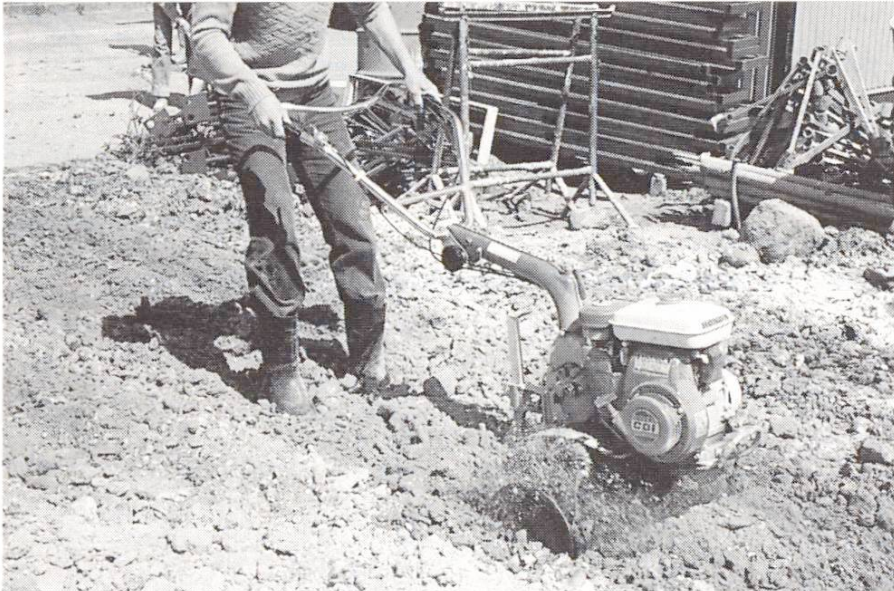


Abb. 12 Mischen mit Bodenfräse

Abb. 13 Mischen mit Scheibenegge



10 Der Aushub kann mit normalen Geräten gemacht werden (Abb. 8). Die Kalkbeigabe beginnt man mit Streuen von Hand (kleine Weiher) oder mit Streugeräten (grosse Weiher), vgl. Abb. 9, 10. Wichtig ist eine gleichmässige Verteilung und Dosierung. Das Bindemittel ist in Säcken oder Silowagen lieferbar. Arbeiten mit Kalk erfordert besondere Vorsicht: Augen, Haut und Atmungsorgane schützen! Kommt trotzdem ein Körperteil mit Kalk in Kontakt, muss er sofort mit fliessendem Wasser gespült werden. Allgemein soll eine Staubeentwicklung vermieden werden, besonders in der Nähe von Häusern und Bäumen. Zum Mischen braucht man z. B. Bodenfräsen oder Scheibeneggen, mit denen man das Material langsam und mehrmals bearbeitet (Abb. 11–13). Eine Mischung ist dann genügend, wenn das Material homogen ist, d. h., wenn keine weissen Stellen mehr sichtbar sind. Für die Sofortreaktion braucht das Material ausreichend Zeit. Deshalb soll man zwischen Mischbeginn und Verdichten mindestens vier Stunden warten [6]. Andernfalls erhält man ein Treiben, das zu Hebungen und in Weihern zu undichten Stellen führt. Für das Verdichten benützt man übliche Walzen mit knetender Wirkung (Vibrationswalzen, leichte Schaffuss- oder Igelwalzen), vgl. Abb. 14 und 15. Vibrostampfer sind weniger geeignet. Die Einbaustärke beträgt 12–15 cm. Jede Schicht wird eigens möglichst gut verdichtet. Muss ausnahmsweise Wasser zugegeben werden, so soll es fein versprüht werden. Zwischen den einzelnen Schichten ist keine Wartefrist nötig. Damit ein Weiher dicht wird, braucht es mindestens drei Schichten zu 12–15 cm.

Das geeignete Material ist nicht immer am Ort des Weihers selbst vorhanden. Man unterscheidet deshalb drei Verfahren. Beim Mischen im Abtrag wird das Material am Entnahmeort je nach Gerät in Schichten von 15–20 cm gemischt, zum Einbauort geführt und eingebracht. Beim Mischen im Auftrag wird das Material vom Entnahmeort zum Einbauort geführt, dort gemischt und eingebracht. Beim Mischen im Umlagerungsverfahren wird das Material am Verwendungsort entnommen, schichtweise gemischt, umgelagert und verdichtet. Entscheidend für den Erfolg ist eine gute Arbeitsvorbereitung.

Eine weitere Möglichkeit ist die Depotbildung. Man führt das zu stabilisierende Material in ein Bearbeitungsdepot, mischt es genügend durch und legt es auf ein Zwischendepot (unverdichtet). Hier kann es mehrere Monate gelagert werden. Weil es dort dem Regen ausgesetzt ist, soll das Zwischendepot ein leichtes Gefälle aufweisen und mit einer Folie aus Bauplastik abgedeckt werden. Durch geschickte Disposition kann man den Bau von mehreren Weihern zeitlich so staffeln, dass ein einziges Depot genügt, und dass man für den Einbau die Schönwetterperioden ausnützen kann.

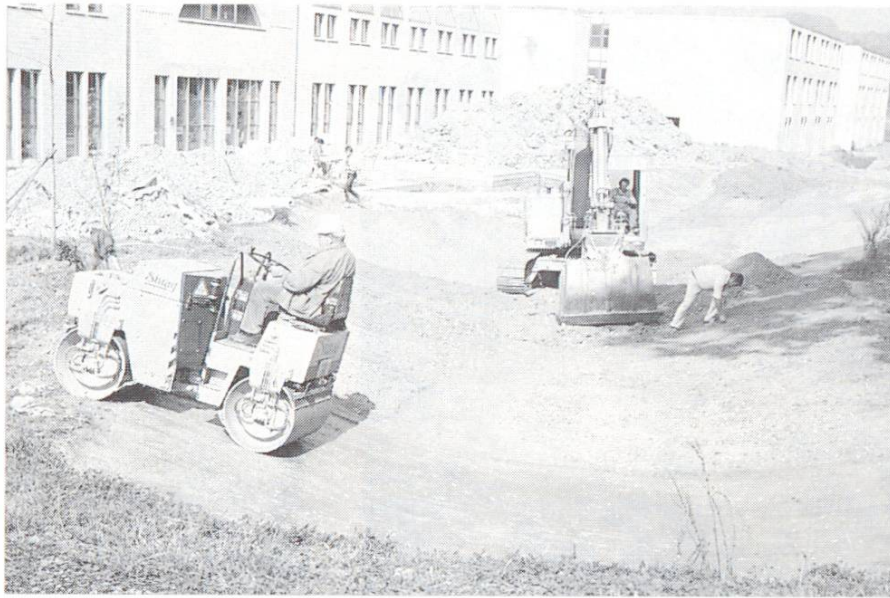


Abb. 14 Verdichten mit Vibrationsglattwalze (flache Böschungen)

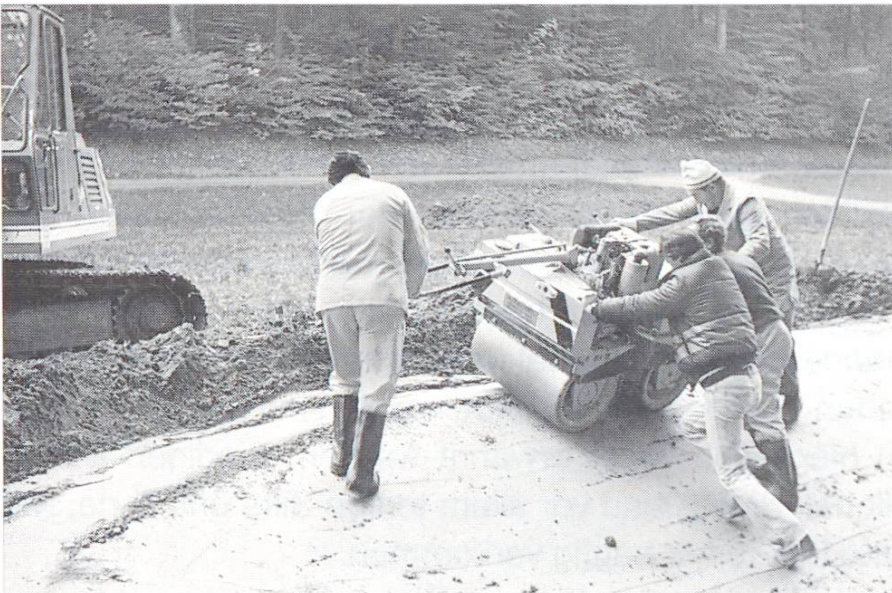


Abb. 15 Ausbilden der Randpartie

Abb. 16 Bei Steilböschungen werden horizontale Schichten eingebracht (Arbeiten mit Bermen wie bei Grossbaustellen)



12 Bewährung und Unterhalt

Weiher mit einer Abdichtung aus stabilisiertem Bodenmaterial werden erst seit einigen Jahren gebaut. Obwohl die Langzeiterfahrung noch aussteht, darf diese Bauweise dank ihrer Anpassungsmöglichkeiten empfohlen werden. Man verwendet einheimische Rohstoffe in einer umweltverträglichen Art. Solche Weiher entsprechen der ökologischen Funktion, die sie heute zu übernehmen haben. Die kalkstabilisierte Schicht braucht keinen Unterhalt. Dank ihrer Festigkeit ist sie begehbar und erleichtert die Unterhaltsarbeiten an der Bepflanzung, sofern solche erwünscht oder erforderlich sind.

B. Meyer

Literatur

- [1] Bundesamt für Forstwesen (1981): Naturnahe Weiher – ihre Planung, Gestaltung und Wiederherstellung. Bern: EDMZ
- [2] *Winkler, A.* (1986): Der andere Naturgarten. Zofingen: Ringier
- [3] *Wilke, H.* (1983): Der Naturteich im Garten. München: Gräfe und Unzer
- [4] *Hirt, R.* (1969): Experimentelle Untersuchungen zur Bodenstabilisierung mit Kalk, insbesondere für deren Anwendung im Wald- und Guterstrassenbau. Diss. ETH. Zürich: Juris Druck und Verlag
- [5] *Vogt, K.* (1984): Auffangbassin-Abdichtungssystem BAG. Mitteilung der Betonstrassen AG Wildegg, Nr. 130
- [6] Norm SNV 640 500a (1985): «Stabilisierung» und Norm SNV 640 503a (erscheint 1990) «Stabilisierung mit Weisskalk». Zürich: VSS
- [7] Schweiz. Beratungsstelle für Unfallverhütung (1989): «Biotope» (Empfehlung). Bern

Photos: Betonstrassen AG, Wildegg