

61620

Bodenzementverfestigung als Verkleidung der Wasserseite von Erdstaudämmen in den USA

Von Kurt Walz, Düsseldorf

Allgemeines zur Boden-Zementverfestigung

Bodenverfestigungen mit Zement wurden bisher vorwiegend im Straßen- und Flugplatzbau zur Herstellung eines Unterbaus unter bituminösen Decken, unter Betondecken oder als selbständige Tragschicht von weniger beanspruchten Straßen und Wegen hergestellt.

Dabei wird der anstehende Boden an Ort und Stelle durch besondere Mischgeräte auf eine Tiefe von 15 bis 20 cm aufgelockert, zerkleinert, bei mäßigem Feuchtigkeitsgehalt mit Zement vermischt und lagenweise verdichtet. Der Zementgehalt liegt je nach Art und Kornverteilung des Bodens im allgemeinen zwischen 100 und 180 kg/m³. Ungeeignet für eine Verfestigung sind nur Böden, die das Erhärten des Zements stören, wie z. B. stark humose Böden, und u. U. auch Böden, die zu viel Aufwand für die Zerkrümelung vor dem Einmischen des Zements verlangen, wie z. B. Ton- und fette Lehm Böden. In solchen Fällen kann man auch geeigneten Boden für die zu verfestigende Schicht heranzufahren.

Die im allgemeinen angestrebte Druckfestigkeit der Boden-Zementverfestigung nach 7 Tagen von 15 bis 20 kp/cm² ist ausreichend und soll aus verschiedenen Gründen auch gar nicht größer vorgesehen werden.

Die Herstellung solcher zementverfestigter Bodenschichten ist genügend erprobt und hat sich bei sachgemäßer Ausführung seit vielen Jahren bewährt. Für den Bau stehen für diese schon seit 1935 in den USA angewandte Bauweise auch in Deutschland ausführliche Arbeitsanweisungen zur Verfügung [1, 2].

Kann der anstehende Boden verwendet werden, so kostet bei Ausführung von 15 bis 20 cm dicken Lagen der Kubikmeter Verfestigung etwa 20 bis 35 DM.

Verkleidung von Erddämmen in den USA

Das U. S. Bureau of Reclamation in Denver, eine staatliche Behörde, die die großen wasserwirtschaftlichen Anlagen in den 17 westlich der Nord-Süd-Linie von Kansas City gelegenen Staaten baut, hat nun nach 10jährigen Vorversuchen begonnen, die Boden-Zementverfestigung auch als Verkleidung der Wasserseite von

Erddämmen bei Talsperren und Speicherbecken zu verwenden*). Die Böschung der Erddämme wird auf der Wasserseite im allgemeinen zur Verhinderung der Erosion mit einer Steinschüttung versehen. An ihre Stelle soll nun eine Boden-Zementverfestigung treten, wenn geeignetes Gestein nicht zur Verfügung steht. Diese zementverfestigte Verkleidung der Böschung hat, wie die Steinschüttung, nicht die Aufgabe, den Damm undurchlässig zu machen. Die Undurchlässigkeit des Dammes eines Speicherbeckens wird durch das Bodenmaterial selbst oder nötigenfalls durch andere Maßnahmen gewährleistet. Man wünscht sogar eine gewisse Durchlässigkeit der Verkleidung (z. B. durch Kiesdrainagen oder Rohre), damit bei absinkendem Wasserspiegel dahinter angestautes Wasser abfließen kann und kein Porenwasserüberdruck entsteht. Risse oder durchlässige Arbeitsfugen in der zementverfestigten äußeren Bodenschicht sind daher auch nicht störend.

10 Jahre alter Versuchsabschnitt am Bonny Dam

Der 38 m hohe, am Republican River im östlichen Colorado gelegene Erddamm wurde 1951 fertiggestellt. Weil geeignetes Gestein für die Bruchsteinschüttung auf der Böschung der Wasserseite örtlich nicht verfügbar war, mußte ein langer und teurer Transport aus einem Steinbruch in der Nähe von Denver in Kauf genommen werden.

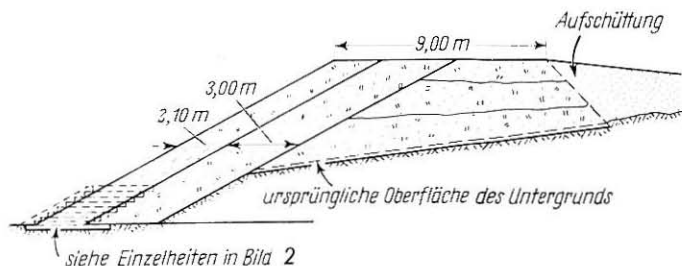


Bild 1 Querschnitt des Versuchsabschnitts beim Bonny Dam (Colorado)

Bei den Bemühungen, einen passenden und wirtschaftlichen Ersatz für eine teure Bruchsteinschüttung zur Verkleidung von Erdstaudämmen allgemein zu finden, baute das Bureau of Reclamation noch im Jahre 1951 einen Versuchsabschnitt mit einer Boden-Zementverfestigung als Abdeckung auf einer Dammschüttung am Südufer des Speicherbeckens, etwa 800 m stromaufwärts vom Bonny Dam, siehe Bild 1. Die klimatischen Verhältnisse in dieser Gegend sind streng und schließen extreme Kälte- und Hitzegrade ein; die Böschung mit der Abdeckung ist an dieser Stelle starkem Wellenschlag ausgesetzt.

Der Versuchsabschnitt ist 103 m lang und die Böschung 6,75 m hoch; sie hat eine Neigung von 2 : 1.

Die Boden-Zementverfestigung wurde in Lagen, die verdichtet 15 cm hoch waren, eingebaut, siehe Bild 2. Die Breite der jeweils

*) Nach Unterlagen der Portland Cement Association, Chicago, und Auskünften des Bureau of Reclamation anlässlich einer Studienreise in den USA im Oktober 1961.

um 30 cm zurückspringenden Lagen war 2,1 m, so daß eine Mindestdicke der Abdeckschicht, rechtwinklig zur geneigten Fläche gemessen, von etwa 81 cm entstand.

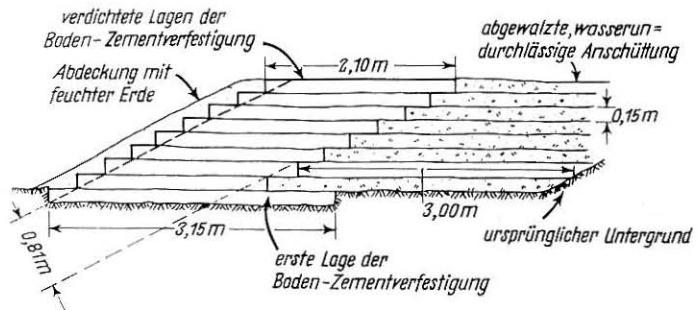


Bild 2 Aufbau der Boden-Zementverfestigung (Ausschnitt aus Bild 1). Abdeckung mit feuchter Erde zur Nachbehandlung

Der Zement wurde an Ort und Stelle eingemischt, wie dies meist auch im Straßenbau geschieht (Baumisch- oder mixed-in-place-Verfahren).

Für die Abdeckschicht wurden zwei Arten von Böden mit Zement verfestigt.

Boden A, auf 58 m Länge eingebaut, war ein sehr feiner sandiger Lehm und erforderte für die Verfestigung 12 Raum-% Zement, das sind rd. 180 kg je m^3 der verfestigten Schicht. Bei der Voruntersuchung wurde im Laboratorium nach 28 Tagen (7 Tagen) eine Druckfestigkeit von 81 kp/cm^2 (58 kp/cm^2) festgestellt. Nach 10 Jahren an der Oberfläche der Abdeckschicht entnommene Bohrkerne lieferten im Mittel eine Druckfestigkeit von 129 kp/cm^2 .

Boden B für den restlichen 45 m langen Abschnitt war ein grober Sand und benötigte 10 Raum-% Zement (rd. 150 kg/m^3). Die im Laboratorium hergestellten Proben hatten nach 28 Tagen (7 Tagen) eine Druckfestigkeit von rd. 60 (42) kp/cm^2 , die 1961 nach 10 Jahren an der Oberfläche der Abdeckschicht entnommenen Bohrkerne im Mittel eine Druckfestigkeit von 179 kp/cm^2 . Zur Erlangung ausreichender Widerstandsfähigkeit der Abdeckschicht gegenüber Wasser schließen die angegebenen Zementgehalte 2 Raum-% mehr Zement ein als für die beiden Böden im Straßenbau nötig wäre.

Die Zementverfestigung hat sich während 10 Jahren ausgezeichnet verhalten, siehe Bild 3. Lediglich die Oberfläche war etwas angewittert. Dieses günstige Verhalten war für das Bureau of Reclamation Anlaß, erstmals bei dem seit 1961 im Bau befindlichen Merritt Dam in Nebraska die Wasserseite dieses Erdammes mit einer Boden-Zementverfestigung zu versehen. Auch hier stand für die Steinschüttung zur Abdeckung der Wasserseite kein geeignetes Vorkommen in der Nähe zur Verfügung. Bei diesem Damm (954 m lang und 36 m hoch) wurde zum Vermischen von Boden und Zement eine stationäre Mischanlage benutzt und die Boden-Zementverfestigung 60 cm dick ausgeführt.



Bild 3 Aussehen der 10 Jahre alten Boden-Zementverfestigung beim Bonny Dam

Schlußbemerkung

Das Verfahren der Boden-Zementverfestigung ist seit vielen Jahren im Straßenbau eingeführt und wird technologisch beherrscht. Nach den amerikanischen Erfahrungen liefert die Boden-Zementverfestigung auch zur Verkleidung der Wasserseite von Erddämmen einen wirkungsvollen Schutz gegen Erosion.

Allgemein erscheint es ausreichend, den Zementgehalt wie bei der Eignungsprüfung im Straßenbau auch nur so hoch anzusetzen, daß die Boden-Zementverfestigung der dort vorgeschriebenen Prüfbeanspruchung durch Frost-Tau- und Naß-Trockenwechsel ausreichend widersteht. Bei dauernd mit Meerwasser in Berührung kommenden Boden-Zementverfestigungen sind auch Überlegungen über die chemische Beständigkeit gegenüber Meerwasser anzustellen.

SCHRIFTTUM :

- [1] Springenschmid, R.: Praktische Hinweise für den Bau von Bodenzementverfestigungen mit Mehrgangmischern. Schriftenreihe „Bauen für den Verkehr“, Heft 5. Beton-Verlag G.m.b.H., Düsseldorf 1961.
- [2] Springenschmid, R.: Die Verfestigung von Flugsanden mit Zement für Straßen und Wege in Norddeutschland. Straßenbau-Technik 13 (1960) H. 4, S. 115/120.