

Johannes Fürpass, Wolfram Pagger, Robert Schmied, Florian Petscharnig

## Bodenverbesserung anstelle von Bodenaustausch

Johannes Fürpass, Terra-Mix Bodenstabilisierungs GmbH, Wies

Ing. Wolfram Pagger, Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH, Peggau

DI Robert Schmied, Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH, Peggau

DI Florian Petscharnig, Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH, Klagenfurt



Wasserzugabe für eine gute Verdichtung

Fotos: © Wietersdorfer & Peggauer

### 1 Allgemeines

Die Verbesserung von Böden ist heute eine häufig notwendige Maßnahme, wenn es darum geht, bestimmte Anforderungen im Baugrund zu erfüllen. Dies betrifft sowohl den Unter- als auch den Oberbau für Straßen und Wege – beim Neubau und vor allem bei Sanierungen –, aber auch die Befestigung von Parkflächen oder den Unterbau für Bauvorhaben des Hochbaus.

Grundsätzlich wird bei der Bodenverbesserung zwischen Bodenstabilisierung und Bodenverfestigung unterschieden.

Bei der Bodenstabilisierung wird die Widerstandsfähigkeit des Bodens gegen die Beanspruchung durch Verkehr und Klima mittels Zugabe von Bindemitteln erhöht. Dadurch wird der Boden dauerhaft tragfähig, wasserunempfindlich und frostbeständig.

Bodenverfestigungen sind Verfahren zur Verbesserung der Einbaufähigkeit und Verdichtbarkeit von Böden, vor allem zur Erleichterung der Ausführung von Bauarbeiten. Bodenverfestigungen können mit und ohne Zugabe von Bindemitteln erzielt werden.

Die bisher übliche Methode, den Boden abzutragen, zu verführen und zu deponieren wird allerdings immer kostenintensiver. Des Weiteren muss der verführte Boden durch Anlieferung von Ersatzmaterial wie Gesteinskörnungen, also Schotter oder Kies, ersetzt werden, um letztlich einen wirksamen Frostkoffer oder tragfähigen Unterbau zu erhalten.

Speziell bei der Sanierung von Straßen und Wegen ist die Bodenstabilisierung ein günstiges Verfahren, da die zerkleinerte Asphalt-schicht zusätzlich als Abdichtung nach unten wirkt und so der Einbau eines Flie-ses nicht mehr notwendig ist.

Die Verwendung von Bindemitteln, wie Zement, Kalk, Tragschichtbinder, oder auch von speziellen Mischungen mit oder ohne

Große Fräse im ländlichen Wegobau







Anbaufräse für die  
Straßensanierung

Zusätzen, die mit geeigneten Geräten in den vorhandenen Boden eingearbeitet werden, ist einfach. Dann müssen nur noch der Wassergehalt und die Verdichtung stimmen – und ein tragfähiger Unterbau steht zur Verfügung. Bodenstabilisierung ist also ein wertvoller Beitrag zur ökologischen Lösung unserer Bauaufgaben.

Dasselbe Verfahren wird übrigens auch zur Einbindung von Schadstoffen und Verfestigung des Deponiekörpers bei Müllhalden angewendet. Hier werden fallweise auch spezielle Bindemittel verwendet, die eine verbesserte Einbindung von Schadstoffen gewährleisten.

## 2 Verfahren der Bodenstabilisierung

Die beiden gebräuchlichsten Verfahren für die Bodenverbesserung mit Bindemitteln sind das Zentralmischverfahren (mixed in plant) und das Baumischverfahren (mixed in place).

Beim Zentralmischverfahren wird der Boden abgetragen und in einer stationären oder mobilen Mischanlage mit Bindemittel, Wasser und gegebenenfalls Zusätzen vermischt. Dieses Gemisch wird wieder zur Einbaustelle transportiert und dort mit geeigneten Geräten eingebaut und verdichtet.

Die in vielen Fällen wirtschaftlichere Variante ist das Baumischverfahren. Dabei wird zunächst mit speziellen Verteilengeräten das Bindemittel oder die Bindemittelmischung am zu verbessernden Boden vorgestreut. Danach wird mit geeigneten Mischgeräten, wie z. B. Fräsen, der Boden an Ort und Stelle aufgerissen, zerkleinert, durchmischt – falls notwendig unter Zugabe von Wasser – und abschließend mit einer Walze verdichtet.

## 3 Anwendungen von Bodenverbesserungen

Bodenverbesserungen kommen für die verschiedensten Bauaufgaben in Betracht. Am weitesten verbreitet und auch am besten untersucht ist die Herstellung von gebundenen Tragschichten im Straßen- und Wegebau. Neben dem Neubau sind hier auch Anwendungen in der Erhaltung und Sanierung von Wegen wesentlich. Unzählige Kilometer von Forstwegen und Hofzufahrten wurden mit diesem Verfahren bereits errichtet.

Die Verfestigung von Baugründen bei der Errichtung von Parkflächen ist ebenfalls ein bevorzugtes Anwendungsgebiet für Bodenstabilisierungen, da ja diese Flächen häufig auf eher schlechten Untergründen errichtet werden.

Auch Baustellenflächen und Transportwege auf Baustellen werden mit diesem Verfahren für den täglichen Gebrauch verbessert.

Seit Kurzem werden auch immer öfter die Unterbaumaßnahmen bei leichten Industriebauten, wie etwa Hallen, mittels Bodenstabilisierung durchgeführt.

Ein wirtschaftlich interessanter Bereich ist auch die Befestigung von Deponien, sowohl zur Einbindung der abgelagerten Stoffe als auch zur Befestigung der Deponiekörper.

Weitere spezielle Anwendungen finden sich im Bereich der Abdichtung von Dämmen und Rückhaltebecken, in der Befestigung von Flächen für die Landwirtschaft, wie etwa die Stabilisierung von Böschungen oder als Unterbau bei Reitställen.

Genau definierte Anforderungen an stabilisierte Böden sind nur im Straßenbau für die Ausführung von stabilisierten Tragschich-

ten bekannt. Auf europäischer und nationaler Ebene sind jedoch eine Reihe von Normen und Richtlinien in Vorbereitung, die die Anforderungen an Gemische für Bodenverbesserungen, wie Bodenstabilisierung oder Bodenverfestigung, festlegen werden.

## 4 Bindemittel für Bodenverbesserungen

Die Stabilisierung von Böden ist ein bewährtes Verfahren im Straßen- und Wegebau, wobei als Bindemittel Zement, Kalk oder Tragschichtböden zur Anwendung kommen. Für die Stabilisierung von Baugründen, speziell bei lehmigen und feuchten Böden, werden häufig Mischungen aus Zement und Kalk eingesetzt. Zielsetzung ist dabei stets eine ausreichende Festigkeit ohne Rissbildung, um Raum- bzw. auch Frostbeständigkeit zu erreichen.

Die Anwendung von chemischen oder biologischen Zusätzen für die Bodenstabilisierung ist ebenfalls möglich, wobei hierfür chemische oder auch biologische Prozesse für die Erreichung der erwünschten Eigenschaften verantwortlich sind.

### 4.1 Anforderungen an die Bindemittel

Anforderungen an Bindemittel sind derzeit nur für Bodenstabilisierungen im Straßenbau in der RVS 8S.05.13 festgelegt. Es gibt aber auf europäischer und nationaler Ebene eine Vielzahl von Normenentwürfen der Reihe prEN 14227, die neben geeigneten Bindemitteln für die Bodenstabilisierung auch Bindemittel für die Bodenverfestigung beschreiben.



### 4.1.1 Zement

Zement für Bodenstabilisierung muss der ÖNORM EN 197-1 entsprechen. Für stabilisierte Tragschichten im Straßenbau nach RVS 8S.05.13 dürfen nur Zemente der Festigkeitsklassen 32,5 N, 32,5 R oder 42,5 N verwendet werden. Bei niedrigen Temperaturen sind auch Zemente der Festigkeitsklasse 42,5 R zulässig. Bevorzugt werden Zementsorten mit geringer Festigkeit und langsamer Festigkeitsentwicklung angewendet. Diese Eigenschaften werden üblicherweise durch höhere Gehalte an Zumahlstoffen, wie Hüttensand oder Flugaschen, aber auch Kalksteinmehle, erreicht. Derzeit werden vor allem die Zementtypen CEM III/A oder CEM II/B-S eingesetzt.

### 4.1.2 Kalk

Baukalk für die Bodenverbesserung müssen die ÖNORM EN 459-1 erfüllen. Bei plastischen, fein- und gemischtkörnigen Böden eignet sich am besten Branntkalk, sofern der Wassergehalt den für die Bear-

beitung und Verdichtung zulässigen Gehalt nicht unterschreitet. Die Anwendung von Kalkhydrat ist dann zweckmäßig, wenn der natürliche Wassergehalt im Bereich des optimalen Wassergehaltes für die Verdichtung liegt.

### 4.1.3 Tragschichtbinder

Tragschichtbinder sind hydraulische Bindemittel für den Einsatz in Tragschichten, unteren Tragschichten und Deckschichten sowie für Bodenverbesserungen und werden nach ÖNORM ENV 13282 beurteilt und in Klassen eingeteilt.

Für stabilisierte Tragschichten im Straßenbau nach RVS 8S.05.13 dürfen nur Tragschichtbinder der Klasse HRB 22,5 E eingesetzt werden.

### 4.1.4 Mischbindemittel

Gute Erfahrungen liegen für die Anwendung von Mischbindemitteln, bevorzugt aus Zement und Kalk, besonders im Bereich von Bodenverbesserungen bei geringerer

Anforderung an die Tragfähigkeit des Untergrundes vor. Für die Festlegung der Ausgangsstoffe und des Mischungsverhältnisses sind dabei Bodenanalysen und die erforderlichen Eigenschaften der verbesserten Schichte entscheidend.

Mischbindemittel sind aber auch mit anderen Ausgangsstoffen möglich, wobei die Verwendung von Flugaschen, granulierten Hochofenschlacken oder ähnlichen Stoffen mit latent hydraulischen Eigenschaften gute Ergebnisse zeigen.

### 4.1.5 Chemische und biologische Stoffe

Chemische und biologische Produkte werden im Bereich der Bodenverbesserung ebenfalls seit vielen Jahren erfolgreich angewendet. Durch die Wirkung von Enzymen kann die Tragfähigkeit von nahezu allen Bodentypen verbessert werden, wobei biologische Mittel zusätzlich vollständig abgebaut werden. Die Wirkung dieser Produkte liegt vor allem im Bereich der Verdichtbarkeit, aber auch in einer stetigen Verfestigung des Bodens.

Aufgrund des langsam beginnenden Verfestigungsprozesses ist der Boden etwa einen Tag lang bearbeitbar. Diese lange Bearbeitbarkeit des Bodens, die einfache Handhabung und die uneingeschränkte Mischbarkeit mit Wasser erlauben eine sehr hohe Einbauflexibilität.

## 5 Anforderungen an die verbesserten Böden

Die Anforderungen an die verbesserten Schichten müssen klar festgelegt werden, wobei häufig ein Kompromiss aus Festigkeit, Rissefreiheit und Raumbeständigkeit bzw. Frostbeständigkeit zu treffen ist.

Für Bodenstabilisierungen und stabilisierte Tragschichten sind die Anforderungen wesentlich höher als für Bodenverfestigungen, die vielfach ja auch aus ungebundenen Gemischen bestehen können.

Bereits beim Einbau werden die Anforderungen an die Zusammensetzung, den Wassergehalt und den erreichbaren Verdichtungsgrad untersucht. Die Eigenschaften sind derzeit, wie bereits erwähnt, nur in

Bindemittellager auf der Baustelle







Aufstreuen des Bindemittels



Einfräsen des Bindemittels

den technischen Richtlinien für den Straßenbau verbindlich festgelegt. Für andere Bodenverbesserungen liegen derzeit nur Normenentwürfe vor.

Die Beurteilung des stabilisierten Bodens erfolgt üblicherweise über die Tragfähigkeit. Hierfür wird der Lastplattenversuch gemäß ÖNORM B 4417 vor und nach der Verbesserungsmaßnahme durchgeführt. Im Versuch wird der Verformungsmodul durch stufenweises Be- und Entlasten des Bodens mit einer kreisförmigen Lastplatte gemessen.

## 6 Arbeitsausführung an zwei Praxisanwendungen

### 6.1 Straßensanierung „Kreuzekogel“ – Gemeinde St. Bartolomä

Der Gemeindegeweg „Kreuzkogelweg“ in St. Bartholomä war durch jahrzehntelanges Befahren erheblich geschädigt. Es gab starke Verdrückungen (12 cm), der nur ca. 20 cm mächtige Unterbau war stark mit Feinteilen durchwandert und somit nicht mehr frostsicher. Eine Niveauänderung war aufgrund der vielen Hauseinfahrten nicht möglich. Die Firma Geolith Consult wurde

beauftragt, den Istzustand festzustellen und eine qualitativ hochwertige und kostengünstige Saniermethode zu finden. Als beste Lösung bot sich eine Tragschichtverbesserung mit Tragschichtbinder HRB 22,5 E nach ÖNORM EN 14227-5 an.

Aus dem alten Unterbau und dem Asphaltbelag wurde durch Zugabe des Tragschichtbinders und von Wasser eine neue, frostsichere und rissefreie Tragschicht hergestellt. Die 25 cm mächtige, stabilisierte Schicht ist etwa 3-mal tragfähiger als eine gleiche Schicht einer Gesteinskörnung. Zusätzlich konnte aufgrund der Eigenschaften des Unterbaus eine Einsparung von 2 cm bezüglich der Asphalttschichtdicke erreicht werden.

### 6.2 Agrarmittellager Stieftingtal – Arge Stieftingtal

Auf einem schluffigen, tonigen Boden sollten ca. 3.000 m<sup>2</sup> des Hallenbodens sowie des Außenbereiches für das Agrarmittellager befestigt werden. Die Freifläche sollte frostsicher sein und dem LKW-Verkehr standhalten. Im Hallenbereich musste eine Mindesttragfähigkeit von 80 MN/m<sup>2</sup> erreicht werden.

Vergleichend beurteilt wurden ein Bodenaustausch von ca. 1.500 m<sup>2</sup> und das Verfahren zur Bodenstabilisierung mit einem Kalk-Zement-Gemisch.

Von der Fa. Terra-Mix wurde der vorhandene Boden untersucht und eine Rezeptur mit Kalk und Zement als Bindemittel festgelegt. Der anstehende Boden wurde mit geeigneten Geräten bis in eine Tiefe von 45 cm bearbeitet.

Mit Hilfe dieses Verfahrens wurde kostengünstig eine Tragschicht hergestellt, die allen geforderten Ansprüchen entspricht.

## Schlussbemerkungen

Bodenverbesserungen mit Zement, Kalk, Tragschichtbinder oder Mischungen der Bindemittel sind eine wirtschaftliche Lösung zur Optimierung des Baugrundes oder zur Erstellung bzw. Sanierung von Wegen und Straßen.

Wesentlich sind eine sorgfältige Abstimmung der Rezepturen und der ordnungsgemäße Einbau mit geeigneten Geräten.