

# Ertüchtigung mit Beton

Gemeinsam entwickelten das Erdbauunternehmen Schönberger und der Maschinenbauer Kemroc ein neues Verfahren zur Herstellung von Erdbetonstrukturen, das zur Stabilisierung von rutschgefährdeten Hängen oder zur kostensparenden Gründung von Gebäuden herangezogen werden kann. Das nach beiden Firmen benannte Schökem-Verfahren setzt auf eine Anbaufräse für Hydraulikbagger und eine in einem Container untergebrachte Mischeinrichtung, kommt ohne Aushub aus und nutzt das jeweilige Bodenmaterial als Zuschlagsstoff

Text | Peter Leuten  
Fotos | Kemroc, Allcons







Die Anbaufräsen der neuen KSI-Baureihe sind in verschiedenen Größen und Schwertlängen erhältlich – hier die KSI 5000 mit 4 m Mischtiefe vor dem Einsatz

Fräseinrichtung des Schönberger-Mitbewerbers Allcons im Einsatz bei der Stabilisierung eines Bahndamms

Die Bodenstabilisierung durch Zementinjektion wird zwar seit geraumer Zeit praktiziert, blieb aber lange auf einige wenige Spezialgebiete wie den Staudammbau beschränkt. Erst die Weiterentwicklung zum Hydro-Zementationsverfahren eröffnete der Technik einen größeren Anwendungsbereich. So bot sich ihr Einsatz etwa auch bei der Sicherung rutschgefährdeter Hanglagen oder im Hochwasserschutz an. Zu den Pionieren auf diesem Feld gehört das in Bayern ansässige Unternehmen Schönberger, welches bereits in den frühen Achtzigern erste Bodenstabilisierungen durchführte. Doch erst die

von Schönberger betriebene Weiterentwicklung zum Fräs-Misch-Injektionsverfahren (FMI) zur tiefgründigen Bodenverfestigung führte zu einer größeren Verbreitung und Anwendung, zum Beispiel bei der Erstellung von Dicht- und Schlitzwänden, sowie letztlich auch zu seiner Normierung nach DIN.

#### Worum geht es?

Kernpunkt des Verfahrens ist ein in unterschiedliche Tiefen hinabreichendes Durchpflügen des Bodens mit einem Frässhwert, um das eine patentierte, mit

Hartmetallmeißeln bestückte Fräskette läuft. Dabei wird zeitgleich ein Bindemittel zugeführt, das durch den Fräsvorgang dabei intensiv mit dem Boden vermischt und so gewissermaßen in ungenügend tragfähige Böden eingefräst wird. Fräsen und Mischen erfolgen also in einem einzigen Arbeitsschritt. Als Binder kommt ein Wasser-Bindemittel-Gemisch zum Einsatz: Bei Stabilisierungsprojekten wird zumeist reine Zementsuspension eingesetzt, bei Dichtwänden hingegen Rezepturen aus Flugasche, Steinmehl, Zement und Bentonit. In Abhängigkeit von Bodenfeuchte, Grundwasserstand und zu erwartenden Niederschlägen muss dabei der

Wasserbindemittelwert (W/B-Wert) festgelegt werden. Die Injektion der Suspension erfolgt durch Sprühdüsen, die in den Fräsbaum integriert sind. Die native Erde mit ihren unterschiedlichen Schichtfolgen und Bodenarten wird während des Fräsvorgangs tiefgründig vermischt und mit der Wasser-Bindemittel-Suspension durchtränkt. Die Fräskette ist dabei so beschaffen, dass das Bodenmaterial nicht ausgehoben wird und somit keine Baugrubenabsicherung notwendig ist. Da kein Bodenaushub erfolgt, daher auch keine anschließende Verfüllung anfällt, verbucht das Verfahren weitere entscheidende Vorteile, wie die Erübrigung sämtlicher Boden- oder Erdbetontransporte, und damit die Einsparung eines erheblichen logistischen Aufwands sowie eine relativ geringe Belastung für das ökologische Gesamtsystem für sich. Dennoch entsteht durch die intensive Durchmischung ein homogener, fugenfreier und verwitterungsbeständiger Erdbetonkörper. Je nach Anforderung werden dabei in Abhängigkeit der anstehenden Bodenschichten unterschiedliche Suspensionsrezepturen verwendet. Über die Zugabe von Schnellbinder lässt sich die Abbindegeschwindigkeit des verbesserten Bodens zudem sehr genau bestimmen. Die jeweilige Bindemittelsuspension wird von einer nahegelegenen Misch- und Pumpstation durch Schläuche und Rohre zur FMI-Fräse gepumpt.



Am Ende entsteht nach einem oder mehreren Tagen ein homogener, wasserundurchlässiger, frostsicherer und fugenfreier Erdbetonkörper.

### Anwendungsbereiche

Zum Einsatz kommt das FMI-Verfahren klassischerweise bei der Sicherung rutschgefährdeter oder bereits verrutschter Hänge, wobei mit der Fräse tiefreichende Schlitzte bis unter die vorhandene Gleitlinie durch das Gelände gezogen werden. Das zwischen zweien solcher

Scheiben gelegene Erdreich kann bei Bedarf überdies mit Rigolen entwässert werden. Somit schafft das FMI-Verfahren eine Möglichkeit, Hänge im Bezug auf die Lage der Gleitlinie sehr flexibel und schnell wieder standfest aufzubauen. Mit einer mobilen, vollautomatischen Mischanlage kann zudem auf verschiedene Böden und Konsistenzen schnell reagiert und die entsprechende Qualität gesichert werden. Auch im Verkehrswegebau hat das Verfahren längst einen festen Platz. So kommt es etwa bei der Ertüchtigung des Untergrundes im Eisenbahnbau oder im







Über einen Förderschlauch und seitliche Injektoren wird die Bindemittel-Suspension zugefügt. Der gewählte Bindemittelanteil bestimmt über Dichtheit und Endhärte des Erdbetonkörpers

Straßenbau bei der Sicherung von Straßenschultern, der Sanierung von Randbalken sowie bei der Immobilisierung von Schadstoffen oder im Hochwasserschutz zur Anwendung.

Ein weiterer vielfältiger Einsatzbereich tut sich im Tiefbau auf: Denn auch bei der Erstellung von Schlitzwänden zur Umschließung von Baugruben oder im Rohrleitungsbau lässt sich das Fräs-Misch-Injektionsverfahren höchst effektiv nutzen. Bei all diesen Einsätzen kommen die ausgesprochen ressourcenschonenden Rahmenbedingungen zum Tragen.

#### Arbeitsbedingungen

Geeignet ist das Verfahren bei Böden, die nach DIN 18300 der Klasse 1 bis 6 zugeordnet werden. Ideal sind fein-, gemischt- und grobkörnige Böden sowie organogene Böden mit bis zu 30 Prozent organischem Anteil. Ausgeprägt plastische Tone der Bodengruppe TA, Böden mit einem Kornanteil größer als 63 Millimeter sowie Böden mit einem organischen Anteil von mehr als 30 Prozent des Gesamtvolumens hingegen sind beim Einsatz im Tiefbau nur bedingt geeignet. Doch bei-

spielsweise für Dichtwände gelten die meisten der eben genannten Einschränkungen nicht, da bei ihnen nicht die Bodentragfähigkeit, sondern ihre Permeabilität im Vordergrund steht. Bei Eignungsprüfungen durch das von Schönberger beauftragte Geotechnische Ingenieurbüro Dipl.-Ing. A. Pampel aus Leipzig wurden Homogenität, Festigkeit und Dichtigkeit der Erdbetonkörper untersucht und dabei, je nach Bodenart und Bindemittelanteil, eine Druckfestigkeit von bis zu 3 – 4 Megapascal nachgewiesen.

#### Weiterentwicklung

Sprechen in den genannten potentiellen Anwendungen letztlich alle Argumente für die FMI-Technik, steht der weiteren Verbreitung indes ein gewichtiges Argument entgegen: Die nötige Fräseinrichtung erfordert eine sehr hohe, auf einen einzigen Einsatzzweck beschränkte Investition, was ihren Einsatz auf wenige Spezialunternehmen beschränkt. Um das zu ändern, ging Schönberger eine Kooperation mit dem Thüringer Unternehmen Kemroc Spezialmaschinen ein, einem Hersteller, der über eine mehr als 15-jährige Erfahrung in der Produktion von Anbaufräsen für Hydraulikbagger verfügt.

Gemeinsam entwickelten beide Unternehmen das Schökem-Verfahren zur Herstellung von Erdbeton. Springender Punkt ist dabei der Anbau der erforderlichen Fräseinrichtung an einen Hydraulikbagger. Letztlich bedurfte es an entscheidender Stelle nur der Modifikation einiger mit Fräskette versehener Grabenfräsen aus dem Kemroc-Programm, um die neue KSI-Baureihe (Kemroc Schönberger Injektor) auf die Beine zu stellen. Die Anbaufräsen wurden dazu mit einem Schlauchanschluss an der Antriebseinheit und seitlichen Führungskanälen zum Befördern der Bindemittel-Suspension ausgestattet.

Damit lassen sich die universellen KSI-Einheiten an Standard-Hydraulikbaggern betreiben und bieten so bei minimaler Investition ein Maximum an Beweglichkeit auch auf kleinflächigen Baustellen – etwa bei Fundamentierungen oder bei der Sicherung von Baugruben im Hochbau. Hinzu kam die Konstruktion einer containermobilen Suspensions-Mischanlage, die es gestattet, den Bindemittelanteil der Suspension in der Trägerflüssigkeit genau einzustellen, und so, je nach anstehendem Boden, Erdbetonkörper mit genau definierten Eigen-



Das Schökem-Verfahren verspricht die kostengünstige und ressourcenschonende Erstellung von Erdbetonkörpern

schaften zu erstellen.

#### Einsatzpraxis

In der Praxis soll das Schökem-Verfahren nach Auskunft von Schönberger und Kemroc lediglich zwei Stunden Rüstzeit erfordern und einen Aktionsradius des Baggers von 500 Metern in beiden Richtungen erlauben. Die KSI-Maschinen brillierten in ersten Einsätzen mit einem enorm hohen Arbeitsfortschritt: In bindigen Böden wurden Einbaugeschwindigkeiten von 1 Meter in der Minute erreicht.



Als Fundament erstellte und der Anschaulichkeit halber freigelegte Erdbeton-Stützwand

Erhältlich sind die neuartigen KSI-Stabilisierungsmaschinen in zwei Baugrößen und mit diversen Schwerlängen. Die KSI 5000 (Nennleistung 130 Kilowatt) kann mit Schwertern für 3, 4 oder 5 Meter Mischtiefe ausgerüstet werden und eignet sich – je nach Schwerlänge – für den Anbau an Bagger in der Gewichtsklasse von 30

bis 50 Tonnen Einsatzgewicht. Das größere Modell KSI 10000 (Nennleistung 220 Kilowatt) kann mit verschiedenen langen Schwertern für 6, 8, oder 10 Meter Mischtiefe bestückt werden und verlangt nach Trägergeräten mit einem Einsatzgewicht zwischen 45 und 70 Tonnen. Als Zubehör ist für beide Modelle eine Verlängerung der Mischkette um einen Meter erhältlich. Δ