



Polymere für Stützflüssigkeiten im Spezialtiefbau

Die Verwendung von Polymerspülungen ist im Brunnenbau seit mehr als 30 Jahren Stand der Technik und auch im Spezialtiefbau werden die Vorteile polymerer Stützflüssigkeiten vermehrt genutzt. Trotz der vergleichsweise hohen Produktpreise ergeben sich im Vergleich mit bentonit-basierten Systemen Kosten-Nutzen-Vorteile zugunsten der Polymerstützung.

Für das Herstellen großkalibriger, tiefer Bohrungen im Brunnenbau und in der Rohstoffexploration haben sich die Rotary-Spülbohrverfahren durchgesetzt. Während in den Anfängen einfache Ton-Was-

ser-Suspensionen verwendet wurden, kommen heutzutage Bohrspülungen zum Einsatz, deren Eigenschaften maßgeblich durch die Zugabe polymerer Additive geprägt sind [1]. Auch im Spezialtiefbau stel-

len mit Polymeren konditionierte Stützflüssigkeiten zur Abteufung von Pfahlbohrungen und Schlitzwänden eine sowohl technisch als auch wirtschaftlich interessante Alternative zur reinen Ton- bzw.

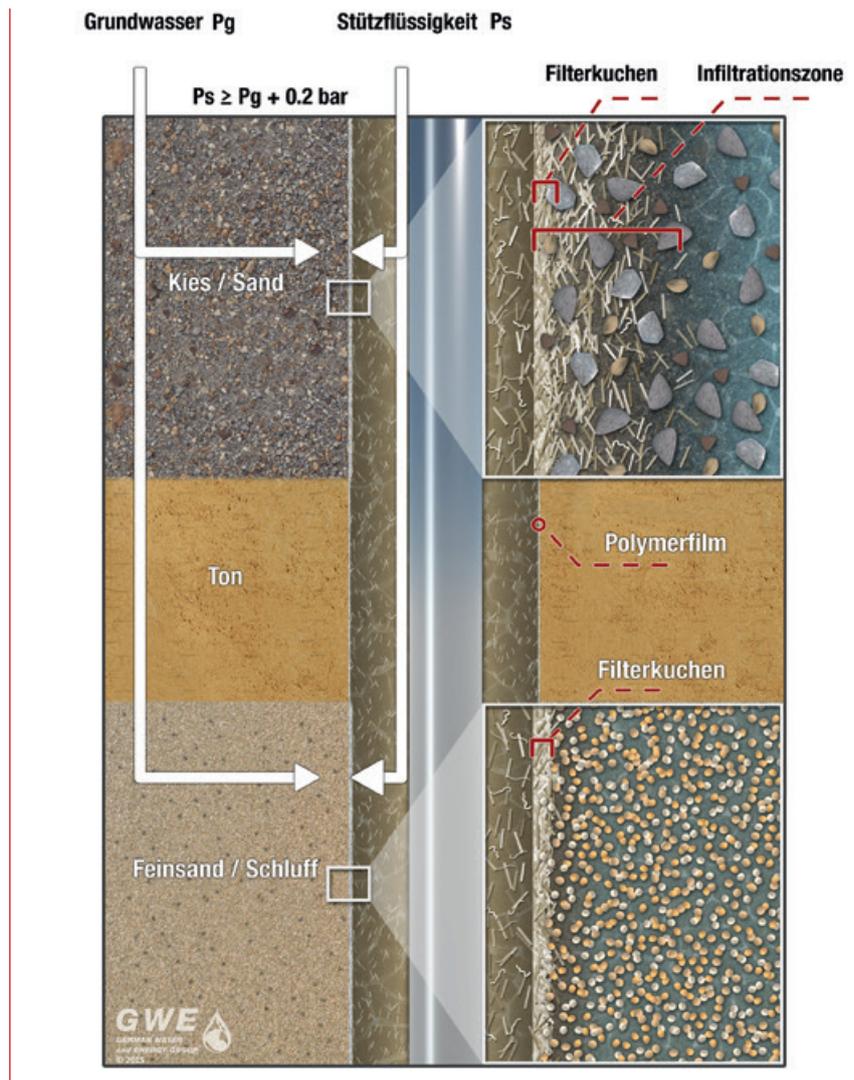


Abb. 1 – Bodenstabilisierung mit Stützflüssigkeiten, links unterschiedliche Lithologien, Mitte Bohrgestänge und Stützflüssigkeit, rechts Vergrößerung des Filterkuchens an der Bohrlochwand

Bentonit-Wasserstützung dar [2]. Polymerer Stützflüssigkeiten werden seit den 1970er-Jahren mit steigender Tendenz im asiatischen und amerikanischen Raum eingesetzt [3]; in den letzten Jahren gewinnen sie auch im europäischen Ausland an Bedeutung. Der nachfolgende Beitrag fasst zunächst die Aufgaben von Stützflüssigkeiten im Spezialtiefbau zusammen und gibt dann einen Überblick über die verschiedenen Polymerarten sowie deren Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten. Abschließend wird die praktische Handhabung polymerer Stützflüssigkeiten auf Bohrpfehlbaustellen an ausgewählten Beispielprojekten in Asien vorgestellt.

Aufgaben von Stützflüssigkeiten

Die Hauptaufgabe einer Stützflüssigkeit bei der Niederbringung von Pfahlbohrungen besteht darin, die Bohrung auch ohne die zeit- und damit kostenintensive

Verwendung von Schutzverrohrungen offen zu halten und über die Dauer des Bohrvorgangs zu stabilisieren. Hierfür ist Grundvoraussetzung, dass der von der Stützflüssigkeit ausgehende hydrostatische Druck den Grundwasserporendruck um mindestens 0,2 bar übersteigt.

In gut durchlässigen Böden (z. B. Feinsand) stellt die Bohrlochwand eine Grenzfläche zwischen dem Boden und der Stützflüssigkeit dar, an der durch Filtration eine partielle Trennung der Stützflüssigkeit in ihre festen und flüssigen Bestandteile stattfindet. Disperse (feinst verteilte) Feststoffpartikel lagern sich in der Folge vor bzw. in den Porenkapillaren ab; das Filtrat (vorwiegend Wasser) fließt in den Boden ab. Durch die fortgesetzte Ablagerung der Feststoffpartikel an der Bohrlochwand bildet sich eine abdichtende Schicht aus, die als Filterkuchen bezeichnet wird. Über diesen wird der hydrostatische Überdruck der

Stützflüssigkeit als stabilisierende Kraft unmittelbar auf die zu stützende Bohrlochwand übertragen (Abb. 1).

In hoch durchlässigen Böden, z. B. Kies und Sand, sind die freien Porenöffnungen an der Bohrlochwand größer als die dispersen Feststoffe in der Stützflüssigkeit. Dadurch dringt die Stützflüssigkeit weiter in die Poren vor, wobei die Eindringtiefe abhängig ist von der Viskosität der Stützflüssigkeit in Verbindung mit den brückenbildenden Eigenschaften der dispersen erbohrten oder zugesetzten Feststoffe. Sofern sich in sehr grobkörnigen Böden aufgrund zu großer Porenöffnungen keine undurchlässige Zone ausbilden kann, ist es zweckmäßig, der Stützflüssigkeit brückenbildende Stopfmittel wie Feinsand, Glimmer und grobgemahlene Gesteinsmehle zuzusetzen. Generell bildet sich durch die Ablagerung der dispersen Feststoffe in den Porenkanälen eine undurchlässige Zone um das Bohrloch

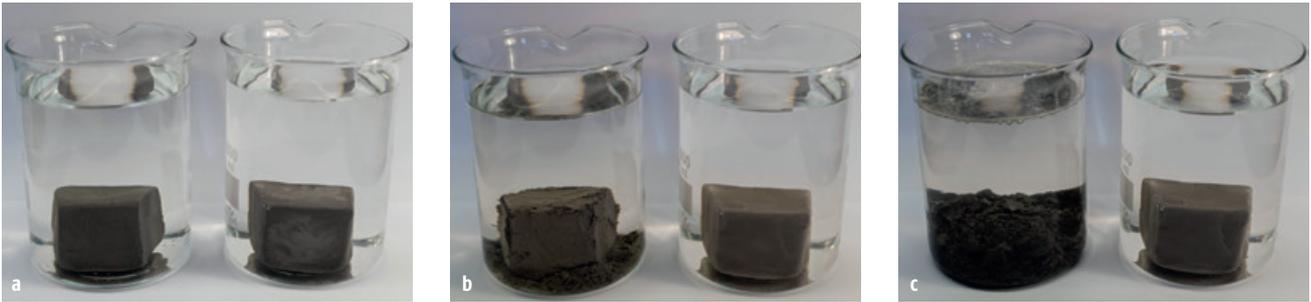


Abb. 2 – Die Abbildungen zeigen jeweils einen Tonwürfel in Wasser (links) und in einer Polymerlösung (rechts) a) unmittelbar nach Einlegen, b) nach 20 und c) nach 40 Minuten.

aus, über die der Suspensionsdruck auf das Korngerüst des zu stabilisierenden Sediments übertragen wird.

In gering bzw. nicht durchlässigen Böden, z. B. Tonen, bewirken wasserbasierte Stützflüssigkeiten Quellprozesse, die eine Auflockerung der Gefügestruktur auslösen. Ausmaß und Intensität dadurch auftretender Instabilitäten sind u. a. abhängig vom Anteil an quellfähigen Bestandteilen im Gestein. Sehr hydrationsaktiv, d. h. quellfähig, sind in erster Linie Tonminerale, insbesondere wenn diese in wasserarmen Bodenschichten angetroffen werden. Dies zieht häufig ernste bohr- und spülungstechnische Probleme nach sich, wie z. B.:

- die Verengung des Bohrlochs durch Volumenzunahme der quellfähigen Minerale mit der Gefahr des Festfahrens der Bohrwerkzeuge,
- Nachfall und nachfolgende Bohrlochaufweitung durch zerfallende Tongesteine,
- die schnelle Verdickung der Stützflüssigkeit durch Anreicherung mit erbohrten, durch den Quellungsvorgang feindispersierten Bodenpartikeln sowie
- die Neigung des quellfähigen Gesteins, am Bohrwerkzeug anzuhaften und Zusammenballungen zu bilden, mit der Folge, ein Überlastziehen zu verursachen.

Um diesen Problemen entgegenzuwirken und Hydrationsprozesse zu verlangsamen bzw. zu unterbinden, können den Stützflüssigkeiten Polymere zugesetzt werden.

Funktionsweise polymerer Stützflüssigkeiten

Mit Polymeren hergestellte Stützflüssigkeiten besitzen gegenüber „konservativen“, reinen Bentonitstützflüssigkeiten viele Vorteile. Besonders hervorzuheben ist die sehr hohe Ergiebigkeit von Polymeren gegenüber Bentonit: Es lassen sich bereits mit geringen Einsatzkonzentrationen von 1-2,5 kg/m³ Wasser mit langkettigen Polymeren hochviskose Lösungen

herstellen, die auch in grobkörnigen und stark durchlässigen Böden einsetzbar sind. Zum Vergleich: Bei reinen Bentonitstützflüssigkeiten müssen dem Anmachwasser 25-50 kg/m³ Bentonit zugegeben werden.

Ein weiterer Vorteil von polymeren Stützflüssigkeiten ist, dass sie kein aufwendiges Anmischen und keine lange Vorquellzeit benötigen. Zusätzlich binden Polymere „freies“ Wasser in der Stützflüssigkeit und unterdrücken damit Quellprozesse in

Verzögerung des Quell- und Zerfallsvorgangs von Tongesteinen, die durch die Zugabe von hochviskosen Polymeren zu Stützflüssigkeiten erzielt werden kann.

Polymere fördern zudem in Verbindung mit erbohrten feindispersen Bodenteilchen die Ausbildung eines dünnen, sehr gut abdichtenden Filterkuchens an der Bohrlochwand. Ein wesentliches Merkmal polymerer Stützflüssigkeiten ist, dass sie keine Fließgrenze aufweisen. Dies

» **Aufgrund der geringen Zugabemenge sind Polymerstützflüssigkeiten weitaus wirtschaftlicher als „klassische“ Bentonitstützflüssigkeit.** «

hydrationsaktiven Bodenschichten (Toninhibierung). Dies fördert die Formstabilität von quellfähigem Bohrgut sowie dessen Separierbarkeit und erhöht die Standfestigkeit und Kalibertreue der Bohrlochwand. Abbildung 2 zeigt die zeitliche

ermöglicht eine Abtrennung erbohrter Feststoffe effektiv über Sedimentationsvorgänge in Absetzbecken, -tanks oder -silos – ohne kostenintensive Feststoffkontrollausrüstung, wie sie bei reinen Bentonitstützflüssigkeiten notwendig ist.

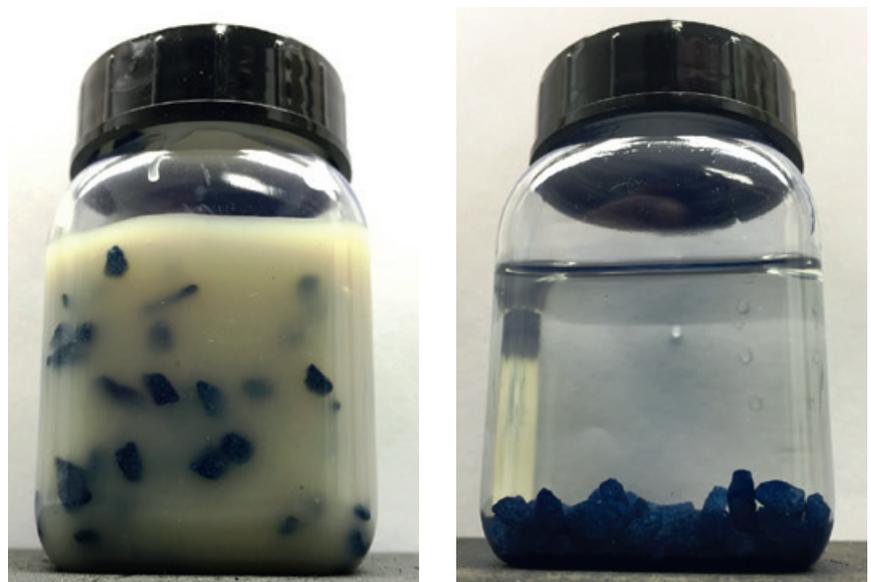


Abb. 3 – Bentonit-Lösung mit ausgeprägter Fließgrenze (links) und Polymerlösung ohne Fließgrenze (rechts)

Sogenannte vollsynthetische Polymere (Polyacrylamide) besitzen darüber hinaus eine hohe Beständigkeit gegenüber mikrobiellem Abbau. Hiermit hergestellte Stützflüssigkeiten können nach dem Verdrängen aus einer Pfahlbohrung mit geringem Aufwand aufgefrischt werden (z. B. mittels Bikarbonat und geringer Polymerzugabe) und lassen sich praktisch unbegrenzt wiederverwenden. Die einfache, effiziente Abtrennung erbohrter Feststoffe und die biologische Stabilität sind der Grund für die im Vergleich zu konventionellen Stützflüssigkeiten sehr geringen Entsorgungsmengen.

Polymerarten und -eigenschaften

Polymere, die für Stützflüssigkeiten verwendet werden, bestehen aus verknüpften und sich wiederholenden monomeren Bausteinen unterschiedlicher Zusammensetzung, die sehr große Moleküle bilden. Sie können durch ihren Polymerisationsgrad (Anzahl an Monomeren), die Verknüpfungsart und ggf. den Veretherungsgrad unterschieden werden. Langkettige Polymere mit hochviskosen Eigenschaften werden bevorzugt in feststoffarmen oder Klarwasser-Stützflüssigkeiten verwendet; kurzkettige, niedrigviskos wirkende Polymere wiederum werden hauptsächlich zur Optimierung der Filtrations- und Fließ-

eigenschaften von mit Feststoffen angereicherten Stützflüssigkeiten eingesetzt. Polymere für Anwendungen in Stützflüssigkeiten lassen sich in drei Produktgruppen unterteilen (Tabelle 1):

Biopolymere

Unter dem Begriff Biopolymere sind natürlich vorkommende Verdickungsmittel zu verstehen, die sich aus langkettig miteinander verknüpften Zuckermolekülen aufbauen. Gehandelt werden sie unter den Bezeichnungen Xanthan bzw. Guar Gum.

Aufgrund der starken Seitenverzweigungen im Molekülaufbau (siehe Tabelle 1) erhöhen Biopolymere stark die Viskosität der Stützflüssigkeit. Das Viskositätsprofil zeigt starke Ähnlichkeiten mit dem von Bentonitstützflüssigkeiten. Dies bedeutet, dass Stützflüssigkeiten auf Biopolymerbasis bei langsamer Strömungsgeschwindigkeit eine relativ hohe Viskosität und Tragfähigkeit aufweisen und bei hoher Strömungsgeschwindigkeit scherverdünnend reagieren (abfallende Viskosität durch Scherung).

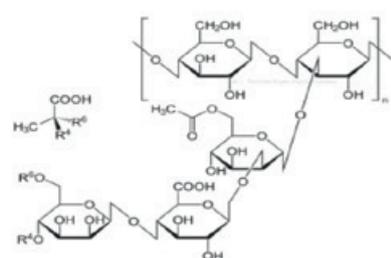
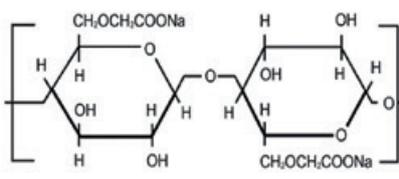
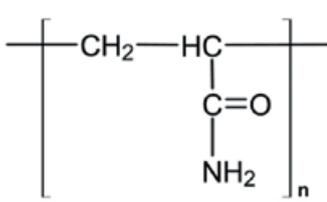
Demgemäß zeigen reine Xanthanstützflüssigkeiten gute bohrlochstabilisierende Eigenschaften in grobkörnigen Lockersedimenten. Für die Abtrennung erbohrter Feststoffe ist, wie bei der Verwendung von reinen Bentonitstützflüs-

sigkeiten, der Einsatz von Reinigungsgerätschaften (Solid Control Equipment) erforderlich. Der Grund hierfür ist, dass Biopolymerstützflüssigkeiten hohe Tragfähigkeiten im Ruhezustand (Pseudo-Fließgrenze) aufweisen, sodass ein Abtrennen von Bohrklein in Absetzbecken mittels Sedimentation nicht möglich ist. Des Weiteren unterliegen Biopolymere einem relativ raschen mikrobiologischen Abbau; dies erfordert in der Regel den Einsatz von Bioziden zur Stabilisierung der Stützflüssigkeitseigenschaften.

Halbsynthetische Polymere

Zu den halbsynthetischen Polymeren werden Carboxymethylcellulosen (CMC) und Polyanionische Cellulosen (PAC) gezählt. CMC- und PAC-Polymere bauen sich aus über Sauerstoffatome verknüpfte Glukosemoleküle auf, an denen Carboxymethylgruppen angelagert sind. Der Grundstoff Cellulose wird aus Holz oder Baumwolle gewonnen. CMC und PAC unterscheiden sich lediglich im Wirkstoffanteil: Dieser beträgt in der Regel 60-70 % bei CMC und über 90 % bei PAC und führt zu einer höheren Ergiebigkeit bei PAC-Polymeren. In Abhängigkeit der molekularen Kettenlänge zeigen CMC- und PAC-Polymere eine hohe (langkettig) oder niedrige (kurzkettig) Viskosität.

Tabelle 1 – Unterteilung von Polymer-Arten für Stützflüssigkeiten im Spezialtiefbau

	Polymer-Arten für Stützflüssigkeiten im Spezialtiefbau		
	Biopolymere	Halbsynthetische Polymere	Vollsynthetische Polymere
Molekülstruktur			
	Guar Gum & Xanthan	Carboxymethylcellulose - CMC	Polyacrylamid - PAA
Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> + hohe Viskosität + filtrationsverbessernd - Pseudo-Fließgrenze - geringe biologische Stabilität 	<ul style="list-style-type: none"> + variable Viskositäten + gute Toninhibierung + filtrationsverbessernd + Schutzkolloidwirkung + keine Fließgrenze 	<ul style="list-style-type: none"> + variable Viskositäten + hohe biologische Stabilität + sehr hohe Ergiebigkeit + keine Fließgrenze + sehr gute Toninhibierung
Produkte	<div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> GWEX Gum - Xanthan - hochviskos </div>	<div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> Viscopol® R - PAC - hochviskos </div> <div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> Viscopol® TLV - Techn. CMC - niedrigviskos </div> <div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> Viscopol® T - Techn. CMC - hochviskos </div> <div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> Viscopol® RLV - PAC - niedrigviskos </div>	<div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> PolyPile® HD - PAA - hochviskos - Pulver </div> <div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> PolyPile® HD-L - PAA - hochviskos - Flüssigkeit </div> <div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> PolyPile® LD - PAA - niedrigviskos </div>

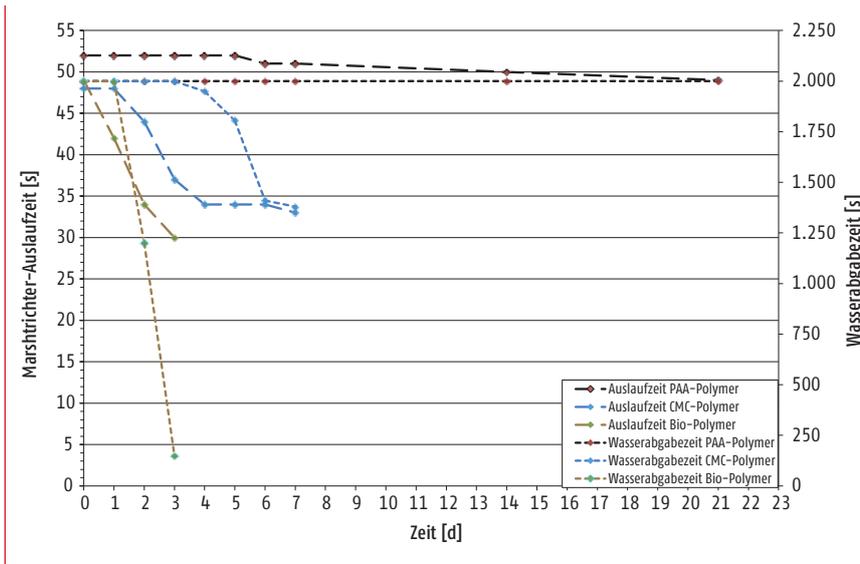


Abb. 4 – Verschlechterung der Stützflüssigkeitseigenschaften (Verringerung der Wasserabgabezeit und der Marshtrichter-Auslaufzeit) durch mikrobiologischen Abbau von PAA-Lösungen, CMC-Lösungen und Biopolymer-Lösungen

In Stützflüssigkeiten sind CMC-Polymere sehr universell einsetzbar: Sie verbessern z. B. deren Filterstabilität, sodass beim Durchbohren durchlässiger Bodenschichten im Vergleich zu Bentonit-Stützflüssigkeiten dünne, dennoch gut abdich-

tende Filterkuchen entstehen. Im Kontakt mit hydrationsaktiven Gesteinen unterdrücken PAC- und CMC-Polymere Quellprozesse (Toninhibierung; Abb. 2) und schützen die Stützflüssigkeit bei Kontakt mit stark mineralisierten Grund-

wässern vor Schädigung: Hierzu zählen Verschlechterung der Filterstabilität, instabile Viskosität und Ausflockung. Im Gegensatz zu Bentonitstützflüssigkeiten (und Biopolymerstützflüssigkeiten) besitzen reine CMC-Stützflüssigkeiten keine Fließgrenze (Abb. 3), was in einer einfachen Separation erbohrter Feststoffe im Absatzbecken resultiert.

Insbesondere kurzkettige, niedrigviskos wirkende CMC- und PAC-Polymere üben diese Eigenschaft auch in tonlastigen und schwer pumpbaren Stützflüssigkeiten aus, d. h. sie wirken hier verflüssigend und fördern die Absatzbarkeit erbohrter Feststoffe.

Vollsynthetische Polymere

Polymere auf der Basis von Polyacrylamid oder Natriumpolyacrylat (Kurzform für beide: PAA) werden zu den vollsynthetischen Produkten gerechnet. Ausgangsmaterial für deren Herstellung ist Propylen, das bei der thermischen Spaltung von Erdöl gewonnen wird. Letztlich entstehen im weiteren Herstellungsprozess langkettige, schlanke Polymere, die als Co-Polymer mit Acrylsäuren in Wasser gut löslich sind und in der Regel einen anio-

Tabelle 2 – Messung von Fließverhalten, Filtrationseigenschaften und Viskosität von Stützflüssigkeiten

Messung von Stützflüssigkeitskennwerten			
	Wasserabgabezeit	Marshtrichter-Auslaufzeit	Viskositätsprofil
Messgerät			
	Ringapparat und Stoppuhr	Marshtrichter und Becher	Rotationsviskosimeter
Information	- Toninhibierung - Filtrationseigenschaften	- Viskosität - Fließverhalten	- Viskositätsprofil - Fließverhalten
Durchführung	Einlegen des Filterpapiers zwischen Bodenplatte und Ring. Einfüllen der Stützflüssigkeit in den Ring. Messung der Zeit bis zum vollständigen Durchnässen des Filterpapiers.	Einfüllen von 1.500 ml über die Siebfläche des Trichters. Messung der Zeit für den Auslauf von 1.000 ml (AZ) und der Zeit für den Auslauf der 500 ml Restmenge (RAZ).	Eintauchen der coaxialen Messzelle in die Stützflüssigkeit. Über den äußeren rotierbaren Zylinder werden unterschiedliche Schergefälle erzeugt und das resultierende Drehmoment auf den an einer Torsionsfeder aufgehängten inneren Zylinder gemessen.
Messgröße	Wasserabgabezeit	Auslaufzeit (AZ) Restauslaufzeit (RAZ)	Fließgrenze/Gelstärken plastische Viskosität scheinbare Viskosität



Vollsynthetische Polymere zeichnen sich neben vielen weiteren Vorteilen durch ihre hohe mikrobiologische Stabilität aus; dies sorgt für eine große Wiederverwendbarkeit auf der Baustelle.



nischen Charakter besitzen (Tabelle 1). Verfügbar sind hoch- und niedrigviskos modifizierte Produktvarianten mit einem ähnlichen Eigenschaftsprofil wie dem von PAC/CMC. Hervorzuheben sind hier die sehr guten toninhibierenden Eigenschaften der PAA-Polymere sowie deren viskositätssteigernde Wirkung. Bereits die Zugabe von 1 kg Polymer pro 1 m³ Wasser bewirkt eine starke Erhöhung der Marshtrichter-Auslaufzeit von 27 s (Wasser) auf mehr als 50 s (Wasser & Polymer). Typisch für vollsynthetische hochviskose Polymerlösungen auf der Grundlage von Polyacrylamid sind die fädenziehenden Abtropfeigenschaften.

Ein Alleinstellungsmerkmal der PAA-Polymere ist deren hohe mikrobiologische Stabilität. Hierdurch ergeben sich im Vergleich mit den Bio- und halbsynthetischen Polymeren Vorteile in Bezug auf die Wie-

derwendbarkeit von Stützflüssigkeiten und Spülungen auf Großbaustellen. Untersuchungen zur biologischen Stabilität zeigen, dass selbst bei der Nutzung von vorverkeimtem Wasser in dem Ansatz mit Polyacrylamid nach 20 Tagen noch keine abfallende Viskosität und Wasserbindigkeit auftritt (Abb. 4).

Kontrolle der Stützflüssigkeitskennwerte

Neben der Sicherung eines von der Stützflüssigkeit ausgehenden Überdrucks von mindestens 0,2 bar ist die Einstellung einer bestimmten Viskosität und Filtrationsfestigkeit eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Herstellung suspensionsgestützter Bohrungen [4]. Die Kontrolle dieser Eigenschaften ist bei Anpassung an den jeweiligen Bohrfortschritt regelmäßig vorzunehmen, um

durch rechtzeitiges Nachjustieren Bohrlochinstabilitäten zu vermeiden. Hierfür geeignete Messgeräte und -methoden zeigt Tabelle 2.

Einsatz von GWE-Polymeren auf Baustellen in Asien

Die BAUER Spezialtiefbau GmbH unterhält mehrere Niederlassungen in Asien, die in den vergangenen Jahren u. a. zahlreiche Gründungsarbeiten mittels Bohrpfehlbohrungen ausgeführt haben. Abbildung 5 zeigt die klassische Herstellung unverrohrter Pfehlbohrungen mit Betonstützung.

Der wesentliche Unterschied bei der Verwendung polymerer Stützflüssigkeiten ist der Wegfall der aufwendigen Reinigung der Stützflüssigkeit mithilfe von Entsandungsanlagen. Für die hydraulische Stützung der unverrohrten Bohrungen kamen

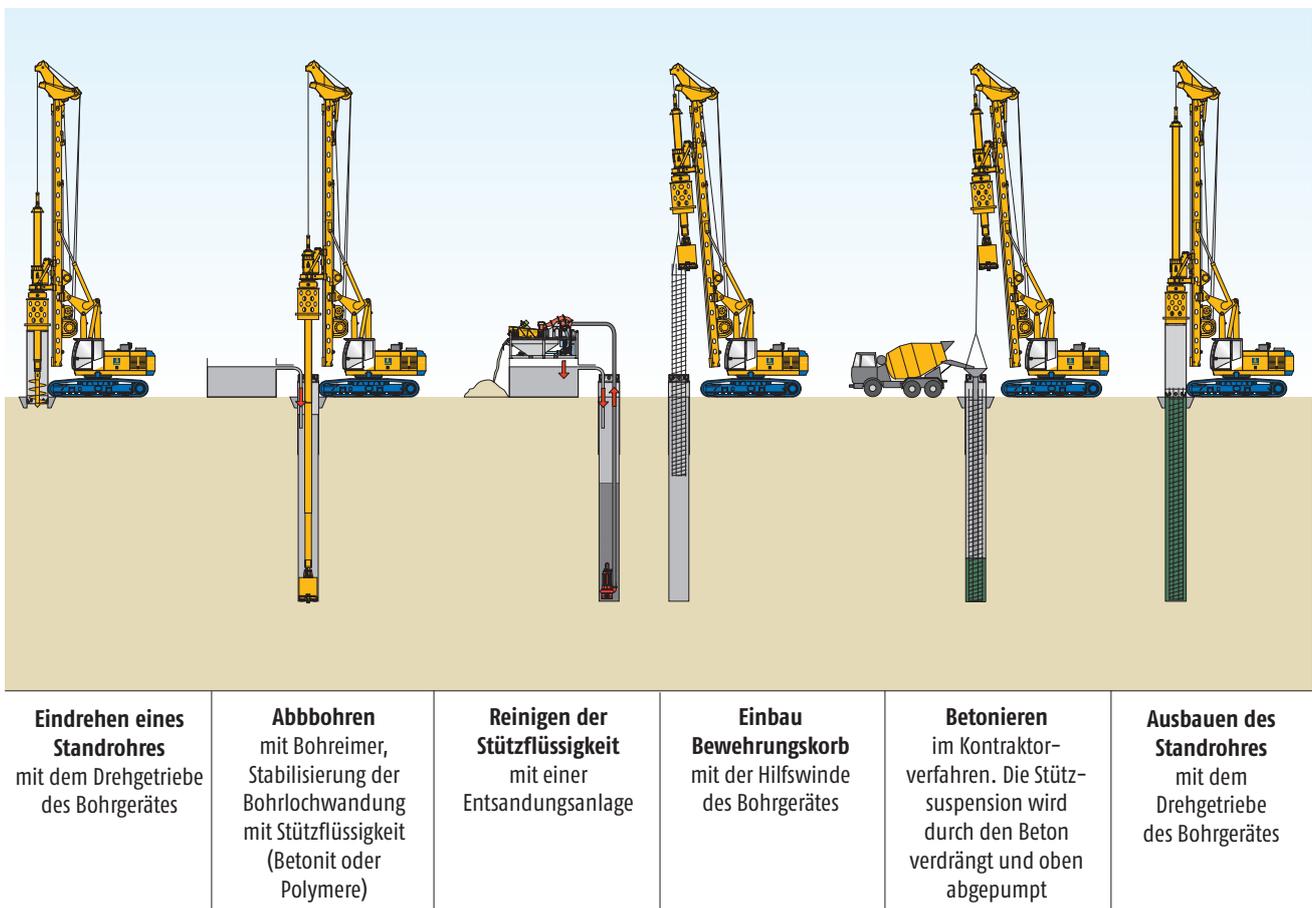


Abb. 5 – Klassische Arbeitsschritte zur Herstellung von Bohrpfehlbohrungen mit Bentonitstützflüssigkeiten bei unverrohrter Bauweise



Abb. 6 - a) Standsilos für die Bevorratung von Stützflüssigkeiten
b) Anmischung einer auf Polyacrylamid basierten Stützflüssigkeit
c) Anmischtank mit am Boden verlegten geschlitzten PVC-Rohren zum Einblasen von Druckluft
d) Sedimentationsbecken zur Abtrennung von erbohrten Feststoffen aus polymeren Stützflüssigkeiten

auf den Baustellen in Asien in jüngster Zeit überwiegend Stützflüssigkeiten mit polymeren Zusätzen auf PAA-Basis zur Anwendung. Je nach Bodenverhältnissen wurden Lösungen mit mäßiger bis sehr hoher Viskosität auch für die Stabilisierung grobkörniger Bodenschichten erfolgreich angewendet.

Suspensionshandling

Aufgrund der großen Bohrlochvolumina und der damit erforderlichen Stützflüssigkeitsmengen ist für einen kontinuierlichen Parallelbetrieb mehrerer Drehbohranlagen besondere Sorgfalt bei der Planung und Auslegung einer ausreichend dimensionierten Tankanlage erforderlich. Für die Ausführung von polymergestützten Pfahlbohrungen in innerstädtischen Bereichen empfiehlt sich aus Platzgründen eine Suspensionsbevorratung in 50 m³ fassenden Standsilos, wie dies in Abbildung 6a bei einem Projekt in Kuala Lumpur zu sehen ist.

Im Gegensatz zum klassischen Ansetzen von Bentonitstützflüssigkeiten mit Kolloidalmischer und Vorquellzeiten erfolgt das Herstellen der Polymerlösungen dabei denkbar einfach durch Einstreuen des hochergiebigen Granulats in den Rücklauf einer (vorgelegten) umgepumpten Wasservorlage (Abb. 6b). Nach der Pro-

duktzugabe wird in die herzustellende Stützflüssigkeit über am Tankboden verlegte geschlitzte PVC-Rohre Druckluft eingeblasen, um das Absetzen von Polymergranulat während des anschließenden Lösevorganges zu verhindern (Abb. 6c). Die Reinigung der polymeren Stützflüssigkeit erfolgt in der Regel selbstregulie-

Tabelle 3 – Standardrezepturen für Polymerstützflüssigkeiten

Lithologie		
Schluff und Ton	Schluff und Ton mit Sandschichten	Sand und Kiesschichten
Rezeptur: 1 m ³ Klarwasser + 0,5-1,0 kg Soda + 1,0 kg GWE PolyPile® HD	Rezeptur: 1 m ³ Klarwasser + 0,5-1,0 kg Soda + 1,0-1,5 kg GWE PolyPile® HD	Rezeptur: 1 m ³ Klarwasser + 0,5-1,0 kg Soda + 15-20 kg GWE PolyMix® + 0,5-2,0 kg GWE PolyPile® HD
Stützflüssigkeitskennwerte: Auslaufzeit: 50-80 s Wasserabgabezeit: > 1.000 s	Stützflüssigkeitskennwerte: Auslaufzeit: 60-100 s Wasserabgabezeit: > 2.000 s	Stützflüssigkeitskennwerte: Auslaufzeit: 150-200 s Wasserabgabezeit: > 2.000 s

rend durch die Sedimentation erbohrter Feststoffe in der offenen Pfahlbohrung bzw. nach deren Verdrängung aus dem Bohrloch in Absetzbecken und Silos Über- tage (Abb. 6d).

Standardrezepturen

Je nach Beschaffenheit des zu stabilisierenden Untergrunds kommen unterschiedliche Rezepturen zur Anwendung, die sich im Wesentlichen durch ihre Viskosität voneinander unterscheiden (Tabelle 3).

Kostenvergleich

Vergleicht man die Materialkosten bei der Anwendung einer reinen Bentonitstützflüssigkeit mit denen einer Polymerstützflüssigkeit (PAA), so ergibt sich ein eindeutiger Kostenvorteil zugunsten der Polymervariante. Trotz der relativ hohen Polymerkosten kann dieser Vorteil, aufgrund der geringen Zugabemenge von ca. 1 kg/m³ im Neuanatz im Vergleich mit 25-50 kg Bentonit pro 1 m³ Neuanatz, bis zu 50 % betragen. Weitere Einsparungen zugunsten der Polymeranwendung ergeben sich durch einen geringeren Anfall von zu entsorgender Stützflüssigkeit, den nicht benötigten Gerätschaften zur Stützflüssigkeitsreinigung sowie dem geringeren Aufwand für den Transport und die Lagerbevorratung der Stützflüssigkeitszusätze.

Fazit und Zusammenfassung

Das Verfahren der unverrohrten Bohrpfahl-Herstellung mit polymeren Stützflüssigkeiten hat sich im Vergleich mit der Verwendung von Bentonitstützflüssigkeit als technische und wirtschaftliche Alternative auf zahlreichen Bohrpfahlbaustellen bewährt.

Die Gründe, die für die Anwendung polymerer Spülungszusätze in Stützflüssigkeiten sprechen, sind u. a.:

- einfaches Anmischen,
- hohe Ergiebigkeit der Polymere,
- sehr gute bohrlochstabilisierende Wirkung in quellfähiger Lithologie,
- Ausbildung sehr dünner, undurchlässiger Filterkuchen,
- Erhalt eines stabilen und gut deponierbaren Bodenaushubs,
- geringe Feststoffanreicherung der aktiven Stützflüssigkeit beim Bohrprozess,
- verbesserte Fließeigenschaft in feststoffreichen viskosen Suspensionen,
- geringer Anfall von zu entsorgender Stützflüssigkeit,
- enorme Kostenreduzierung gegenüber der Verwendung von Bentonitstützflüssigkeiten.

Für die Realisierung zukünftiger Projekte in Deutschland kann bis zur Vorlage eines einheitlichen und verbindlichen Bewertungskonzepts zur Umweltverträglichkeit auf das technische Merkblatt W 116 des DVGW verwiesen werden [5]. In diesem wird die Anwendung polymerer Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser zur hydraulischen Stützung von Brunnenbohrungen eingehend beschrieben.

Die Etablierung der Polymerstützung auf Baustellen der BAUER Spezialtiefbau GmbH in Asien wurde insbesondere durch das Zusammenführen von spülungstechnischem Know-how der GWE und den bei BAUER Spezialtiefbau vorhandenen umfangreichen Erfahrungen zur Bentonitstützung getragen. Die Autoren bedanken sich für die Unterstützung bei den Kollegen der Bauer Malaysia SDN.BHD, insbesondere bei Lars Liersch, der seit ca. drei Jahren von Kuala Lumpur aus die Anwendung und Weiterentwicklung polymerer Stützflüssigkeiten auf Baustellen der BAUER-Gruppe im südostasiatischen Raum erfolgreich vorantreibt.

Literatur

- [1] Schwank, S., Mielenz, P. (2006): Großlochbohrungen zur Erkundung von Diamantenvorkommen im Norden Kanadas, in: bbr, Heft 5/2006, S. 26-33.
- [2] Lesemann, H., Vogt, N. (2012): Untersuchungen zur hydraulischen Stützung mit Polymerlösungen. Ernst & Sohn, Geotechnik 35, Heft 1, 11-21; DOI: 10.1002/gete201100016.
- [3] Lam, C., Jefferis S. A. (2014). The use of polymer solutions for deep excavations: lessons from Far Eastern experience. HKIE Transactions, 21:4, 262-271, DOI: 10.1080/1023697X.2014.970749.
- [4] Mielenz, P. (2004): Bentonite/Polymere - Bohrspülungen in der Vertikal- und HDD-Technik, in: bbr, Heft 03/2004.
- [5] DVGW W 116 (1998): Verwendung von Spülungszusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser.

Autoren

Peter Mielenz
 Oliver Mielenz
 GWE pumpenboese GmbH
 Moorbeerweg 1
 31228 Peine
 Tel.: 05171 294-135
 Fax: 05171 294-177
 peter.mielenz@gwe-gruppe.de
 oliver.mielenz@gwe-gruppe.de
 www.gwe-gruppe.de



**Jetzt
 Werbeartikel
 bestellen:
 0228 9191-40
 oder unter
 shop.wvgw.de**

