

BAUER

Mixed-in-Place







Inhalt

Anwendungsbereiche	4
Verfahren	10
Projekte	14

Offenbach, Deutschland

Für eine Einkapselung auf dem Gelände einer ehemaligen Teerfabrik in Offenbach kam das Mixed-in-Place-Verfahren zum Einsatz.

Anwendungsbereiche

Das patentierte Bauer Mixed-in-Place-Verfahren (MIP) wird seit über 25 Jahren erfolgreich zur Herstellung von Baugrubenumschließungen, für Gründungsmaßnahmen und im Hochwasserschutz ausgeführt.

UpperNord Tower, Düsseldorf, Deutschland

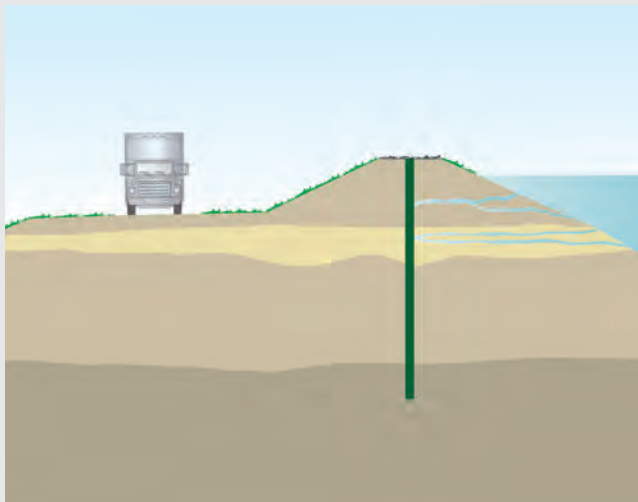
Die wasserdichte Umschließung der bis zu 13 m tiefen Baugrube des UpperNord Tower-Hochhauses erfolgte mit ca. 6.000 m² MIP-Wand. Eine besondere Herausforderung stellte die Bohrtiefe von bis zu 23,5 m dar. Im Hintergrund ist das ARAG-Hochhaus erkennbar, dessen Baugrube 1998 ebenfalls von Bauer mit einer MIP-Wand umschlossen wurde.





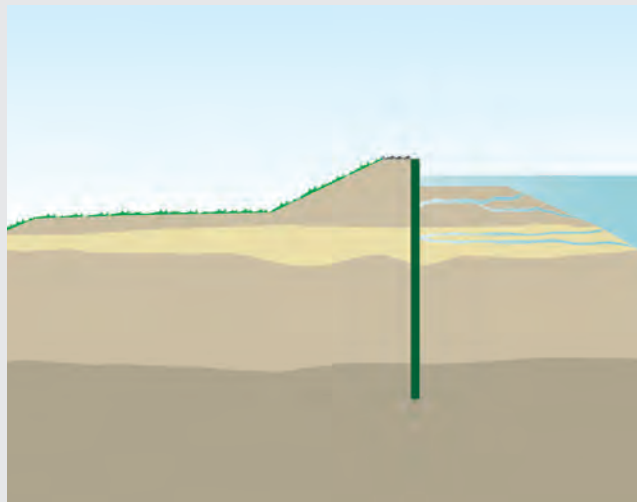
Deiche ohne statische Funktion

Zur Verringerung bzw. Vermeidung der Durchströmung und damit zur Erhöhung der Standsicherheit von Deichen ohne statische Funktion werden Innendichtungen eingebracht. Diese Wände werden in der Regel von der Krone aus in der Deichachse hergestellt. Sie binden entweder in grundwasserstauende Schichten ein oder dienen einer Verlängerung des Sickerweges. Die erhärteten Dichtwandmassen müssen erosionsstabil sein und die Deiche vor Wühltrieb befällen schützen.



Deiche mit statischer Funktion

Werden Innendichtungen durch einen einseitigen Abtrag der Böschungsschulter statisch beansprucht, ist die Mixed-in-Place-Dichtwand für diesen Lastfall zu bemessen. Die Aufnahme einer Querkraft- oder Momentenbelastung, resultierend aus Erd- und Wasserdruck, wird durch den Einbau von Bewehrungskörben oder Profilträgern sichergestellt. Größe und Abstand der Tragelemente sowie die erforderliche Druckfestigkeit des Mixed-in-Place-Materials werden in der statischen Berechnung ermittelt.



Deichsanierung, Aramon, Frankreich

Herstellung einer Mixed-in-Place-Dichtwand zur Sanierung eines Deichs an der Rhone in der Provence. Die MIP-Elemente wurden dafür auf einer Länge von 570 m bis zu einer maximalen Tiefe von 20 m in den bestehenden Deich eingebracht. Für die Arbeiten kam eine BAUER BG 40 zum Einsatz.



Marchfeldschuttdamm, Stopfenreuth, Österreich

Zur Sanierung des Hochwasserschutzdamms Marchfeld an der Donau wurden insgesamt rund 56.000 m² Dichtwand mit einer Mächtigkeit von 500 mm ausgeführt.

Deichsanierung, Bittenbrunn, Deutschland
 Westlich von Neuburg an der Donau wurden die links- und rechtsseitigen Deiche der Donau im Staubereich des Flusskraftwerkes Bittenbrunn mit insgesamt rund 27.000 m² MIP-Dichtwand saniert. Da sich die kilometerlange Baustelle teilweise in einem Naturschutzgebiet befand, wurden besondere Bestimmungen zum Schutz der Vogelwelt beachtet.



Aubecken, Dogern, Deutschland

Das Dichtungssystem des Pumpspeicherbeckens „Aubecken am Rhein“ wurde mittels 13.500 m² MIP-Dichtwand saniert. Besondere Herausforderungen stellten die steinig-blockigen Böden sowie die erforderliche Felsandichtung dar. Die Wirksamkeit der bis zu 20,4 m tiefen Innendichtung wurde mittels Probeaufstau nachgewiesen.

Deichrückverlegung, Duisburg, Deutschland

Zur Vergrößerung des Retentionsraums am Rheinbogen bei Mündelheim und der damit einhergehenden Rückverlegung des vorhandenen Deichs wurden auf einer Länge von 1,6 km rund 28.000 m² MIP-Wand mit einer Tiefe von bis zu 20 m zur Untergrundabdichtung des neuen Dreizonendeiches ausgeführt.



INFO

Vorteile des MIP-Verfahrens

- **Schonung von Ressourcen**
- **Erschütterungsarme Herstellung**
- **Hohe Produktivität**
- **Weniger Lärm- und Abgasemissionen**
- **Hohe Flexibilität**
- **Kostengünstiges Verfahren**



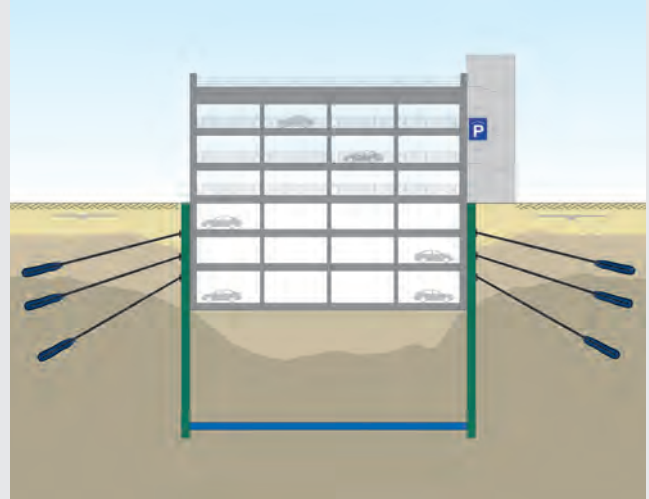
Baugrundverbesserung

Seit vielen Jahren wird das Mixed-in-Place-Verfahren zur Herstellung von Gründungselementen bzw. zur Baugrundverbesserung eingesetzt. Neben der Dreifachschncke findet hierfür auch häufig die sogenannte Mono- oder Einfachschncke Verwendung. Die Mixed-in-Place-Stiche oder -Säulen können – den statischen Anforderungen entsprechend – sehr flexibel angeordnet werden. Nachdem der Mischeffekt der Monoschncke weniger intensiv ist als bei der Dreifachschncke, ist eine gute Kenntnis der anstehenden Untergrundverhältnisse erforderlich.



Baugrubenumschließung

Ein weiteres Anwendungsgebiet des MIP-Verfahrens ist die Umschließung von Baugruben. Speziell im innerstädtischen Raum ergeben sich Vorteile: Die erschütterungsarme Herstellung durch das Drehbohren, die geringe Menge an Bohrgut aufgrund der Nutzung des anstehenden Bodens als Zuschlagstoffs sowie die geringere Beeinflussung der Nachbarschaft durch reduzierte Transportaufwendungen und kürzere Bauzeiten. Zudem können kleinteilige Baugrubenumschließungen hergestellt und nah an bestehender Bebauung gearbeitet werden.



Porto Novi Resort Village, Montenegro

Auf einer Fläche von etwa 26 ha und an einer Küstenlinie von ca. 3,5 km entstanden fünf Gebäudekomplexe für ein 5-Sterne-Hotel mit einer überbauten Fläche von etwa 35.000 m². Zur Verbesserung des Untergrunds unterhalb der Objekte wurden etwa 240.000 m² Mixed-in-Place-Elemente – Einzelelemente sowie Wände – mit bis zu 23 m Tiefe und einer Wandstärke von 550 mm hergestellt.



Konstantinum, Leipzig, Deutschland

Für einen neuen Gebäudekomplex mit barrierefreien Wohnungen und Gewerbeflächen auf einem rund 3.800 m² großen Eckgrundstück im östlichen Zentrum von Leipzig wurde Bauer mit der Ausführung der Baugrube beauftragt. Diese wurde mit über 4.000 m² MIP-Verbauwand bis in eine Tiefe von 21 m umschlossen und in Teilbereichen eine Bohrpfehlwand ausgeführt.

Dreiländergalerie, Weil am Rhein, Deutschland

Für die Dreiländergalerie, einem Einkaufszentrum mit Geschäften, Gastronomiebetrieben, einer Tiefgarage sowie einer Kindertagesstätte im Dreiländereck Frankreich, Schweiz und Deutschland, wurde Bauer mit der Baugrubenausführung beauftragt. Die rund 10.000 m² große Baugrube wurde mit MIP- und Pfahlwänden umschlossen und war mit bis zu 18 m Aushubhöhe die tiefste, bisher mit MIP-Wänden verbaute Baugrube der Bauer Spezialtiefbau. Die Wände wurden dreilagig verankert bzw. in Teilbereichen ausgesteift.



Kleyerstraße, Frankfurt am Main, Deutschland

Für einen neuen Gebäudekomplex mit mehreren hundert Wohnungen am alten Industriestandort Gallus und in unmittelbarer Nähe zu den Adlerwerken wurde eine dichte Baugrubenumschließung mit ca. 7.000 m² MIP-Wand bis in knapp 19 m Tiefe ausgeführt.

Karlstraße, München, Deutschland

Für das erste Bürogebäude des britischen Architekten David Chipperfield in München wurde die etwa 7.500 m² große Baugrube mit MIP-Verbauwänden bis in 15 m Tiefe umschlossen. Für das Projekt "Karl" wurde das MIP-Bohrgerät entlang der Karl- und Denisstraße mit einem Spritzschutzrollo ausgerüstet. Ein kleinerer Teil der Baugrube wurde mit Spundwänden verbaut.



INFO

Langjährige Erfahrung

Die Ingenieure von Bauer Spezialtiefbau können auf eine langjährige Erfahrung zurückgreifen. Seit Anfang der 1990er Jahre wurden bisher ca. 650 Baustellen mit mehr als 2.600.000 m² Mixed-in-Place-Wänden ausgeführt.

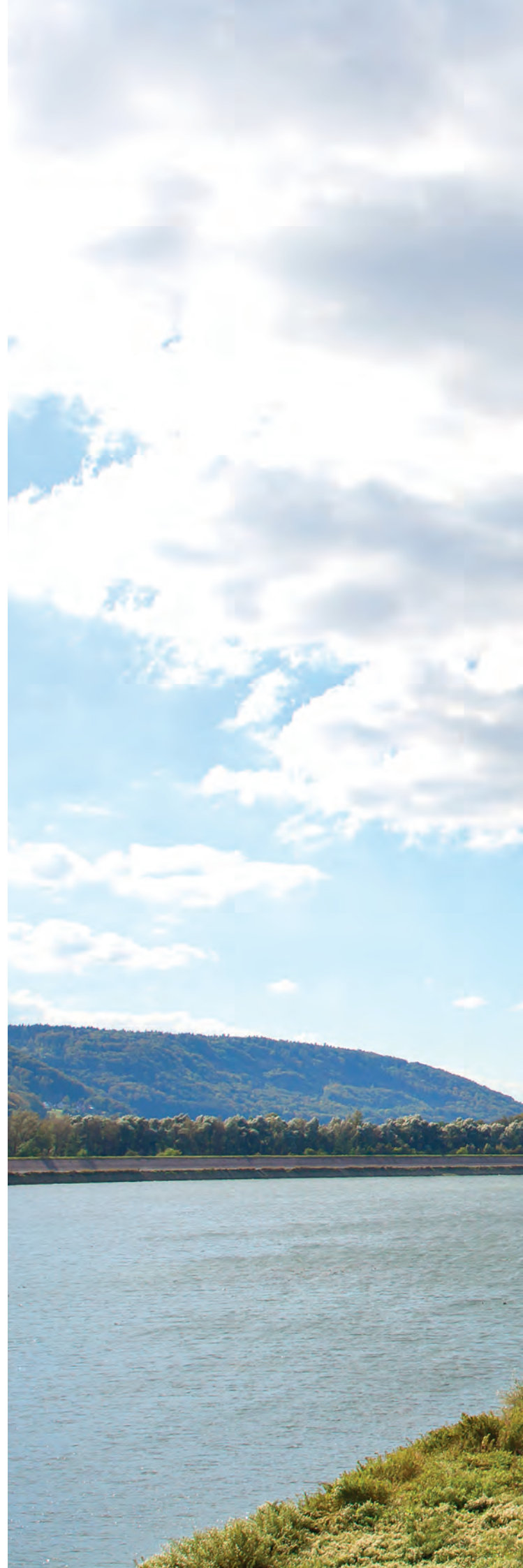


Verfahren

Hauptmerkmal des Mixed-in-Place-Verfahrens ist die in-situ-Vermischung des anstehenden Bodens mit einem Bindemittel. Aufgrund der Erfahrung unseres hochqualifizierten Personals sowie der ständig weiterentwickelten Bohr- und Mischwerkzeuge führen wir das Mixed-in-Place-Verfahren heute in beinahe allen Bodenformationen aus.

Aubecken, Dogern, Deutschland

Zur Herstellung von rund 13.500 m² Dichtwand auf einer Länge von 980 m kam das Mixed-in-Place-Verfahren zum Einsatz.

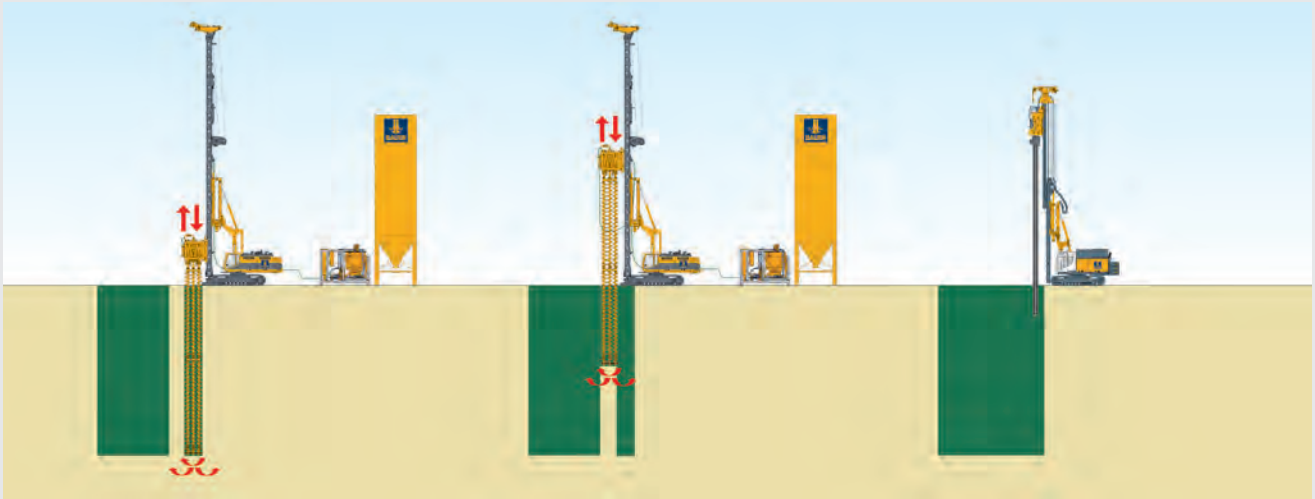




Mixed-in-Place

„Mixed-in-Place“ bezeichnet die in-situ-Vermischung des anstehenden Bodens mit einem Bindemittel. Mittels Dreifachschncke wird das vorhandene Bodengerüst aufgebrochen und die Bindemittelsuspension eingearbeitet. Die Dreifachschncke wird unter Suspensionszugabe auf Endtiefe abgebohrt. Während des anschließenden Homogenisierungsvorgangs wird die Drehrichtung der einzelnen Schnecken so variiert, dass ein Materialkreislauf im Schlitz entsteht. Nur die Verwendung von Schnecken mit durchgehender Wendel ermöglicht diesen vertikalen Materialstrom, welcher die Homogenität des Bodenmörtels und damit der fertigen Wand gewährleistet.

genisierungsvorgangs wird die Drehrichtung der einzelnen Schnecken so variiert, dass ein Materialkreislauf im Schlitz entsteht. Nur die Verwendung von Schnecken mit durchgehender Wendel ermöglicht diesen vertikalen Materialstrom, welcher die Homogenität des Bodenmörtels und damit der fertigen Wand gewährleistet.

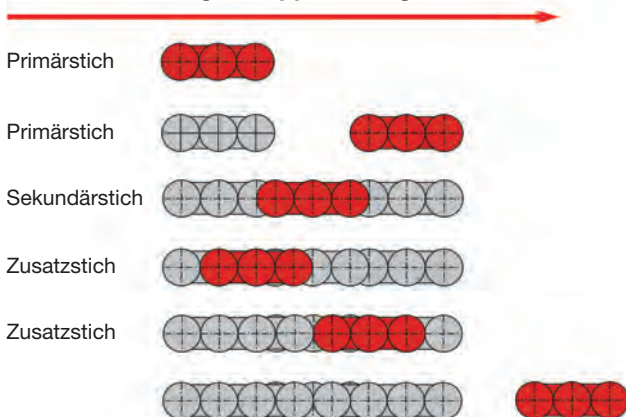


INFO

Qualität

Zur Sicherstellung der geforderten Eigenschaften der MIP-Elemente oder -Wände wird der Herstellvorgang umfassend überwacht. Darüber hinaus werden im firmeneigenen Baustofflabor vorab Eignungsprüfungen durchgeführt. Mit in-situ entnommenen Boden- und Grundwasserproben wird die für den jeweiligen Anwendungsfall beste Bindemittelrezeptur ermittelt. Einbaumenge und Zusammensetzung der Suspension werden während der Ausführung den örtlichen Bodenverhältnissen angepasst.

Herstellreihenfolge „Doppelter Pilgerschritt“:



Arbeitsabfolge

Zur Sicherstellung einer durchgehenden, fugenlosen Wand werden MIP-Wände im doppelten Pilgerschrittverfahren ausgeführt. Diese patentierte Herstellabfolge ist durch eine zusätzliche Bearbeitung der Überschneidbereiche aus Primär- und Sekundärstichen gekennzeichnet. Somit ist gewährleistet, dass jedes Wandelement mindestens zweimal von der Dreifachschncke durchfahren und bearbeitet wird.

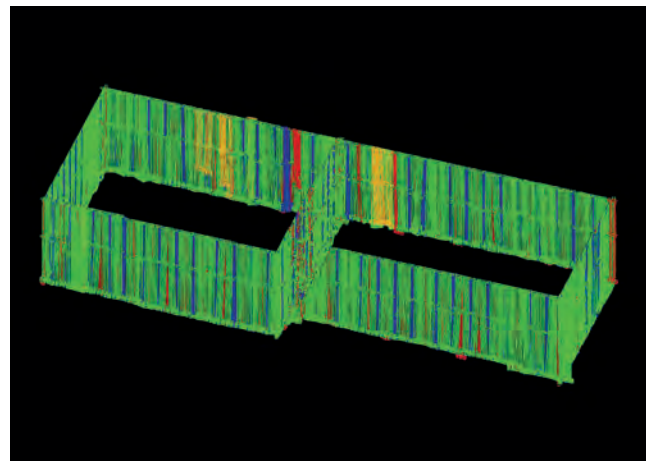
Produktionsdatenüberwachung

Alle relevanten Herstelldaten – wie etwa Zugabemenge der Suspension oder Vertikalität der Schnecken – werden dem Gerätefahrer online visualisiert und in B-Tronic aufgezeichnet.



GPS-Tracking

Die MIP-Bohrgeräte sind mit Antennen für den Empfang von Positionsdaten (GPS, GLONASS, Galileo) ausgerüstet. Zusammen mit der Vertikalitätsmessung in der Dreifachschnecke werden somit Position und Lage der Wand oder der Einzelelemente zuverlässig erfasst.



b-project

Mithilfe der Datenmanagementsoftware b-project können Soll- und Istdaten der Herstellung automatisch gesammelt und verarbeitet werden. Für die Auswertung der Daten stehen verschiedene Visualisierungsmöglichkeiten zur Verfügung.

INFO

Nachhaltigkeit

Anders als bei konventionellen Spezialtiefbauverfahren mit Bodenentnahme erfolgt beim MIP-Verfahren die Herstellung des Baustoffs vor Ort und unter Verwendung des anstehenden Bodens, der die Aufgabe des Zuschlagsstoffs übernimmt. So reduziert sich nicht nur die Anlieferung der Baustoffe signifikant, sondern auch der Abtransport des Aushubmaterials von der Baustelle. Zusammen mit der hohen Produktivität, woraus sich vergleichsweise kurze Ausführungszeiten ergeben, kann das MIP-Verfahren bereits als nachhaltig eingeschätzt werden, was eine Berechnung des Product Carbon Footprints (PCF) für eine Musterbaustelle quantifizierbar macht. Der PCF liefert die Gesamtmenge an Treibhausgasemissionen (CO₂-Fußabdruck) des MIP-Verfahrens unter Berücksichtigung der Emissionsfaktoren aus der Herstellung der Baustoffe, Baumaschinen, Kraftstoff und des Stromverbrauchs auf der Baustelle sowie aller Transportaufwendungen für Baustoffe und Personal. Die Berechnung für eine beispielhafte Baustelle in Berlin zeigt beim MIP-Verfahren einen um ca. 25 % geringeren Ausstoß an Treibhausgasen im Vergleich zur gegreiferten Schlitzwand.

Projekte

Bisher wurden bereits weit über 2,6 Mio. m² Mixed-in-Place-Wände hergestellt. Die von Bauer produzierten Mixed-in-Place-Bohrgeräte kommen sowohl auf beengten innerstädtischen Baustellen, als auch auf großen Dämmen und Deichen zum Einsatz.

Frankfurt am Main, Deutschland

Für ein Hotel- und Wohnbauprojekt im Stadtteil Rebstock in Frankfurt am Main wurden ca. 7.200 m² MIP-Wand mit einer Rekordtiefe von bis zu 23,8 m hergestellt. Das Auftragspaket enthielt zudem 1.300 m an Ankern, 20.000 m³ Aushub und die Wasserhaltung.





Bahndammsanierung, Vilseck, Deutschland

Die Bahnstrecke 5060 zweigt bei Neukirchen von der Hauptstrecke Nürnberg-Schwandorf in Richtung Weiden ab. Seit 2016 konnte sie nicht mehr mit Neigetechnik oder von Güterzügen befahren werden. Im Rahmen einer Vollsperrung der Bahnstrecke wurden in sechs Wochen und auf drei verschiedenen Bahndämmen rund 42.000 m² Mixed-in-Place-Lamellen als 2.700 Einzelelemente hergestellt. Um den straffen Zeitplan einhalten und die Strecke

möglichst schnell wieder für den Bahnverkehr freigeben zu können, waren die insgesamt vier MIP-Bohrgeräte in Tag- und Nachtschicht besetzt. Zusätzlich wurde an Feiertagen und Wochenenden gearbeitet. Die Bahndammsanierung Vilseck war das erste Projekt der Bauer Spezialtiefbau nach Erteilung der Zulassung zur Betriebserprobung für das von Bauer patentierte Mixed-in-Place-Verfahren als Fahrwegtiefergründung durch das Eisenbahnbundesamt.



Das MIP-Verfahren, bei dem der anstehende Boden als Zuschlagstoff verwendet wird, konnten wir erstmals auf einem Bahndamm ausführen.

Stefan Ferstl
Projektleiter



Die Arbeiten wurden mit einer RTG RG 27 S, einer RG 25 S sowie zwei RG 19 T ausgeführt. Zusätzlich kam eine BAUER BG 24 zum Einsatz.

Aufgrund der sehr bindigen Böden wurde eine spezielle Mischschnecke verwendet, welche den Homogenisierungsvorgang intensivierte.



Für das MIP-Verfahren kam erstmals eine RG 27 S zum Einsatz, deren Energy-Efficient-Power-System (EEP) aufgrund des geringeren Dieselverbrauchs eine Reduzierung von CO²- und Schadstoffemissionen ermöglichte.

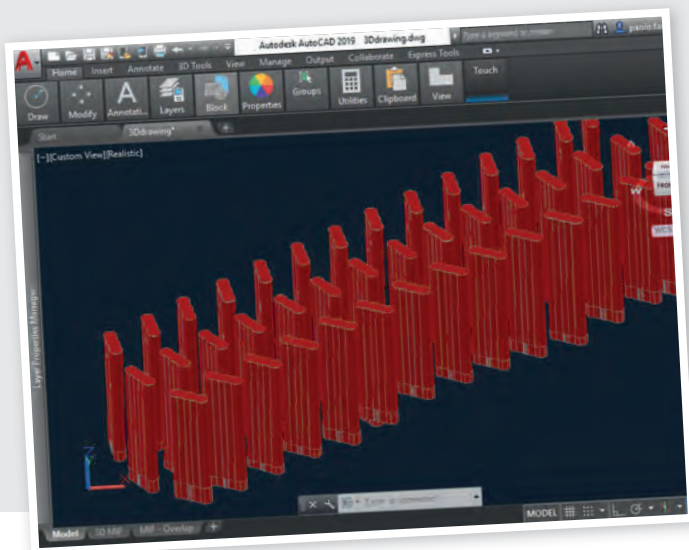
INFO

Sechs Wochen Bauzeit für...

- 42.000 m² Mixed-in-Place-Wand...
- ... als 2.700 MIP-Einzellamellen
- 50.000 m² Geogitter
- 10.000 t Zement
- 900 Probekörper



Zur Aufnahme von Zugkräften und zur besseren Lastverteilung auf den MIP-Gründungselementen wurde in zwei Lagen ca. 50.000 m² Geogitter auf den drei Dammabschnitten verlegt.



Die Lage der einzelnen MIP-Lamellen wurde mittels GPS-Positionierung ermittelt und ihre Vertikalität mittels Inclinometern in den Schnecken festgestellt.

QH Track, Berlin Deutschland

Inmitten des Berliner Ortsteils Moabit entsteht in direkter Nachbarschaft zum Hauptbahnhof das neue Quartier Heidestraße. Unterteilt in sieben einzelne Gebäudekomplexe, soll der neue Stadtteil künftig sowohl Raum für Wohn- und Bürogebäude, Gewerbe, öffentliche Straßen und Plätze als auch Grünflächen, Cafés und Restaurants bieten. Das geplante Quartier umfasst ein rund 11,5 ha großes Areal und ist Teil der städtebaulichen Entwicklung Europacity. Im Rahmen dieses Großprojekts wurde die BAUER Spezialtiefbau GmbH mit verschiedenen Spezial-

tiefbauarbeiten für das Teilprojekt „QH Track“ beauftragt. Unterirdisch wird der gesamte Komplex durch eine zweigeschossige Tiefgarage verbunden, wobei sich die Bodenplatte des zweiten Untergeschosses ca. 8,3 m unter der Geländeoberkante befinden wird. Die Herstellung der Tiefgarage erfolgte in einer Trograugrube, deren Wände mit einer Mächtigkeit von 550 mm im Mixed-in-Place-Verfahren hergestellt wurden. Die rund 23.000 m² MIP-Wand wurden größtenteils mit Rohrsteifen ausgesteift.



Die geforderte Restwassermenge von 1,5 l/s je 1.000 m² benetzte Fläche für das Gesamtsystem aus MIP-Wänden und LWS-Sohle wurde zum Teil deutlich unterschritten.

Klaus Wecker
Projektleiter



Bei den Mixed-in-Place-Arbeiten kamen eine RG 25 sowie eine RG 16 zum Einsatz.

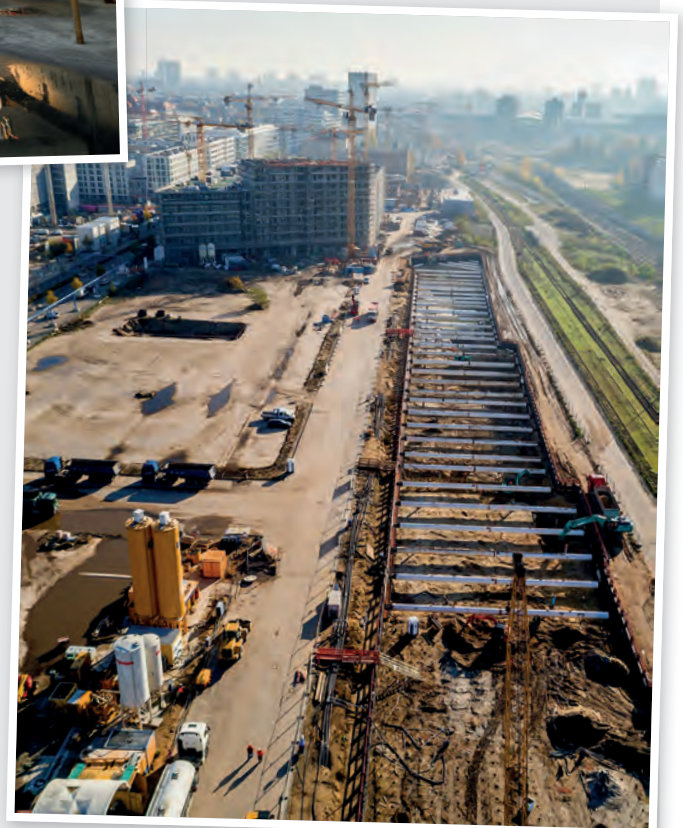


Die Baugrubenwände wurden größtenteils gegeneinander abgestützt, bereichsweise aber auch rückverankert.

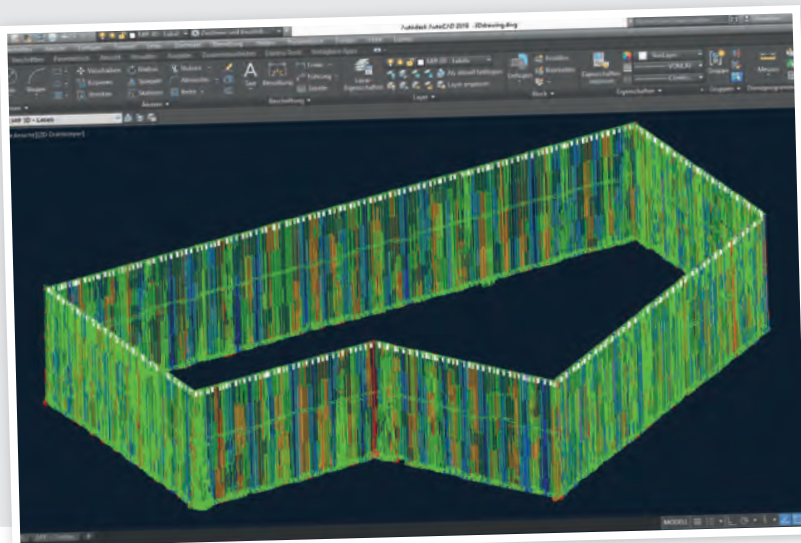
INFO

Silikatgelsohle

Die horizontale Abdichtung der rund 16.000 m² großen Baugrube erfolgte in Form einer Silikatgelsohle (LWS-Sohle) mithilfe einer RG 19 der RTG Rammtechnik GmbH in einer Tiefe von 16 m.



Aufgrund der außergewöhnlichen Größe der Gesamtbaugrube erfolgte eine Unterteilung in neun Teilbaugruben. So war es möglich, diese einzelnen Tröge vor der Gesamtfertigstellung sukzessive an den Rohbauunternehmer zu übergeben.



Die Position und Vertikalität aller MIP-Stiche wurde erfasst und mithilfe des Bauer As-Built-Generators (ABG) visualisiert. Diese Darstellungen, auch in 3D, dienen als Planungsgrundlage für die Erstellung der Injektionssohle LWS.



BAUER Spezialtiefbau GmbH
BAUER-Straße 1
86529 Schrobenhausen
Tel.: +49 8252 97-0
bst@bauer.de
www.bauer.de



Die Angaben und die technischen Daten haben ausschließlich Informationscharakter. Irrtum und Druckfehler vorbehalten.