

# Mikropfähle und Nägel



**PORR**



# Wirtschaftlich und sicher auf jedem Baugrund.

Als Technologieführer sind wir Ihr kompetenter Partner in der Beratung, der Planung und dem Bauen für die Bereiche Gründen, Sichern, Dichten und Sanieren in anspruchsvollem Baugrund. Unsere Expertinnen und Experten unterstützen Sie wirtschaftlich und sicher mit unseren eigenen, erfahrenen Fachteams in allen Phasen Ihres Bauvorhabens.

## Beraten

Am Anfang eines Projekts braucht es eine Vision und einen kompetenten Partner. Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gehen auf Ihre Wünsche ein, beraten persönlich und widmen sich mit einer individuellen Bedarfsanalyse Ihrem Vorhaben. Dabei legen wir besonderes Augenmerk auf Nachhaltigkeitsaspekte wie der CO2-Reduktion und umweltfreundliche Verfahren.

Wir finden für Sie die beste Lösung. Als Komplettanbieter können wir alle technischen Verfahren des Spezialtiefbaus neutral anbieten. Sie erhalten Klarheit über die Anforderungen, die technischen Möglichkeiten sowie die damit verbundenen wirtschaftlichen Aspekte. So schaffen wir eine belastbare Entscheidungsgrundlage.

## Planen

Ob Entwurfs- oder Genehmigungsplanungen – wir übernehmen den gesamten Planungsprozess Ihres Projekts. Wir schaffen mit der Optimierung von technischen Details und Kosten eine fundierte Grundlage für die Kalkulation.

Wir zeigen Alternativen und Sondervorschläge auf und legen dabei besonderen Wert auf Nachhaltigkeit. Um praxiserichte und baubare Lösungen zu entwickeln und komplexe Details verständlich darzustellen, nutzen wir 3D-Visualisierungen. Wir unterstützen die nachhaltige Zertifizierung und Sie bekommen Sicherheit in der Planung und Ausführbarkeit. Termine und Kosten sind für Sie jederzeit transparent.

## Bauen

Nach Beauftragung des detaillierten Angebots mit Terminplan und Schnittstellenliste wird unser erfahrenes Fachpersonal mit eigenen Spezialgeräten Ihr Bauvorhaben erfolgreich umsetzen.

Eine sorgfältige Arbeitsvorbereitung und Ausführungsplanung sind bei Baubeginn gesichert. Durch unsere umfangreiche Messtechnik ist die Qualitätssicherung gewährleistet. Unser zertifiziertes Qualitätsmanagement sorgt für klare, einheitliche Abläufe nach LEAN-Management sowie eine professionelle, termingerechte Ausführung.

Zu jedem Zeitpunkt können wir uns, dank der großen Bandbreite unserer technischen Möglichkeiten, schnell und ohne Zeitverzug an die individuellen Bedingungen auf der Baustelle anpassen. So garantieren wir eine termingerechte Übergabe.

Feste, kompetente Ansprechpersonen begleiten Sie von der Idee bis zur Fertigstellung. Mit unserem Fachwissen, einer effektiven und zielgerichteten Kommunikation unterstützen und entlasten wir Sie während der gesamten Ausführung.

[porr.de/spezialtiefbau](http://porr.de/spezialtiefbau)



Rückverankerung mit Bohrverpresspfählen, Duisburg Werkschafen HKM

## Mikropfähle nach DIN EN 14199

Als führender Anbieter von Mikropfählen bieten wir unterschiedliche Mikropfählsysteme aus einer Hand und damit immer die technisch und wirtschaftlich optimale Lösung für Ihr Projekt.

### Individuelle Anpassung an den Baugrund

Mikropfähle werden als Gründungs- und Verankerungselemente eingesetzt, wenn der Baugrund wenig tragfähig ist oder Rückverankerungen ohne Vorspannung möglich sind.

Die zulässigen Pfahlkräfte und die Länge der Tragglieder richten sich nach den geologischen und baustellenspezifischen Randbedingungen. Sie werden für jedes Bauvorhaben individuell ermittelt.

Zum Herstellen der Bohrungen für das Setzen der Tragglieder stehen verschiedene Bohrverfahren zur Verfügung, die alle von unseren erfahrenen Mitarbeitern beherrscht werden

Die Vielfalt der Ausführungsvarianten ermöglicht eine individuelle Anpassung an verschiedenste Baugrundverhältnisse und Baustellensituationen, um hohe Tragfähigkeiten zu erreichen. Dazu stehen unterschiedlichste Bohrgeräte zur Verfügung. Damit können Bohrungen in kleinsten Räumen mit begrenzter Arbeitshöhe oder in großer Höhe ausgeführt werden.

### Allgemeine Bauartgenehmigungen

PORR Spezialtiefbau verfügt über eigene allgemeine Bauartgenehmigungen (ehemals bauaufsichtliche Zulassungen) des Deutschen Instituts für Bautechnik

(DIBt) für Mikropfähle. Die Fertigung erfolgt in eigenen Fertigungsstätten in Deutschland.

### Umweltfreundlich

Bei der Produktion unserer Mikropfähle legen wir Wert auf Nachhaltigkeit. Die eingesetzte Energie wird umweltfreundlich aus Erdwärme erzeugt.

Das Einbringen der Mikropfähle auf der Baustelle erfolgt optimiert auf die jeweiligen Randbedingungen der Baustelle. Je nach Baugrund werden die Mikropfähle erschütterungsfrei und geräuscharm hergestellt. Unsere modernen Geräte sind geräuschgedämmt und die Hydraulikantriebe werden mit biologisch abbaubarem Öl betrieben. So sind auch Arbeiten in dicht besiedelten Gebieten und im Bereich von erschütterungsempfindlichen Nachbargebäuden möglich.

### Vorteile

- Spezifisch konfigurierbar
- Durch koppelbare Ausführung auch mit begrenzter Arbeitshöhe herstellbar
- Hohe Pfahlkosten möglich

### Technische Daten

<b>Bemessungskräfte</b>	100 kN – 3.000 kN
<b>Pfahllängen</b>	5 – 80 m
<b>Geräte</b>	Spül-/Doppelkopf- und Kellerbohrgeräte





## Planen

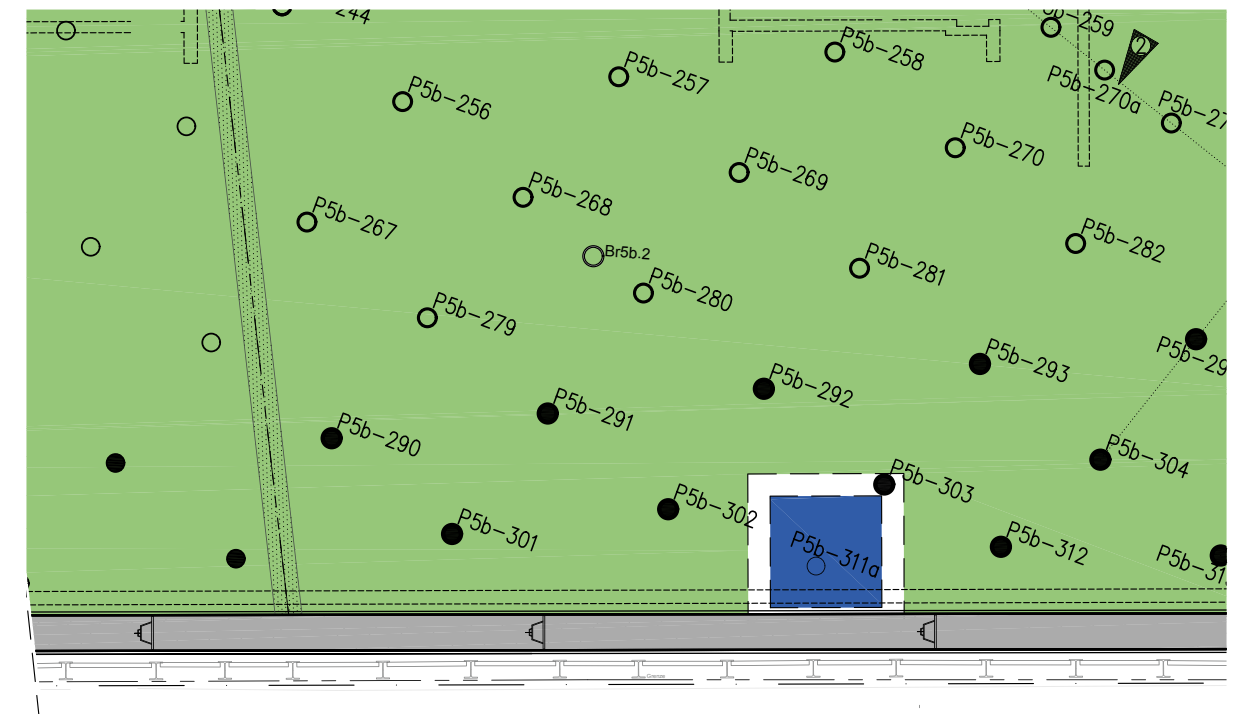
### Komplettlösungen

Bereits in der Planungsphase stehen Ihnen unsere kompetenten Ingenieurinnen und Ingenieure für eine individuelle Beratung zur Verfügung. Auf der Grundlage Ihrer Angaben entwickeln wir die technisch und wirtschaftlich optimale Lösung für Ihr Bauvorhaben.

Wir verfügen über zahlreiche Probelastungen an Mikropfählen, um jederzeit die für Ihre Baugrundverhältnisse sicherste Ausnutzung zu ermitteln.

Unsere erfahrenen Baustellenteams setzen die erarbeiteten Vorgaben anschließend konsequent um. Zur Gewährleistung der geforderten Qualität führen wir eigene baubegleitende Qualitätskontrollen durch.

Unsere Arbeitsmethoden und Verfahren entwickeln wir laufend in unserer Abteilung Forschung und Entwicklung weiter.



## Beraten

### Know-how und Erfahrung für eine wirtschaftliche und sichere Lösung.

Am Anfang eines Projekts braucht es eine Vision und einen kompetenten Partner. Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gehen auf Ihre Wünsche ein, beraten persönlich und widmen sich mit einer individuellen Bedarfsanalyse Ihrem Vorhaben.

Dabei legen wir besonderes Augenmerk auf Nachhaltigkeitsaspekte wie der CO<sub>2</sub>-Reduktion und umweltfreundliche Verfahren. Wir finden für Sie die beste Lösung.

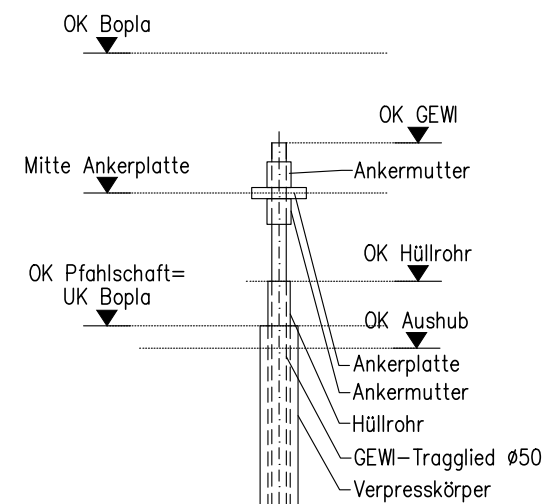
Mit unseren eigenen Spezialgeräten arbeiten wir bei verschiedenen Baustellensituationen, wie z. B. mit Elektroantrieb in Gebäuden, unter beschränkter Höhe, unter laufendem Bahnbetrieb oder auf dem Wasser von einem Ponton aus. Damit können auch Bohrungen im Tideeinfluss mit großer Präzision ausgeführt werden.

Unsere Mikropfahlsysteme:

- GEWI-Pfähle**
- Rohrpfähle**
- Selbstbohrende Mikropfähle**
- Bohrverpresspfähle**
- Ortbetonpfähle**

Unsere Nägelsysteme:

- Boden- und Felsnägel**
- GEWI-Pfähle**
- Selbstbohrende Mikropfähle**
- GFK-Nägel**



### Legende

- Temporärer Mikroverpresspfahl
- Dauer Mikroverpresspfahl

Prinzipiskizze: Verbundpfahl System Stump mit Traggliedern aus Betonstahl

# Grundlagen der Mikropfahlherstellung

## Normen und Regeln

Die Bemessung von Mikropfählen erfolgt nach DIN EN 1997-1: Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013 mit DIN 1054: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1. Außerdem sind die Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle (EA-Pfähle) der DGGT zu beachten.

Für die Herstellung von Mikropfählen auf der Baustelle ist DIN EN 14199: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Mikropfähle; Deutsche Fassung EN 1537:2013 in Verbindung mit DIN SPEC 18539 Titel (deutsch): Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 14199:2012-01, Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Mikropfähle zu beachten.

Die Prüfung von Mikropfählen ist entsprechend DIN EN 1997-1 und den EA-Pfählen durchzuführen. Weitere Details regeln die allgemeinen Bauartgenehmigungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt).

## Prinzip Mikropfahl

Der Mikropfahl überträgt eine aufgebrachte Kraft (Druck und/ oder Zug) über Mantelreibung in eine tragfähige Schicht im Baugrund. Er besteht aus einem durchgehenden Tragglied, das auch aus gekoppelten Segmentstücken gebildet werden kann. Das Tragglied ist auf seiner ganzen Länge mit Zementstein umhüllt. Zur Erhöhung der Tragfähigkeit können Nachinjektionen in dafür geeigneten Bodenarten durchgeführt werden.

Als Tragglieder können Stäbe mit aufgewalztem oder aufgerolltem Gewinde verwendet werden. Als weitere Ausführungsvariante stehen Tragglieder zur Verfügung, welche gleichzeitig als Bohrstange verwendet werden. Schließlich werden auch bewehrte Ortbetonpfähle mit einem Bohrdurchmesser bis 300 mm als Mikropfähle bezeichnet.

Der Korrosionsschutz wird durch die Zementsteinumhüllung mit Rissweitenbeschränkung oder mittels werkmäßig gefertigter und ausgepresster Umhüllung aus PE-Rohr gebildet.

## Bemessung

Bei der Bemessung von Mikropfählen wird neben der notwendigen Pfahlkraft auch die Länge des Mikropfahls bestimmt. Außerdem wird die Länge der Kräfteinleitungsstrecke abgeschätzt. In bindigen Bodenarten wie Ton und Schluff können geringere Pfahlkräfte eingebracht werden als in nichtbindigen Bodenarten wie Kies / Sand oder Fels.

## Herstellungsphasen

Die Herstellung von Mikropfählen auf der Baustelle erfolgt in fünf wesentlichen Arbeitsschritten.

1. Abteufen der Pfahlbohrung
2. Austausch des Bohrwassers mit Zementsuspension
3. Einbau und Verpressen des Traggliedes
4. Gegebenenfalls Pfahlprobelastung
5. Montage des Pfahlkopfes

Jede Phase hat eine besondere Bedeutung für die Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit eines Mikropfahls.

## Bohren und Austausch des Bohrwassers

Das eingesetzte Bohrverfahren kann die Tragfähigkeit eines Mikropfahls stark beeinflussen. Deshalb ist die richtige Auswahl des Bohrverfahrens bedeutend.

Aufgrund unserer langjährigen Erfahrung sind wir für die unterschiedlichsten Bodenarten ausgerüstet, so dass wir stets das optimalste Verfahren einsetzen können.



Pfahlköpfe mit Verankerungsplatten

## Einbau und Verpressen

Bei Lagerung, Transport und Einbau des Tragglieds in das Bohrloch ist darauf zu achten, dass die Korrosionsschutzhülle nicht beschädigt wird. Unsere Teams sind auf diese Prozesse besonders geschult.

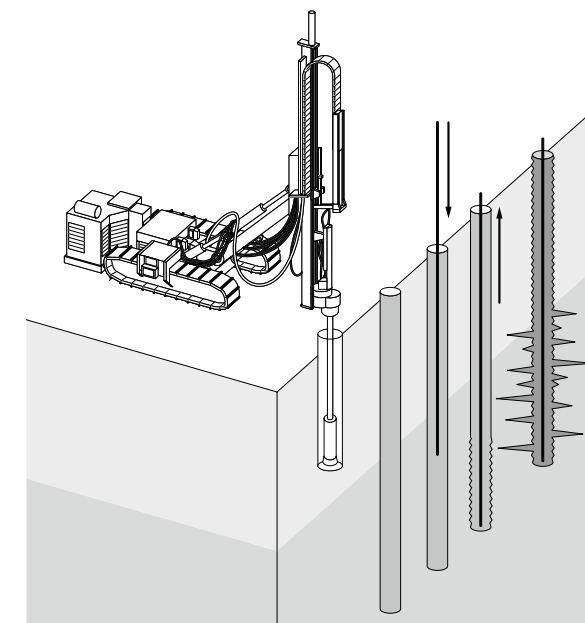
Nach dem Einbau in das mit Zementsuspension gefüllte Bohrloch wird der Pfahlschaft durch Aufbringen eines Verpressdrucks ausgebildet. Hierbei ist die Wahl des geeigneten Zements und die Höhe des Verpressdrucks bedeutend. In nicht bindigen Bodenarten kann durch eine gezielte Nachinjektion, die notfalls mehrfach erfolgen kann, die Tragfähigkeit signifikant gesteigert werden.

## Probelastung

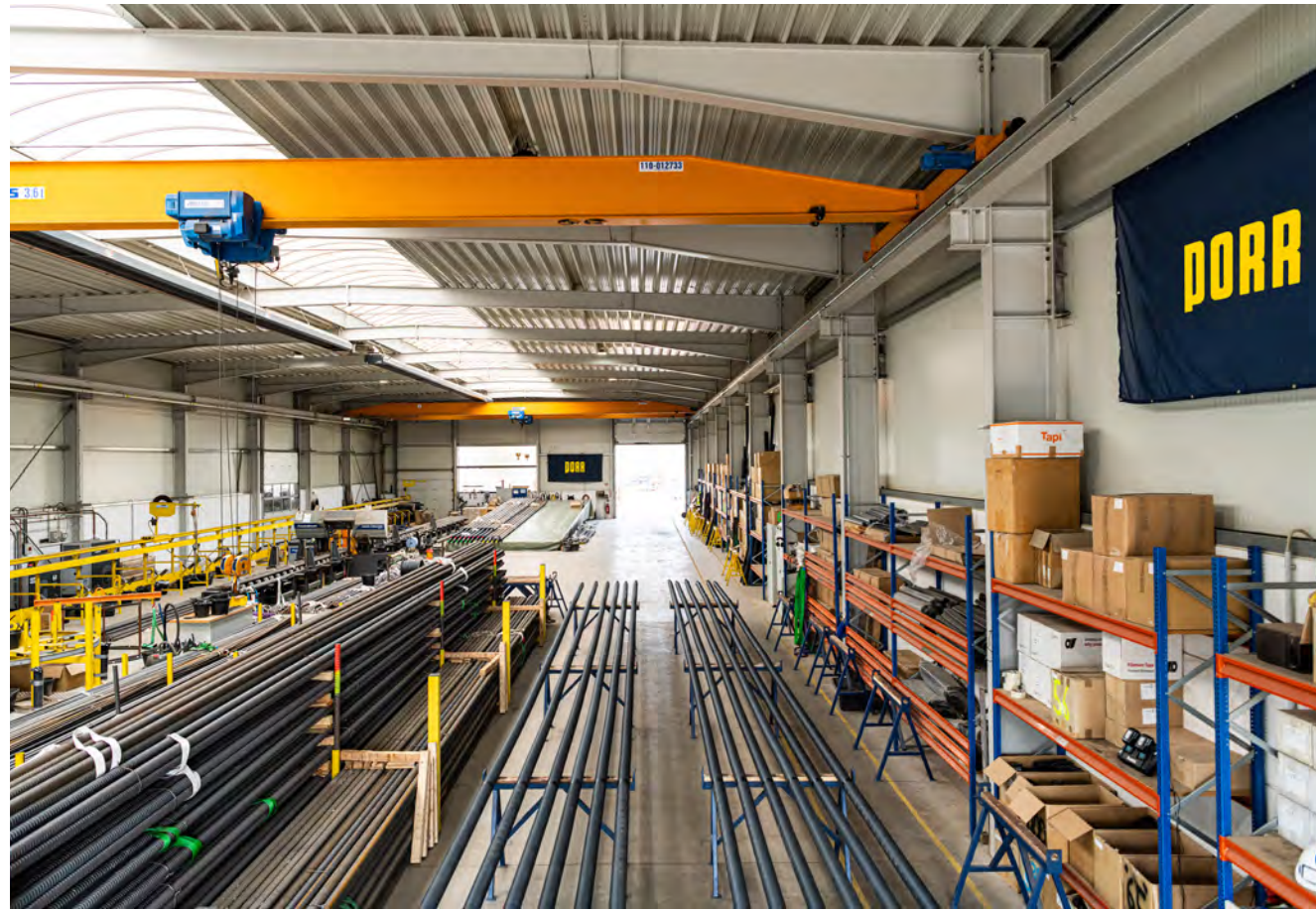
Ein Teil der Mikropfähle muss durch Probelastungen geprüft werden. Hierbei sind die Vorgaben der Bauartgenehmigungen und der einschlägigen Vorschriften zu beachten. Beim Einsatz von Zug-Mikropfählen zur Verankerung von Geländesprünge muss berücksichtigt werden, dass die zu prüfenden Pfähle so hergestellt werden müssen, dass die im Endzustand angesetzte Kräfteinleitungsstrecke belastet wird. Dies macht es notwendig, dass durch Zusatzmaßnahmen bei den Probepfählen die Mantelreibung oberhalb der Kräfteinleitungsstrecke ausgeschlossen wird.

## Montage des Pfahlkopfes

Der Abschluss der Pfahlherstellung ist die Montage des Pfahlkopfes. Hier stehen unterschiedliche Ausführungsvarianten zur Verfügung. In der Regel wird eine gekonkretierte Verankerungsplatte verwendet.





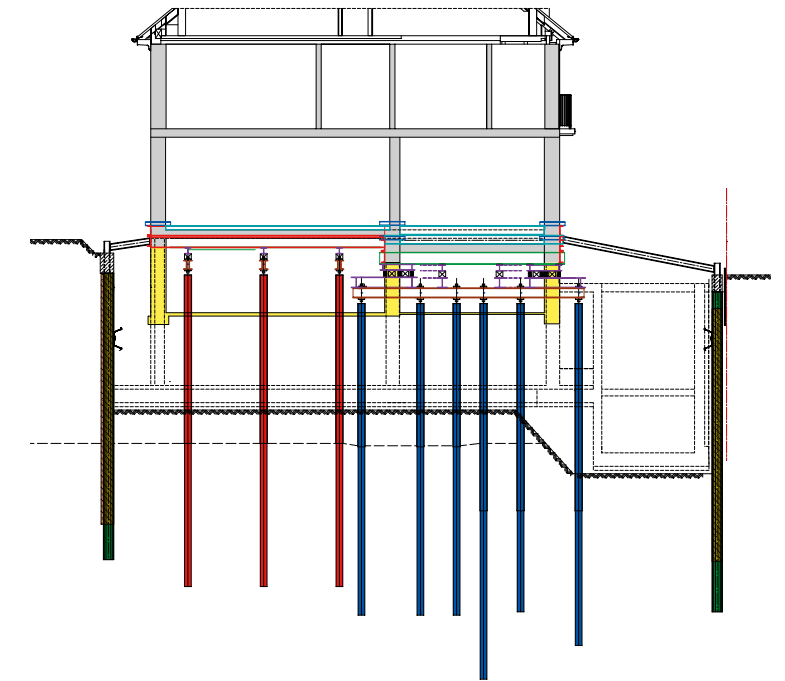


Eigene Mikropfahlfertigung in Colbitz

## Bauen: passgenaue Anwendungen

Einsatz von Mikropfählen bei:

- Gründungen
- Nachgründungen im Bestand
- Abfangungen
- Auftriebssicherungen
- Böschungssicherungen
- Rückverankerungen



Temporäre Abfangung mit Mikropfählen

## Qualitätssicherung für mehr Sicherheit

### Mikropfahlfertigung

Wir verfügen über eigene allgemeine Bauartgenehmigungen für Verbund-Mikropfähle und Bodenvernagelung. Die Tragglieder der Mikropfähle werden zentral in unserer Fertigungshalle in Colbitz gefertigt. Hierdurch können wir flexibel auf die Anforderungen der Baustellen reagieren und auch individuelle Lösungen schnell umsetzen.

### Produktionsüberwachung

Neben einer permanenten Eigenüberwachung wird die Fertigung durch die Materialprüfanstalt NRW gemäß den Vorgaben der allgemeinen Bauartgenehmigungen fremdüberwacht, so dass die Produktion qualitätsgesichert ist.

Alle Prozesse unterliegen dem gemäß DIN EN ISO 9001 zertifizierten Qualitätsmanagementsystem der PORR Spezialtiefbau.

### Protokollierte Ausführung

Individuelle Arbeitsanweisungen sichern eine qualitätsgerechte Ausführung auf Ihrer Baustelle. Herstellungsprotokolle werden gemäß DIN EN 14199 geführt. Die Baustellenteams sind darin geschult, Veränderungen im Baugrund frühzeitig zu erkennen und darauf zu reagieren. Die notwendigen Abstimmungen und der Informationsaustausch mit dem Auftraggeber erfolgen umgehend durch unsere Fachingenieure.

### Fachgerechte Pfahlprobelastungen

Den Anforderungen der DIN EN 1997-1 und DIN EN 14199 entsprechend, sind an 3% aller Mikropfähle Probelastungen durchzuführen. Dazu verfügt der PORR Spezialtiefbau über mehrere, eigene Messgruppen, die mit dafür ausgerüsteten Fahrzeugen diese geforderten Prüfungen fachgerecht erledigen.





## Ausführungsvariante – Gründung

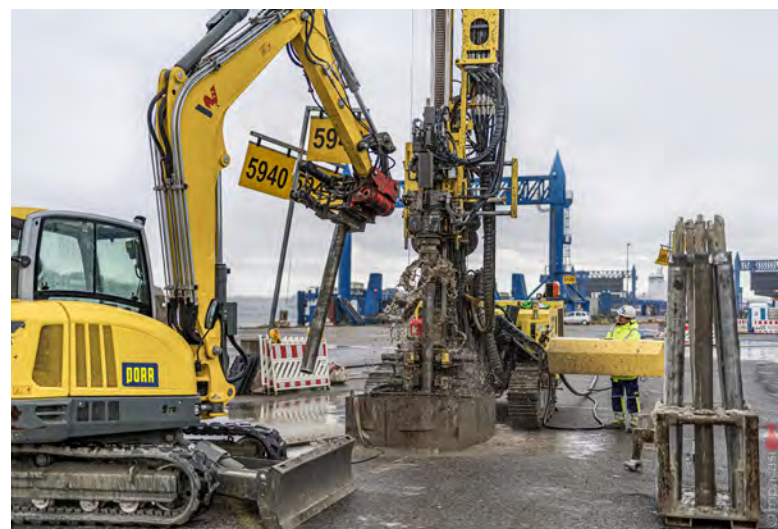
### Flexibel für jeden Anwendungsfall

Der Mikropfahl ist ein bewährtes Gründungssystem. Dank seiner hohen Flexibilität bieten Mikropfähle für jedes Gründungsproblem eine Lösung.

Auch bei schwierigen baulichen Randbedingungen ist durch Anpassung der Gerätetechnik die wirtschaftliche und sichere Herstellung der Gründung möglich.



Travemünde, Skandinavienkai, Verbundpfähle



Schiffshebewerk, Niederfinow, Verbundpfahl System Stump

## Ausführungsvariante – Auftriebssicherung

### Wirtschaftlich und sicher

Mit Mikropfählen können moderne Bauwerke mit mehreren Untergeschossen, Wasserbauwerke oder Kläranlagen dauerhaft und sehr wirtschaftlich gegen Auftrieb gesichert werden. Dies ermöglicht deutliche Einsparungen bei Aushub und Unterwasserbeton.

Unsere Bohrmannschaften platzieren auch bei langen Leerbohrstrecken die Pfähle präzise, so dass sichergestellt wird, dass die Pfahlköpfe in den Konstruktionsbeton oder die Düsenstrahlsohlen einbinden.

ADAC, München, Verbundpfahl System Stump





## Ausführungsvariante – beschränkte Arbeitshöhe

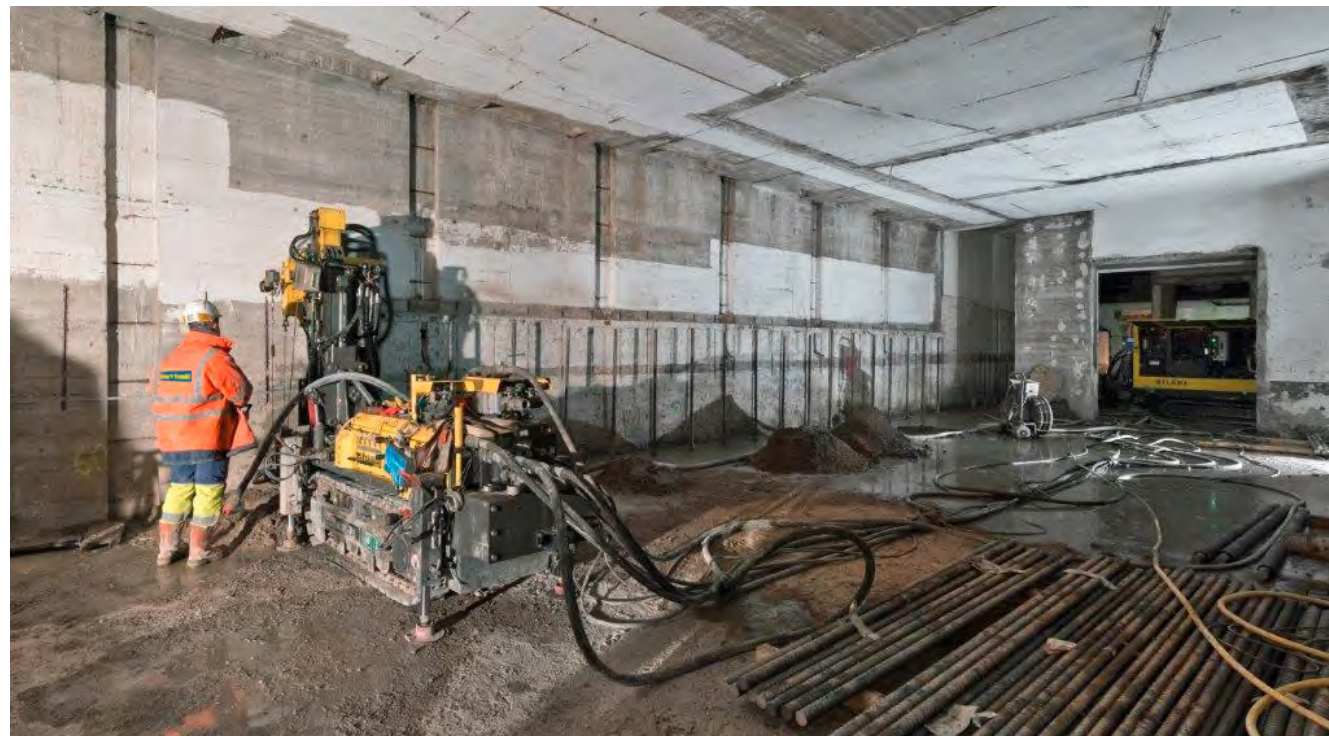
### Niedrige Arbeitshöhe – bewährter Einsatz

Durch Veränderung des Grundwasserspiegels können alte Holzpfahlgründungen unter bestehenden Gebäuden ihre Gebrauchstauglichkeit verlieren. Hier werden Mikropfähle als Sanierungselement eingesetzt. Durch die gekoppelte Ausführung ist es möglich, auch bei geringer freier Arbeitshöhe mit geeignetem Gerät lange Mikropfähle herzustellen.

Ähnliche Aufgabenstellungen treten beim Umbau von bestehenden Geschäftshäusern und Industrieanlagen auf. Für diese Anwendungsfälle steht ein breiter Gerätepool zur Verfügung. Auf unserem Bauhof in Colbitz werden die Geräte individuell angepasst und für die anspruchsvollen Bauaufgaben vorbereitet.



WDR Köln, Verbundpfahl System Stump



## Ausführungsvariante – Rückverankerung

### Für jeden Baugrund das richtige System.

Wird zur Sicherung von Geländesprüngen keine aktive Vorspannung benötigt, werden Mikropfähle als Verankerungselement eingesetzt. Durch Auswahl entsprechender Mikropfahlsysteme und einer angepassten Verpresstechnik ist es möglich, hohe Rückhaltekräfte in den Baugrund einzuleiten. Unsere Fachingenieure haben dazu spezielle Verfahren entwickelt, im Einzelfall auch unter Zuhilfenahme der Düsenstrahltechnik.



Überseehafen Rostock: Kaimauersicherung mit Verbundpfählen, System Stump



# Ausführungsvariante – Boden- und Felsnagel / Spritzbeton

## Wie aus einem Mikropfahl ein Nagel wird.

Für Boden- und Felsnägel werden die gleichen Tragglieder und Einbautechniken wie für Mikropfähle verwendet. Die Produkte unterscheiden sich dadurch, dass die Bemessung für eine Bodenvernagelung nicht auf das Einzeltragglied erfolgt, sondern durch die Anordnung der Nägel ein monolithischer Körper betrachtet wird, an dem dann die Standsicherheitsnachweise geführt werden.

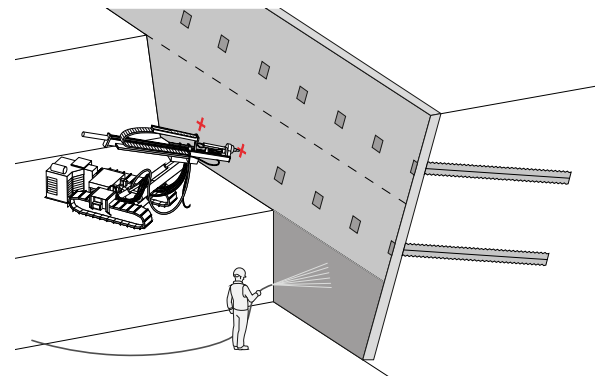
Wir verfügen über eine eigene allgemeine Bauartgenehmigung für das Bodenvernagelungssystem Stump.

Neben dem Setzen der Bodennägel erfolgt die Versiegelung der Böschungsfläche mit bewehrtem Spritzbeton.

Die Ausführung einer Bodenvernagelung erfolgt abschnittsweise in mehreren Arbeitsschritten.

1. Aushub
2. Herstellen des Bodennagels
3. Aufbringen des Spritzbetons
4. Wiederholung der Schritte 1. – 3.

Die Reihenfolge der Schritte 2. und 3. können abhängig von den Bodenverhältnissen auf der Baustelle auch getauscht werden. An einem Prozentsatz der Bodennägel werden Probelastungen durchgeführt.



A46, Bestwig, Aufbringen des Spritzbetons



Universitätsklinik, Würzburg, Bodenvernagelung System Stump



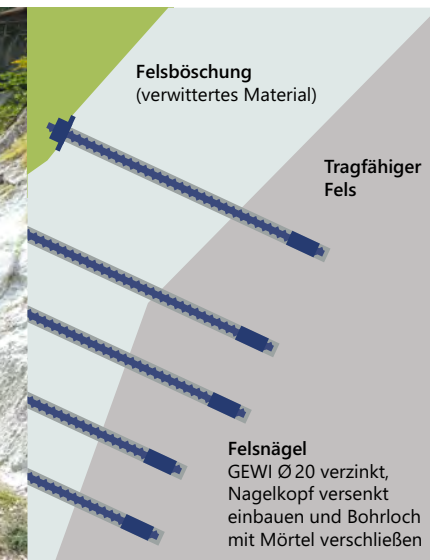
Sicherung einer Felsböschung mit Felsnägeln und Schutznetz

# Ausführungsvariante – Böschungssicherung z. B. mit Netzen

## Kombination verschiedener Sicherungselemente.

Die Sicherung von Felsböschungen erfordert oft die Kombination verschiedener Sicherungselemente. Das Beräumen einer Felsböschung von losen oder angewitterten Partien muss zuvor erfolgen.

Auch für diese kombinierten Arbeitsschritte stehen Ihnen eigens ausgebildete Expertinnen und Experten zur Verfügung.



Herstellung von Felsnägeln



**PORR Spezialtiefbau GmbH**  
Walter-Gropius-Straße 23  
80807 München  
T +49 89 71001-500  
[spezialtiefbau@porr.de](mailto:spezialtiefbau@porr.de)/  
spezialtiefbau

