

Allgemeine Bauartgenehmigung

Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam
getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

**Zulassungs- und Genehmigungsstelle
für Bauprodukte und Bauarten**

Datum:

31.08.2024

Geschäftszeichen:

I 64-1.34.22-10/24

Nummer:

Z-34.2-5

Geltungsdauer

vom: **4. August 2024**

bis: **4. August 2029**

Antragsteller:

BAUER Spezialtiefbau GmbH

BAUER-Straße 1

86529 Schrobenhausen

Gegenstand dieses Bescheides:

**Rüttel-Ortbeton-Pfähle (ROB-Pfähle), Rüttel-Stopfbeton-Säulen (RSB-Säulen), Vermörtelte
Rüttelstopfverdichtungssäulen (RSVv-Säulen)**

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich genehmigt.
Dieser Bescheid umfasst 13 Seiten und drei Anlagen.

DIBt

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit der allgemeinen Bauartgenehmigung ist die Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Dem Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weitergehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.
- 5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.
- 7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller im Genehmigungsverfahren zum Regelungsgegenstand gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Genehmigungsgrundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Regelungsgegenstand und Anwendungsbereich

(1) Genehmigungsgegenstand ist die Planung, Bemessung und Ausführung von Gründungen baulicher Anlagen im Boden mittels

- Rüttel-Ortbeton-Pfählen (ROB-Pfähle),
- Rüttel-Stopfbeton-Säulen (RSB-Säulen) und
- Vermörtelte Rüttelstopfverdichtungssäulen (RSVv-Säulen)

im Einbauverfahren der Firma Bauer Spezialtiefbau GmbH, Schrobenhausen.

(2) Bei den ROB-Pfählen, RSB-Säulen und RSVv-Säulen handelt es sich um unbewehrte Tragelemente aus Beton/ vermörtelter Gesteinskörnung, die vor Ort mit einem Rüttelwerkzeug im anstehenden Baugrund hergestellt werden. Der Verfahrensablauf ist auf den Anlagen 1.1 bis 1.3 dargestellt.

(3) Bei den ROB-Pfählen wird der Beton durch das Materialrohr mittels einer Betonpumpe eingebracht, wobei ein Tiefenrüttler oder ein Aufsatzrüttler angewendet werden kann. Bei den RSB-Säulen wird der Beton in den Materialbehälter gefüllt und mittels einer Druckluftschleuse (Tiefenrüttler) oder über Schwerkraft (Aufsatzrüttler) in den Boden gedrückt. Bei den RSVv-Säulen wird die Bindemittelsuspension mit Pumpen und die Gesteinskörnung mit Druckluft getrennt zugeführt und mittels Tiefenrüttler in den Boden eingebracht sowie im Materialrohr im Nahbereich der Rüttlerspitze vermischt bzw. vermörtelt.

(4) Die ROB-Pfähle, RSB-Säulen und RSVv-Säulen dienen zur Ableitung von Bauwerkslasten in tragfähige Bodenschichten, die Anwendung ist auf natürliche und geschüttete Böden gemäß DIN 1054, Abschnitt Zu "3.1 Allgemeines", beschränkt.

2 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung

2.1 Allgemeines

Die Gründungen baulicher Anlagen im Boden mittels ROB-Pfählen, RSB-Säulen und RSVv-Säulen sind als pfahlartige Tragelemente entsprechend den Technischen Baubestimmungen – insbesondere DIN EN 1997-1, DIN EN 1997-1/NA und DIN 1054 – zu planen, zu bemessen und auszuführen, soweit im Folgenden nichts anderes bestimmt ist.

2.2 Planung

2.2.1 Allgemeines

(1) Der mittlere Durchmesser des Pfahls/der Säule muss mindestens 40 cm betragen. Dabei muss die kleinste Querschnittsabmessung mindestens 30 cm und die resultierende ellipsenförmige Fläche mindestens der Fläche eines Kreises mit dem Durchmesser von 40 cm entsprechen.

(2) Eine gegenseitige Beeinträchtigung benachbarter Pfähle/Säulen während der Ausführung ist ggf. durch Festlegung von Zusatzmaßnahmen, wie z. B. Vorbohren, Testfelder, Mindestabstände, zu vermeiden.

(3) Die Ausführungsplanung muss die aus der Planung ergebenden Hinweise hinsichtlich der Durchbildung der Details enthalten. Hierzu gehören insbesondere auch Angaben zur Kiesvergütung, Gerätekonfiguration, Verfahren der Ausführung sowie zum rechnerischen Volumen jedes zu erstellenden Pfahls/ jeder Säule.

2.2.2 Organische und bindige Böden

(1) Die undrainierte Scherfestigkeit der organischen und bindigen Böden muss $c_u \geq 15 \text{ kN/m}^2$ betragen. Zwischenschichten mit c_u -Werten von 5 bis 15 kN/m^2 sind zulässig, soweit sie eine Einzelschichtdicke von 1,0 m nicht überschreiten.

(2) In organischen oder bindigen Böden mit $5 \text{ kN/m}^2 \leq c_u < 15 \text{ kN/m}^2$ und Schichtmächtigkeiten $> 1,0 \text{ m}$ dieser gering tragfähigen Böden können die Verfahren zur Ausführung von ROB-Pfählen, RSB-Säulen bzw. RSVv-Säulen nur angewendet werden, wenn die folgenden Bedingungen eingehalten werden:

- Es sind Flügelsondierungen als Feldversuche nach DIN EN ISO 22476-9 durchzuführen. Die dabei ermittelte Flügelpfahlempfindlichkeit S_{fv} aus dem Flügelscherversuch muss < 8 sein. Anderenfalls kann eine Verflüssigung des Bodens nicht sicher ausgeschlossen werden.
- Der anstehende Baugrund ist vor der Ausführung von ROB-Pfählen oder RSVv-Säulen an gleicher Position mit einer im Rüttelverfahren ohne Nachstopfung eingebrachten unvermörtelten Kies- oder Schottersäule ("Kiesvergütung", siehe Abschnitt 2.2.3) zu verbessern. Bei RSB-Säulen darf auf eine Kiesvergütung verzichtet werden.
- Schichten mit c_u -Werten $< 15 \text{ kN/m}^2$ dürfen maximal bis in eine Tiefe von 15 m anstehen und müssen durch die ROB-Pfähle, RSB-Säulen bzw. die RSVv-Säulen überbrückt werden.
- Bei c_u -Werten $< 10 \text{ kN/m}^2$ darf die Schichtdicke der organischen Schicht insgesamt $4,0 \text{ m}$ und bei $10 \text{ kN/m}^2 \leq c_u < 15 \text{ kN/m}^2$ insgesamt $8,0 \text{ m}$ nicht überschreiten.
- Bei Böden mit $10 \text{ kN/m}^2 \leq c_u < 15 \text{ kN/m}^2$ und Schichtdicken $< 4,0 \text{ m}$ kann auf die Kiesvergütung verzichtet werden, wenn durch eine ununterbrochene elektronische Überwachung und Dokumentation des Füllstandes in der Materialschleuse des Rüttlers sichergestellt ist, dass ein kontinuierlicher Materialaustritt erfolgt.
- Benachbarte Pfähle/Säulen dürfen durch die jeweils aktuelle Ausführung nicht beeinträchtigt werden.

2.2.3 Kiesvergütung

(1) Soweit nachfolgend nicht anders geregelt, gelten für die Ausführung der Kiesvergütung die Festlegungen der DIN EN 14731, die mit dem Tiefen- oder Aufsatzrüttler ausgeführt werden kann.

(2) Bei Erfordernis einer Kiesvergütung entsprechend Abschnitt 2.2.2 (2), ist der anstehende Baugrund vor der Ausführung an der Position des Pfahls/der Säule mit einer im Rüttelverfahren ohne Nachstopfung eingebrachten unvermörtelten Kies- oder Schottersäule zu verbessern (Kiesvergütung). Im ersten Schritt ist dazu das Rüttelwerkzeug bis ca. $0,5 \text{ m}$ unterhalb der zu verbessernden Schicht einzubringen. Hier beginnend wird der Kies oder Schotter beim Hochziehen des Rüttelwerkzeugs ohne Nachverdichtung bis ca. $0,5 \text{ m}$ über der Schicht mit Scherfestigkeiten $5 \text{ kN/m}^2 \leq c_u < 15 \text{ kN/m}^2$ eingefüllt. Anschließend ist das Rüttelwerkzeug in die entsprechende Solltiefe des herzustellenden Pfahls/der Säule einzubringen und mit dem gleichen Gerät wie gewohnt herzustellen.

(3) In Abhängigkeit vom erforderlichen Durchmesser des herzustellenden Pfahls/der Säule sind die Materialmengen je Meter für die Kiesvergütung im Rüttelverfahren vorzugeben. Das Volumen des Kieses muss so bemessen sein, dass um die Betonrüttelsäule herum eine Schicht von überall mindestens 5 cm Kies vorhanden ist.

2.2.4 ROB-Pfähle und RSB-Säulen

2.2.4.1 Beton

(1) Beim ROB-Pfahl ist in Abhängigkeit von den vorliegenden Expositionsklassen gemäß DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 ein pumpfähiger Beton der Festigkeitsklasse $\geq \text{C } 20/25$ mit der Konsistenz F3 oder F4 nach DIN EN 206-1 bzw. DIN 1045-2 anzuwenden.

(2) Bei RSB-Säulen ist als Beton ein Gemisch aus Kies und/oder Sand und Zement nach DIN EN 197-1 bzw. Zement mit besonderen Eigenschaften nach DIN 1164-10 anzuwenden. Dieser Beton muss gemäß DIN EN 206-1 bzw. DIN 1045-2 der Festigkeitsklasse $\geq \text{C } 8/10$ entsprechen. Die Konsistenz ist als Verdichtungsmaß nach DIN EN 12350-4 zu bestimmen und muss zwischen $1,11$ und $1,45$ liegen.

Die Eignung dieses Betons ist mittels einer Erstprüfung entsprechend DIN EN 206-1 und DIN 1045-2, Anhang A, nachzuweisen. Im Rahmen der Erstprüfung sind folgende Herstellungsparameter zu ermitteln und festzulegen:

- Bindemittelart,
- Bindemittelgehalt, Wasser/Bindemittel-Wert,
- Festigkeitsentwicklung (7, 14 und 28 Tage).

2.2.4.2 Prüfung der Druckfestigkeit

(1) Für den Beton der ROB-Pfähle und RSB-Säulen gelten die Anforderungen gemäß DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2; die entsprechenden Mindestdruckfestigkeitsklassen sind einzuhalten.

(2) Bei der Prüfung des Betons der RSB-Säulen, der hinsichtlich des zu verwendenden Größtkorns von den Bestimmungen gemäß DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 abweichen kann, ist bei der Herstellung der Probekörper die Einbaumethode der RSB-Säulen zu berücksichtigen. Die Herstellung der Probekörper soll mit Rütteln unter Auflast erfolgen, dass kann z. B. unter Verwendung einer Stahlplatte erfolgen.

2.2.4.3 Zugabematerial

Bei der RSB-Säule kann der Fuß unter Verwendung von grober, natürlicher Gesteinskörnung nach DIN EN 12620 unter Berücksichtigung von DIN 1045-2 (beispielsweise Kies) hergestellt werden.

2.2.5 RSVv-Säulen

2.2.5.1 Gesteinskörnung

Die Gesteinskörnung muss einer natürlichen Gesteinskörnung nach DIN EN 12620 entsprechen. Die Siebkurve muss innerhalb des in der Anlage 3 angegebenen Bereichs liegen.

2.2.5.2 Bindemittelsuspension

(1) Als Bindemittel dürfen Zemente nach DIN EN 197-1, Zemente mit besonderen Eigenschaften nach DIN 1164-10 - unter Berücksichtigung der vorliegenden Expositionsklassen gemäß DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 - oder für dieses Verfahren allgemein bauaufsichtlich zugelassene Bindemittel eingesetzt werden. Der Bindemittelanteil der Suspension richtet sich nach den im Entwurf vorgegebenen Eigenschaften, der Wasser/Bindemittel-Wert muss sich dabei in einem Bereich zwischen 0,4 und 1,5 bewegen. Der Mindestbindemittelgehalt muss 100 kg je Kubikmeter der RSVv-Säule betragen. Die Mischdauer der Suspension muss mindestens drei Minuten betragen.

(2) Wasser darf nach DIN EN 1008 oder in Trinkwasserqualität zugegeben werden.

(3) Zusatzmittel nach DIN EN 934-2 unter Berücksichtigung von DIN EN 934-6 in Verbindung mit DIN EN 206-1/DIN 1045-2 oder mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung dürfen der Suspension zugegeben werden.

(4) Der Suspension dürfen Flugaschen gemäß DIN EN 450-1 und dem Nachweis der Umweltverträglichkeit bis zu einem Gewichtsverhältnis von Flugasche zu Zement $f/z \leq 1,0$ zugegeben werden.

(5) Es dürfen der Suspension Gesteinsmehle nach DIN EN 12620 unter Berücksichtigung von DIN 1045-2 und/oder Silikastaube nach DIN EN 13263-1 unter Berücksichtigung DIN 1045-2 zugegeben werden.

2.2.5.3 Eignungsprüfung

Die Eignung der Mischung aus Gesteinskörnung und Suspension ist durch eine Erstprüfung entsprechend DIN EN 206-1 und DIN 1045-2, Anhang A, nachzuweisen. Während der Erstprüfung sind folgende Parameter zu ermitteln und festzulegen:

- Bindemittelart,
- Zusatzstoffe,
- Zusatzmittel,
- Bindemittelgehalt, Wasser/Bindemittel-Wert,
- Festigkeitsentwicklung (7, 14 und 28 Tage),
- Suspensionsverfüllmenge, Suspensionszusammensetzung und Aufbereitungsart.

2.2.5.4 Prüfung der Druckfestigkeit

(1) Die erforderliche Druckfestigkeit richtet sich nach dem Zeitpunkt der statischen Inanspruchnahme der RSVv-Säulen.

(2) Die Druckfestigkeit der RSVv-Säulen ist an Probewürfeln aus dem Mörtel, der nach der Ausführung der Säule aus dem Tiefenrüttler austritt, nach DIN EN 12390-3 zu bestimmen. Die Herstellung und Lagerung der Prüfkörper erfolgt nach DIN EN 12390-2. Das Alter der Probekörper ist anzugeben.

2.2.6 Maßnahmen gegen chemischen Angriff

Bei chemischem Angriff nach DIN 4030-1 ist die Zusammensetzung der ROB-Pfähle, RSB-Säulen bzw. RSVv-Säulen ausschließlich nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 und in Abhängigkeit von den vorliegenden Expositionsklassen sowie unter Berücksichtigung der Zemente nach DIN 1164-10 bzw. der Zemente nach DIN EN 197-1 festzulegen. Bei Abweichungen davon ist ein Sachverständiger für Betonkorrosion einzuschalten. Von diesem Sachverständigen ist bei schwachem und starkem Betonangriff nach DIN 4030-1 (XA 1 bis XA 3) zu bestätigen, dass das Dauertragverhalten durch zeitabhängige Verminderung der Mantelreibung nicht beeinträchtigt wird.

2.2.7 Gerätekonfiguration und Ausführungsgrundsätze

2.2.7.1 Geräte

(1) Als Rüttelwerkzeug ist eine Kombination aus Rüttelantrieb (Tiefenrüttler oder Aufsatzrüttler) und Materialrohren anzuwenden. Beim Tiefenrüttler ist das Materialrohr seitlich neben dem Rüttelrohr des Tiefenrüttlers angebracht, beim Aufsatzrüttler überträgt das einzige Rohr die Rüttelenergie vom Aufsatzrüttler in den Boden (Vortreibrohr) und dient gleichzeitig als Materialrohr. Die Rüttelwerkzeugkonfigurationen entsprechend herzustellender Pfahl-/Säulenart sind in Tabelle 1 zusammengefasst und auf den Anlagen 2.1 bis 2.3 dargestellt; hierbei steht ein Verfahren mit Index "T" für Eintragung der Rüttelenergie über ein mittels Rüttelrohr tief liegend angeordneten Rüttelantrieb und ein Verfahren mit Index "A" für Eintragung der Rüttelenergie über einen oben, direkt auf dem Materialrohr (Vortreibrohr) aufgesetzten Rüttelantrieb.

Tabelle 1: Rüttelwerkzeugkonfiguration

Element/ Anlagennummer	Rüttelwerkzeug		Materialzufuhr mittels
	Rüttelantrieb	Materialzufuhr über	
ROB-Pfahl (ROB ^T)/ 2.1	Tiefenrüttler	Materialrohr	Betonpumpe
ROB-Pfahl (ROB ^A)/ 2.1	Aufsatzrüttler	Materialrohr	Betonpumpe
RSB-Säule (RSB ^T)/ 2.2	Tiefenrüttler	Materialrohr mit oben angebrachten Materialbehälter	Druckluft/ Überdruck
RSB-Säule (RSB ^A)/ 2.2	Aufsatzrüttler	Materialrohr mit oben angebrachten Materialbehälter	Schwerkraft
RSVv-Säule/ 2.3	Tiefenrüttler	Materialrohr mit oben angebrachten Materialbehälter und separater Suspensionsleitung	Druckluft/ Überdruck und Suspensionspumpe

(2) Es sind Tiefenrüttler einzusetzen, deren Grundkonstruktion in DIN EN 14731 beschrieben ist. Aufsatzrüttler mit Vortreibrohren sind entsprechend den in DIN EN 14731, Abschnitte 3.3 und 3.5, sowie in DIN EN 12699, Abschnitte 8.3.3 und 8.3.7, beschriebenen Grundsätzen anzuwenden.

(3) Das Rüttelwerkzeug ist von einem Trägergerät (Gesamtgewicht mind. 30 t) zu halten und zu führen. Über Seilzüge kann ein Teil des Eigengewichts des Trägergerätes, insbesondere in der letzten Phase des Absenkens des Rüttelwerkzeuges, zusätzlich zu dessen Eigengewicht aktiviert werden. Beim Wiederversenken erfolgt eine Belastung des Pfahl- bzw. Säulenmaterials durch den aktivierbaren Teil des Trägergerätes.

(4) Zur Aufbereitung der Suspension für die RSVv-Säulen sind Mischer zu verwenden, die eine gleichmäßige Zusammensetzung und einen homogenen Aufschluss der Suspension gewährleisten.

2.2.7.2 Ausführungsgrundsätze

(1) Verfahrensbedingt ist der Durchmesser der Säule/ des Pfahles über die Länge nicht konstant, beim Verfahren mit Index „T“ aufgrund des Doppelrohrquerschnitts (Material- und Rüttelrohr) zusätzlich nicht kreisrund. Der erforderliche Querschnitt der ROB-Pfähle, RSB- und RSVv-Säulen ist über die Ermittlung des Betonverbrauches/ Verbrauches an Suspension und Gesteinskörnung pro Pfahl/ Säule nachzuweisen. Das rechnerische Betonvolumen/ Volumen Suspension und Gesteinskörnung jedes Pfahls/ jeder Säule ist in der Ausführungsplanung anzugeben.

(2) Ausführung ROB-Pfahl, siehe Anlage 1.1:

- Der Bereich um den Pfahlfuß wird mit ein bis drei Stopfvorgängen, d. h. kurzes Anziehen und Wiederversenken des Rüttelwerkzeugs, vorbereitet. Rollige Bodenschichten werden hierbei verdichtet. Der Betondruck an der Betonpumpe muss mindestens 5 bar betragen.
- Nach Ausführung des Fußbereiches ist der Schaft durch kontinuierliches Ziehen des Rüttelwerkzeugs und Weiterpumpen von Beton herzustellen. Sofern in hinreichend festen Bodenschichten eine zusätzliche Mantelreibungsübertragung ermöglicht werden soll, darf auch im Bereich des Schaftes gestopft werden.

(3) Ausführung RSB-Säule, siehe Anlage 1.2:

- Der Bereich um den Säulenfuß wird durch mehrere Stopfvorgänge, d. h. kurzes Anziehen und Wiederversenken des Rüttelwerkzeugs, verdichtet. Das darf unter Zufuhr von Zugabematerial als Bodenverbesserung erfolgen. Bei der Ausführung mit dem Tiefenrüttler (RSB^T) ist der Materialaustritt an der Spitze des Materialrohrs mit Unterstützung von Druckluft (ca. 2 bar in der Druckluftschleuse) sicherzustellen.

- Nach Ausführung des Fußbereiches erfolgt die Ausführung des Schaftes der RSB-Säulen durch abwechselndes Ziehen und Wiederversenken des Rüttelwerkzeugs (Stopfen), bis die Aufnahmefähigkeit des Bodens erschöpft ist oder in weichen Bodenschichten die geplanten Sollabmessungen überschritten werden. Bei Anwendung des Tiefenrüttlers (RSB^T) ist die Förderung des Betons mittels Luftdruck (ca. 2 bar in der Druckluftschleuse) sicherzustellen.
- (4) Ausführung RSVv-Säule, siehe Anlage 1.3:
- Der Bereich um den Säulenfuß wird unter Zufuhr von Gesteinskörnung und durch mehrere Stopfvorgänge, d. h. kurzes Anziehen und Wiederversenken des Rüttelwerkzeugs, verdichtet. Der Materialaustritt an der Spitze des Materialrohrs ist mit Unterstützung von Druckluft (ca. 2 bar in der Druckluftschleuse) sicherzustellen.
 - Nach Ausführung des Fußbereiches erfolgt die weitere Ausführung der Säule unter Zufuhr von Gesteinskörnung und durch abwechselndes Ziehen und Wiederversenken des Rüttelwerkzeuges (Stopfen), bis die Aufnahmefähigkeit des Bodens erschöpft ist oder in weichen Bodenschichten die Sollabmessungen überschritten werden. Während des gesamten Stopfvorganges ist so viel Suspension kontinuierlich zuzupumpen, dass stets ein Überangebot vorhanden ist und die angestrebten Werte der Suspensionsverfüllmenge entsprechend der Eignungsprüfung erreicht werden.

2.3 Bemessung

(1) Die innere Tragfähigkeit ist nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA wie für Bauteile aus unbewehrtem Beton nachzuweisen. Die Bemessung von RSVv-Säulen erfolgt mindestens für einen Beton der Festigkeit C 8/10. Maximal darf die Festigkeit eines Betons C 12/15 berücksichtigt werden.

(2) Biegemomente aus ungewollter ausmittiger Belastung sind durch eine entsprechende konstruktive Ausbildung der Gründung zu vermeiden. Im Falle der Unvermeidbarkeit sind die Pfähle bzw. Säulen nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA wie Bauteile aus unbewehrtem Beton nachzuweisen, wobei abweichend im Grenzzustand der Tragfähigkeit der Querschnitt vollständig überdrückt bleiben muss.

2.4 Ausführung

2.4.1 Ausführende Firma

Die Ausführung der Rüttel-Ortbeton-Pfähle (ROB-Pfähle), der Rüttel-Stopfbeton-Säulen (RSB-Säulen) und der Vermörtelten Rüttelstopfverdichtungssäulen (RSVv) darf nur durch die Firma BAUER Spezialtiefbau GmbH erfolgen.

2.4.2 Vorbereitung

(1) Bei Gründungen, die aus vielen Einzelpfählen/-säulen mit geringem Abstand herzustellen sind, ist darauf zu achten, dass das Abbinden bereits ausgeführter Pfähle/Säulen durch die Ausführung im benachbarten Bereich nicht beeinträchtigt wird.

(2) Das Trägergerät mit Rüttelwerkzeug wird über dem gekennzeichneten Säulen- bzw. Pfahlpunkt ausgerichtet. Eine ggf. erforderliche Kiesvergütung ist nach den Vorgaben der Ausführungsplanung durchzuführen, die eingebrachte Menge an Kies ist nachzuweisen.

(3) Für die ROB-Pfähle und RSB-Säulen ist das Rüttelwerkzeug mit Beton zu füllen, bis dieser an der Rohrspitze austritt.

(4) Für die RSVv-Säulen ist die Suspensionsleitung vollständig mit Bindemittelsuspension zu füllen; die Gesteinskörnung ist in die Schleuse zu füllen. Die Schleuse ist zu schließen und mit Druckluft zu beaufschlagen.

(5) Das Rüttelwerkzeug (siehe Anlagen 2.1 bis 2.3) ist in den Untergrund bis in den tragfähigen Boden einzufahren. Die Versenkentiefe (t) ist mittels Tiefensensor vor Beginn der Herstellung des Pfahles/der Säule festzustellen und mit den planerischen Vorgaben abzugleichen (Einbinden in den tragfähigen Boden).

2.4.3 ROB-Pfähle und RSB-Säulen

(1) Bei ROB-Pfählen ist mit Beginn des Anstopfens des Pfahlfußes der Beton über eine angeschlossene Betonpumpe mit hohem Druck zu pumpen und dafür Sorge zu tragen, dass die Betonpumpenleitung ständig unter Druck steht. Beim Ausführen des Pfahlschaftes muss das untere Ende der Betonleitung stets von Beton bedeckt sein. Die Einhaltung dieser Forderung ist durch den Betondruck und die Leistungsaufnahme des Rüttlers zu kontrollieren.

(2) Bei RSB-Säulen ist nach Ausführung des Fußbereiches das Rüttelwerkzeug um ca. 0,2 bis 0,5 m zu ziehen und es ist mit dem Einbringen des Betons des Schaftes zu beginnen. Beim abwechselnden Ziehen und Wiederabsenken des Rüttelwerkzeuges (Stopfen) ist sicherzustellen, dass sich stets so viel Beton im Materialrohr befindet, dass sich der beim Ziehen des Rüttelwerkzeuges freigegebene Raum unverzüglich mit Beton füllt.

(3) Der tatsächliche Betonverbrauch beim Ausführen des Pfahls/ der Säule muss in jedem Fall größer als das rechnerische Volumen des Pfahls/ der Säule sein und ist für jeden Pfahl/ Säule zu ermitteln. Der Querschnitt der erstellten Pfähle/ Säulen ist über die Ermittlung des tatsächlichen Betonverbrauchs pro Pfahl/ Säule und als Vergleich mit dem rechnerischen Betonvolumen entsprechend der Ausführungsplanung nachzuweisen.

(4) Der Arbeitsdruck im Hydrauliksystem soll bei der Ausführung des Pfahl- bzw. Säulenfußes zwischen 200 und 300 bar bei der Anwendung eines Tiefenrüttlers (ROB^T und RSB^T) und bis zu 200 bar bei der Anwendung eines Aufsatzrüttlers (ROB^A und RSB^A) betragen.

(5) Der Hydraulikdruck ist bei mindestens 25 % der Pfähle/ Säulen über die Tiefe aufzuzeichnen. Die Aufzeichnung soll den gesamten Ausführungsprozess inklusive eventueller Arbeitsunterbrechungen erfassen. Rückgänge des Hydraulikdrucks beim Ziehen des Rüttelwerkzeuges sind zulässig.

(6) Eine Unterbrechung der Pfahl- bzw. Säulenausführung ist zulässig, wenn der restliche Pfahl/ Säule vor Beginn des Abbindevorganges fertig gestellt wird und das Rüttelwerkzeug mindestens 1 m bei ROB-Pfählen und 0,5 m bei RSB-Säulen in den Beton des bereits ausgeführten Teiles wieder eintaucht.

2.4.4 Herstellung der RSVv-Säulen

(1) Nach Ausführung des Fußbereiches ist das Rüttelwerkzeug um ca. 0,3 bis 0,6 m zu ziehen und unter Zugabe von Gesteinskörnung mit dem Einpumpen der Suspension zu beginnen. Die Bindemittelsuspension muss ab Ausführungsbeginn der RSVv-Säule kontinuierlich an der Spitze austreten.

(2) Der tatsächliche Materialverbrauch bei der Ausführung der Säule muss mindestens um 10 % größer als das rechnerische Volumen der Säule sein. Bei der Ermittlung des Volumens der verbrauchten Gesteinskörnung ist eine Wichte von 19 bis 20 kN/m³ anzusetzen. Der Querschnitt der ausgeführten Säulen ist über die Ermittlung des tatsächlichen Materialverbrauchs pro Säule und als Vergleich mit dem rechnerischen Volumen entsprechend der Ausführungsplanung nachzuweisen.

(3) Der Arbeitsdruck im Hydraulikkreislauf des Tiefenrüttlers soll bei der Ausführung des Säulenfußes zwischen 200 bar und 300 bar liegen. Der Hydraulikdruck des Tiefenrüttlers ist bei mindestens 25 % der Säulen kontinuierlich über die Zeit zu dokumentieren. Die Aufzeichnung der Messwerte muss auch bei Stillstand des Tiefenrüttlers erfolgen, Arbeitsunterbrechungen sind danach feststellbar. Rückgänge des Hydraulikdruckes beim Ziehen des Rüttelwerkzeuges sind zulässig.

(4) Eine Unterbrechung der Ausführung der Säulen ist zulässig, wenn die restliche Säule vor Beginn des Abbindevorganges fertig gestellt wird und das Rüttelwerkzeug wieder mindestens 0,5 m in die bereits vorhandene Säule eintauchen kann.

2.4.5 Bauüberwachung

(1) Während der Ausführung sind mindestens die in Tabelle 1 genannten Kontrollmaßnahmen durchzuführen.

Tabelle 2: Maßnahmen zur Kontrolle der Ausführung / Bauüberwachung

Prüfgegenstand	Überprüfung / Prüfung	Mindesthäufigkeit
Geräte	Vorgaben der Ausführungsplanung	jede Baustelle
Kiesvergütung	Vorgaben der Ausführungsplanung; Materialmenge	falls ausgeführt, jeder Pfahl bzw. jede Säule
<i>ROB-Pfahl, RSB-Säule</i>		
Frischbeton	Vorgaben der Ausführungsplanung; Konsistenz	gemäß DIN EN 206-1 / DIN 1045-2 sowie DIN EN 13670 / DIN 1045-3
Betondruckfestigkeit	Vorgaben der Ausführungsplanung; Festigkeitsklasse	gemäß DIN EN 206-1 / DIN 1045-2 sowie DIN EN 13670 / DIN 1045-3
Versenkentiefe des Rüttelwerkzeugs	Vorgaben der Ausführungsplanung; nach Abschnitt 2.4.1 (5)	jeder Pfahl/Säule
Betonverbrauch	Vorgaben der Ausführungsplanung; Abschnitt 2.4.2 (3)	jeder Pfahl/Säule
Betondruck	Vorgaben der Ausführungsplanung	25 % der Pfähle/Säulen
Hydraulikdruck des Rüttelantriebs	Vorgaben der Ausführungsplanung; Abschnitt 2.4.2 (4) und (5)	25 % der Pfähle/Säulen
<i>RSVv-Säulen</i>		
Gesteinskörnung	Vorgaben der Ausführungsplanung; Lieferscheine, Siebkurve	je 1 Siebkurve zu Beginn und Ende der Baustelle;
Suspension	Vorgaben der Ausführungsplanung; Zusammensetzung	nach jeweils 100 Säulen oder 700 m Säulenlänge
Druckfestigkeit	Vorgaben der Ausführungsplanung; Festigkeitsklasse	3 Probewürfel je 100 Säulen oder 700 m Säulenlänge
Suspensionsverbrauch	Vorgaben der Ausführungsplanung; Suspensionsverfüllmenge	jede Säule
Verbrauch an Gesteinskörnung	Vorgaben der Ausführungsplanung; Materialmenge Abschnitt 2.4.3 (2)	jede Säule
Hydraulikdruck des Rüttelantriebs	Vorgaben der Ausführungsplanung; Abschnitt 2.4.3 (3)	25 % der Säulen

(2) Während der Ausführung der ROB-Pfähle, RSB-Säulen bzw. RSVv-Säulen sind Aufzeichnungen über den Nachweis der ordnungsgemäßen Ausführung vom Bauleiter oder seinem Vertreter zu führen. Die Aufzeichnungen müssen während der Bauzeit auf der Baustelle bereitliegen. Sie sind nach Abschluss der Arbeiten mindestens fünf Jahre vom Unternehmen aufzubewahren.

(3) Bei ungenügendem Prüfergebnis sind von der Firma BAUER Spezialtiefbau GmbH unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich – die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

2.4.6 Übereinstimmungserklärung des Ausführenden

(1) Von der Firma BAUER Spezialtiefbau GmbH ist zur Bestätigung der Übereinstimmung der Bauart mit der allgemeinen Bauartgenehmigung eine Übereinstimmungserklärung gemäß § 16a Abs. 5, in Verbindung mit § 21 Abs. 2 MBO¹ abzugeben.

(2) Die Übereinstimmungserklärung der Firma BAUER Spezialtiefbau GmbH muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Bescheidnummer
- Bezeichnung des Bauvorhabens
- Datum der Ausführung
- Name und Sitz der ausführenden Firma
- Bestätigung über die Ausführung entsprechend den Planungsunterlagen
- Dokumentation der Ausgangsstoffe und Lieferscheine
- Art der Kontrollen oder Prüfungen
- Datum der Kontrolle bzw. Prüfung
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und, soweit zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen
- Besonderheiten
- Name, Firma und Unterschrift des für die Kontrollen und Prüfungen Verantwortlichen

(3) Die Übereinstimmungserklärung ist dem Bauherrn zur Aufnahme in die Bauakte auszuhändigen und dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzuzeigen.

Normenverzeichnis

DIN EN 197-1:2011-11	Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement; Deutsche Fassung EN 197-1:2011
DIN EN 206-1:2001-07	Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000
DIN EN 206-1/A1:2004-10	Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000/A1:2004
DIN EN 206-1/A2:2005-09	Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000/A2:2005
DIN EN 450-1:2012-10	Flugasche für Beton – Teil 1: Definition, Anforderungen und Konformitätskriterien; Deutsche Fassung EN 450-1:2012
DIN EN 934-2:2012-08	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 2: Betonzusatzmittel – Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung; Deutsche Fassung EN 934-2:2009+A1:2012
DIN EN 934-6:2019-05	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 6: Probenahme, Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit; Deutsche Fassung EN 934-6:2019

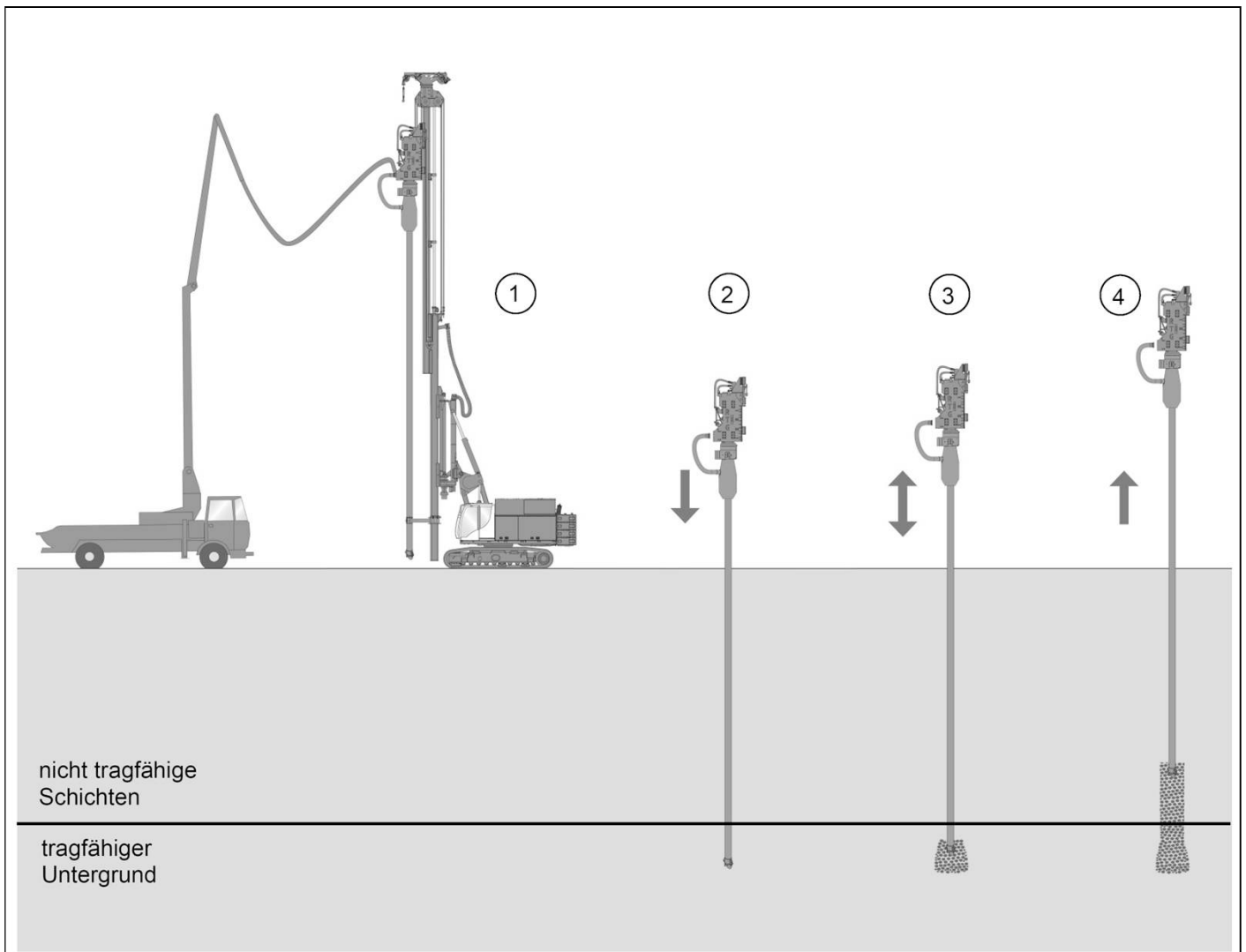
¹ Musterbauordnung (MBO) Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 23./24.11.2023

DIN EN 1008:2002-10	Zugabewasser für Beton – Festlegung für die Probenahme, Prüfung und Beurteilung der Eignung von Wasser, einschließlich bei der Betonherstellung anfallendem Wasser, als Zugabewasser für Beton; Deutsche Fassung EN 1008:2002
DIN 1045-2:2008-08	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
DIN 1045-3:2012-03	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670
DIN 1054:2021-04	Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
DIN 1164-10:2013-03	Zement mit besonderen Eigenschaften – Teil 10: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Zement mit niedrigem wirksamen Alkaligehalt
DIN EN 1992-1-1:2011-01	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010
DIN EN 1992-1-1/A1:2015-03	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004/A1:2014
DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12	Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Änderung A1
DIN EN 1997-1:2009-09	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009
DIN EN 1997-1/NA:2010-12	Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln
DIN 4030-1:2008-06	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte
DIN EN 12350-4:2019-09	Prüfung von Frischbeton – Teil 4: Verdichtungsmaß; Deutsche Fassung EN 12350-4:2019
DIN EN 12390-2:2019-10	Prüfung von Festbeton – Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen; Deutsche Fassung EN 12390-2:2019
DIN EN 12390-3:2019-10	Prüfung von Festbeton – Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern; Deutsche Fassung EN 12390-3:2019
DIN EN 12620:2008-07	Gesteinskörnungen für Beton; Deutsche Fassung EN 12620:2002+A1:2008
DIN EN 12699:2001-05	Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verdrängungspfähle; Deutsche Fassung EN 12699:2000

DIN EN 13263-1:2009-07	Silikastaub für Beton – Teil 1: Definitionen, Anforderungen und Konformitätskriterien; Deutsche Fassung EN 13263-1:2005+A1:2009
DIN EN 13760:2011-03	Ausführung von Tragwerken aus Beton; Deutsche Fassung EN 13670:2009
DIN EN 14731:2005-12	Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Baugrundverbesserung durch Tiefenrüttelverfahren; Deutsche Fassung EN 14731:2005
DIN EN ISO 22476-9:2021-01	Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teil 9: Flügelscherversuche (FVT und FVT–F) (ISO 22476-9:2020); Deutsche Fassung EN ISO 22476-9:2020

Bettina Hemme
Referatsleiterin

Beglaubigt
Jendryschik

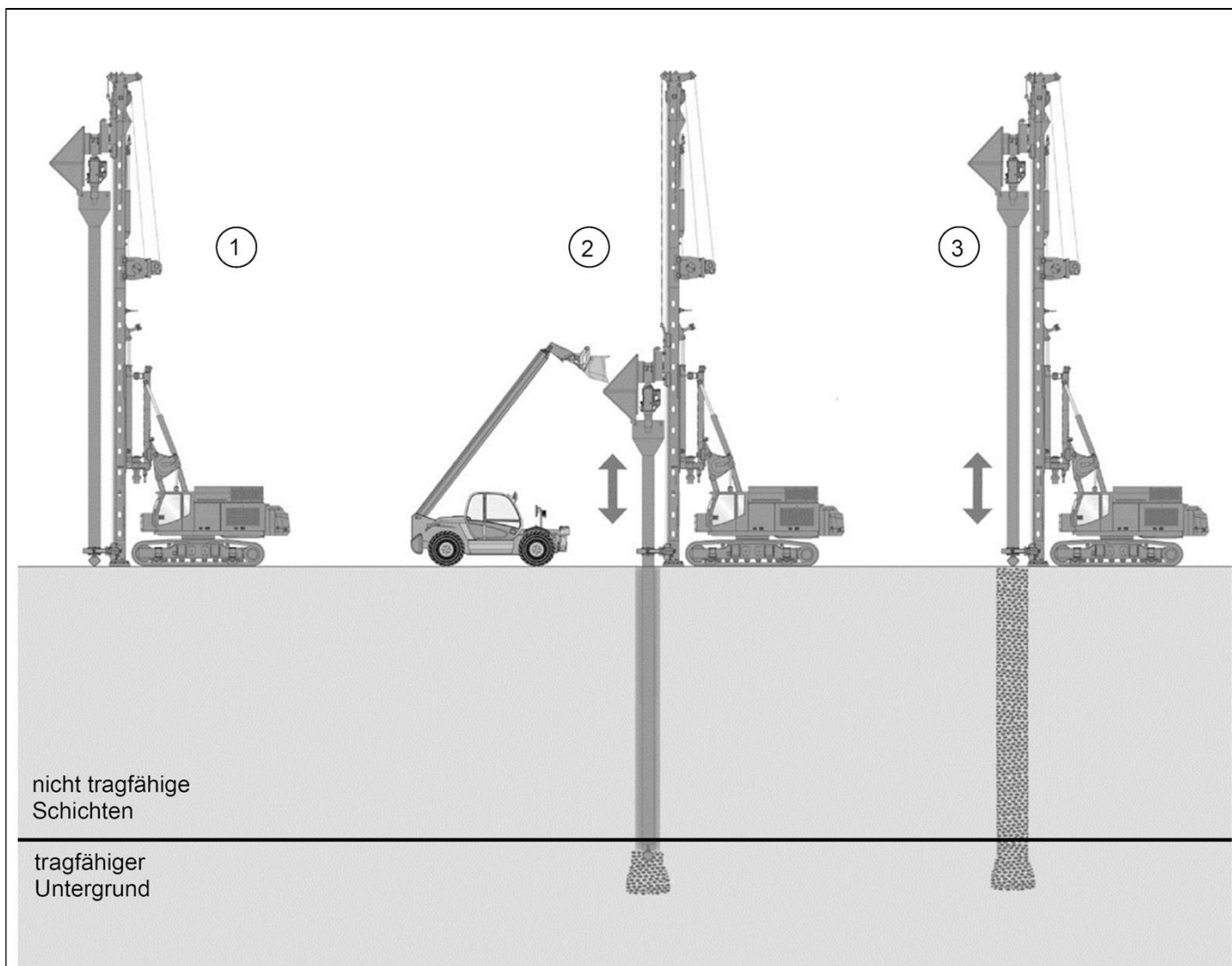


- ① Rohr auf dem Arbeitsplanum aufsetzen. Füllen des Betonierrohres mit Beton.
- ② Rohr auf erforderliche Tiefe absenken.
- ③ Verdichtung und Aufweitung des Pfahlfußes durch Auf- und Abbewegung des Rohrs, bei gleichzeitigem Austritt des Betons aus der Rohrspitze.
- ④ Rüttler kontinuierlich ziehen, bei gleichzeitigem Pumpen des Betons. Beton tritt an der Rohrspitze aus.

Rüttel-Ortbeton-Pfähle (ROB-Pfähle), Rüttel-Stopfbeton-Säulen (RSB-Säulen), Vermörtelte Rüttelstopfverdichtungssäulen (RSVv-Säulen)

Herstellung ROB-Pfähle (Darstellung mit Aufsatzrüttler)

Anlage 1.1

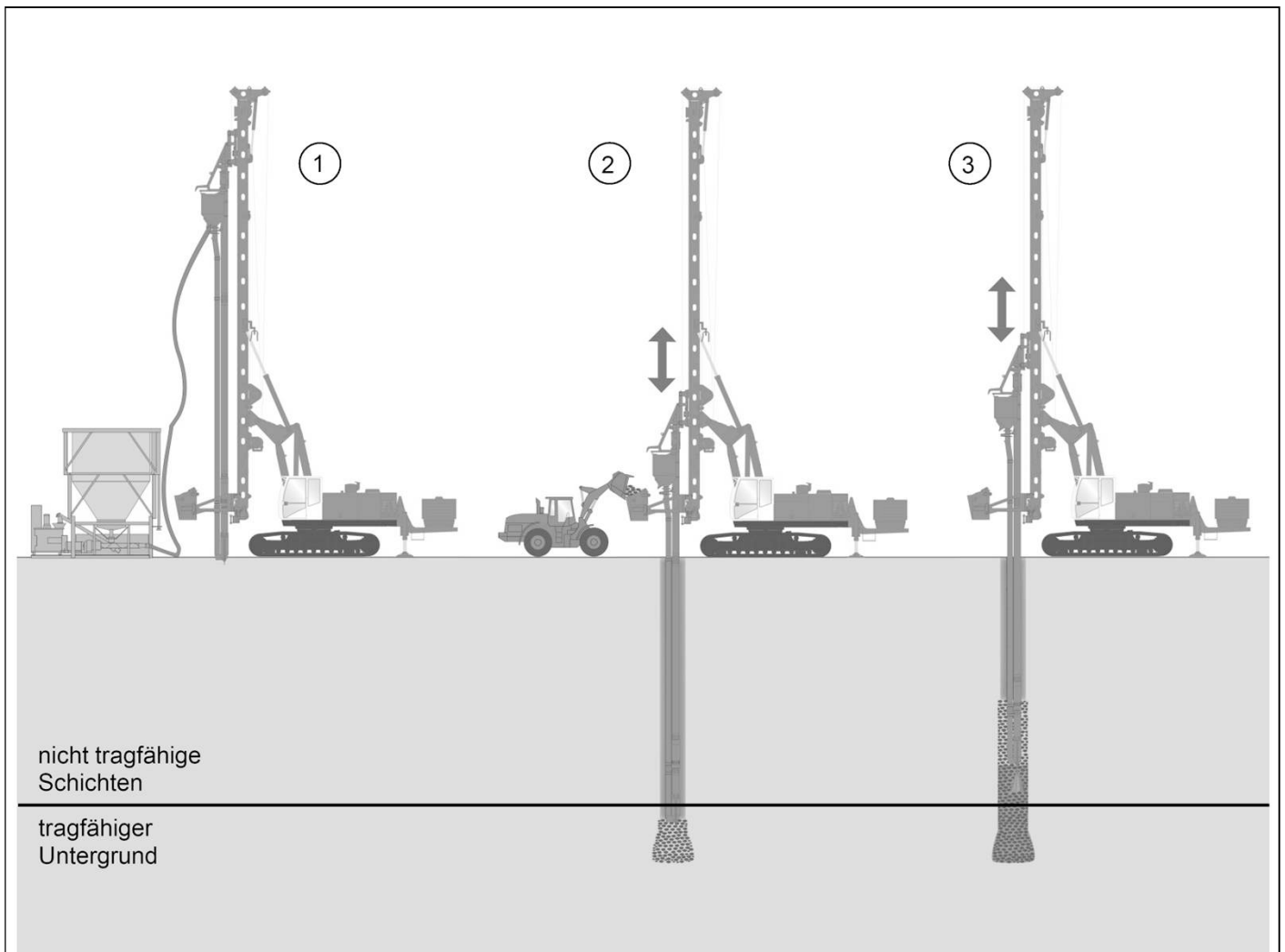


- ① Rohr auf dem Arbeitsplanum aufsetzen. Materialrohr und Vorratsbehälter mit Beton oder Zugabematerial füllen.
- ② Rohr auf erforderliche Tiefe absenken. Verdichtung und Aufweitung des Säulenfußes durch Auf- und Abbewegung; Beton / Zugabematerial tritt an der Rohrspitze aus. Beton nachfüllen.
- ③ Ziehen/ Absenken des Rohrs, dabei Verdichtung des Betons. Wiederholen des Zieh- und Absenkvorgangs zur Herstellung der Säule. Wiederholtes Beschicken des Materialrohrs mit Beton.

Rüttel-Ortbeton-Pfähle (ROB-Pfähle), Rüttel-Stopfbeton-Säulen (RSB-Säulen), Vermörtelte Rüttelstopfverdichtungssäulen (RSVv-Säulen)

Herstellung RSB-Säulen (Darstellung mit Aufsatzrüttler)

Anlage 1.2

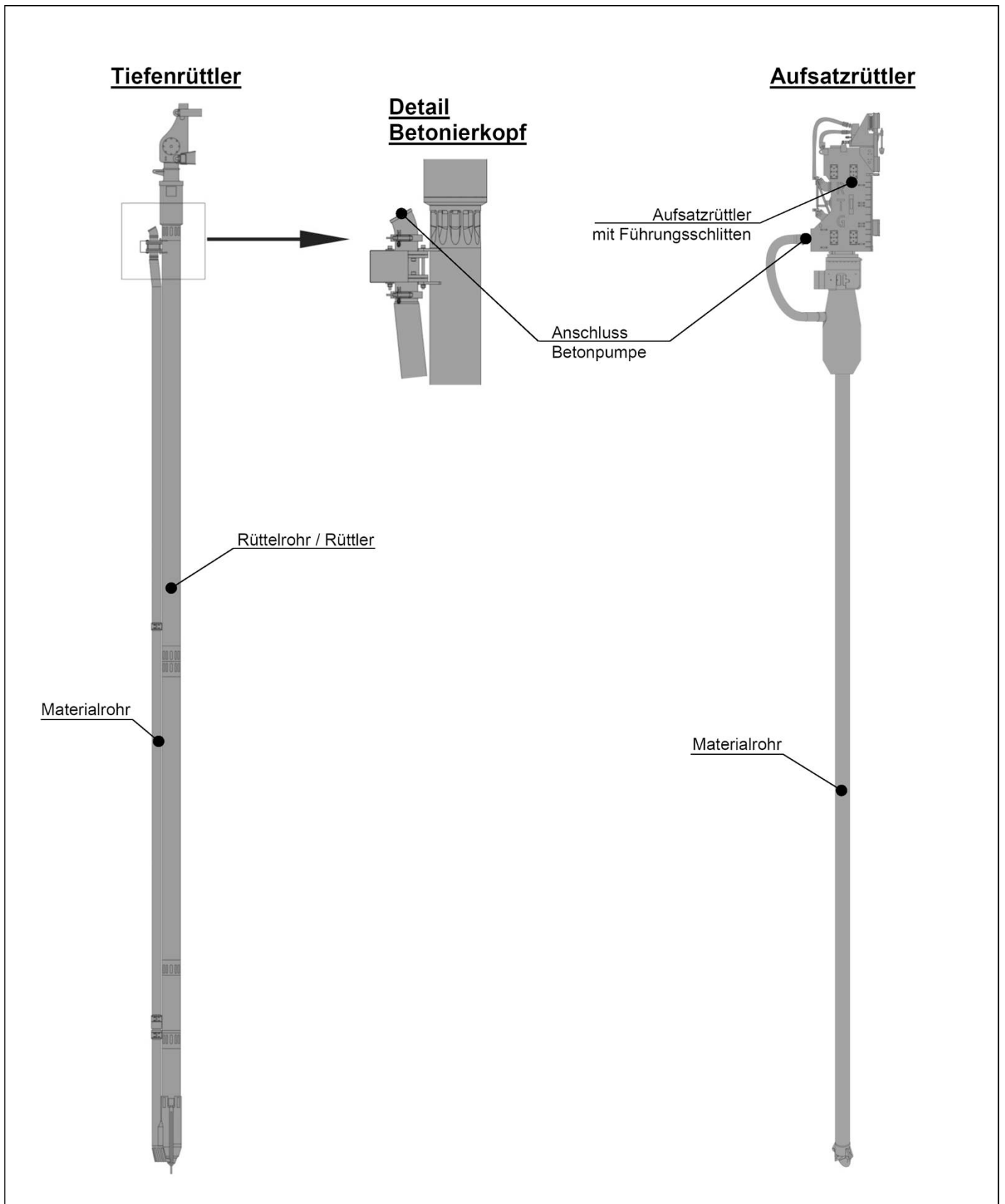


- ① Rohr auf dem Arbeitsplanum aufsetzen. Materialrohr und Vorratsbehälter erstmals mit Gesteinskörnung füllen, Suspension bis zum Austritt aus Suspensionsleitung anpumpen.
- ② Rohr auf erforderliche Tiefe absenken. Verdichtung und Aufweitung des Säulenfußes durch Auf- und Abbewegung; Gesteinskörnung tritt an der Rohrspitze aus. Gesteinskörnung nachfüllen.
- ③ Ziehen / Absenken des Rüttlers, dabei Verdichtung des Materials. Wiederholen des Zieh- und Absenkvorgangs zur Herstellung der Säule. Wiederholtes Beschicken des Materialrohrs mit Gesteinskörnung und kontinuierliches Pumpen der Suspension.

Rüttel-Ortbeton-Pfähle (ROB-Pfähle), Rüttel-Stopfbeton-Säulen (RSB-Säulen), Vermörtelte Rüttelstopfverdichtungssäulen (RSVv-Säulen)

Herstellung RSVv-Säulen

Anlage 1.3



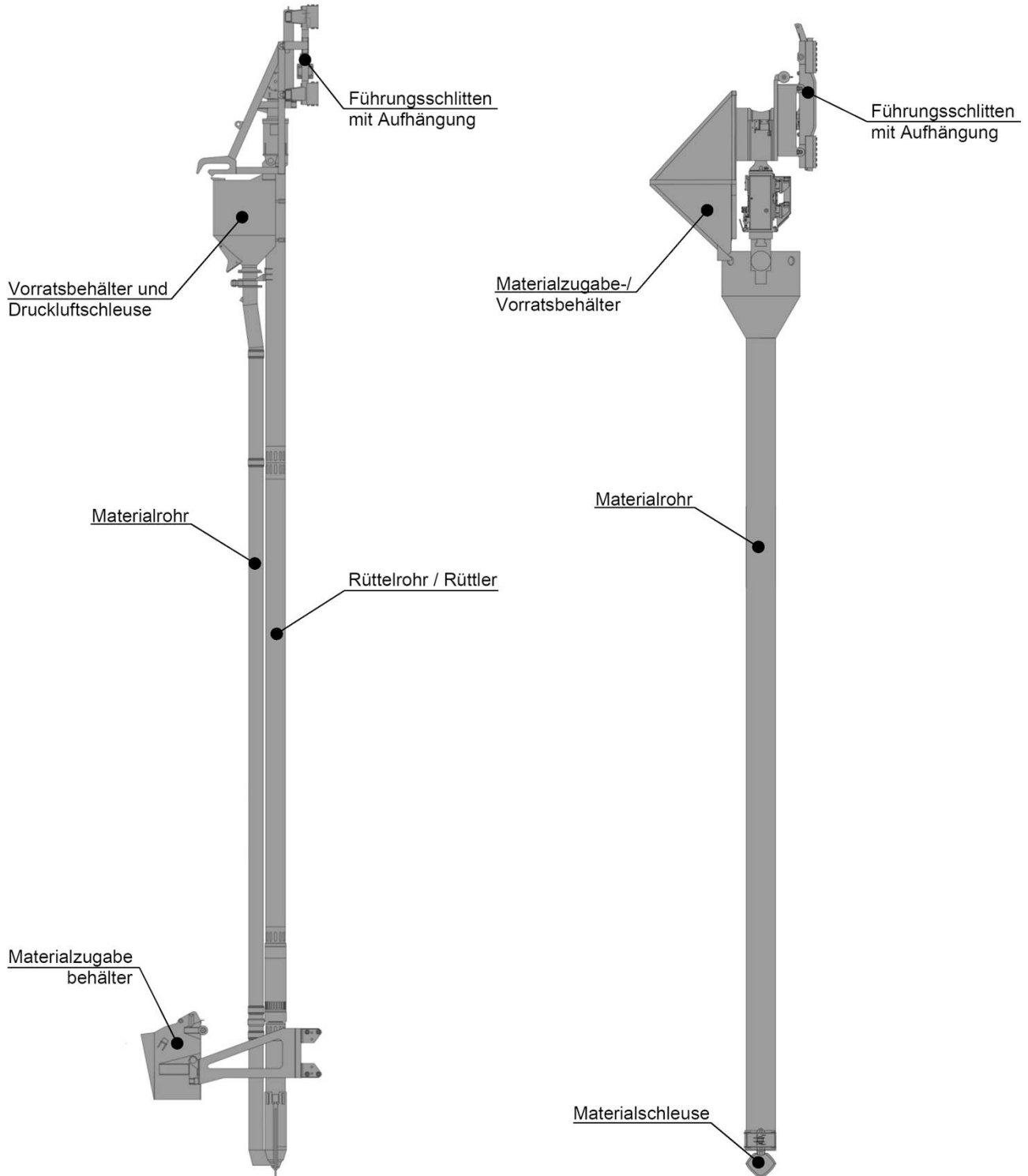
Rüttel-Ortbeton-Pfähle (ROB-Pfähle), Rüttel-Stopfbeton-Säulen (RSB-Säulen), Vermörtelte Rüttelstopfverdichtungssäulen (RSVv-Säulen)

Rüttelwerkzeugkonfiguration Tiefen- und Aufsatzrüttler (ROB-Pfähle)

Anlage 2.1

Tiefenrüttler

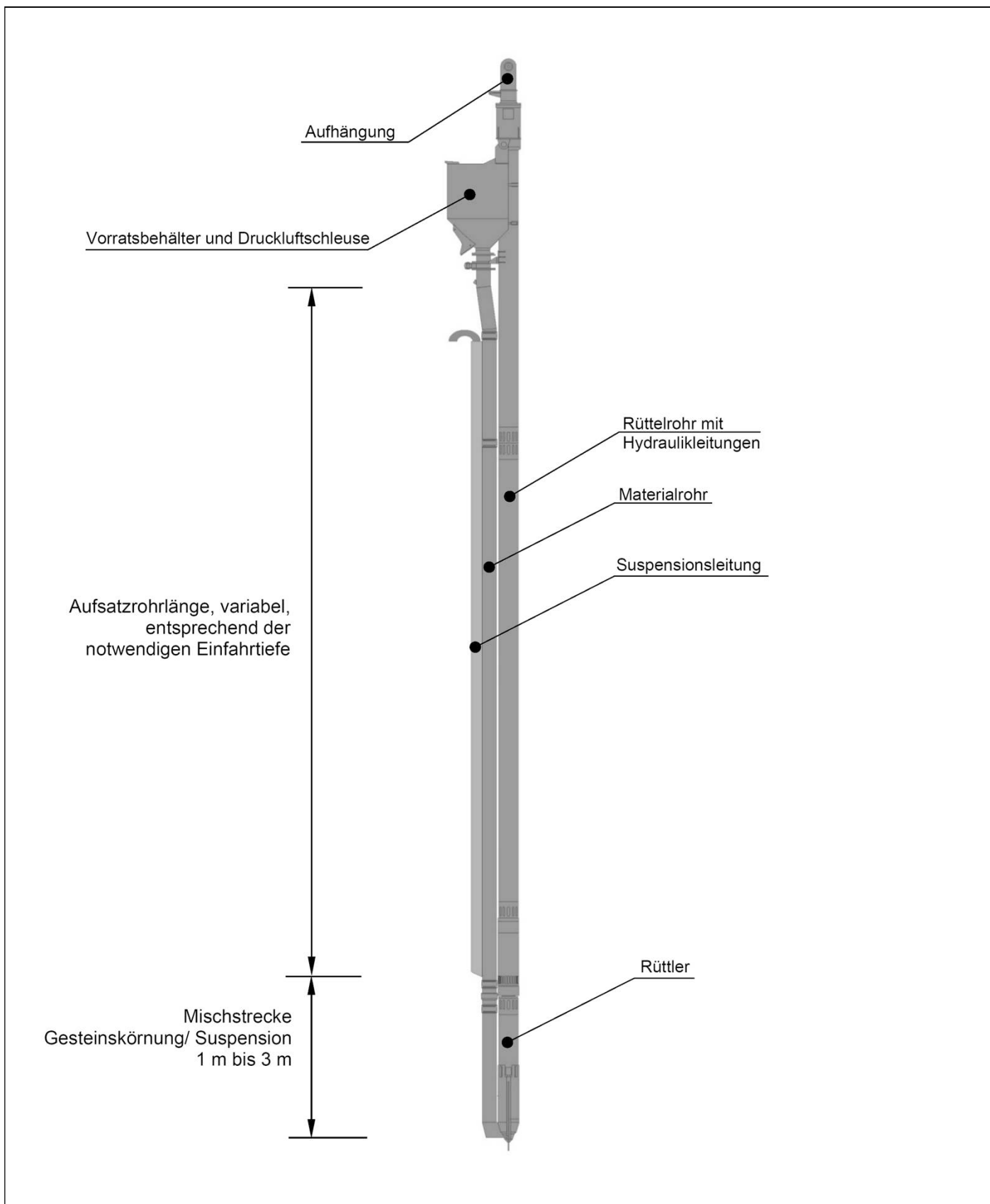
Aufsatzrüttler



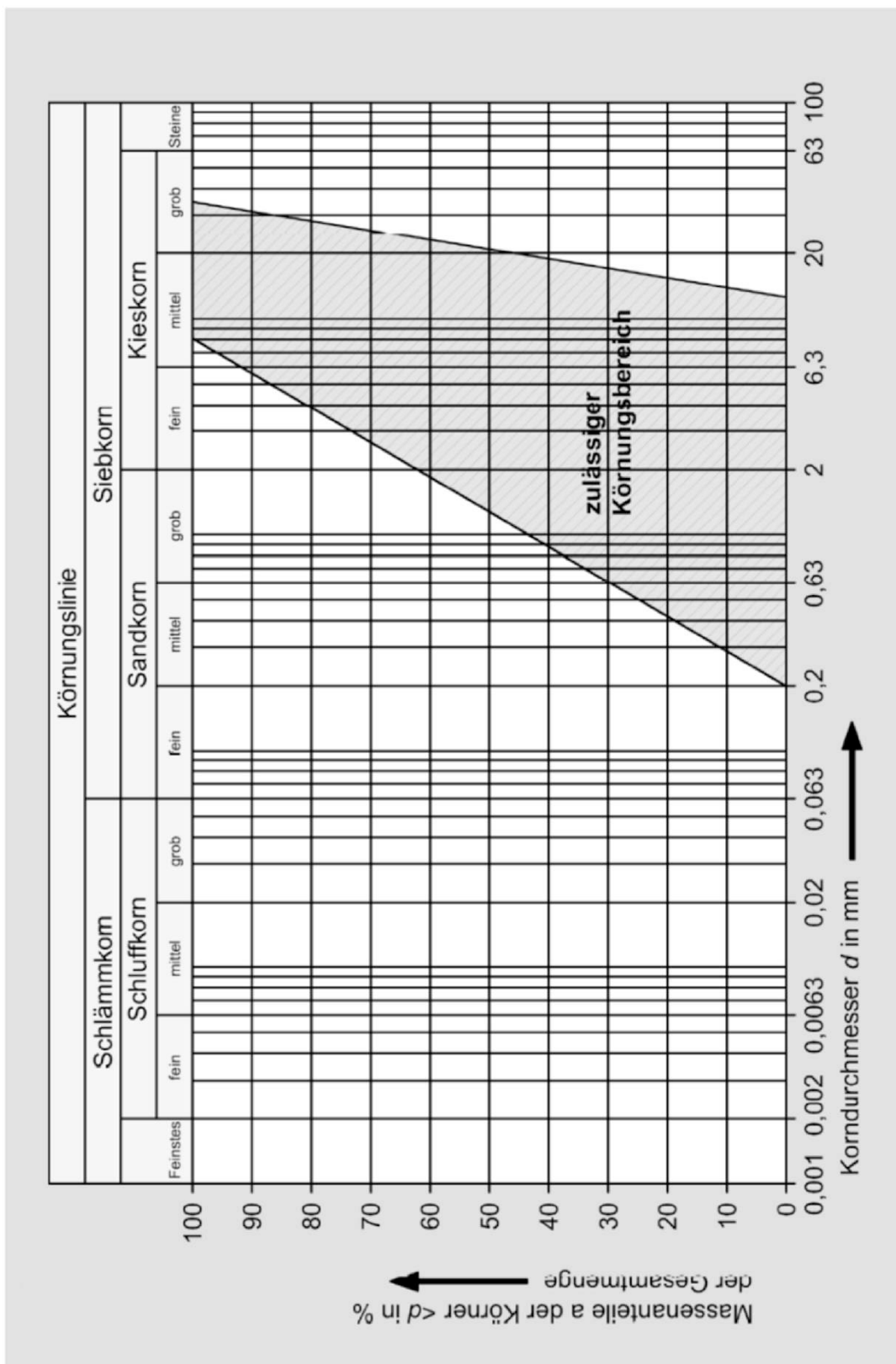
Rüttel-Ortbeton-Pfähle (ROB-Pfähle), Rüttel-Stopfbeton-Säulen (RSB-Säulen), Vermörtelte Rüttelstopfverdichtungssäulen (RSVv-Säulen)

Rüttelwerkzeugkonfiguration Tiefen- und Aufsatzrüttler (RSB-Säulen)

Anlage 2.2



Rüttel-Ortbeton-Pfähle (ROB-Pfähle), Rüttel-Stopfbeton-Säulen (RSB-Säulen), Vermörtelte Rüttelstopfverdichtungssäulen (RSVv-Säulen)	Anlage 2.3
Rüttelwerkzeugkonfiguration RSVv-Säulen	



Rüttel-Ortbeton-Pfähle (ROB-Pfähle), Rüttel-Stopfbeton-Säulen (RSB-Säulen), Vermörtelte Rüttelstopfverdichtungssäulen (RSVv-Säulen)

Sieblinie der Gesteinskörnung (RSVv-Säulen)

Anlage 3