

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamt

Eine vom Bund und den Ländern
gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts
Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Datum:

21.08.2017

Geschäftszeichen:

I 64-1.34.22-11/16

Zulassungsnummer:

Z-34.2-5

Geltungsdauer

vom: **21. August 2017**

bis: **2. August 2019**

Antragsteller:

BAUER Spezialtiefbau GmbH

BAUER-Straße 1

86529 Schrobenhausen

Zulassungsgegenstand:

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

Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen.
Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst zwölf Seiten und vier Anlagen.

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Zulassungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Hersteller und Vertreiber des Zulassungsgegenstandes haben, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", dem Verwender bzw. Anwender des Zulassungsgegenstandes Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen und darauf hinzuweisen, dass die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung an der Verwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen.
- 5 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nicht widersprechen. Übersetzungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Zulassungsgegenstand und Anwendungsbereich

1.1 Zulassungsgegenstand

(1) Gegenstand der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung sind

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

zur Ableitung von Bauwerkslasten in tragfähige Bodenschichten. Sie werden mit einem Tiefenrüttler (ROB^T, RSB^T und RSVv) oder mit dem Aufsatzrüttler (ROB^A und RSB^A) hergestellt. Beim Tiefenrüttler ist das Materialrohr seitlich neben dem Rohr mit dem Tiefenrüttler (Rüttelrohr) angebracht, beim Aufsatzrüttler überträgt das einzige Rohr die Rüttelenergie vom Aufsatzrüttler in den Boden und dient gleichzeitig als Materialrohr.

(2) Bei den ROB-Pfählen wird der Beton durch das Materialrohr mittels einer Betonpumpe eingebracht, 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 über eine seitlich am Materialrohr angebrachte Suspensionsleitung oberhalb der Austrittsöffnung des Materialrohrs zugegeben. Die Vermörtelung der Zuschläge (Gesteinskörnung) findet somit im Materialrohr im Nahbereich der Austrittsöffnung statt.

(3) Bei den Rüttel-Ortbeton-Pfählen, Rüttel-Stopfbeton-Säulen und Vermörtelten Rüttelstopfverdichtungssäulen handelt es sich um pfahlartige Tragelemente aus unbewehrtem Beton. Der mittlere Durchmesser des Pfahls/der Säule beträgt mindestens 40 cm. Dabei beträgt die kleinste Querschnittsabmessung mindestens 30 cm und die resultierende ellipsenförmige Fläche muss mindestens der Fläche eines Kreises mit dem Durchmesser von 40 cm entsprechen.

(4) ROB-Pfähle, RSB-Säulen bzw. RSVv-Säulen werden ausschließlich vor Ort im anstehenden Baugrund hergestellt.

1.2 Anwendungsbereich

(1) Die Anwendung ist auf natürliche und geschüttete Böden gemäß DIN 1054¹, Abschnitt Zu "3.1 Allgemeines", beschränkt.

(2) 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.

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

- Es sind Flügelsondierungen als Feldversuche nach DIN 4094-4² durchzuführen. Die dabei ermittelte Sensitivität S_{Tv} aus dem Flügelscherversuch muss < 8 sein. Anderenfalls kann eine Verflüssigung des Bodens nicht sicher ausgeschlossen 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.

1	DIN 1054:2010-12	Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
	DIN 1054/A1:2012-08	Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1:2010; Änderung A1:2012
2	DIN 4094-4:2002-01	Baugrund - Felduntersuchungen - Teil 4: Flügelscherversuche

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-34.2-5

Seite 4 von 12 | 21. August 2017

- Der anstehende Baugrund ist vor der Herstellung von ROB-Pfählen oder RSVv-Säulen an gleicher Position mit einer im Rüttelverfahren ohne Nachstopfung eingebrachten unvermörtelten Kies- oder Schottersäule („Kiesvergütung“, siehe auch Abschnitt 4.3.2) zu verbessern. Bei RSB-Säulen darf unter den o. g. Randbedingungen auf eine Kiesvergütung verzichtet werden.
- Bei c_u -Werten $< 10 \text{ kN/m}^2$ darf die Schichtdicke der organischen Schicht insgesamt 4,0 m und bei $10 \text{ kN/m}^2 \leq c_u < 15 \text{ kN/m}^2$ insgesamt 8,0 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 Herstellung nicht beeinträchtigt werden.

2 Bestimmungen für das Bauprodukt

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1 ROB-Pfähle und RSB-Säulen

2.1.1.1 Beton

(1) Abhängig von den vorliegenden Expositionsklassen gemäß DIN EN 206-1³ in Verbindung mit DIN 1045-2⁴ ist beim ROB-Pfahl 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 zu verwenden.

(2) Bei RSB-Säulen ist als Beton ein Gemisch aus Kies und/oder Sand und Zement nach DIN EN 197-1⁵ bzw. Zement mit besonderen Eigenschaften nach DIN 1164-10⁶ zu verwenden. 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 12350-4⁷ zu bestimmen und muss zwischen 1,11 und 1,45 liegen.

2.1.1.2 Zugabematerial

Bei der RSB-Säule kann der Fuß unter Verwendung von grober, natürlicher Gesteinskörnung nach DIN EN 12620⁸ unter Berücksichtigung von DIN 1045-2 (beispielsweise Kies) hergestellt werden.

2.1.2 RSVv-Säulen

2.1.2.1 Gesteinskörnung

Als Gesteinskörnung sind natürliche Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 zu verwenden. Die Siebkurve muss innerhalb des in der Anlage 4 angegebenen Bereichs liegen.

2.1.2.2 Bindemittelsuspension

3	DIN EN 206-1:2001-07 DIN EN 206-1/A1:2004-10	Beton; Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität 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
4	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
5	DIN EN 197-1:2011-11	Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement; Deutsche Fassung EN 197-1:2011
6	DIN 1164-10:2013-03	Zement mit besonderen Eigenschaften – Teil 10: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Normalzement mit niedrigem wirksamen Alkaligehalt
7	DIN EN 12350-4:2009-08	Prüfung von Frischbeton – Teil 4: Verdichtungsmaß; Deutsche Fassung EN 12350-4:2009
8	DIN EN 12620:2008-07	Gesteinskörnungen für Beton; Deutsche Fassung EN 12620:2002+A1:2008

(1) Als Bindemittel sind 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 zu verwenden. 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 1008⁹ oder in Trinkwasserqualität verwendet werden.

(3) Zusatzmittel nach DIN EN 934-2¹⁰ unter Berücksichtigung von DIN EN 934-6¹¹ 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 450-1¹² und dem Nachweis der Umweltverträglichkeit bis zu einem Gewichtsverhältnis von Flugasche zu Zement $f/z \leq 1,0$ zugegeben werden.

(5) Gegebenenfalls dürfen der Suspension Gesteinsmehle nach DIN EN 12620 unter Berücksichtigung von DIN 1045-2 und/oder Silikastaube nach DIN EN 13263-1¹³ unter Berücksichtigung DIN 1045-2 zugegeben werden.

2.2 Maßnahmen gegen chemischen Angriff

Bei chemischem Angriff nach DIN 4030-1¹⁴ ist die Zusammensetzung der Pfähle bzw. 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.

2.3 Eignungsprüfung

(1) Die Eignung des Betons nach Abschnitt 2.1.1.1, Absatz (2), bzw. der Mischung aus Gesteinskörnung und Suspension nach Abschnitt 2.1.2 ist mittels einer Erstprüfung entsprechend DIN EN 206-1 und DIN 1045-2, Anhang A, nachzuweisen.

(2) Im Rahmen der Erstprüfung sind folgende Herstellungsparameter zu ermitteln und festzulegen:

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

9	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
10	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
11	DIN EN 934-6:2006-03	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel - Teil 6: Probenahme, Konformitätskontrolle und Bewertung der Konformität; Deutsche Fassung EN 934-6:2001 + A1:2005
12	DIN EN 450-1:2012-10	Flugasche für Beton – Teil 1: Definition, Anforderungen und Konformitätskriterien; Deutsche Fassung EN 450-1:2012
13	DIN EN 13263-1:2005-10	Silikastaub für Beton – Teil 1: Definitionen, Anforderungen und Konformitätskriterien; Deutsche Fassung EN 13263-1:2005
14	DIN 4030-1:2008-06	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte

3 Bestimmungen für Entwurf und Bemessung

3.1 Allgemeines

(1) Für den Entwurf und die Bemessung von Bauwerken unter Verwendung der ROB-Pfähle, RSB-Säulen bzw. RSVv-Säulen gelten die Technischen Baubestimmungen, insbesondere DIN EN 1997-1¹⁵, DIN EN 1997-1/NA¹⁶, DIN 1054 und DIN 1054/A1, soweit im Folgenden nichts anderes bestimmt ist.

(2) Um benachbarte Pfähle/Säulen bei der jeweils aktuellen Herstellung nicht zu beeinträchtigen, ist die geplante Verfahrensweise ggf. durch Festlegung von Zusatzmaßnahmen, wie z. B. Vorbohren, Testfelder, nachzuweisen.

3.2 Nachweis der Standsicherheit

3.2.1 Allgemeines

(1) Die innere Tragfähigkeit ist nach DIN EN 1992-1-1¹⁷ in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA¹⁸ wie für Bauteile aus unbewehrtem Beton nachzuweisen.

(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.

3.2.2 RSVv-Säulen

Die Bemessung erfolgt mindestens für einen Beton der Festigkeit C 8/10. Maximal darf die Festigkeit eines Betons C 12/15 berücksichtigt werden.

3.3 Chemischer Angriff

(1) Die stoffliche Zusammensetzung ist unter Berücksichtigung von Abschnitt 2.2 zu planen.

(2) 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.

4 Bestimmungen für die Ausführung

4.1 Allgemeines

Die Herstellung der Rüttel-Ortbeton-Pfähle (ROB-Pfähle), der Rüttel-Stopfbeton-Säulen (RSB-Säulen) und der Vermörtelten Rüttelstopfverdichtungssäulen (RSVv) darf nur unter verantwortlicher technischer Leitung der Firma BAUER Spezialtiefbau GmbH erfolgen.

4.2 Geräte

Für die Ausführung gelten folgende Gerätekonfigurationen:

15	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
16	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
17	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
18	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

4.2.1 Rüttler (siehe Anlagen 2.1 bis 2.3)

(1) Es ist ein Tiefenrüttler einzusetzen, dessen Grundkonstruktion in DIN EN 14731¹⁹ beschrieben ist. Zusätzlich hat der eingesetzte Rüttler ein seitlich angebrachtes Rohr (Materialrohr).

(2) Durch dieses ist der Beton beim ROB^T-Pfahl unter Verwendung einer Betonpumpe, bei der RSB^T-Säule über eine Druckluftschleuse an die Rohrspitze zu leiten und muss dort unter Überdruck austreten.

(3) Bei der RSVv-Säule ist die Gesteinskörnung durch das seitlich angebrachte Materialrohr über eine Druckluftschleuse an die Rohrspitze zu leiten und muss dort unter Überdruck austreten. Die Bindemittelsuspension ist durch ein seitlich am Materialrohr angebrachtes Rohr zu pumpen und der Gesteinskörnung oberhalb der Austrittsöffnung des Materialrohrs zuzugeben.

(4) Für ROB^A-Pfähle und RSB^A-Säulen sind Rüttelrohre mit Aufsatzrüttlern einzusetzen, dessen Grundkonstruktion in DIN EN 14731, Abschnitte 3.3 und 3.5, sowie DIN EN 12699²⁰, Abschnitte 8.3.3 und 8.3.7 beschrieben ist.

4.2.2 Trägergerät (siehe Anlage 1)

Der Rüttler ist von einem Trägergerät (Gesamtgewicht mindestens 30 t) mit Aktiviermöglichkeit (über Seilzüge) zu halten und zu führen, durch die ein Teil des Eigengewichtes des Trägergeräts, insbesondere in der letzten Phase des Absenkens des Rüttel-/Materialrohrs, zusätzlich zu dessen Eigengewicht herangezogen wird.

4.2.3 Mischer

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

4.3 Herstellung (siehe Anlagen 3.1 bis 3.3)

4.3.1 Vorbereitung

(1) Das Trägergerät wird über dem eingemessenen Säulen- bzw. Pfahlpunkt ausgerichtet.

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

(3) Für die RSVv-Säulen ist die Suspensionsleitung vollständig mit Bindemittelsuspension zu füllen; die Bindemittelsuspension muss ab Herstellungsbeginn der RSVv-Säule kontinuierlich an der Spitze austreten. Die Gesteinskörnung ist in die Schleuse zu füllen. Die Schleuse ist zu schließen und mit Druckluft zu beaufschlagen.

(4) Der Rüttler mit Materialrohr bzw. das Materialrohr (siehe Anlagen 2.1 bis 2.3) ist in den Untergrund bis in den tragfähigen Boden einzufahren. Die Versenktiefe (t) ist mittels Tiefensensor vor Beginn der Herstellung des Pfahles/der Säule festzustellen und mit den planerischen Vorgaben abzugleichen (Einbinden in den tragfähigen Boden).

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

¹⁹ DIN EN 14731:2005-12 Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Baugrundverbesserung durch Tiefenrüttelverfahren; Deutsche Fassung EN 14731:2005

²⁰ DIN EN 12699:2001-05 Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) - Verdrängungspfähle; Deutsche Fassung EN 12699:2000

DIN EN 12699 Ber.1: 2010-11 Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) - Verdrängungspfähle; Deutsche Fassung EN 12699: 2000, Berichtigung zu DIN EN 12699:2001-05

(6) Bei Ausführung der im Abschnitt 1.2, Absatz (3), aufgeführten Kiesvergütung ist der anstehende Baugrund vor der Pfahl-, Säulenherstellung an der Position des Pfahls/der Säule mit einer im Rüttelverfahren ohne Nachstopfung eingebrachten unvermörtelten Kies- oder Schottersäule zu verbessern. Im ersten Schritt wird dazu der Rüttler mit Materialrohr bzw. das Materialrohr bis ca. 0,5 m unterhalb der zu verbessernden Schicht eingeführt. Hier beginnend wird der Kies oder Schotter beim Hochziehen des Rüttlers mit Materialrohr bzw. des Materialrohrs ohne Nachverdichtung bis ca. 0,5 m über der Schicht mit Scherfestigkeiten $5 \text{ kN/m}^2 \leq c_u < 15 \text{ kN/m}^2$ eingefüllt. Anschließend wird der Rüttler mit Materialrohr bzw. das Materialrohr in die entsprechende Solltiefe des herzustellenden Rüttelpfahls/Säule geführt und der Rüttelpfahl/die Rüttelsäule (ROB/RSB) oder die RSVv-Säule mit dem gleichen Gerät wie gewohnt hergestellt.

(7) In Abhängigkeit vom erforderlichen Durchmesser der verfestigten Pfähle/Säulen sind die Materialmengen je Meter für die Kiesvergütung im Rüttelverfahren vorzugeben. Das Volumen des Kieses/Schotters muss so bemessen sein, dass um den verfestigten Pfahl/Säule herum eine Schicht von überall mindestens 5 cm Kies/Schotter entsteht. Die eingebrachte Menge an Kies/Schotter ist nachzuweisen.

4.3.2 Herstellung des Pfahl- bzw. Säulenfußbereichs

4.3.2.1 ROB-Pfähle

Der Bereich um den Pfahlfuß wird mit ein bis drei Stopfvorgängen, d. h. kurzes Anziehen und Wiederversenken des Rüttlers mit Materialrohr bzw. des Materialrohrs, vorbereitet. Rollige Bodenschichten werden hierbei verdichtet. Mit Beginn des Anstopfens des Pfahlfußes ist Beton mit hohem Druck zu pumpen. Bei der Fußherstellung muss der Betondruck an der Betonpumpe mindestens 5 bar betragen oder am Betonierkopf (siehe Anlage 2.1) muss ein geringer Überdruck anstehen. Beim Anstopfen des Pfahlfußes ist dafür Sorge zu tragen, dass die Betonpumpenleitung ständig unter Druck steht.

4.3.2.2 RSB-Säulen

(1) Der Bereich um den Säulenfuß wird durch mehrere Stopfvorgänge, d. h. kurzes Anziehen und Wiederversenken des Rüttlers mit Materialrohr bzw. des Materialrohrs, verdichtet. Das darf unter Zufuhr von Zugabematerial erfolgen.

(2) Danach ist der Rüttler mit Materialrohr bzw. das Materialrohr um ca. 0,2 bis 0,5 m zu ziehen und es ist mit dem Einbringen des Betons zu beginnen. Bei der Fußherstellung mit dem Tiefenrüttler (RSB^T) ist der Materialaustritt an der Spitze des Materialrohrs mit Unterstützung von Druckluft (ca. 2 bar in der Druckluftschleuse) sicherzustellen.

4.3.2.3 RSVv-Säulen

Der Bereich um den Säulenfuß wird unter Zufuhr von Gesteinskörnung und durch mehrere Stopfvorgänge, d. h. kurzes Anziehen und Wiederversenken des Rüttlers mit Materialrohr, verdichtet. Danach ist der Rüttler mit Materialrohr um ca. 0,3 bis 0,6 m zu ziehen und es ist mit dem Einpumpen der Suspension zu beginnen. Bei der Fußherstellung ist der Materialaustritt an der Spitze des Materialrohrs mit Unterstützung von Druckluft (ca. 2 bar in der Druckluftschleuse) sicherzustellen.

4.3.3 Herstellung des Pfahl- bzw. Säulenschaftes

4.3.3.1 ROB-Pfähle und RSB-Säulen

(1) Nach Herstellung des Fußbereiches ist der Schaft von ROB-Pfählen durch kontinuierliches Ziehen des Rüttlers mit Materialrohr bzw. des Materialrohrs und Weiterpumpen von Beton auszuführen. Dabei 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. Sofern in hinreichend festen Bodenschichten eine zusätzliche Mantelreibungsübertragung ermöglicht werden soll, darf auch im Bereich des Schaftes gestopft (siehe Abschnitt 4.3.2.1) werden.

(2) Nach Herstellung des Fußbereiches erfolgt das Herstellen des Schaftes der RSB-Säulen durch abwechselndes Ziehen und Wiederversenken des Rüttlers mit Materialrohr bzw. des Materialrohrs, bis die Aufnahmefähigkeit des Bodens erschöpft ist oder in weichen Bodenschichten die geplanten Sollabmessungen überschritten werden. Hierbei ist sicherzustellen, dass sich stets so viel Beton im Materialrohr befindet, dass sich der beim Ziehen des Rüttlers mit Materialrohr bzw. des Materialrohrs freigegebene Raum unverzüglich mit Beton füllt. Die Förderung des Betons ist bei Verwendung des Tiefenrüttlers mittels Luftdruck (ca. 2 bar in der Druckluftschleuse) sicherzustellen.

(3) Beim Wiederversenken erfolgt eine Belastung des Pfahl- bzw. Säulenmaterials durch den aktivierbaren Teil des Trägergeräts (siehe Abschnitt 4.2.2).

(4) Der Querschnitt ist über die Ermittlung des Betonverbrauches pro Pfahl/Säule nachzuweisen. Die Mindestquerschnittsabmessungen gemäß Abschnitt 1.1 sind einzuhalten. Aufgrund der beschriebenen Herstellung ist der Durchmesser der Pfähle/Säulen über die Länge verfahrensbedingt nicht konstant. Der tatsächliche Betonverbrauch beim Herstellen des Pfahls/der Säule muss in jedem Fall größer als das rechnerische Volumen des Pfahls/der Säule sein.

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

(6) Der Arbeitsdruck im Hydrauliksystem soll bei der Herstellung des Pfahl- bzw. Säulenfußes zwischen 200 und 300 bar bei der Verwendung eines Tiefenrüttlers und bis zu 200 bar bei der Verwendung eines Aufsatzrüttlers betragen.

(7) Der Hydraulikdruck ist bei mindestens 25 % der Pfähle/Säulen über die Tiefe aufzuzeichnen. Die Aufzeichnung der Herstelldaten soll die gesamte Pfahl- bzw. Säulenherstellung inklusive eventueller Arbeitsunterbrechungen erfassen. Rückgänge des Hydraulikdrucks beim Ziehen des Rüttlers mit Materialrohr bzw. des Materialrohrs sind zulässig.

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

4.3.3.2 RSVv-Säulen

(1) Nach Herstellung des Fußbereiches (siehe Abschnitt 4.3.2.3) erfolgt die weitere Herstellung der Säule unter Zufuhr von Gesteinskörnung und durch abwechselndes Ziehen und Wiederversenken des Rüttlers mit Materialrohr, bis die Aufnahmefähigkeit des Bodens erschöpft ist oder in weichen Bodenschichten die Sollabmessungen überschritten werden.

(2) Während des gesamten Stopfvorganges ist so viel Suspension kontinuierlich zuzupumpen, dass stets ein Überangebot vorhanden ist und die angestrebten Werte für den Suspensionsverbrauch nach Abschnitt 2.3 erreicht werden.

(3) Beim Wiederversenken erfolgt eine Belastung des Säulenmaterials durch den aktivierbaren Teil des Gewichtes des Trägergerätes (siehe Abschnitt 4.2.2).

(4) Der Querschnitt ist über die Ermittlung des Verbrauches an Gesteinskörnung pro Säule nachzuweisen, die Mindestquerschnittsabmessungen gemäß Abschnitt 1.1 sind einzuhalten. Der tatsächliche Materialverbrauch beim Herstellen 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.

(5) Bei Gründungen, die aus vielen Einzelsäulen mit geringem Abstand herzustellen sind, ist darauf zu achten, dass das Abbinden bereits ausgeführter Säulen durch die Säulenherstellung im benachbarten Bereich nicht beeinträchtigt wird.

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

(7) Eine Unterbrechung der Säulenherstellung ist zulässig, wenn die restliche Säule vor Beginn des Abbindevorganges fertig gestellt wird und der Rüttler mit Materialrohr wieder mindestens 0,5 m in die bereits vorhandene Säule wieder eintauchen kann.

4.4 Kontrolle der Ausführung

4.4.1 Bestimmung der Druckfestigkeit

4.4.1.1 RSVv-Säulen

(1) Die erforderliche Druckfestigkeit richtet sich nach dem Zeitpunkt der statischen Inanspruchnahme der RSVv-Säulen; dementsprechend ist auch die Prüfung der Probekörper zu wählen. Das Alter der Probekörper ist anzugeben.

(2) Die Druckfestigkeit der RSVv-Säulen ist an Probewürfeln aus dem Mörtel, der nach der Säulenherstellung aus dem Tiefenrüttler austritt, nach DIN EN 12390-3²¹ zu bestimmen. Die Herstellung und Lagerung der Prüfkörper erfolgt nach DIN EN 12390-2²².

4.4.1.2 ROB-Pfähle und RSB-Säulen

(1) Für den Beton gemäß Abschnitt 2.1.1.1 gelten die Anforderungen gemäß DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2; die entsprechenden Mindestdruckfestigkeitsklassen sind einzuhalten.

(2) Für Beton 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 zu berücksichtigen. Die Herstellung der Probekörper soll mit Rütteln unter Auflast erfolgen, dass kann z. B. unter Verwendung einer Stahlplatte erfolgen.

4.4.2 Bauüberwachung

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

21	DIN EN 12390-3:2009-07	Prüfung von Festbeton - Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern; Deutsche Fassung EN 12390-3:2009
	DIN EN 12390-3 Ber.1:2011-11	Prüfung von Festbeton – Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern; Deutsche Fassung EN 12390-3:2009, Berichtigung zu DIN EN 12390-3:2009-07; Deutsche Fassung EN 12390-3:2009/AC:2011
22	DIN EN 12390-2:2009-08	Prüfung von Festbeton – Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen; Deutsche Fassung EN 12390-2:2009
	DIN EN 12390-2 Ber.1:2012-02	Prüfung von Festbeton – Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen; Deutsche Fassung EN 12390-2:2009, Berichtigung zu DIN EN 12390-2:2009-08

Tabelle 1: Maßnahmen der Bauüberwachung

Prüfgegenstand	Prüfung / Sollwert	Mindesthäufigkeit der Prüfung
Geräte	visuell / Abschnitt 4.2	jede Baustelle
Kiesvergütung	Verfahrensprüfung und Materialmenge / Abschnitt 4.3.1 (5) bis (7), bzw. Abschnitt 1.2	falls ausgeführt, jeder Pfahl bzw. jede Säule
ROB-Pfahl, RSB-Säule		
Frischbeton	Zusammensetzung, Konsistenz / Abschnitt 2.1.1 ggf. Abschnitt 2.3, DIN EN 206-1 / DIN 1045-2 sowie DIN EN 13670 ²³ / DIN 1045-3 ²⁴	nach DIN EN 206-1 / DIN 1045-2 sowie DIN EN 13670 / DIN 1045-3
Betondruckfestigkeit	Abschnitt 4.4.1.2 / DIN EN 206-1 / DIN 1045-2 sowie DIN EN 13670 / DIN 1045-3	nach DIN EN 206-1 / DIN 1045-2 sowie DIN EN 13670 / DIN 1045-3
Versenktiefe des Rüttel-/Materialrohrs	Tiefensensor / Abschnitt 4.3.1 (4)	jeder Pfahl/Säule
Betonverbrauch	Ermittlung / Abschnitt 4.3.3.1 (4)	jeder Pfahl/Säule
Betondruck	Aufzeichnung / Abschnitt 4.3.2 und Abschnitt 4.3.3.1 (1) und (2)	25 % der Pfähle/Säulen
Hydraulikdruck des Rüttlers	Aufzeichnung / Abschnitt 4.3.3.1 (6) und (7)	25 % der Pfähle/Säulen
RSVv-Säulen		
Gesteinskörnung	Lieferscheine, Siebkurve / Abschnitt 2.1.2.1 und Anlage 4	je 1 Siebkurve zu Beginn und Ende der Baustelle
Suspension	Zusammensetzung / Abschnitt 2.1.2.2 und ggf. Abschnitt 2.3	nach jeweils 100 Säulen oder 700 m Säulenlänge
Druckfestigkeit	Abschnitt 4.4.1.1 / Abschnitt 3.2.2 und ggf. Abschnitt 3.3	3 Probewürfel je 100 Säulen oder 700 m Säulenlänge
Suspensionsverbrauch	visuell / Abschnitt 2.3 und Abschnitt 4.3.3.2 (2)	jede Säule
Verbrauch an Gesteinskörnung	Ermittlung / Abschnitt 2.3 und Abschnitt 4.3.3.2 (1) und (4)	jede Säule
Hydraulikdruck des Rüttlers	Aufzeichnung / Abschnitt 4.3.3.2 (6)	25 % der Säulen

(2) Während der Ausführung der Pfähle bzw. Säulen sind Aufzeichnungen über den Nachweis der ordnungsgemäßen Ausführung vom Bauleiter oder seinem Vertreter zu führen.

(3) Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller 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.

²³ DIN EN 13760:2011-03
²⁴ DIN 1045-3:2012-03

Ausführung von Tragwerken aus Beton; Deutsche Fassung EN 13670:2009
 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung - Anwendungsregeln zu DIN EN 13670

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-34.2-5

Seite 12 von 12 | 21. August 2017

4.4.3 Übereinstimmungserklärung der ausführenden Firma

(1) Die Bestätigung der Übereinstimmung der Pfähle bzw. Säulen mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jede Ausführung mit einer Übereinstimmungserklärung der ausführenden Firma auf der Grundlage der Kontrollen der Ausführung nach Tabelle 1 erfolgen. Die Ergebnisse der Kontrollen sind aufzuzeichnen und auszuwerten.

(2) Die Übereinstimmungserklärung der ausführenden Firma muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

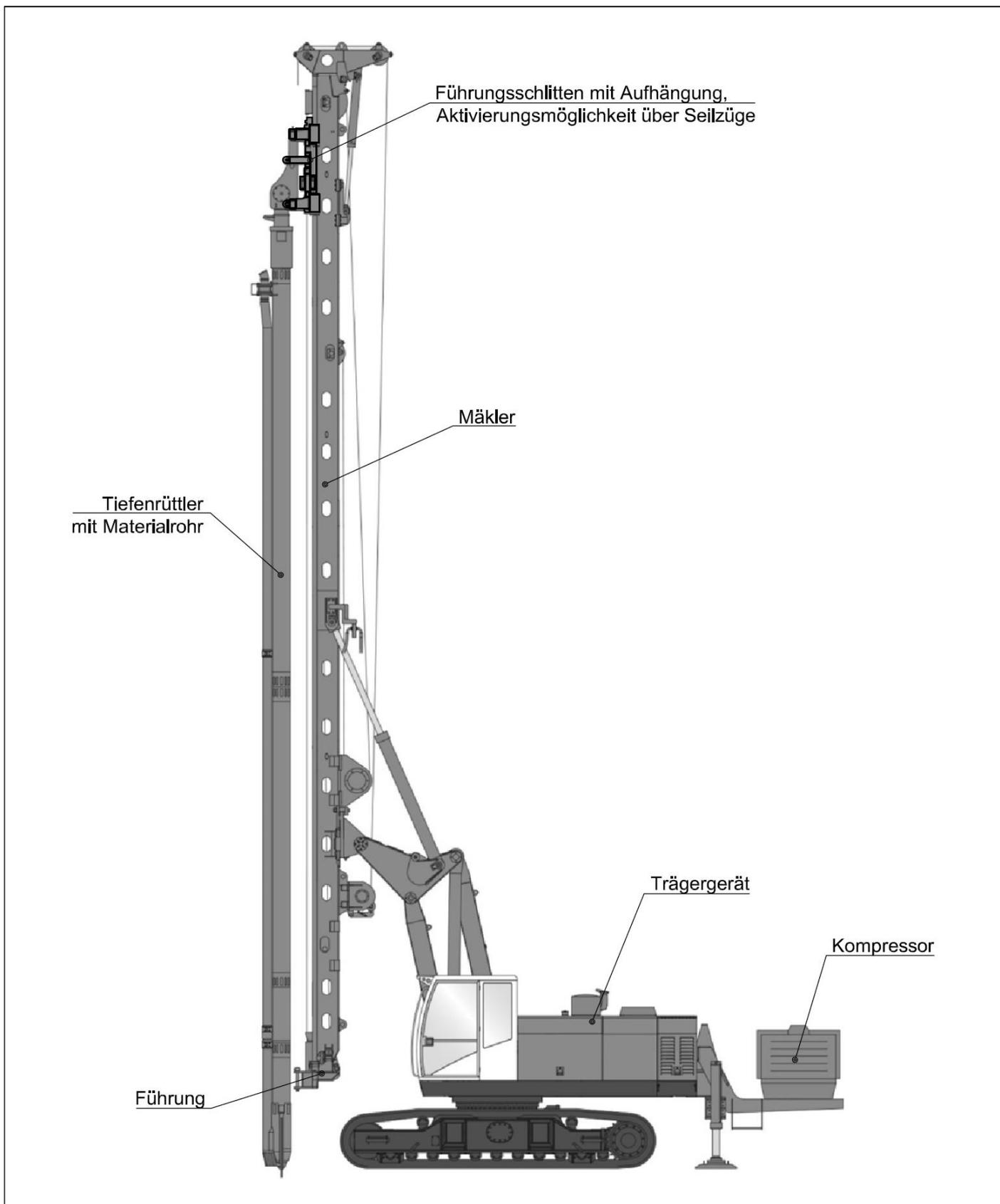
- Zulassungsnummer
- Bezeichnung des Bauvorhabens
- Datum der Ausführung
- Name und Sitz der ausführenden Firma
- Bestätigung über die Ausführung entsprechend der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung und der Planungsunterlagen
- Dokumentation der Ausgangsstoffe und Lieferscheine
- Art der Kontrollen 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 Aufzeichnungen müssen während der Bauzeit auf der Baustelle bereitliegen. Sie sind nach Abschluss der Arbeiten mindestens fünf Jahre vom Unternehmen aufzubewahren.

(4) Kopien der Aufzeichnungen sind dem Bauherrn zur Aufnahme in die Bauakten auszuhändigen und dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

Bettina Hemme
Referatsleiterin

Beglaubigt

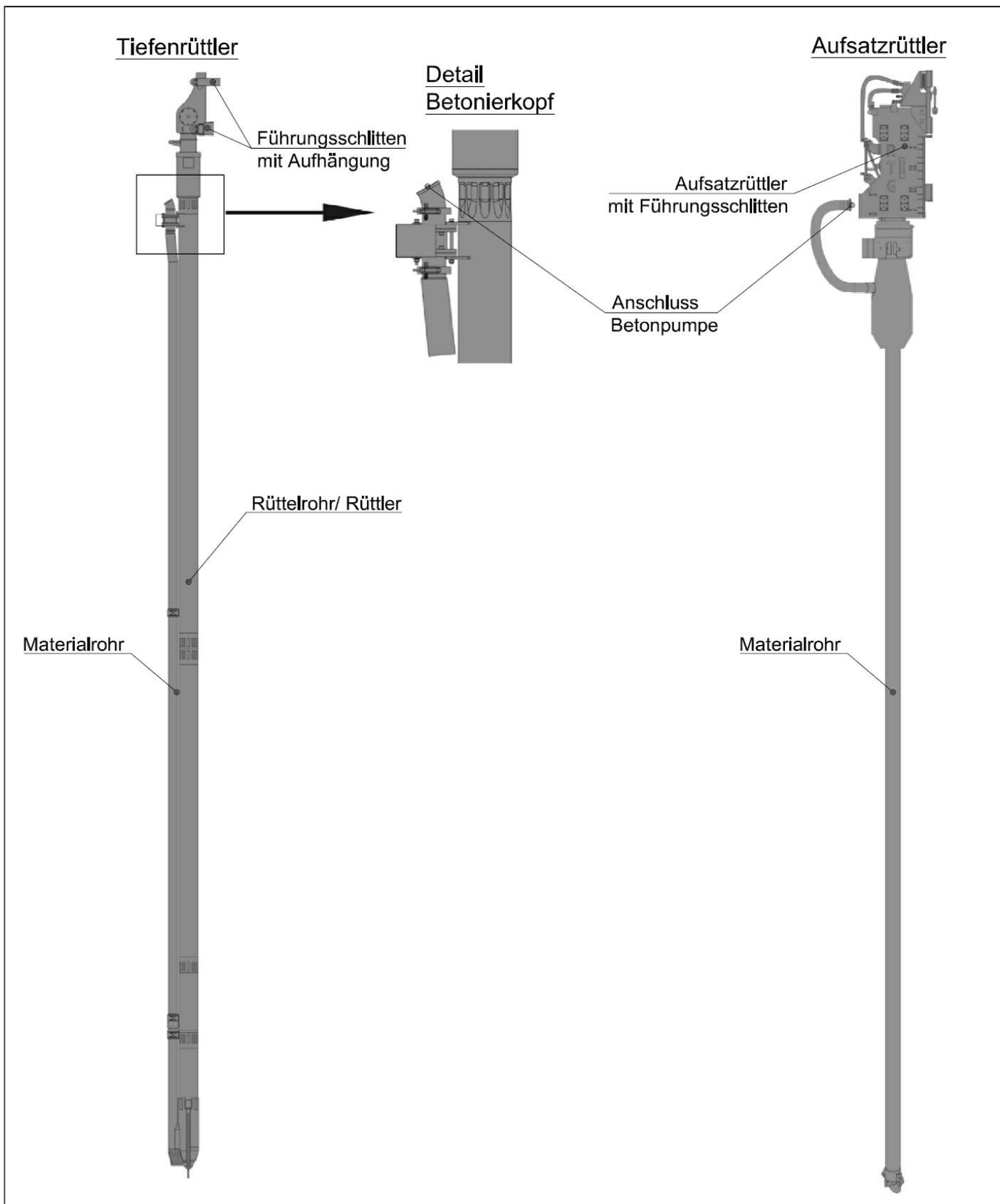


elektronische Kopie der abz des dibt: z-34.2-5

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

Beispielhafte Gerätekonfiguration – ROB-Tiefenrüttler und Trägergerät

Anlage 1

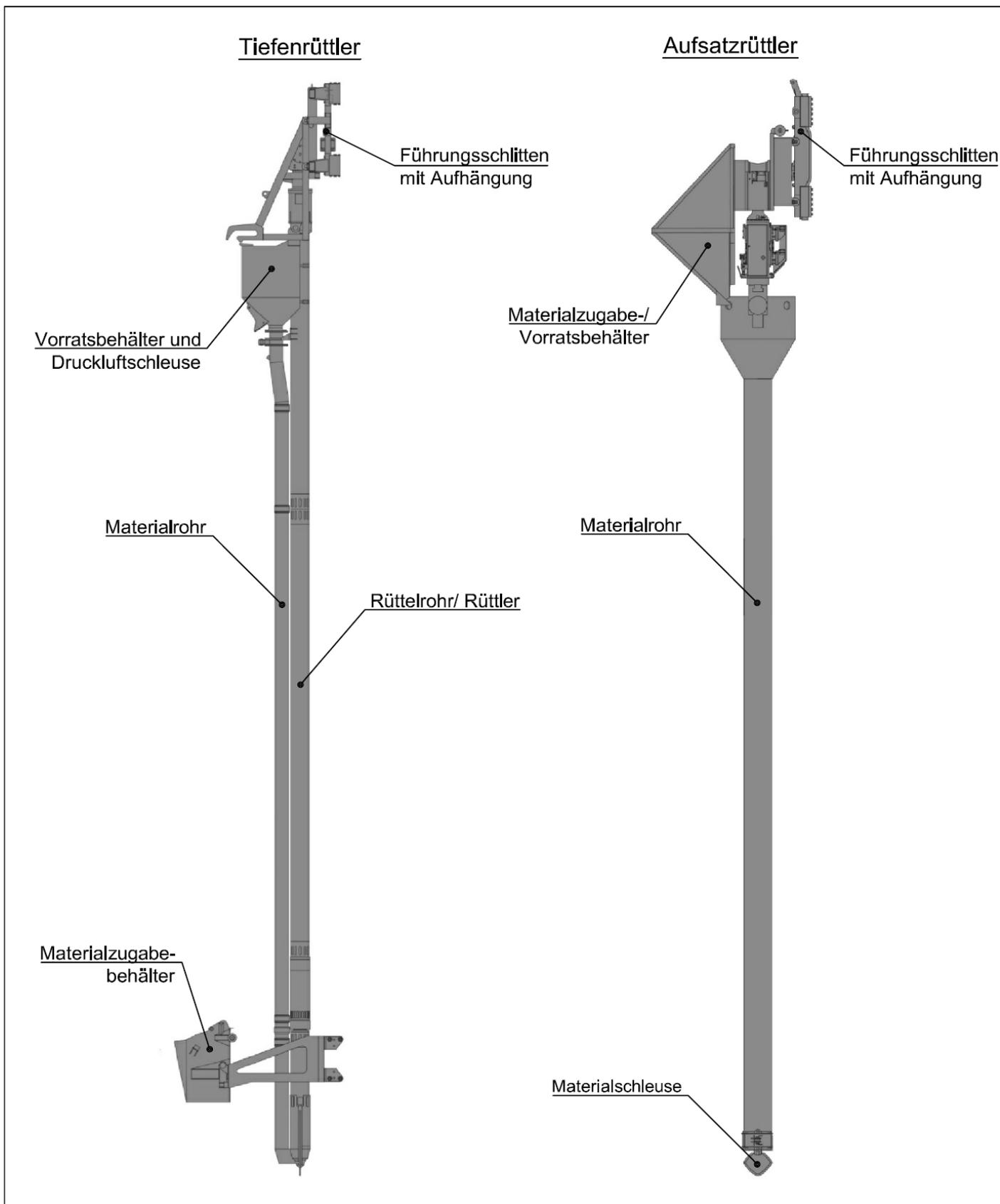


elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-34.2-5

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

Tiefen- und Aufsatzrüttler (ROB-Pfähle)

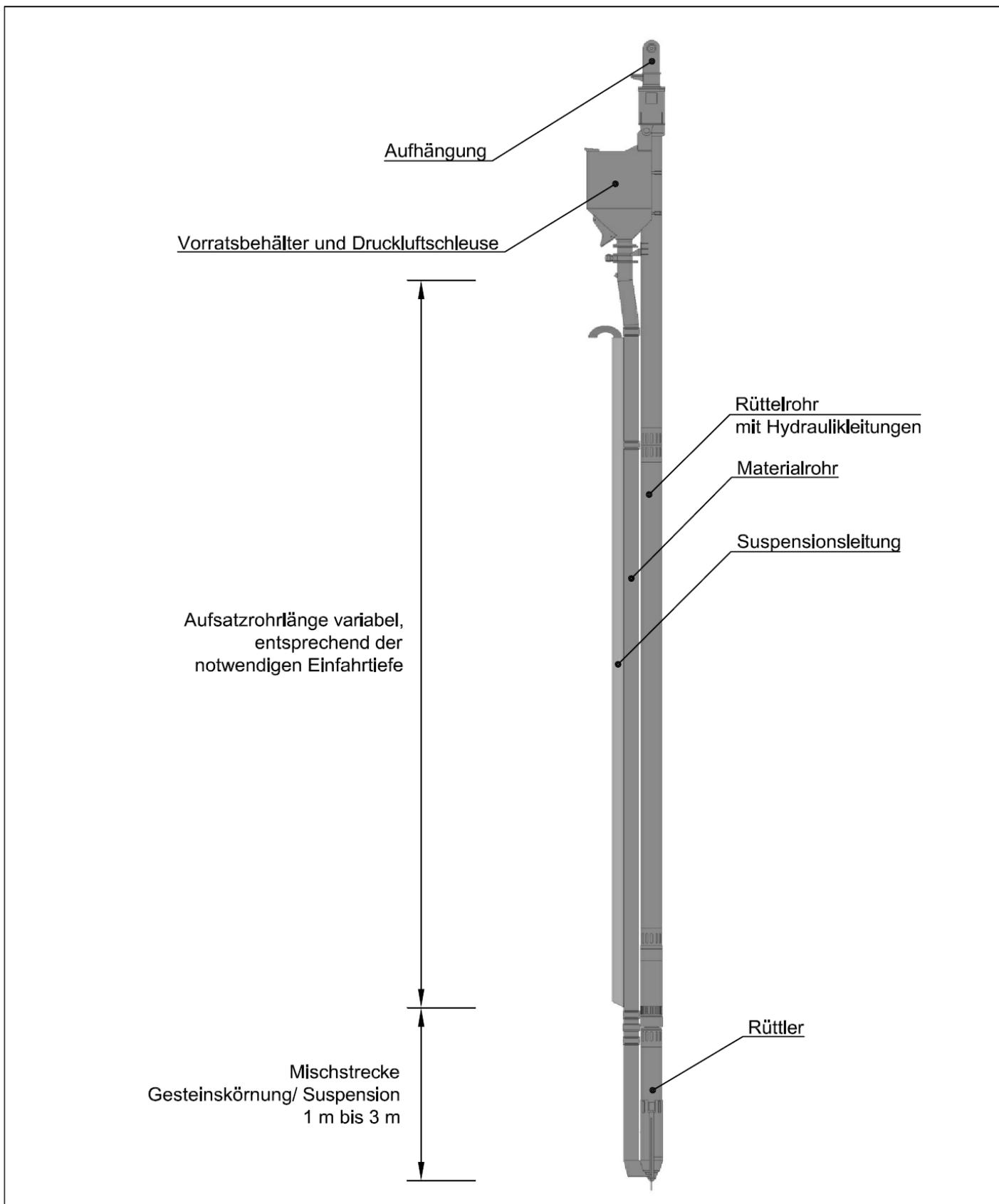
Anlage 2.1



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

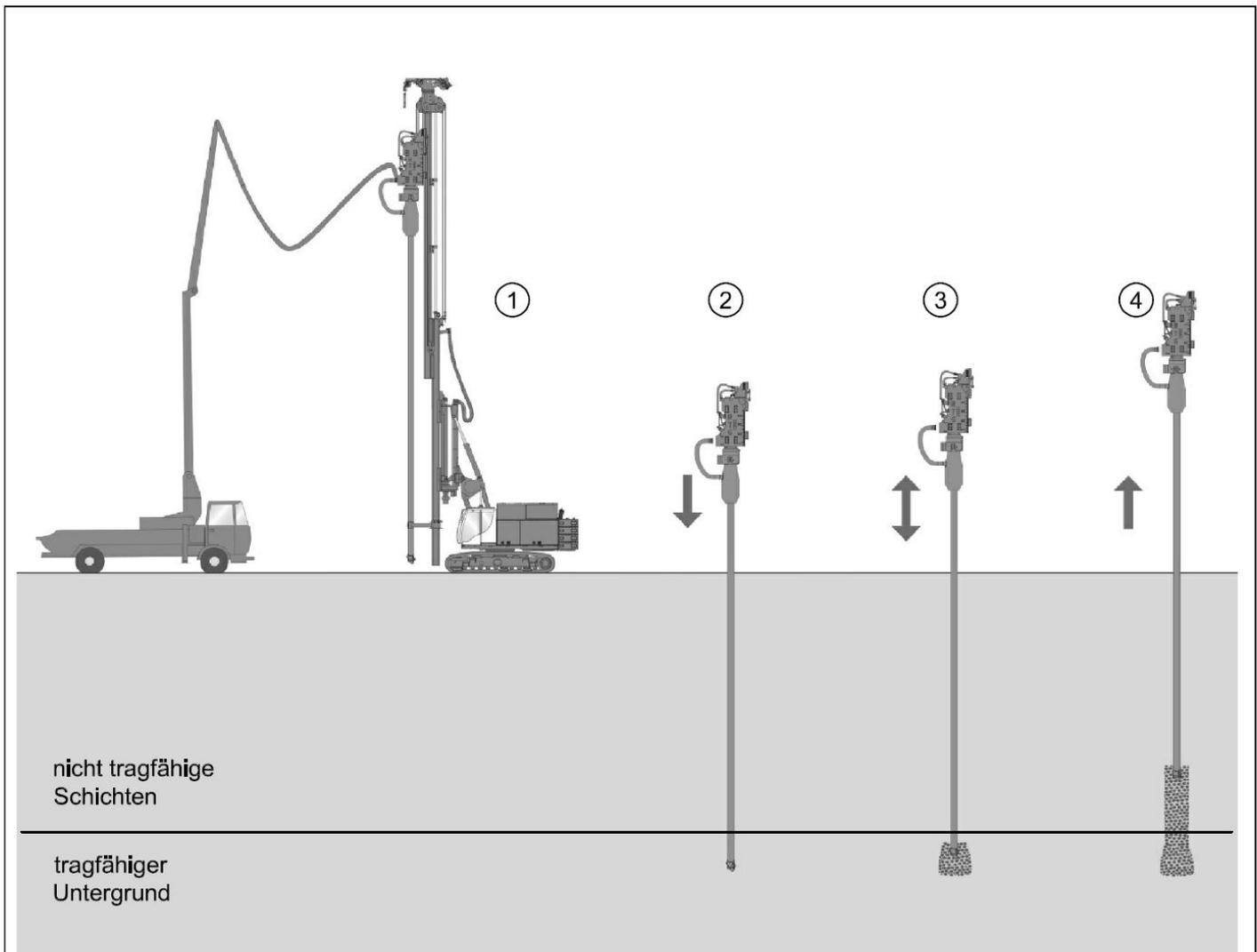
Tiefen- und Aufsatzrüttler (RSB-Säulen)

Anlage 2.2



elektronische Kopie der abz des dibt: z-34.2-5

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

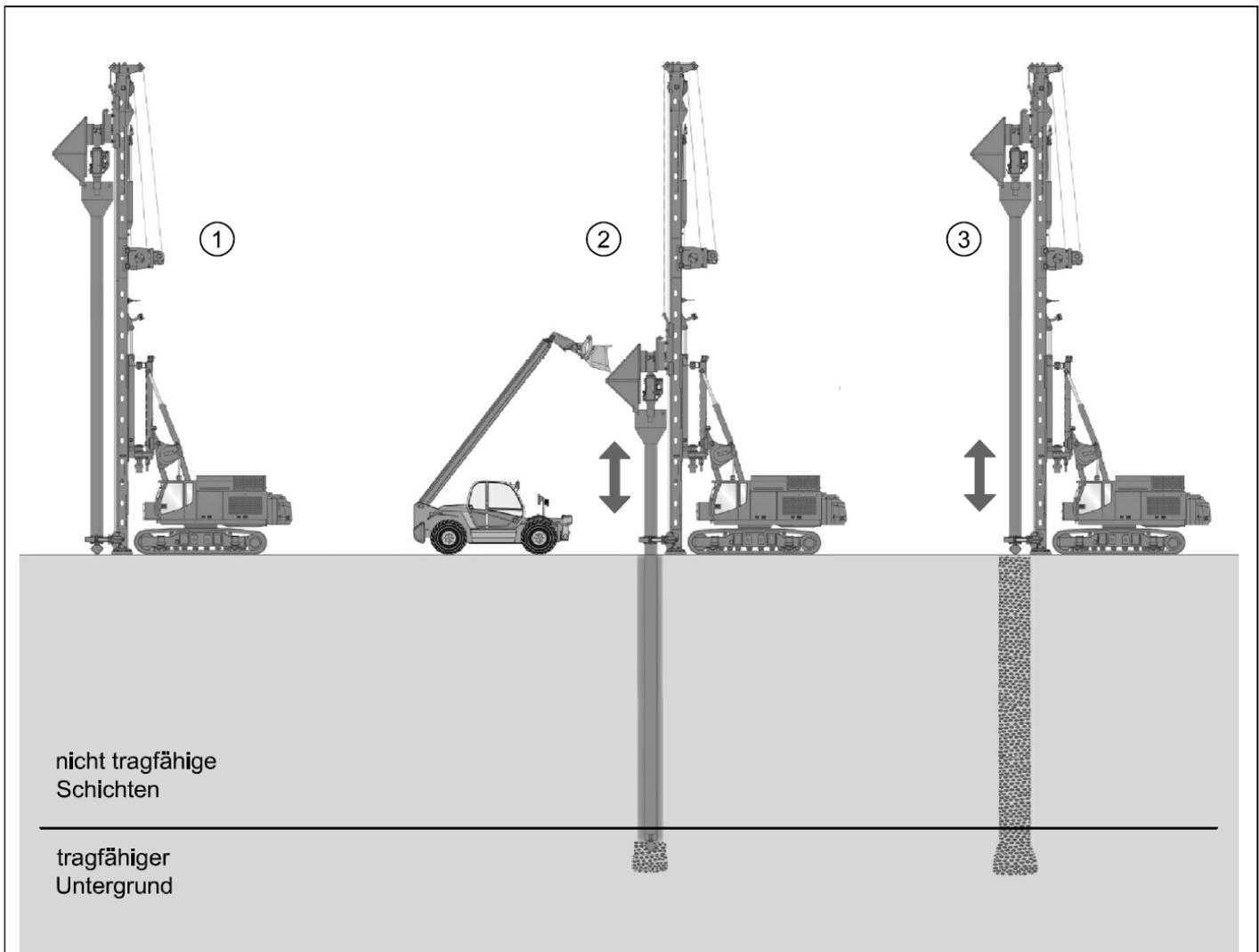


- ① Rohr auf dem Arbeitsplanum aufsetzen. Füllen des Betonierrohres mit Beton.
- ② Rohr auf erforderliche Tiefe absenken.
- ③ Verdichtung und Aufweitung des Pfahlfußes durchauf- und Abbewegung des Rohrs, bei gleichzeitigem Austritt des Betons aus der Rohrspitze
- ④ Rüttler kontinuierlich ziehen, bei gleichmäßigem 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-Pfahl (Darstellung mit Aufsatzrüttler)

Anlage 3.1

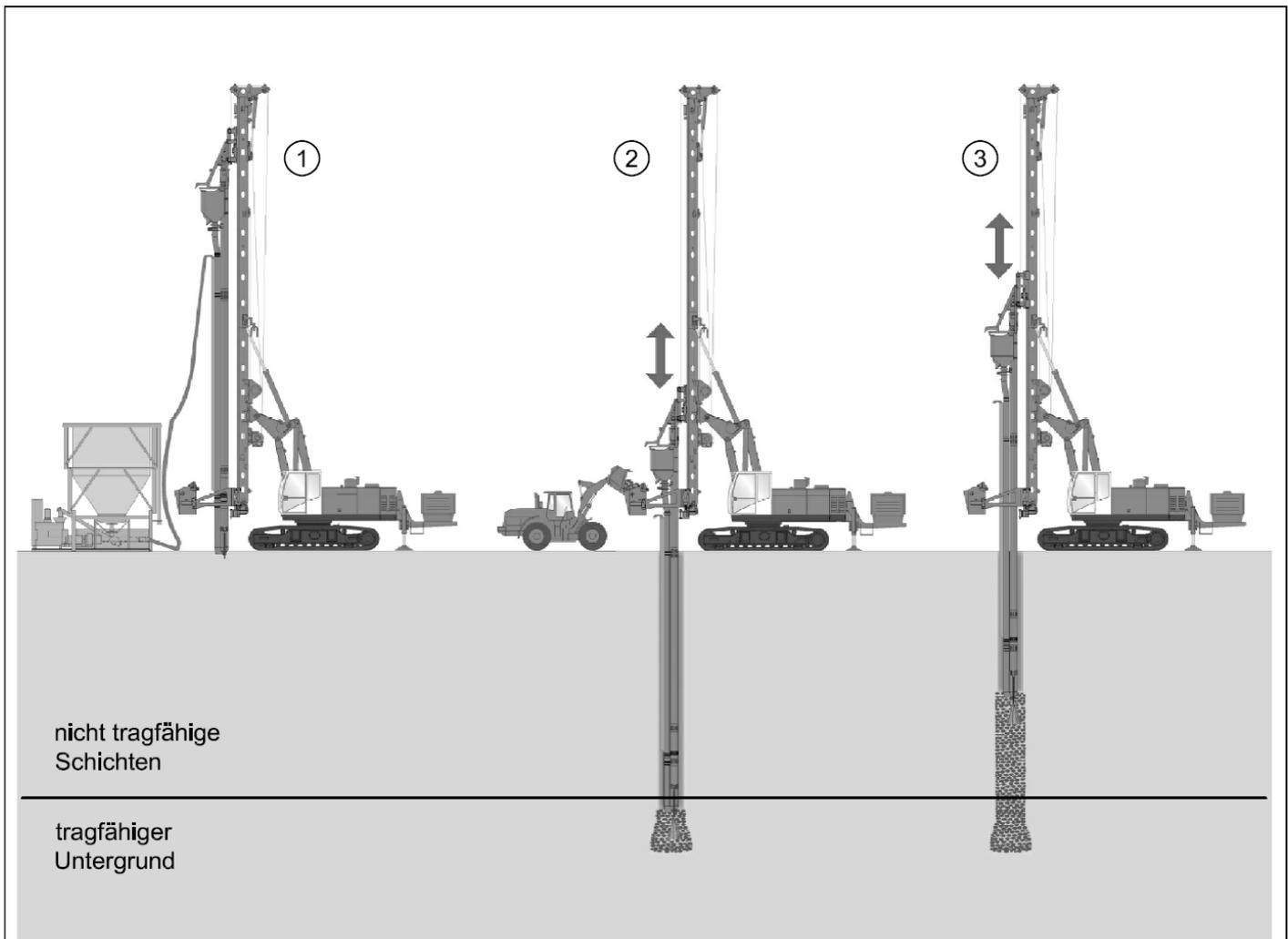


- ① Rohr auf dem Arbeitsplanum aufsetzen. Materialrohr und Vorratsbehälter mit Beton oder Zugabematerial füllen
- ② Rohr auf erforderliche Tiefe absenken. Verdichtung und Aufweitung des Säulenfußes durch Auf- und Abbewegung; Beton/ Zugabematerial tritt an der Rohrspitze aus. Beton nachfüllen.
- ③ Ziehen/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

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

Herstellung RSB-Säule (Darstellung mit Aufsatzrüttler)

Anlage 3.2

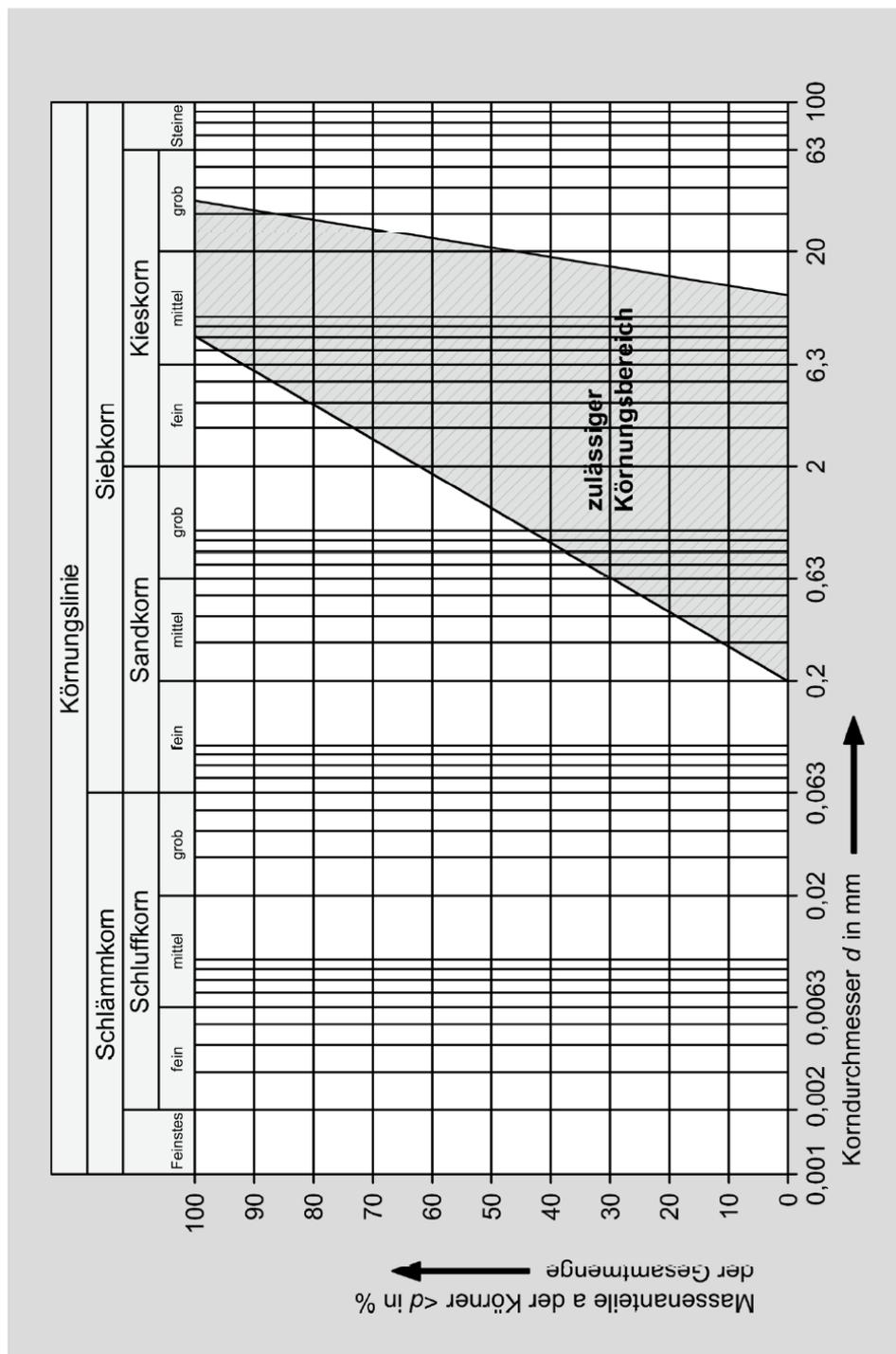


- ① Rohr auf dem Arbeitsplanum aufsetzen. Materialrohr und Vorratsbehälter erstmals mit Gesteinskörnung füllen, Suspension bis zum Austritt aus Suspensionsleitung anpumpen
- ② Rohr auf erforderliche Tiefe absenken. Verdichtung und Aufweitung des Säulenfußes durch Auf- und Abbewegung; Gesteinskörnung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

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

Herstellung RSVv-Säule

Anlage 3.3



elektronische Kopie der abZ des dibt: z-34.2-5

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

Sieblinie der Gesteinskörnung (RSVv-Säule)

Anlage 4