

Baugrundverbesserung mit Tiefenrüttler

11/2011



Warum Bodenverbesserung?

In der Planungsphase eines Bauvorhabens erfolgt in der Regel eine Untersuchung des künftigen Baugrundes durch einen Baugrundsachverständigen. Er beurteilt die Tragfähigkeit des Bodens und gibt Empfehlungen für mögliche Gründungsarten. Im Normalfall ist der Boden ausreichend tragfähig, ohne dass besondere Gründungsmaßnahmen erforderlich werden (siehe unten 1, in Abbildung 1).

Kommt der Baugrundsachverständige jedoch zu dem Schluss, dass der Baugrund nicht die erforderliche Tragfähigkeit besitzt, gibt es verschiedene Lösungsansätze, wie z. B. eine Baugrundverbesserung oder eine Tiefgründung (siehe 2 und 3, in Abbildung 1).

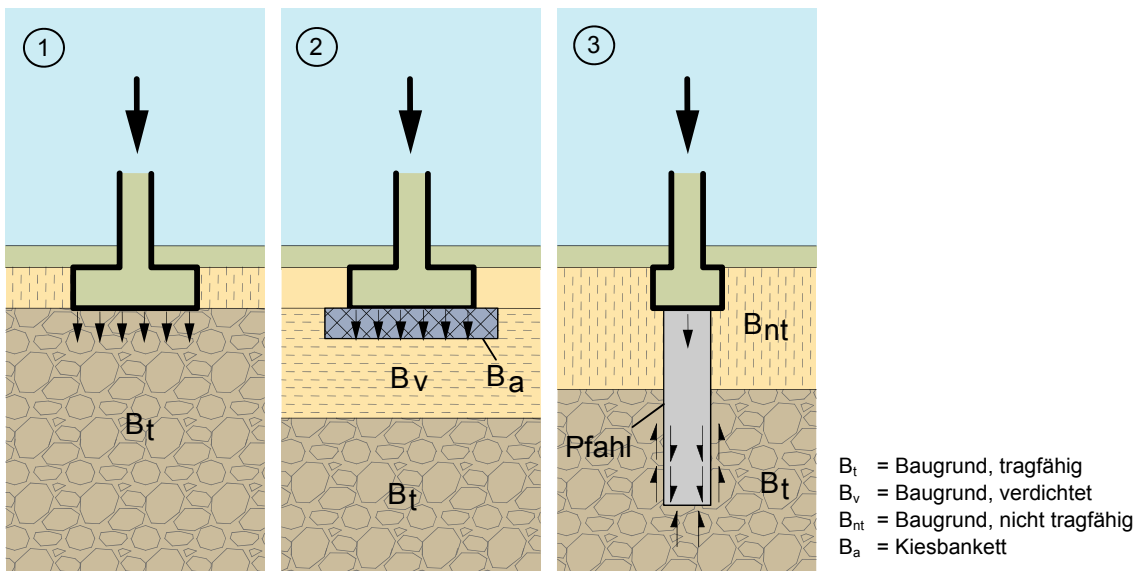


Abb. 1: unterschiedliche Baugrundverhältnisse und mögliche Gründungsmethoden

Eine Baugrundverbesserung stellt in vielen Fällen eine wirtschaftliche und schnelle Möglichkeit dar, die technischen Eigenschaften des Baugrunds zu verbessern.

Vorteile der Baugrundverbesserung:

- Kein Aushub, somit keine Umweltbelastung durch aufwendige Transporte und Deponierung bei kontaminierten Böden.
- Keine Grundwasserabsenkung, somit keine Genehmigungs- und Einleitungsprobleme sowie keine Gefährdung umliegender Bauwerke.
- Einfache Gründungsverhältnisse, analog zu natürlichen Böden mit ausreichender Tragfähigkeit.
- Anpassungsfähiges Verfahren.
- Umweltverträglichkeit. Es werden nur natürliche Stoffe eingebaut. (bei RSV und RDV)
- Bei ROB-Säulen geringere Einbindetiefe in den tragfähigen Baugrund im Vergleich zu Bohrpfählen.

Bei fachmännischer Betreuung der Arbeiten und bei Beachtung der Wechselwirkung zwischen Baugrund und Bauwerk kann man in nahezu allen natürlichen und künstlichen Böden – unter bestimmten Voraussetzungen – die erforderliche Tragfähigkeit erreichen.

Verfahren



Abb. 2: RDV mit Kran und TR 75



Abb. 3: RSV mit BF 12 und TR 17



Abb. 4: ROB mit BG 12 und TR 17

Rütteldruckverdichtung RDV

Anwendbar in nicht bindigen und schwach bindigen Böden wie Sand und Kies sowie auch in Schlackenhalden. Geeignet für hohe Belastung des verbesserten Baugrundes einschließlich dynamischer Beanspruchung, sehr setzungsarm. Besonders wirtschaftlich anwendbar in wassergesättigten Böden unterhalb des Grundwasserspiegels. (Abb. 2)

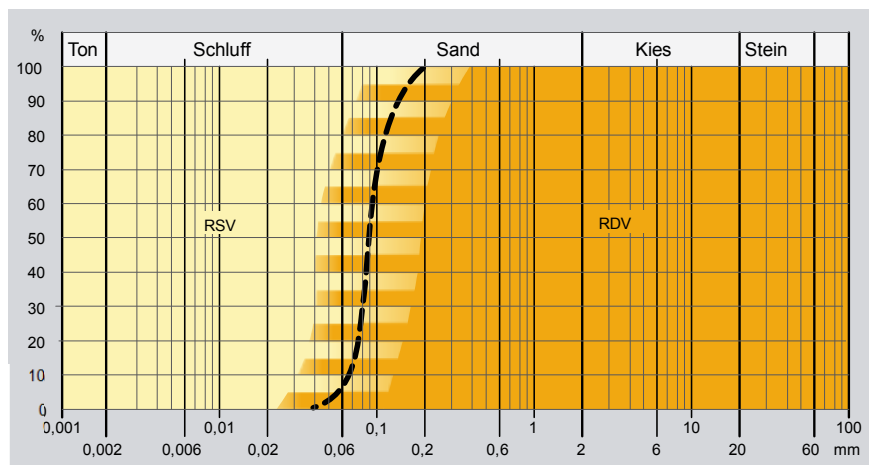
Rüttelstopfverdichtung RSV

Anwendbar in gemischtkörnigen oder bindigen Böden wie sandigem Schluff, bis hin zu feinkörnigen Böden mit Werten der undrainierten Scherfestigkeit von 20 bis 100 kN/m² unter Zugabe von Grobkorn. Geeignet für leichte bis mittelschwere Bauwerkslasten. (Abb. 3)

Rüttelortbetonsäulen ROB

Anwendbar bei weichen, auch organischen Deckschichten über tragfähigem Untergrund. Für leichte und mittelschwere Bauwerkslasten geeignet. Sehr setzungsarm. (Abb. 4)

Abb. 5:
Anwendungsbereich des
RDV- bzw. RSV-
Verfahrens



Rütteldruckverfahren (RDV)

Rollige oder schwach bindige Sedimente wie Kies und Sand gelten generell als guter, hochbelastbarer Baugrund. Dabei wird oft übersehen, dass gerade derartige Böden im natürlichen Zustand eine außerordentlich ungleichmäßige Lagerungsdichte besitzen. Durch die Belastung des Bodens mit einem Bauwerk, können ungleichmäßige Setzungen auftreten, die zu Schäden am Bauwerk führen.

Durch Anwendung der RDV-Technik lassen sich derartige Bodenschichten schnell und mit geringem Kostenaufwand in Böden mit optimalem Tragverhalten umwandeln. Die behandelten Bereiche werden homogenisiert und auf eine relative Lagerungsdichte von etwa 80 % gebracht. Dabei können Steifeziffern von 80 bis 150 MN/m², bei besonders günstigen Bodenparametern auch von 150 bis 200 MN/m² erreicht werden.

Mit dem Rütteldruckverfahren können die oberen 1 bis 2 m Boden nicht effektiv verdichtet werden. Diese Bereiche sollten mit einer Oberflächenverdichtung nachverdichtet oder abgetragen werden.

Was im Boden passiert

Bei der Rütteldruckverdichtung wird mit Hilfe von Schwingungen und einer Wasser- oder Luftspülung eine Umlagerung der Bodenkörner erreicht. Hierbei wird die Lagerungsdichte der Bodenkörner erhöht, was zu einer Volumenverringerng um ca. 8 bis 15 % führt. Hierdurch bildet sich rings um den Verdichtungspunkt ein Trichter aus, der mit Zugabematerial, meist Schotter oder Kies, verfüllt wird. Durch die dichtere Lagerung der Bodenkörner wird eine Setzung des Bodens vorweg genommen.

Das Gründungskonzept

Die Reichweite der Verdichtung um einen Verdichtungspunkt herum hängt stark von dem jeweilig vorhandenen Boden ab und beträgt zwischen ca. 2 und 4 m. Der gegenseitige Abstand der Verdichtungspunkte hängt von verschiedenen Faktoren ab (geforderte Lagerungsdichte, Kornverteilung, Schluffanteil, Leistung der Geräte usw.) Bei feinen Sanden ist ein geringerer Abstand erforderlich als bei groben Sanden oder Kies. Bei der Festlegung der Größe der zu verdichtenden Fläche muss berücksichtigt werden, dass der Boden seitlich des Bauwerks das Setzungsverhalten und die Standsicherheit beeinflusst. Unter Flächenlasten erfolgt die Anordnung der Verdichtungspunkte in Form von gleichseitigen Dreiecken, unter Einzel- und Streifenfundamenten werden die Verdichtungspunkte konzentriert. Unsere Erfahrungen erlauben für jedes Bauvorhaben zielgerichtete Bemessungen.

Bei mittleren und größeren Projekten empfiehlt sich die Durchführung von Probefeldern mit unterschiedlichen Rastermaßen, um die Anordnung der Verdichtungspunkte zu optimieren. Bei guter Verdichtung können große Lasten mit Flächenpressungen bis 800 kN/m² abgetragen werden.



Abb. 6: Zuführung von Zugabematerial mittels Radlader

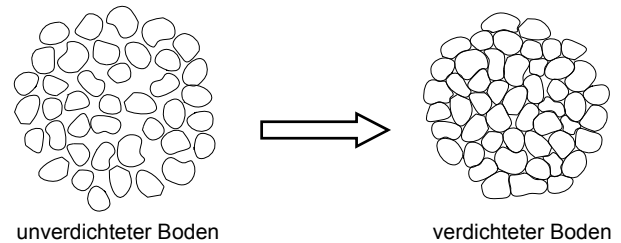


Abb. 7: Lagerungsdichte des Bodens



Abb. 8: Ausbildung eines Trichters beim Verdichten des Bodens mit einem Rüttler

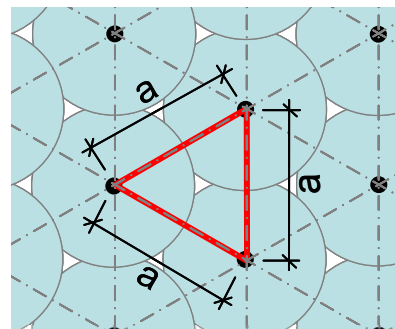


Abb. 9: Verdichtungs raster unter Flächenlasten

Arbeitsablauf

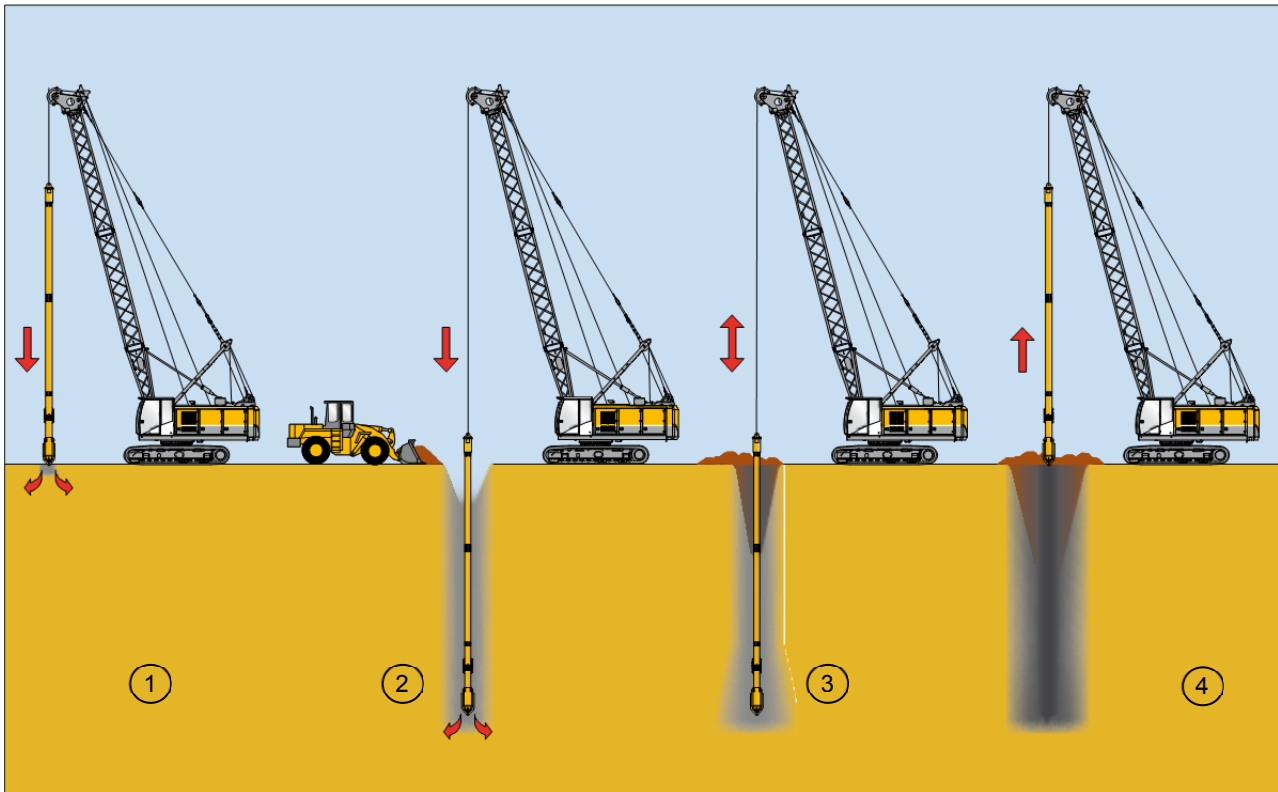


Abb. 10: Arbeitsschritte zur Herstellung einer RDV-Säule

- Schritt 1:** Der Rüttler wird auf den zu verdichtenden Boden aufgesetzt. Die Spülung (Wasser oder Luft) wird eingeschaltet und tritt an der Rüttlerspitze aus.
- Schritt 2:** Durch die Spülung und die Vibrationen wird der Boden "in Schwebelage" gebracht, so dass der Rüttler unter seinem Eigengewicht einsinkt.
- Schritt 3:** Der Rüttler hat die gewünschte Tiefe erreicht. Die Spülung wird gedrosselt. Der Boden wird durch die Vibration des Rüttlers in eine kompakte Lagerung gebracht. Es bildet sich an der Oberfläche ein Trichter aus, der mit Zugabematerial gefüllt wird.
- Schritt 4:** Durch langsames schrittweises Zurückziehen des Rüttlers entsteht eine verdichtete Zone von etwa 2,0 bis 4,0 m Durchmesser. Der Verdichtungserfolg ist durch den Anstieg des Öldruckes erkennbar. Der Ringraum sollte ständig mit Zugabematerial verfüllt werden.

Als Zugabematerial eignen sich:

- schlufffreier Wandkies oder Flusskies, schlufffreie Sand-Kies-Gemische.
- Kies oder Schotter, mit Körnern zwischen 2 und 250 mm.
- anstehender Boden, mit einem max. Schluffanteil von 6 %.

Der zu erwartende Verbrauch an Zugabematerial beträgt in der Regel 0,4 bis 0,8 t/m.

Die Länge des Tiefenrüttlers kann mit Aufsatzrohren den zu erreichenden Tiefen angepasst werden. Mit dem RDV-Verfahren wurden bereits Tiefen von über 50 m erreicht und erfolgreich verdichtet.

Als Spülmedium kann Wasser aus Gewässern oder anstehendes Grundwasser verwendet werden. Es eignet sich sowohl Süß- als auch Salzwasser.

Bei bestimmten Bodenverhältnissen hat sich auch eine Kombination aus Wasser- und Luftspülung bewährt.

Rüttelstopfverdichtung (RSV)

Bei kohäsiven Böden ist eine Kornumlagerung durch Schwingungsimpulse, wie bei der Rütteldruckverdichtung, nicht möglich. Bei diesen Böden kann durch eine Rüttelstopfverdichtung eine beträchtliche Erhöhung der Tragfähigkeit erreicht werden.

Bei der Rüttelstopfverdichtung wird mit Hilfe eines speziell für dieses Verfahren ausgerüsteten BAUER-Rüttlers eine Schotterssäule hergestellt. Mit Hilfe von Spülluft wird der Rüttler auf die gewünschte Tiefe in den Boden eingerüttelt. Der umgebende Boden wird dadurch verdrängt. Das Zugabematerial wird durch das Schotterrohr direkt bis zur Rüttlerspitze geleitet. Beim Ziehen des Rüttlers wird der entstehende Hohlraum unterhalb der Rüttlerspitze durch Zuführen von Kies oder Schotter verfüllt. Durch mehrmaliges Ziehen und Absenken des Rüttlers um einige Dezimeter wird das Zugabematerial verdichtet und in den umgebenden Boden hineingepresst. Mit diesem Verfahren lassen sich die mittleren Steifeziffern des Bodens auf das 2- bis 3-fache erhöhen. Rüttelstopfsäulen können zur Drainage von Bodenschichten genutzt werden. Durch das offene Korngefüge der Säulen können sehr schnell Porenwasserüberdrücke abgebaut werden. Diese Eigenschaft bringt besonders in Erdbebengebieten erhebliche Vorteile, da eine Verflüssigung des Bodens während eines Erdbebens verhindert werden kann. Gleichzeitig können horizontale Schwingungen durch die relativ hohe Flexibilität der Gründung gedämpft werden.

Was passiert im Boden?

Steigt der Schluff- oder Tonanteil im Boden über etwa 8 bis 10 %, so ist eine Bodenverbesserung durch Umlagerung nicht mehr möglich, da durch die Kohäsion der bindigen Anteile im Boden die Körner zusammengehalten werden. In diesem Fall muss durch den Rüttler ein Hohlraum geschaffen werden, der mit Kies oder Schotter verfüllt wird. Die Schotterssäulen besitzen eine deutlich höhere Scherfestigkeit und Steifigkeit als der umgebende Boden. Gleichzeitig stützt der umgebende Boden die Schotterssäulen, es entsteht somit eine Verbundtragwirkung.

Das Gründungskonzept

Zwischen den freigelegten Köpfen der hergestellten Schotterssäulen und der Fundamentunterkante empfiehlt sich der Einbau einer Lastverteilungsschicht. Diese sollte aus gut verdichtetem Mineralbeton oder gut abgestuftem Kies-Sand bestehen.

Wie bei der Rütteldruckverdichtung erfolgt die Anordnung der Verdichtungspunkte unter Flächenlasten in Form von gleichseitigen Dreiecken, unter Einzel- und Streifenlasten werden die Verdichtungspunkte konzentriert. Die Bemessung der Rüttelstopfsäulen erfolgt z. B. nach Priebe. Nach einer Bodenverbesserung kann für die Fundamentbemessung in der Regel von zulässigen Bodenpressungen zwischen ca. 150 und 300 kN/m² ausgegangen werden.

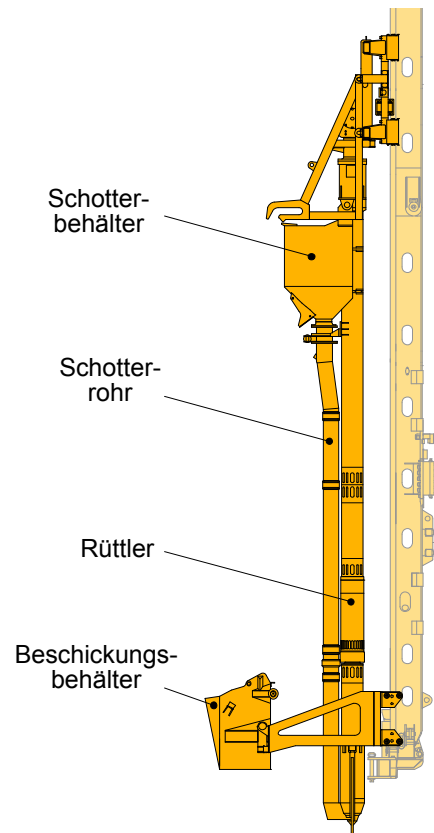


Abb. 11: Bestandteile eines Tiefenrüttlers BAUER TR 17 Schotterrüttler für RSV

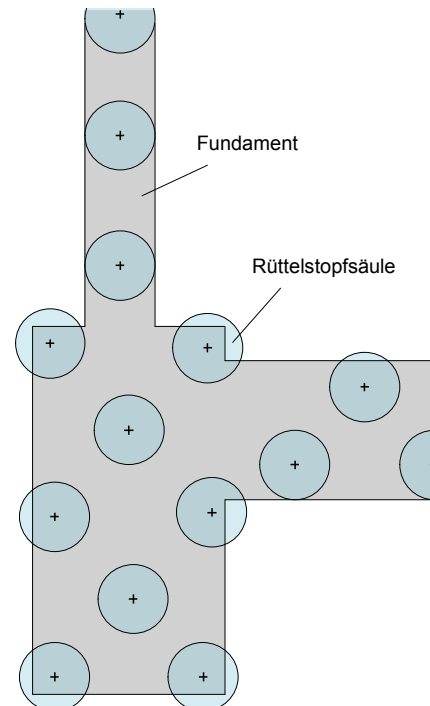


Abb. 12: Anordnung von Rüttelstopfsäulen unter Streifen- bzw. konzentrierten Einzellasten

Rüttelstopfverdichtung RSV

Arbeitsablauf Rüttelstopfverdichtung

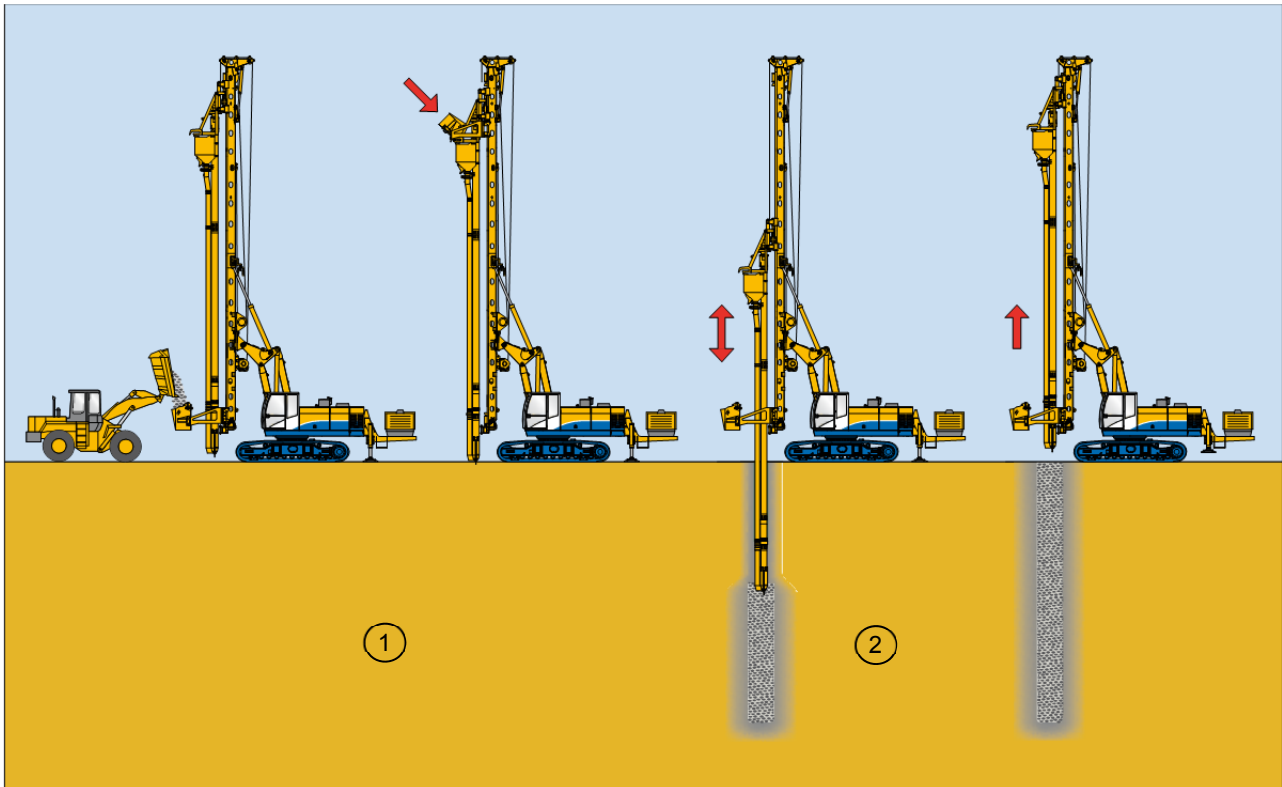


Abb. 13: Arbeitsschritte zur Herstellung einer RSV-Säule

Schritt 1: Rüttler auf das Arbeitsplanum aufsetzen. Schotterrohr und Vorratsbehälter mit Zugabematerial füllen. Spül-luft einschalten.

Schritt 2: Rüttler auf erforderliche Tiefe absenken. Rüttler ca. 0,5 m hochziehen; Zugabematerial tritt an der Spitze aus. Wiederabsenken des Rüttlers, dabei Verdichten des Zugabematerials. Diesen Vorgang wiederholen, bis entweder der Hydraulikdruck des Rüttlers bei ca. 270 bis 290 bar liegt, oder die entsprechende Materialmenge für den laut Statik erforderlichen Säulendurchmesser eingebaut ist.

Als Zugabematerial eignen sich Kiese oder Schotter der Körnungen 8-32 und 16-32, eingeschränkt auch 4-32. Dabei lässt sich gebrochenes Material grundsätzlich besser verdichten als rundes Material. Der zu erwartende Verbrauch an Zugabematerial beträgt in der Regel zwischen 0,6 und 1,0 t/m für Säulen mit einem Durchmesser von 0,6 bis 0,9 m.

Bei dicht gelagerten Deckschichten bzw. verdichteten Auffüllungen, die mit dem Tiefenrüttler nicht oder nur sehr schwer zu durchfahren sind, empfiehlt es sich, den oberen Bereich mit einem Bagger aufzulockern. Gegebenenfalls muss mit einer Schnecke vorgebohrt werden.

- BAUER TR 17 S: Schneckendurchmesser 550 mm
- BAUER TR 75 S: Schneckendurchmesser 900 mm

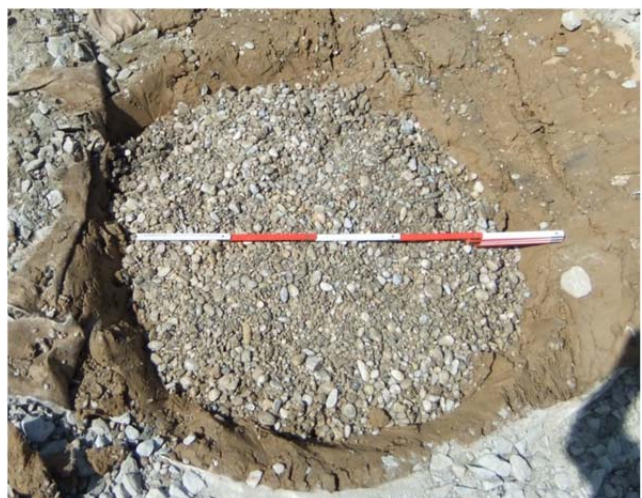


Abb. 14: freigelegter "Kopf" einer Rüttel-Stopf-Säule (RSV)

Rüttelortbetonsäulen (ROB)

Rüttelortbetonsäulen stellen eine Weiterentwicklung der Rüttelstopfsäulen dar. Sie eignen sich besonders für Böden mit einer undrainierten Scherfestigkeit ab 15 kN/m^2 . Zwischenschichten mit c_u -Werten von 8 bis 15 kN/m^2 sind bis zu 1 m Stärke zulässig.

Die ROB-Methode ist effizient und wirtschaftlich in überwiegend bindigen - auch organischen Böden mit besonders geringer Tragfähigkeit. Durch Verwendung von hochwertigem Pumpbeton hat die ROB-Säule eine hohe innere Festigkeit, weitgehend unabhängig vom umgebenden Boden.

Rüttelortbeton- (ROB) Säulen werden nach DIN 1054 als unbewehrte Pfähle zur Übertragung von Bauwerklasten in den tieferen Untergrund eingeordnet.

Auf Grund des relativ weichen Bodens sollte die Herstellung von ROB-Säulen zweckmäßigerweise von einem befestigten Arbeitsplanum aus erfolgen. Das Arbeitsplanum sollte etwa auf Höhe der geplanten Fundamentunterkanten liegen. Es sollte etwa 30 cm Schichtdicke erhalten und durch ein Geovlies vom anstehenden Boden getrennt werden.

Eine bauaufsichtliche Zulassung durch das Institut für Bautechnik in Berlin ist vorhanden.

Was passiert im Boden?

Bei der Herstellung der Rüttelortbetonsäulen wird der nicht ausreichend tragfähige Boden nur unwesentlich verdichtet. Jedoch kann die Aufstandsebene der Säulen durch die eingebrachte Rüttlerenergie deutlich verdichtet bzw. verbessert werden und somit die Tragfähigkeit erhöht werden. In solchen Fällen kann das ROB-Verfahren infolge des sehr günstigen Last-Setzungsverhaltens besonders wirtschaftlich sein (siehe Abb. 18, Seite 9).

Das Gründungskonzept

Die Anordnung der Betonrüttelsäulen erfolgt meist in Gruppen. Der Schaftdurchmesser der ROB-Säulen liegt in der Regel zwischen 40 und 60 cm . In Abhängigkeit von den anstehenden Bodenverhältnissen kann eine Rüttelortbetonsäule mit 400 bis 1.000 kN belastet werden. ROB-Säulen sind zur Abtragung von Vertikallasten vorgesehen. Momente können über Säulenpaare aufgenommen werden. Dabei muss die Zugkraft aus dem Moment durch die Vertikallast überdrückt werden. Geringe Horizontallasten bis $H/V \leq 3 \%$ können ohne weiteren Nachweis abgetragen werden. Bei höheren H-Lasten können die ROB-Säulen auch mit Bewehrung ausgeführt werden. Die Bewehrung wird nach dem Betoniervorgang in den Frischbeton eingestellt.



Abb. 15: BAUER BF 12 beim Herstellen von ROB-Säulen



Abb. 16: freigelegte ROB-Säule

Rüttelortbetonsäulen (ROB)

Arbeitsablauf Rüttelortbetonverfahren

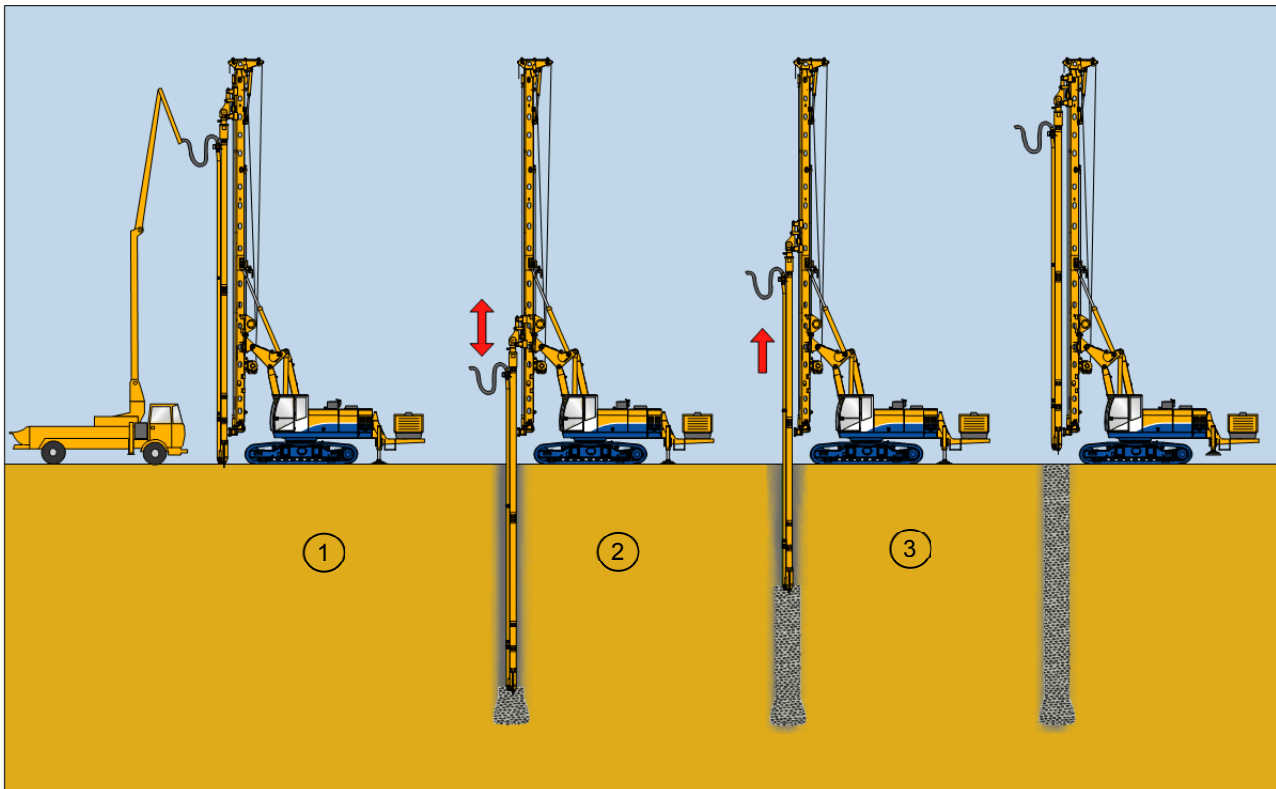


Abb. 17: Arbeitsschritte zur Herstellung einer ROB-Säule

Schritt 1: Aufsetzen des Rüttlers und Füllen des Betonierrohres mit Beton.

Schritt 2: Absenken des Rüttlers bis auf Zieltiefe; Betonieren mittels Betonpumpe, Verdichten und Aufweiten des Säulenfußes durch Auf- und Abbewegen des Rüttlers im Fußbereich.

Schritt 3: Kontinuierliches Ziehen und Betonieren des Schaftes bei konstantem Betondruck.

Für die Herstellung von ROB-Säulen werden zumeist pumpfähige Betone mit einer Konsistenz zwischen KR bis KF und der Festigkeitsklasse C20/25 verwendet. Der zu erwartende Betonverbrauch beträgt in der Regel ca. 0,25 m³/m.

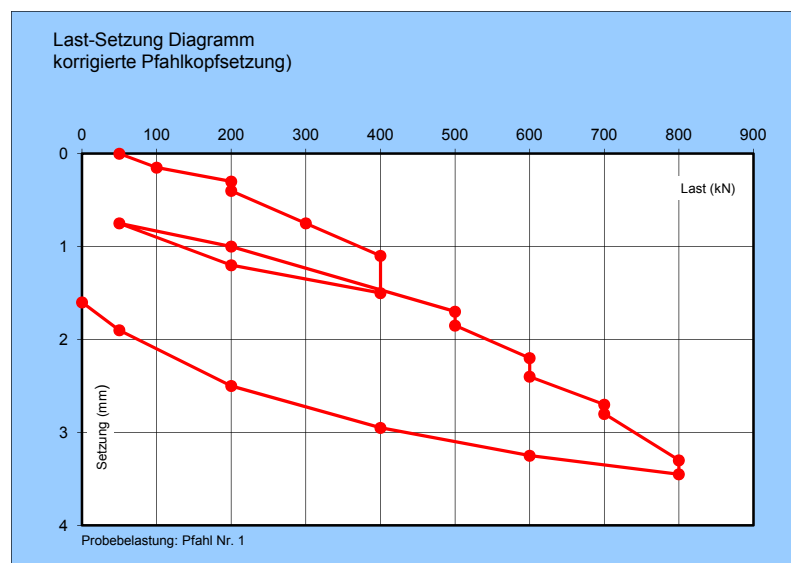
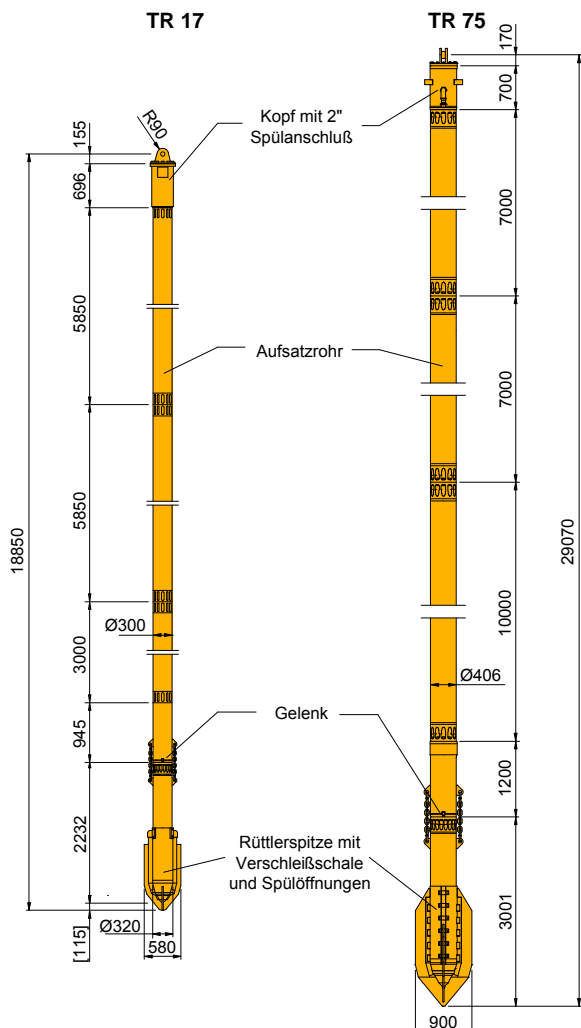


Abb. 18: Last-Setzungs-Diagramm einer ROB-Säule

Tiefenrüttler

Tab. 1: Technische Daten BAUER Tiefenrüttler

Rüttler Typ		TR 17	TR 75
Schlagkraft	kN	193	313
Exzentermoment	Nm	17	75
Amplitude an der Rüttlerspitze	mm	± 6,0	± 10,5
Drehzahl / Frequenz	U/min bzw. Hz	0 bis 3.215 / 0 bis 53	0 bis 1.950 / 0 bis 32
abgegebene Leistung	kW	96	224
Gesamtgewicht mit Verlängerungsrohr	kg	4.700 (bei 18,3 m)	8.700 (bei 29 m)
Eindringtiefe	m	bis 25,0	bis 45,0
Spülung mit Wasser	m³/h	ca. 60	ca. 90 – 120
Spülung mit Luft	m³/min	ca. 10	ca. 18 – 20



Die Schwingungsenergie der Tiefenrüttler wird durch einen Hydraulikmotor und einer Unwucht in der Rüttlerspitze erzeugt. Bei der Verwendung der Tiefenrüttler an hierzu ausgelegten BAUER Trägergeräten kann die notwendige Hydraulikleistung durch die Trägergeräte bereitgestellt werden. Bei der Verwendung der BAUER Tiefenrüttler an einem hierzu nicht ausgelegtem Trägergerät kann die notwendige Hydraulikleistung durch separate Hydraulikaggregate erzeugt werden.

Die Länge der Tiefenrüttler kann über Aufsatzrohre den jeweiligen Baustellengegebenheiten angepasst werden.

Tab.2: externes Hydraulikaggregat zum Betreiben des BAUER Tiefenrüttlers TR 75

Typ		HD 460
* Rüttler		TR 75
Leistung	kW	260
Hydraulikdruck (max.)	bar	330
Ölmenge	l/min	460

* für TR 17 externes Hydraulikaggregat auf Anfrage

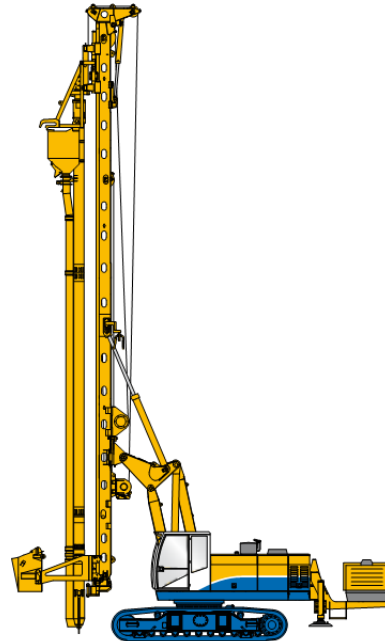
Abb. 19: BAUER TR 17 und TR 75, in der Ausführung: Rütteldruckverdichtung (RDV), freihängend

Geräte

Geräteträger BF

Tab. 3: Technische Daten BAUER BF 12

Trägergerät	BF 12
Rüttler	TR 17
Einfahrtiefe max.	12,5 m
Motorleistung	205 kW
Vorschub max.	100 kN
Zugkraft	260 kN
Gesamthöhe	19,2 m
Einsatzgewicht	58 t
Kompressor	Atlas Copco XAHS 186
Leistung	104 kW
Liefermenge (nach ISO 1217)	10,5 m ³ /min
Förderdruck	12 bar
Verfahren	Rüttelstopfverdichtung (RSV) Rüttelortbetonverfahren (ROB)

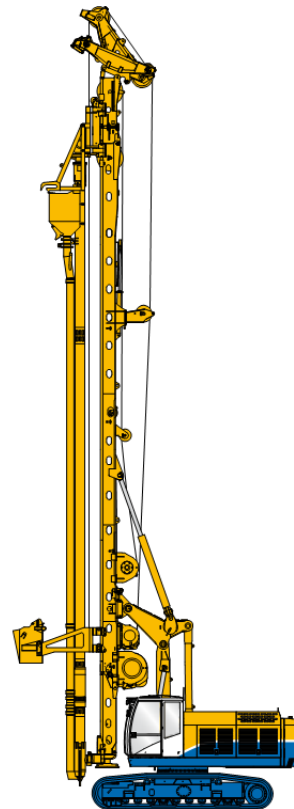


Geräteträger BG

Tab. 4: : Technische Daten diverser BAUER BG's

Trägergerät	BG 18 – BG 40
Rüttler	TR 17 – TR 75
Einfahrtiefe max.	11 m – 18 m
Motorleistung	153 – 433 kW
Vorschub max.	100 – 110 kN
Zugkraft	140 – 460 kN
Gesamthöhe	19 – 27 m
Einsatzgewicht	54 – 142 t
Kompressor	
Leistung*	104 – 186 kW
Liefermenge	10 – 20 m ³ /min
Förderdruck	10 – 12 bar
Verfahren	Rüttelstopfverdichtung (RSV) Rüttelortbetonverfahren (ROB)

* empfohlene Kompressorleistung



Geräte

Geräteträger MC

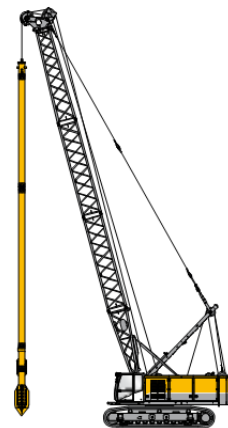
Tab. 5: Technische Daten MC 32

Trägergerät	MC 32
Rüttler	TR 17
Einfahrtiefe max.	16 m
bei Auslegerlänge	22 m
Motorleistung	201 kW
Zugkraft	siehe Traglasttabelle*
Einsatzgewicht	ca. 52 t
Wasserpumpe Liefermenge Förderdruck	ca. (800 – 1.200 l/min) ca. (7,5 – 20 bar)
Verfahren	Rütteldruckverdichtung (RDV)



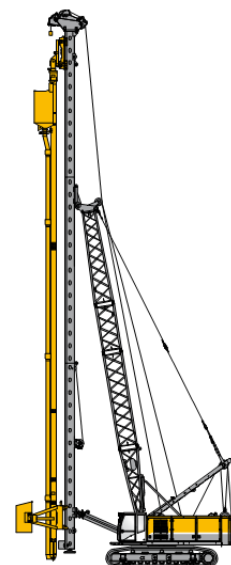
Tab. 6: Technische Daten MC 64

Trägergerät	MC 64
Rüttler	TR 75
Einfahrtiefe max.	27 m
bei Auslegerlänge	33 m
Motorleistung	455 kW
Zugkraft	siehe Traglasttabelle**
Einsatzgewicht	ca. 95 t
Wasserpumpe Liefermenge Förderdruck	ca. (800 – 1.200 l/min) ca. (7,5 – 20 bar)
Verfahren	Rütteldruckverdichtung (RDV)



Tab. 7: Technische Daten MC 64 mit BL 35

Trägergerät	MC 64 mit BL 35
Rüttler	TR 75
Einfahrtiefe max.	25 m
Motorleistung	455 kW
Vorschub max.	100 kN
Zugkraft	500 kN
Gesamthöhe	34,2 m
Einsatzgewicht	ca. 135 t
Kompressor Leistung Liefermenge (ISO 1217) Förderdruck	e. g. Atlas Copco XH AS 347 186 kW 20,5 m³/min 12 bar
Verfahren	Rüttelstopfverdichtung (RSV)



* siehe MC 32 Prospekt ** siehe MC 64 Prospekt

Zusatzgeräte

Empfohlene Zusatzgeräte zur Gewährleistung eines effizienten Arbeitsablaufes:

Rütteldruckverdichtung (RDV)

- Radlader, Fassungsvermögen der Schaufel ca. 2 bis 3 m³.
- Wasserpumpe zur Förderung des Spülwassers, Förderleistung ca. 50 bis 90 m³/h.
- Schläuche zum Wassertransport mit Ventil zur Regulierung der Fördermenge.

Rüttelstopfverdichtung (RSV)

- Radlader mit Seitenkippschaufel, Schaufelinhalt ca. 0,8 bis 1,0 m³. (siehe Abb. 20)
- Luftkompressor, Förderleistung ca. 10 bis 20 m³/min; ca. 12 bar Arbeitsdruck

Rüttelortbetonverfahren (ROB)

- Betonpumpe mit Ausleger 32 bis 36 m.
- Hilfsbagger zur Beseitigung von Auswurfmaterial bzw. Überbeton, sowie zum Einbau von Bewehrungskörben.



Abb. 20: Radlader mit Seitenkippschaufel

B-Tronic und B-Report

Während der Herstellung erfolgt die Kontrolle der Herstellparameter am B-Tronic-Monitor des Gerätefahrers (siehe Abb. 21). Zusätzlich erfolgt durch die B-Tronic eine elektronische Datenerfassung zur Protokollierung der relevanten Produktionsdaten.

Die im Allgemeinen relevanten Produktionsdaten sind:

- Die Herstellzeit.
- Die erreichte Versenktiefe ab Arbeitsebene, unter Berücksichtigung eventueller Leerbohrungen.
- Die jeweilige Schrittlänge des Verdichtungsvorganges (bei RDV und RSV)
- Betondruck. (bei ROB)
- Die Energieaufnahme (Hydraulikdruck) des Rüttlers.

Zusätzlich zu den, durch die elektronische Datenerfassung gespeicherten Werten, sollte der Verbrauch des Zugabematerials z. B. an Hand der Lieferscheine kontrolliert werden.

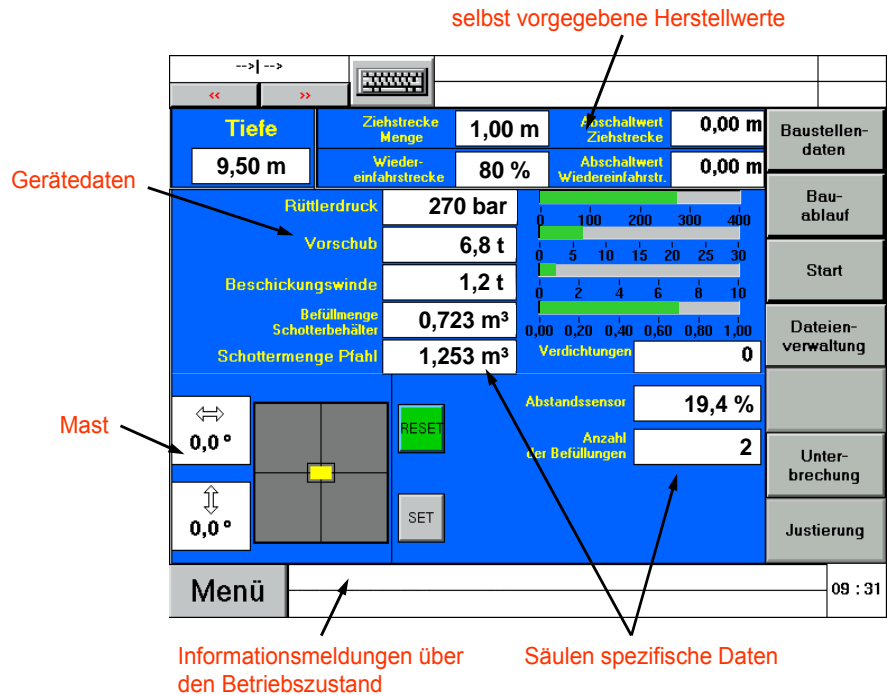


Abb. 21: Arbeitsbildschirm der B-Tronic

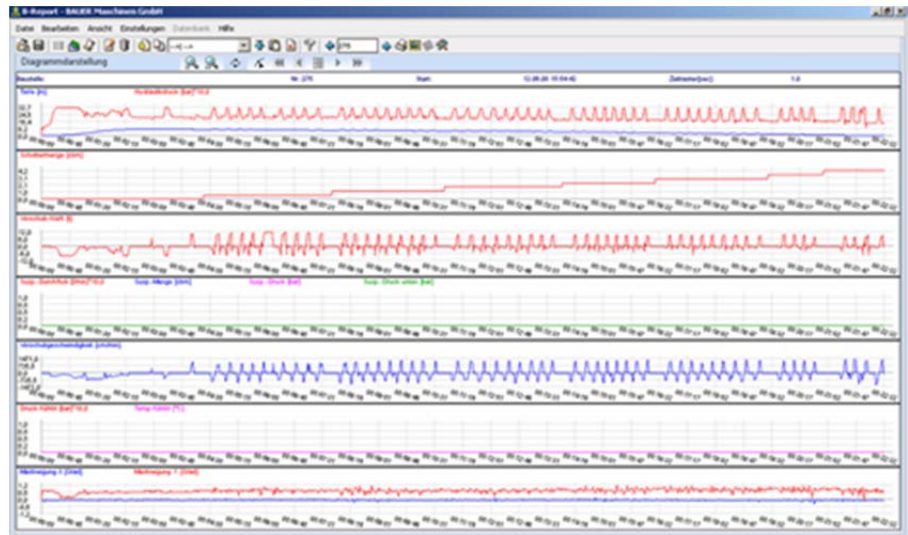


Abb. 22: Screenshot B-Report, Darstellung der Daten in Zeitdiagrammen

Erst bei Erreichen eines festgelegten Hydraulikdruckes ist die Verdichtung der jeweiligen Bodenschicht abgeschlossen. Bei der Rüttelstopfverdichtung kann als Kriterium einer ausreichenden Bodenverbesserung die eingebaute Schottermenge oder analog zur Rütteldruckverdichtung der Hydraulikdruck des Tiefenrüttlers herangezogen werden.

Qualitätssicherung

Qualitätskontrolle

Bei der Rütteldruckverdichtung und der Rüttelstopfverdichtung kann nach Abschluss der Bodenverbesserung die Lagerungsdichte durch Ramm- oder Drucksondierungen bzw. Plattendruckversuche ermittelt werden. Bei Rüttelortbetonsäulen wird die Belastbarkeit meist durch Probelastungen einzelner Säulen kontrolliert.



Abb. 23: Vorrichtung zum Prüfen einer ROB-Säule

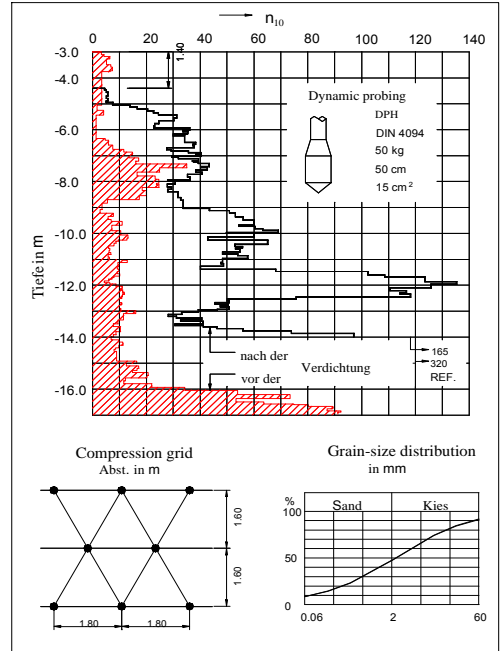


Abb. 24: Ergebnisse einer Rammsondierung (DPH) vor bzw. nach einer Rüttel-Druck-Verdichtung

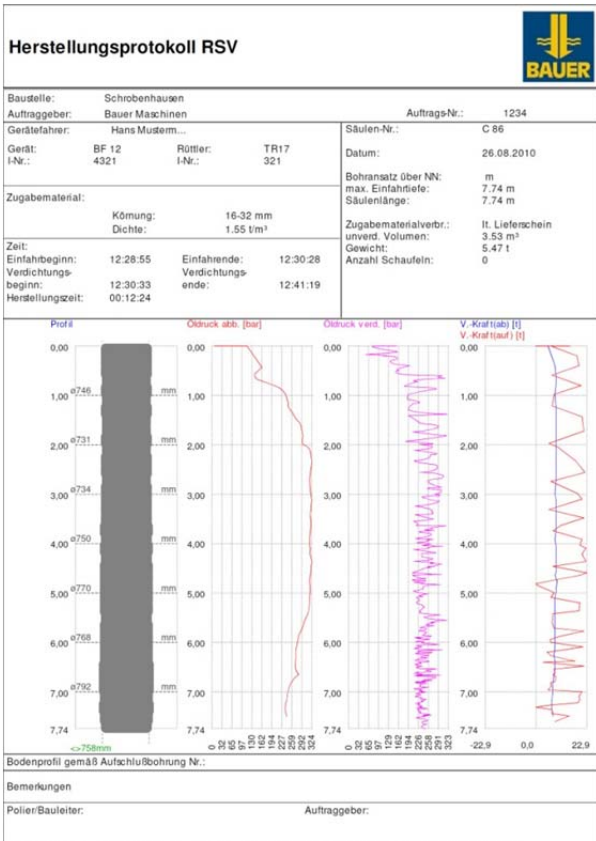


Abb. 25: Protokoll einer RSV-Säule, Darstellung als Tiefendiagramm

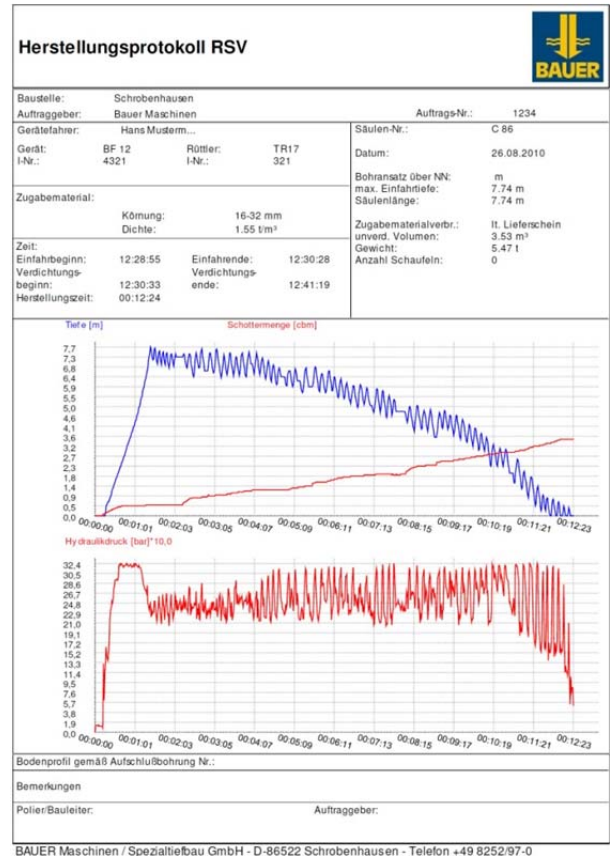


Abb. 26: Protokoll einer RSV-Säule, Darstellung als Zeitdiagramm



BAUER Maschinen GmbH
BAUER-Straße 1
D-86529 Schrobenhausen
Tel. +49 (0)8252/97-0
Fax +49 (0)8252/97-1135
e-mail: BMA@bauer.de
www.bauer.de

Konstruktionsentwicklungen und Prozessverbesserungen können Aktualisierungen und Änderungen von Spezifikation und Materialien ohne vorherige Ankündigung oder Haftung erforderlich machen. Die Abbildungen enthalten möglicherweise optionale Ausstattung und zeigen nicht alle möglichen Konfigurationen. Diese Angaben und die technischen Daten haben ausschließlich Informationscharakter. Irrtum und Druckfehler vorbehalten.