

Kostenreduktion durch Innovation.



VARIOCONTROL



„Wir sind die Experten in der flächendeckenden Verdichtungstechnik. Und wir forschen weiter. Denn wenn wir aufhören, besser werden zu wollen, hören wir auf die Besten zu sein.“

Robert Laux
Geschäftsleiter Technik.





B für BOMAG – B für Beste Verdichtung.

Wie wäre es, wenn ein intelligentes System nicht nur die Effizienz Ihrer Verdichtungsarbeit verbessert, Energie und Zeit spart, den Prüfaufwand verringert, das Verdichtungsergebnis flächendeckend dokumentiert sondern auch noch die Vielseitigkeit Ihres Walzenzuges erhöht? Genau das kann BOMAG VARIOCENTROL, im Einsatz auf allen Arten von Baustellen bewährt.

Es sind Systemlösungen wie VARIOCENTROL, die BOMAG zum weltweit führenden Anbieter in der Verdichtungstechnik und flächendeckenden dynamischen Verdichtungskontrolle machen.

Steigende Qualitätsanforderungen, immer höherer Kostendruck und steigende Rohstoffpreise stellen Unternehmen vor immer größere Herausforderungen. Will der Bauunternehmer sicher gehen,

dass später keine teuren Reparaturmaßnahmen anfallen, so treibt er mit herkömmlichen Verdichtungsmaschinen oft einen Mehraufwand, der seine Kosten erhöht. Dies vermindert seinen Gewinn und seine Wettbewerbsfähigkeit bei der Ausschreibung von Aufträgen. Zudem verbleibt ein hohes Risiko bei der Bauausführung.

Die Lösung: Das intelligente System BOMAG VARIOCENTROL für Walzenzüge.

Inhalt:

Innovation. Immer die optimale Verdichtungsleistung.	4
Effizienz. BOMAG Präzision. Wie funktioniert BOMAG VARIOCENTROL im Detail? ..	6
Technik. Alles im Blick: Die Messtechnik.	8
Wirtschaftlichkeit. Berechnung der Baumaßnahmen.	10



Immer die optimale Verdichtungsleistung.

BOMAG VARIOCONTROL steht für die automatische Anpassung der Verdichtungsenergie von BOMAG Walzenzügen an den jeweiligen Verdichtungszustand des Bodens. In Bruchteilen von Sekunden wird die Steifigkeit des Bodens unter der Bandage gemessen. Aus diesem Messwert wird errechnet, welche Energie für eine optimale Verdichtung in den Boden eingeleitet werden muss.



BOMAG Walzenzüge mit BVC – gleichermaßen geeignet für den innerstädtischen Bereich wie für schwerste Einsätze auf felsigem Untergrund.

Ebenso schnell wird die Verdichtungsenergie automatisch und stufenlos den Erfordernissen angepasst. Das gilt für alle Materialien im Erd- und Felsbau. Die Anpassung der Verdichtungsenergie wird durch ein spezielles Erregersystem möglich, das die Schwingungsrichtung der Bandage verändert. Das Spektrum reicht von der rein horizontalen Schwingung zur schonenden Oberflächenverdichtung bis hin zur senkrechten Schwingung für maximale Tiefenwirkung.

Bedient wird VARIOCONTROL über ein Display. Hier stellt der Fahrer den gewünschten Zielwert für die zu erreichende Verdichtung ein, den das System automatisch regelt. Während des Betriebs wird deutlich angezeigt, wann keine weiteren Übergänge mehr nötig sind. So wird vermieden, dass der Boden überverdichtet wird oder ein unerwünschtes Springen der Walze auftritt.



Das Resultat:

- ◆ Höhere Verdichtungsleistung (m³/h)
- ◆ Größere Tiefenwirkung
- ◆ Gleichmäßige Verdichtung
- ◆ Frühzeitiges Erkennen von Schwachstellen
- ◆ Bessere Oberfläche
- ◆ Vermeidung von Überverdichtung
- ◆ Minimierung von unerwünschten Erschütterungen
- ◆ Reduzierung der erforderlichen Überfahrten



BOMAG Walzenzüge – vielseitig einsetzbar durch BOMAG VARIOCENTROL.

BOMAG bietet Modelle mit VARIOCENTROL in vier Gewichtsklassen an:

- ◆ BW 177 BVC (7,3 t)
- ◆ BW 213 DH BVC (14,6 t)
- ◆ BW 226 DI BVC (26 t)
- ◆ BW 332 DI BVC (32 t)

Durch die stufenlos verstellbare, gerichtete Schwingung entsteht eine variable Amplitude. So kann ein und derselbe Walzenzug für verschiedenste Verdichtungsaufgaben eingesetzt werden. Wird die Vibration in horizontaler Richtung betrieben, so ist ein Einsatz innerorts oder in der Nähe von Bauwerken selbst mit schweren Walzen möglich. Mit VARIOCENTROL kann die Amplitude genau den Erfordernissen der Umgebung angepasst werden. So wird die Umgebung von unerwünschten Erschütterungen verschont und gleichzeitig keine Verdichtungsleistung verschenkt. Wird die Amplitude auf das Maximum erhöht, so erfüllt der Walzenzug nicht nur die Anforderungen seiner Gewichtsklasse, sondern deckt auch die Anwendungen schwererer Maschinen ab.

So erreicht z. B. die BW 213 DH-4 BVC durch gerichtete Schwingung einen Amplituden-Wert von 2,5 mm. Das sind 25% mehr als vergleichbare Standard-Walzen mit Kreiserreger erreichen können. Mit VARIOCENTROL können deutlich höhere Schüttlagen verdichtet oder – bei unveränderter Lagenstärke – Überfahrten eingespart werden.

Und das kann VARIOCENTROL auch noch ...
Jeder Walzenfahrer kennt das Problem: Je nach Bodenart und Fahrtrichtung wird das Material vor

der Walze hergeschoben. Mit VARIOCENTROL wird automatisch die Vibrationsrichtung an die Fahrtrichtung angepasst. Dadurch wird das Material immer unter die Bandage gezogen. So wird auch die Traktion der Maschine verbessert. Bei Stillstand wird automatisch die minimale Amplitude eingestellt. Ein Eingraben der Walze wird verhindert.



BW 332 DI BVC.



BW 213 DH BVC.



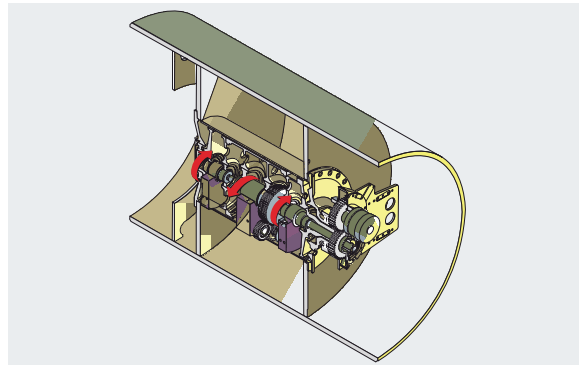
BW 226 DI BVC mit Polygonbandage.

BOMAG Präzision: Wie funktioniert BOMAG VARIOCONTROL im Detail?

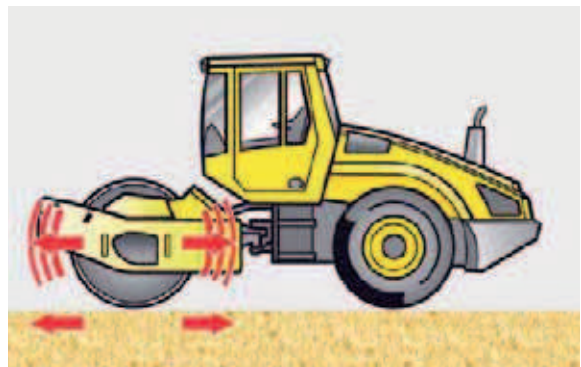
Nur BOMAG kann Vibration mittels gerichteter Schwingung durch das VARIO Erregersystem in der Bandage erzeugen. Das Erregersystem besteht aus gegenläufig rotierenden Unwuchtgewichten.

Durch die gegenläufige Drehung überlagern sich die einzelnen Zentrifugalkräfte so, dass die daraus resultierende Kraft nur in einer Ebene wirkt. Somit entsteht eine gerichtete Schwingung. Durch Schwenken der gesamten Erregereinheit wird die Wirkrichtung dieser Schwingung verändert. So kann die Bandage vertikal, horizontal oder in beliebigem Winkel dazwischen vibrieren. Diese Änderung der Schwingungsrichtung ist gleichbedeutend mit einer Änderung der wirksamen vertikalen Amplitude und somit der in den Boden eingeleiteten Verdichtungsenergie.

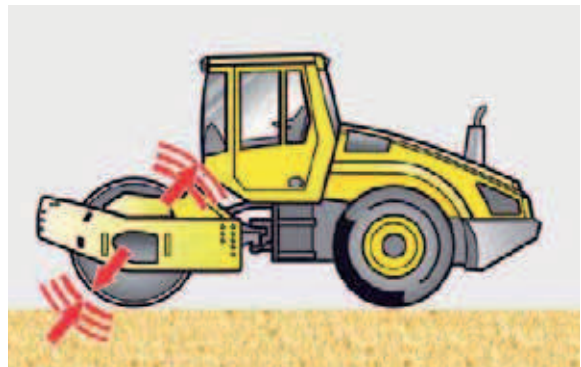
Um die optimale Amplitude bestimmen zu können, messen zwei Beschleunigungsaufnehmer permanent die Bewegung der Bandage im Boden. Aus diesem Signal wird die dynamische Bodensteifigkeit „ E_{VIB} “ in MN/m^2 errechnet. Nimmt die dynamische Bodensteifigkeit – oder anders gesagt: der Verdichtungsgrad – des Bodens zu, so steigt die Bodenkontaktkraft. Die Bewegung der Bandage ändert sich, was die Sensoren erkennen. Anhand dieser Messwerte wird die optimale Amplitude in Bruchteilen einer Sekunde errechnet und vom System eingestellt.



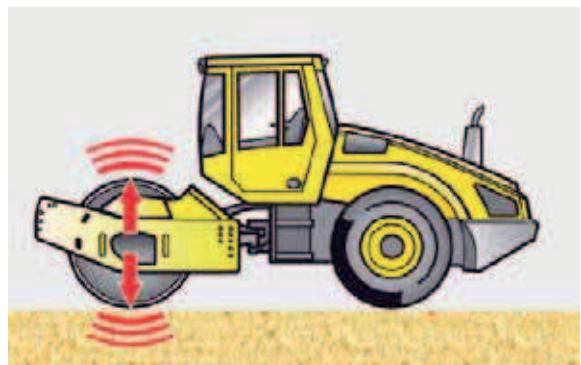
BVC-Richtschwinger.



Horizontale Wirkrichtung = minimale Verdichtungsenergie = Oberflächenverdichtung.



Winkelposition = angepaßte Verdichtungsenergie.



Vertikale Wirkrichtung = maximale Verdichtungsenergie = Tiefenverdichtung.



Für alle Fälle gerüstet: Automatik- und Manuell-Funktion.

Automatisch besser verdichten:

Die Automatikfunktion

In der Automatikfunktion von VARIOCENTROL wählt der Fahrer einen Zielwert E_{VIB} in MN/m^2 . E_{VIB} steht in direktem Zusammenhang mit den Größen EV_1 und EV_2 des Lastplattendruckversuchs. Die Automatik vergleicht permanent die aktuell gemessenen Werte mit dem gewählten Zielwert. Ist die Abweichung groß, wird das Erregersystem automatisch auf eine große Amplitude gestellt. Gerade am Anfang der Verdichtung werden so ein schneller Verdichtungsfortschritt und höchste Effizienz erzielt. Nähern sich die gemessenen Werte dem Zielwert, wird die Amplitude zurück geregelt. Das Resultat ist eine äußerst gleichmäßige Verdichtung über die gesamte Fläche, selbst wenn die Ausgangsbedingungen unterschiedlich sind. Durch die Automatik wird zudem eine Überverdichtung vermieden, die zur Auflockerung der Oberfläche und Zerstörung des Bodengefüges führen kann. Beim Erreichen des Zielwertes oder wenn keine Verdichtungszunahme mehr möglich ist, erhält der Fahrer eine klare Anzeige im Display. Unnötige Überfahrten finden erst gar nicht statt.

Manuell gezielt verdichten:

Die Manuell-Funktion

In der Manuell-Funktion von VARIOCENTROL gibt der Fahrer eine feste Amplitude vor. Sechs Stufen von 0 bis Maximum stehen zur Auswahl. In der Manuell-Funktion bleibt die Amplitude konstant auf dem gewählten Wert, eine Regelung nach gemessenem E_{VIB} -Wert findet nicht statt. Diese Betriebsart wird z. B. gewählt, wenn die Schwingungsbelastung der Umgebung begrenzt werden soll. Bei Arbeiten im innerstädtischen Bereich oder auf im Untergrund verlegten Rohren können Erschütterungen zu Schäden führen. Mit herkömmlichen Walzen kann oft nur

statisch verdichtet werden. BOMAG VARIOCENTROL hingegen ermöglicht optimale Verdichtung bei minimaler Erschütterung der Umgebung.

Die Amplitudenbegrenzung

Im Automatikmodus kann die maximal mögliche Amplitude begrenzt werden. Diese Funktion ist besonders dann hilfreich, wenn auf dünnen Schichten (z. B. Frostschutzschichten) gearbeitet wird. So wird nur in der gewünschten Tiefe verdichtet und ein gleichmäßiges Ergebnis erzielt.



Eine klare Anzeige im Display (Design BW 177 BVC abweichend) zeigt dem Fahrer, wann der Boden optimal verdichtet ist.

Alles im Blick: Die Messtechnik.

Mit dem Messwert E_{VIB} in MN/m² erhält der Anwender erstmals einen aussagekräftigen Wert, der unabhängig von der verwendeten Walze und anderen Einflüssen ist.

Flächendeckende Verdichtungskontrolle: Die Dokumentation

BTM prof

Serienmäßig in allen VARIOCONTROL Walzenzügen ist das Messsystem BOMAG TERRAMETER BTM prof. Zu BTM prof gehören die Anzeige des aktuellen E_{VIB} -Wertes im Display und ein Drucker. Die Anzeige im Display erfolgt als Zahlenwert und als Balkendiagramm. Mit dem Drucker kann der Verlauf des E_{VIB} -Wertes bahnweise dokumentiert werden. Schwachstellen werden so frühzeitig erkannt.

Die komfortable Lösung: BCM 05

Eine äußerst komfortable Dokumentation der Messwerte ermöglicht das optionale BOMAG COMPACTION MANAGEMENT BCM 05. BCM 05 ist ein baustellengerechter Tablet-PC, in dem die E_{VIB} -Werte gespeichert werden.



Wirklich alles im Blick und im Griff - BOMAG Messtechnik, einfach zu bedienen und zentral zu steuern.

Das Hantieren mit Ausdrucken kann entfallen. Die gesamte zu verdichtende Fläche wird auf dem PC dargestellt. Mit Liniendiagrammen und Farbintervallen werden die gemessenen E_{VIB} -Werte angezeigt. Die Farbintervalle sind frei wählbar, so dass schon während der Arbeit Verdichtungsfortschritt und Schwachstellen leicht erkannt werden können. Mit einem USB-Stick können die Daten auf einen stationären PC übertragen werden und dort mit Hilfe der Software BCM 05 office analysiert und dokumentiert werden. Außer E_{VIB} werden dokumentiert:

- ◆ Dokumentation der Übergangszahl
- ◆ Dokumentation der Amplitude
- ◆ Dokumentation der Frequenz und Arbeitsgeschwindigkeit

Technologischer Fortschritt – Einfache Bedienung

So vielfältig die Möglichkeiten von BOMAG VARIOCONTROL sind, so einfach ist seine Bedienung. Alle Einstellungen und Anzeigen erfolgen zentral und übersichtlich im Display. Hier werden Funktionsart, Zielwert bzw. Amplitude eingestellt und angezeigt sowie das Messsystem BTM prof mit Drucker bedient. Das ist so einfach wie die Benutzung eines Kassettenrekorders. Auch die Bedienung des optionalen BCM 05 bzw. BCM 05 positioning ist unkompliziert. Alle Eingaben erfolgen direkt auf dem Touchscreen.



Die Komplettlösung: BCM 05 positioning.

BCM 05 positioning verknüpft die E_{VIB} -Messwerte mit Positionsdaten eines differentiellen GPS-Systems. Die Dokumentation wird noch anwenderfreundlicher: Es müssen keine Felder im Voraus definiert werden und der Walzenfahrer muss keine Zuordnung seiner aktuellen Position zur definierten Bahn vornehmen. Schließlich weiß die Walze, wo sie sich befindet.

Mit BCM 05 positioning wird die Dokumentation sicher vor Fehlbedienungen und Manipulationen. Wie auf einer Landkarte wird die Verdichtung lückenlos dokumentiert.

Als DGPS-Lösung setzt BOMAG das kompakte und einfach zu montierende Starfire iTC-® System ein, das mit einem satellitengestützten Referenzdienst arbeitet und eine Lagegenauigkeit von mindestens 20 cm erreicht. Mit diesem System ist eine Referenzstation nicht notwendig. BCM 05 positioning kann jedoch auch mit allen anderen gängigen DGPS-Systemen und mit Systemen mit Referenzstation kombiniert werden. Eine auf der Baustelle vorhandene Infrastruktur ist somit nutzbar.

BOMAG Messsysteme erfüllen alle Anforderungen an eine flächendeckende Verdichtungskontrolle. Nach Maßgabe der einschlägigen Regelwerke können zeitraubende und aufwändige direkte Prüfverfahren deutlich reduziert werden. Die Vorteile liegen klar auf der Hand:

- ◆ Aussagekräftiger E_{VIB} -Wert
- ◆ Lückenlose Dokumentation
- ◆ Identifizierung von Schwachstellen
- ◆ Deutlich reduzierter Prüfaufwand
- ◆ Einfache Bedienung
- ◆ Minimiertes Risiko



BCM 05 – Lückenlose Dokumentation der Verdichtung wie auf einer Landkarte.



Flächendeckende Verdichtungskontrolle mit GPS. Das BOMAG Starfire iTC-® System erreicht hohe Genauigkeit und benötigt keine lokale Referenzstation.

Kosten sparen, jeden Tag mit jedem Kubikmeter!

Kostenberechnung für fiktive Baumaßnahme im Erdbau mit optimaler Schichtdicke (Kombination der Geräte optimal abgestimmt, ohne Lohnkosten und Zuschläge)		
Beschreibung der Baumaßnahme:	Boden verdichten, normale Dichteanforderungen Bodenart: Kies 100.000 m ³	
	BW 213 D	BW 213 DH BVC
Formel für Leistungsberechnung L_t	$L_t = 60 (b - \ddot{u}) v_a h_d / n$ \ddot{u} = Überdeckung der Bahnen (75% von Verdichtungsgeschw.) h_d = Schichtdicke	b = Arbeitsbreite v_a = Arbeitsgeschwindigkeit in m/min n = Anzahl der Übergänge
Schichtdicke in m	0,50	0,80
Berechnung von L_t in m ³ /h	60 (2,13 – 0,13) 0,75 x 50 x 0,5 / 6	60 (2,13 – 0,13) 0,75 x 50 x 0,8 / 6
Leistung in m ³ /h	375	600
Gesamtkosten/Stunde in €/Eh (ohne Lohnkosten)	30,25	33,45
Gesamtkosten für Verdichten von 100.000 m ³ (ohne Lohnkosten und Zuschläge)	8.067	5.575
Fazit: Einsparung bei den Gerätekosten beim Einsatz von Walzenzügen mit BOMAG VARIOCONTROL:		30%

Tabelle 1: Einsparpotenzial von BVC bei einer Baumaßnahme im Erdbau

Kostenberechnung für fiktive Baumaßnahme im Straßenbau mit vorgegebener Schichtdicke (Kombination der Geräte optimal abgestimmt, ohne Lohnkosten und Zuschläge)		
Beschreibung der Baumaßnahme:	Boden verdichten, hohe Anforderungen an Tragfähigkeit Baustoff: Frostschuttschicht 20.000 m ³	
	BW 213 D	BW 213 DH BVC
Formel für Leistungsberechnung L_t	$L_t = 60 (b - \ddot{u}) v_a h_d / n$ \ddot{u} = Überdeckung der Bahnen (75% von Verdichtungsgeschw.) h_d = Schichtdicke	b = Arbeitsbreite v_a = Arbeitsgeschwindigkeit in m/min n = Anzahl der Übergänge
Anzahl der Übergänge	8	6
Berechnung von L_t in m ³ /h	60 (2,13 – 0,13) 0,75 x 50 x 0,3 / 8	60 (2,13 – 0,13) 0,75 x 50 x 0,3 / 6
Leistung in m ³ /h	165	225
Gesamtkosten/Stunde in €/Eh (ohne Lohnkosten)	30,25	33,45
Gesamtkosten für Verdichten von 20.000 m ³ (ohne Lohnkosten und Zuschläge)	3.580	2.973
Fazit: Einsparung bei den Gerätekosten beim Einsatz von Walzenzügen mit BOMAG VARIOCONTROL:		17%

Tabelle 2: Einsparpotenzial von BVC bei einer Baumaßnahme im Straßenbau



Am Ende ist es die Wirtschaftlichkeit, die zählt.

Hier setzt BOMAG VARIOCENTROL Maßstäbe. Denn bei Verdichtungsarbeiten müssen alle anfallenden Kosten berücksichtigt werden. Mit BOMAG VARIOCENTROL werden diese Kosten deutlich gesenkt durch:

- ◆ Höhere maximale Verdichtungsleistung
- ◆ Höhere Schüttlagen
- ◆ Vermeidung unnötiger Überfahrten
- ◆ Höhere Einsatzflexibilität
- ◆ Bessere Auslastung der Maschine
- ◆ Reduzierte Transportkosten
- ◆ Verringerung des Prüfaufwands

Bei der Kalkulation muss der Bauunternehmer auch das Ausführungsrisiko und eventuelle Mängelhaftung berücksichtigen. Mit den Möglichkeiten von VARIOCENTROL und den integrierten Messsystemen minimiert er dieses Risiko durch:

- ◆ Gleichmäßige Verdichtung
- ◆ Lückenlose Dokumentation der Verdichtungsqualität
- ◆ Gezielte Schwachstellenanalyse
- ◆ Erschütterungsarme Verdichtung

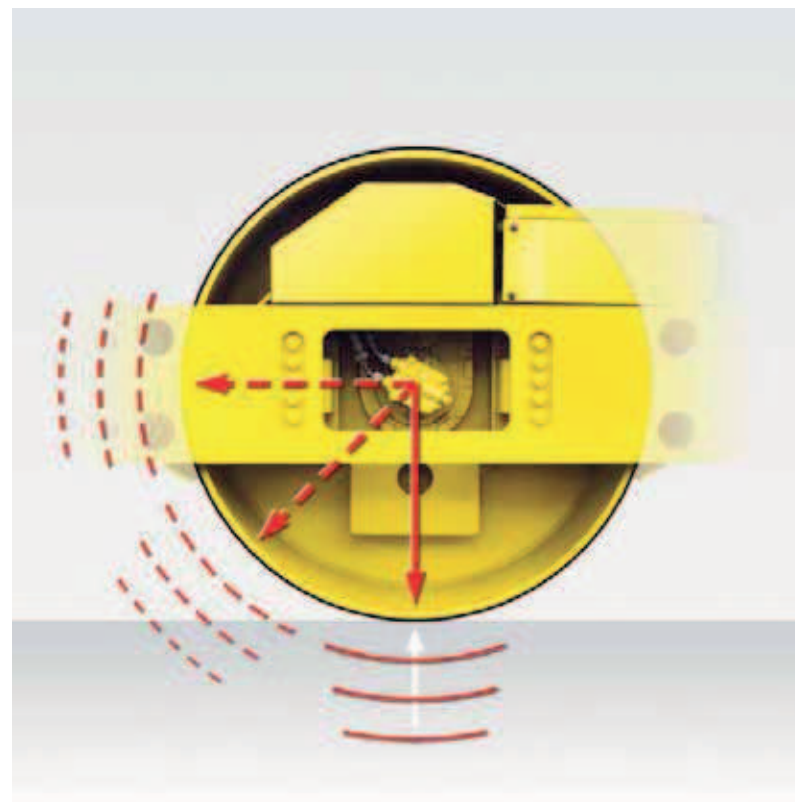
Serienmäßig sind alle VARIOCENTROL Maschinen mit dem innovativen BOMAG ECOMODE ausgestattet. ECOMODE regelt die Motordrehzahl abhängig von der momentanen Auslastung der Maschine und erreicht so eine Verbrauchsreduzierung bis zu 30%. Wie bei allen BOMAG Walzenzügen gibt es

keinerlei Schmiernippel. Lange Wartungsintervalle und hervorragender Zugang zu allen Servicepunkten minimieren die Wartungskosten. Das Resultat:

- ◆ Deutlich geringerer Kraftstoffverbrauch durch ECOMODE
- ◆ Minimale Wartungskosten
- ◆ Lange Lebensdauer
- ◆ Höchste Zuverlässigkeit

BOMAG VARIOCENTROL:

Unsere Innovation – Ihr Gewinn!



BOMAG VARIOCENTROL – Stufenlose automatische Anpassung der Verdichtung von schwingungsarmer Oberflächenverdichtung bis zu maximaler Tiefenwirkung.

Head Office / Hauptsitz:
BOMAG
Hellerwald
56154 Boppard
GERMANY
Tel. +49 6742 100-0
Fax +49 6742 3090
info@bomag.com

BOMAG Maschinen-
handelsgesellschaft m.b.H.
Porschestraße 9
1230 Wien
AUSTRIA
Tel. +43 1 69040-0
Fax +43 1 69040-20
austria@bomag.com

BOMAG MARINI EQUIPAMENTOS LTDA.
Rua Comendador Clemente Cifali, 530
Distrito Industrial Ritter
Cachoeirinha – RS
BRAZIL
ZIP code 94935-225
Tel. +55 51 2125-6677
Fax +55 51 3470-6220
brasil@bomag.com

BOMAG (CANADA), INC.
3455 Semenik Court
Mississauga, Ontario L5C 4P9
CANADA
Tel. +1 905 361 9961
Fax +1 905 361 9962
canada@bomag.com

BOMAG (CHINA)
Compaction Machinery Co. Ltd.
No. 2808 West Huancheng Road
Shanghai Comprehensive
Industrial Zone (Fengxian)
Shanghai 201401
CHINA
Tel. +86 21 33655566
Fax +86 21 33655508
china@bomag.com

BOMA Equipment
Hong Kong LTD
Room 1003, 10/F Cham Centre
700, Castle Peak Road
Kowloon
HONG KONG
Tel. +852 2721 6363
Fax +852 2721 3212
bomahk@bomag.com

BOMAG France S.A.S.
2, avenue du Général de Gaulle
91170 Viry-Châtillon
FRANCE
Tel. +33 1 69578600
Fax +33 1 69962660
france@bomag.com

BOMAG (GREAT BRITAIN), LTD.
Sheldon Way
Larkfield, Aylesford
Kent ME20 6SE
GREAT BRITAIN
Tel. +44 1622 716611
Fax +44 1622 710233
gb@bomag.com

BOMAG Italia Srl.
Via Roma 50
48011 Alfonsine
ITALY
Tel. +39 0544 864235
Fax +39 0544-864367
italy@bomag.com

FAYAT BOMAG Polska Sp. z o.o.
Ul. Szyszkowa 52
02-285 Warszawa
POLAND
Tel. +48 22 482 04 00
Fax +48 22 482 04 01
poland@bomag.com

FAYAT BOMAG RUS OOO
141400, RF, Moscow region
Khimki, Klayazma block, h. 1-g
RUSSIA
Tel. +7 (495) 287 92 90
Fax +7 (495) 287 92 91
russia@bomag.com

BOMAG GmbH
300 Beach Road
The Concourse, #18-06
Singapore 199555
SINGAPORE
Tel. +65 6 294 1277
Fax +65 6 294 1377
singapore@bomag.com

BOMAG Americas, Inc.
2000 Kentville Road
Kewanee, Illinois 61443
U.S.A.
Tel. +1 309 8533571
Fax +1 309 8520350
usa@bomag.com