

# SMW

## Soil Mixing Wall - Verfahren



## Das SMW Verfahren



Das in-situ Vermischen von selbsterhärtender Suspension mit gewachsenem Boden (SMW) ist ein wirtschaftliches Bauverfahren zur Herstellung von Wänden, zur Abdichtung (Dichtwände), als Baugrubenverbau sowie als Baugrundverbesserung.

Für Wände mit geringen Tiefen (typisch etwa 6 - 10 m, bis max. 15 m) ist von BAUER das Soil-Mixing-Wall Verfahren (SMW) entwickelt worden. Dabei wird mit drei leicht überschnittenen nebeneinander liegenden Schnecken der Boden gelöst und sofort mit einer selbsterhärtenden Suspension vermischt.

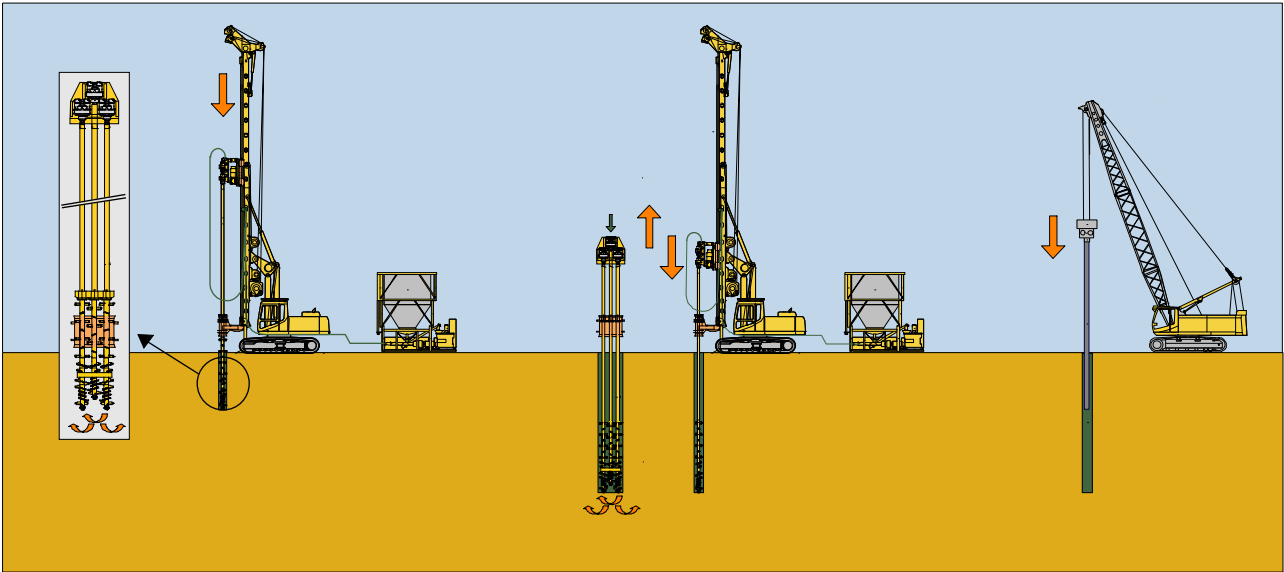
Durch Lösen, Fördern, Mischen wird eine möglichst geringe Reibung des Gestänges mit dem Boden-Suspensionsgemisch bzw. dem umgebenden Boden gewährleistet, um so auch mit Geräten geringerer Leistung, diese Art von Wänden effektiv erstellen zu können.

Gleichzeitig soll durch das Mischgestänge eine möglichst homogene Mischung gewährleistet werden, um eine gute Qualität der Wand zu erreichen.

### Wesentliche Verfahrensvorteile:

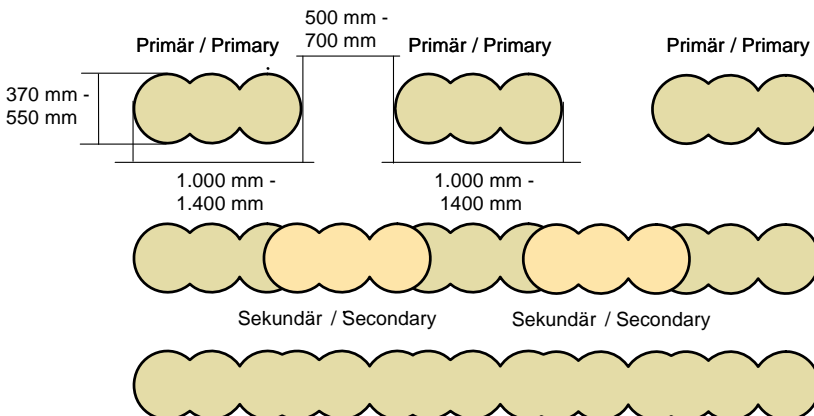
- Mit kleineren Geräteträgern durchführbar
- Der anstehende Boden wird als Baustoff verwendet.
- Es fällt wenig Bohrgutabfuhr an (wichtiger Punkt beim Arbeiten in kontaminierten Böden)
- Erschütterungsfreies Verfahren (Einsetzbarkeit des Verfahrens in unmittelbarer Gebäudenähe)

## Arbeitsablauf



- Schritt 1:** Aushub eines Vorlaufgrabens zur Aufnahme von Überschusssuspension (Breite entspricht dem Durchmesser des Mischwerkzeuges, Tiefe ca. 50 cm) und Einrichten des Mischwerkzeuges in die Wandachse
- Schritt 2:** Kontinuierliches Eindrehen des Mischwerkzeuges bei gleichzeitiger Zugabe der selbsterhärtenden Suspension. Dabei werden die beiden äußeren Mischflügel gegensinnig gedreht. Die Vorschubgeschwindigkeit des Mischwerkzeuges und die Pumpmenge der Suspension werden so gesteuert, dass keine überschüssige Suspension an der Oberfläche austritt.
- Schritt 3:** Das Mischwerkzeug wird nach Erreichen der Endtiefe bei gleichzeitiger Ausführung von Drehungen aus dem Boden herausgezogen.
- Schritt 4:** Zur Herstellung einer durchgehenden Wand werden die Einzelelemente im Pilgerschrittverfahren hergestellt.
- Schritt 5:** Bewehrungskörper können nach statischen Erfordernissen in die fertig gemischte Wand eingebaut werden.  
 a) Eindrücken von Spundwandelementen oder von Profilträgern in die noch nicht erhärtete Wand. Der Abstand der Träger wird auf Grund der Festigkeit der erhärteten Wand (Gewölbewirkung) festgelegt.  
 b) Alternativ: Einbohren von Ortbetonpfählen in die erhärtete Wand. Der Pfahlabstand ergibt sich anhand der Festigkeit der erhärteten Wand (Gewölbewirkung).

### Herstellen einer durchgehenden Wand



Zur Herstellung einer durchgehenden Wand werden die einzelnen SMW-Lamellen im Pilgerschrittverfahren hergestellt. Benachbarte Lamellen werden unmittelbar nach Fertigstellung „frisch-in-frisch“ angeschnitten. Die Breite der sekundären SMW-Lamellen ergibt sich aus der Breite des verwendeten Mischwerkzeuges.

## Einflussfaktoren

	<b>günstig</b>	<b>ungünstig</b>
<b>Bodenaufbau</b>	gleichmäßiger Aufbau	geschichteter Boden (Wechsellagerungen)
<b>Bodenart</b>	lockerer bis mitteldichter kiesiger Sand, schluffiger Sand	dicht gelagerter Boden, Steine, harter bindiger Boden, organischer Boden (Reduzierung der Endfestigkeit)
<b>Baustellengeometrie</b>	lange, gerade Wandabschnitte	verwinkelter Wandgrundriss
<b>Wandtiefe</b>	Wandtiefe 6 - 10 m	Wandtiefe < 5 m (Einfluss unproduktiver Zeiten wie Umsetzen und Einrichten)

Das SMW-Verfahren ist ein vielseitig einsetzbares Verfahren. Zur Vermeidung wirtschaftlicher und technischer Probleme in der fertigen Wand sollten folgende Verfahrensgrenzen beachtet werden:

- Bohrbarkeit in felsartigen Böden, oder in Böden mit Steinen und Blöcken
- Festigkeitsverminderung der fertigen Wand in bindigen oder organischen Böden.



## Leistungsansatz

<b>empfohlene Leistungsansätze</b>	günstige Bedingungen:	20 - 24 m <sup>2</sup> /Stunde
	ungünstige Bedingungen	12 – 15 m <sup>2</sup> /Stunde

(Nettoleistung pro m<sup>2</sup> fertige Wand einschließlich Überschneiden und Aufmischen)

Zur Ermittlung der kalkulatorischen Gesamtleistung wird empfohlen einen Auslastungsfaktor von 65 – 80% anzusetzen

<b>Personal</b>	1 Fahrer SMW-Einheit
	1 Fahrer Mischanlage
	1 Polier
	(1 Helfer)

---

## Suspension

---

### Komponenten

Die Suspension, die für die Herstellung von SMW-Lamellen verwendet wird, besteht im Regelfall aus:

- Zement: Portlandzement oder Hochofenzement CEM III/B 32,5 (typisch)
- Bentonit: Standardbentonite
- Zusatzmittel: (Verflüssiger, Verzögerer, Polymerzusätze) optional
- Zusatzstoffe (Flugasche) optional

### Mischungsverhältnisse und Verbrauchswerte

Die Mischrezeptur hängt sehr stark von folgenden Faktoren ab:

#### Anwendungsbereich:

- Dichtwand (Durchlässigkeit, Festigkeit, Plastizität, Erosionsbeständigkeit)
- Verbauwand (Festigkeit, Durchlässigkeit, Plastizität der frischen Mischung als Voraussetzung für einen Bewehrungseinbau)

#### Bodeneigenschaften:

Kornverteilung, Korngröße, Feinkornanteil, organische Substanzen, Lagerungsdichte, Porenzahl, Grundwasserverhältnisse, chemische Verunreinigungen.

Die Wahl des Mischungsverhältnisses ist - vor allem bei unbekanntem Böden - durch Eignungsprüfungen vor Baustellenbeginn festzulegen. Die nachfolgenden Zahlenangaben dienen als überschlägige Anhaltswerte. Sie sind durch Eignungsversuche zu bestätigen.

#### Bindemittelsuspension (typische Richtwerte)

	Dichtwand	Verbauwand
Zement	250 - 450 kg/m <sup>3</sup> Suspension	750 – 1.200 kg/m <sup>3</sup> Suspension
Bentonit	30 – 50 kg/m <sup>3</sup> Suspension	15 – 30 kg/m <sup>3</sup> Suspension
w/z Wert	2,0 - 4,0	0,5 - 1,0

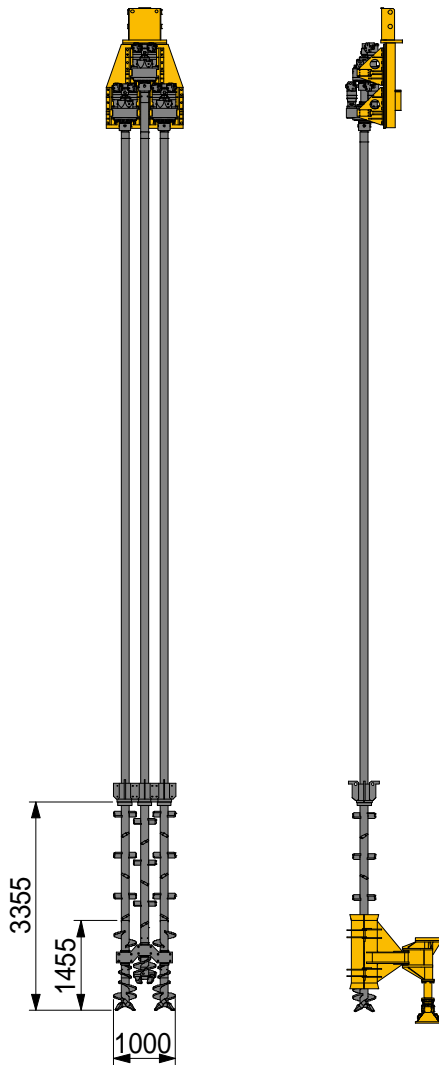
#### Wandigenschaften (typische Richtwerte)

	Dichtwand	Verbauwand
Druckfestigkeit $q_u$	0,5 - 2 MPa	5 - 15 MPa
Wasserdurchlässigkeit $k_f$	ca. $1 \times 10^{-8}$ m/sec	
Zementgehalt im behandelten Boden	100 - 200 kg/m <sup>3</sup> Boden	200 - 450 kg/m <sup>3</sup> Boden

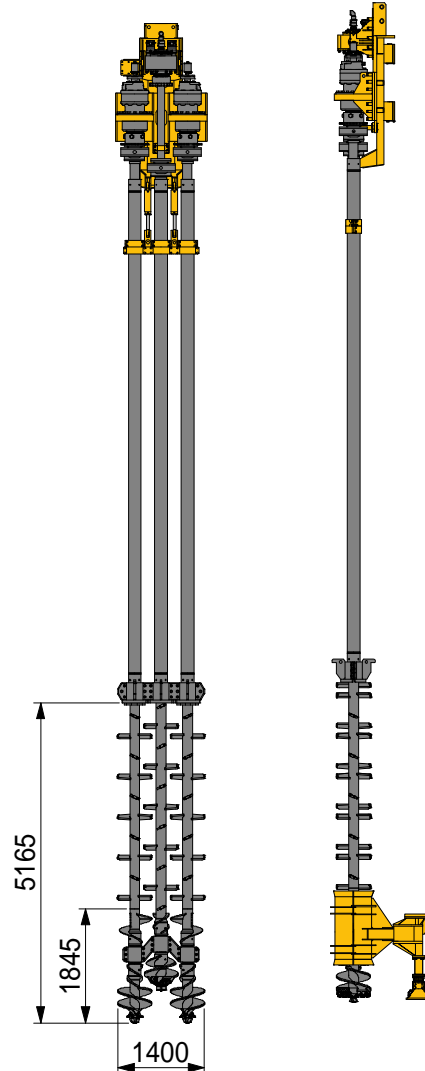
## SMW-Mischeinheiten

Die SMW-Mischeinheiten sind in zwei Größen verfügbar. (**SMW 370** und **SMW 550**)  
Damit können Wanddicken mit 370 mm oder 550 mm hergestellt werden.

**SMW 370**



**SMW 550**



**Technische Daten:**

**Typ**  
**Hersteller**

**2 Antriebe**  
**(äußere Bohrstangen)**

Drehzahl (max.)  
Drehmoment (max.)

**1 Antrieb**  
**(innere Bohrstange)**

Drehzahl (max.)  
Drehmoment (max.)

**Drehantriebe**

**SMW 370**  
**EURODRILL**

50 U/min  
23,6 kNm

68 U/min  
14 kNm

**Technische Daten:**

**Typ**  
**Hersteller**

**2 Antriebe**  
**(äußere Bohrstangen)**

Drehzahl (max.)  
Drehmoment (max.)

**1 Antrieb**  
**(innere Bohrstange)**

Drehzahl (max.)  
Drehmoment (max.)

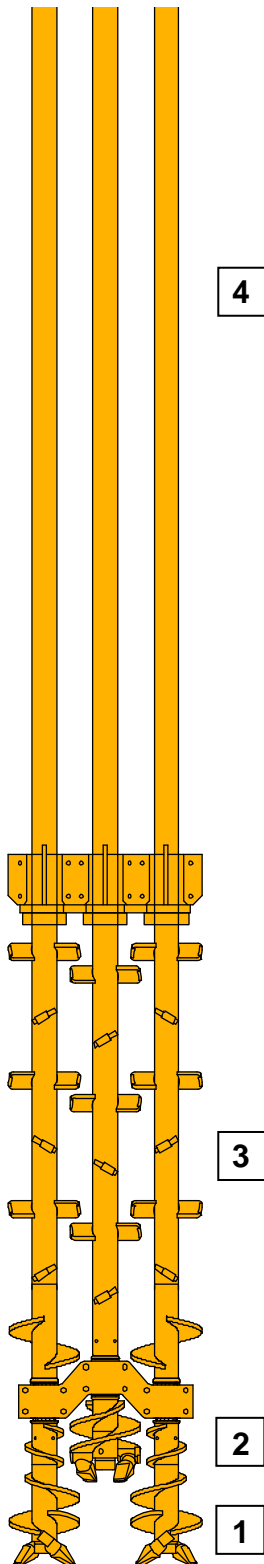
**Drehantriebe**

**SMW 550**  
**EURODRILL**

25 U/min  
51 kNm

64 U/min  
19 kNm

Beim SMW-Verfahren wird mit drei leicht überschneitenden, nebeneinander liegenden Schnecken der Boden gelöst und sofort mit selbsterhärtender Suspension vermischt.  
Der Aufbau des SMW-Gestänges besteht aus vier Sektionen:



Sektion 4:

Die Gestänge schließen mit einer einfachen Rohrverlängerung ab. Dies gewährleistet die erforderliche Tiefe des Schlitzes, ohne dass auf die ganze Länge Reibung entsteht. Zusätzlich ermöglicht dieser paddellose Bereich während des Abteufens eine gleitende Führung der drei Gestänge gegeneinander.

4

Sektion 3:

Oberhalb der Schnecken (Sektion 2) liegt der Mischbereich. Durch ineinander greifende Mischpaddel wird eine relativ homogene Mischung über die ganze Breite des Schlitzes erreicht.

Sektion 2:

Über dem Piloten sind kurze Schnecken angeordnet, die das Bodengemisch von den Schneiden wegfördern, um den Löseprozess nicht zu behindern. Um die Überschneidung der drei Gestänge zu gewährleisten, ohne dass die Schnecken miteinander kollidieren, verjüngen sich die äußeren Schnecken im Bereich des Anfangs der mittleren Schnecke.

Sektion 1:

Der Boden bei jeder der drei Schnecken wird durch zwei Schneiden mit tangential schneidenden Flachzähnen und einem mittig angeordneten Piloten gelöst. Die beiden äußeren Gestänge schneiden in entgegengesetzter Richtung drehend vor, und die mittlere Schnecke läuft etwas nach oben versetzt nach. Während des Schneideprozesses wird dem gelösten Boden ständig aus radial vom Zentrum weg verlaufenden Düsen Suspension zugeführt.

3



2

1

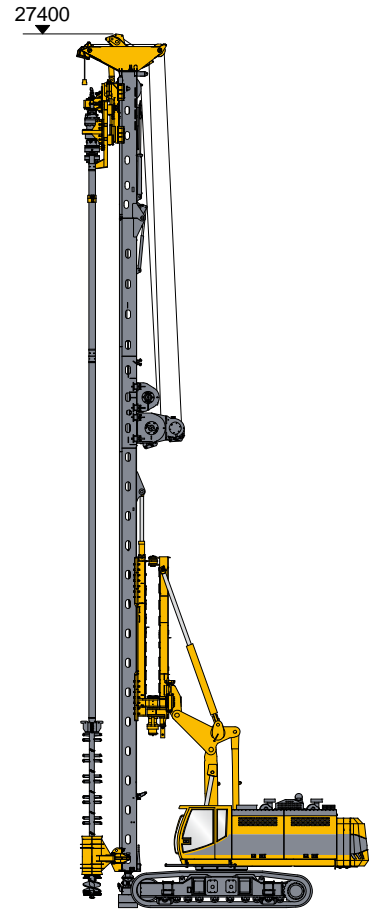


## Geräteträger (BG-Reihe)



	BG 18 / BG 20	BG 24 / BG 28
<b>SMW - Einheit (empfohlen)</b>	<b>SMW 370</b>	<b>SMW 370 / SMW 550</b>
<b>Schlitztiefe</b>	<b>13 m - 14,5 m</b>	<b>15,5 m - 18 m</b>
<b>Motorleistung</b>	<b>186 kW - 205 kW</b>	<b>261 kW - 313 kW</b>
<b>Zugkraft</b>	<b>200 kN - 260 kN</b>	<b>330 kN</b>
<b>Gesamthöhe</b>	<b>19,1 m - 20,9 m</b>	<b>21,8 m - 25,4 m</b>
<b>Einsatzgewicht</b>	<b>53 t - 60 t</b>	<b>60 t - 90 t</b>

## Geräteträger (RG-Reihe)



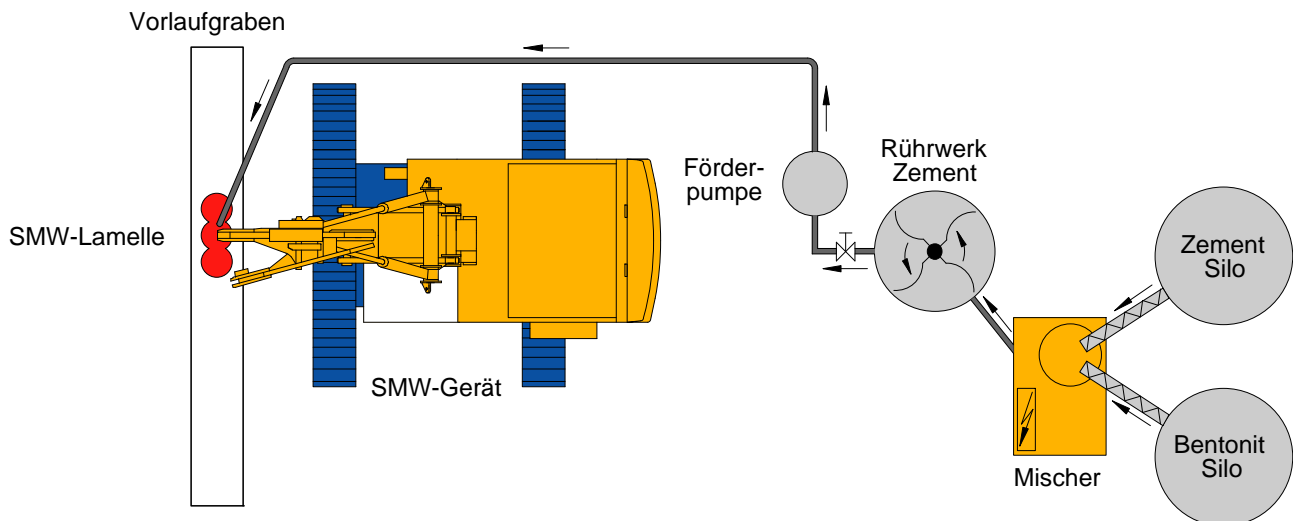
	RG 14 T	RG 16 T	RG 19 T
SMW - Einheit (empfohlen)	SMW 370	SMW 370 / SMW 550	SMW 370 / SMW 550
Schlitztiefe (ca.)	10,6 m	11,5 m	14,6 m
Motorleistung	313 kW	470 kW (570 kW)	470 kW (570 kW)
Zugkraft	120 kN	160 kN	200 kN
Gesamthöhe	17,2 m	19,5 m	22,4 m
Einsatzgewicht (ca.)	48,5 t	60 t	70 t

	RG 21 T	RG 18 S / RG 20 S	RG 25 S
SMW - Einheit (empfohlen)	SMW 370 / SMW 550	SMW 370 / SMW 550	SMW 370 / SMW 550
Schlitztiefe (ca.)	17,1 m	13,9 - 17,3 m	20,0 m
Motorleistung	470 kW (570 kW)	470 kW (570 kW)	570 kW
Zugkraft	260 kN	400 kN	530 kN
Gesamthöhe	25,3 m	20,0 - 24,0 m	27,4 m
Einsatzgewicht (ca.)	82,7 t	79 - 80 t	98 t

## Zusatzgerät

		kW (ca.)	
Kompaktmischanlage	Mindestkapazität 20 m <sup>3</sup> /h (z.B. Chargenmischer MAT SCC 20 oder größer)	30	
Förderpumpe	frequenzgesteuerte Pumpe mit Fernsteuerung, Förderkapazität hängt vom Volumen der Einzellamelle und von der Mischgeschwindigkeit ab (typisch: 200 - 400 l/min, 12 – 15 bar; z.B. EP 12-400 oder EP 12-600)	18,5	
Rührwerksbehälter	ca. 3 - 5 m <sup>3</sup> (als Pufferkapazität für Bindemittelsuspension)	2,2	
Silos/Förderschnecken	für Zement und Bentonit	2 x 5	
Minibagger	zum Ausheben des Vorgrabens, Instandhaltung des Arbeitsplanums, zum Handling des Rückflusses	50	
Schläuche	zum Suspensionstransport vom Rührwerksbehälter zum Mischgerät (typisch: 1,5" - 2" Mörtelschlauch, Länge nach Baustellenerfordernissen)		
Hilfskran + Rüttler	zum Trägereinbau bei Verbauwänden (Gerätegröße abhängig von Trägerdimensionen) typ. Rüttler zur Unterstützung beim Trägereinbau RB 8000	60	optional
	Stahlplatten oder Baggermatratzen bei nicht ausreichend tragfähigem Arbeitsplanum		empfohlen

### Schematischer Aufbau der Baustelleneinrichtung



# Qualitätskontrolle

## vor Baubeginn:

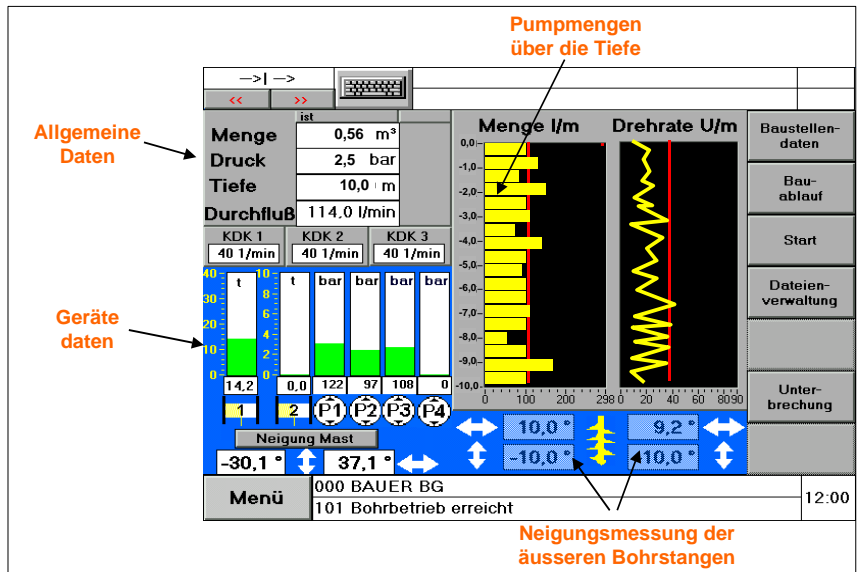
Eignungsprüfung zur Festlegung der Rezeptur  
 Materialprüfung lt. QS Plan

## während der Arbeiten:

geometrische Kontrolle der Stichpositionen  
 Suspensionsprüfung lt. QS Plan

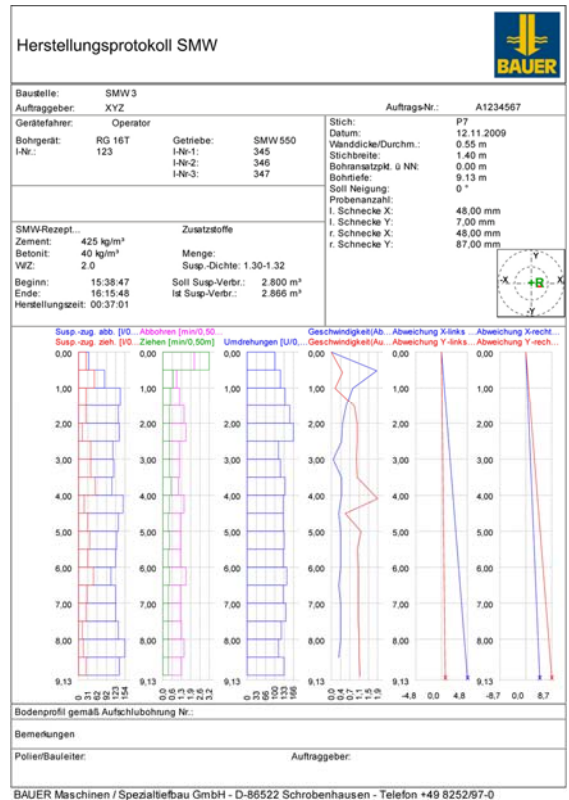
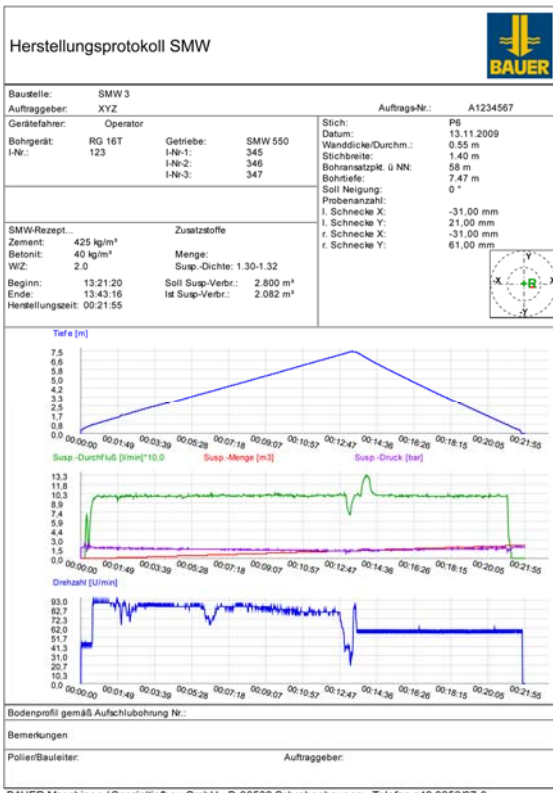
Kontrolle der Herstellparameter am Monitor des Gerätefahrers:

- Tiefe
- Menge
- Suspensionsdruck
- Pumpmenge / Zeiteinheit
- Pumpmenge / Tiefe
- Neigung
- Drehzahl der Mischwerkzeuge



## Dokumentation:

Alle Produktionsdaten werden während der Herstellung im Gerät erfasst und gespeichert.  
 Diese Daten können für jede Lamelle als Qualitätsprotokoll zeit- bzw. tiefenabhängig ausgedruckt werden.



## Ausführungsbeispiele



Verbauwand mit RG, Sydney (Australien)



Dichtwand mit BG, Oberhausen



freigelegte Verbauwand; Sydney (Australien)



freigelegter Testschacht; Sydney (Australien)



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

Technische Änderungen ohne Vorankündigung. Die abgebildeten Geräte können Sonderausstattungen haben. Technische Daten ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades. Irrtum und Druckfehler vorbehalten.