

# Bauwerksabdichtungen



## BENTOFIX®



Die vernadelte geosynthetische Tondichtungsbahn für die Bauwerksabdichtung



## Einleitung

Wasser ist eines der wertvollsten Güter in unserem Leben. Es ist ein unersetzliches Element der Natur und für die Entwicklung und den Erhalt des Lebens unbedingt notwendig. Gleichzeitig aber birgt Wasser ungeheure Kräfte und kann massiv zerstörerisch auf das wirken, was der Mensch erbaut und aufgebaut hat.

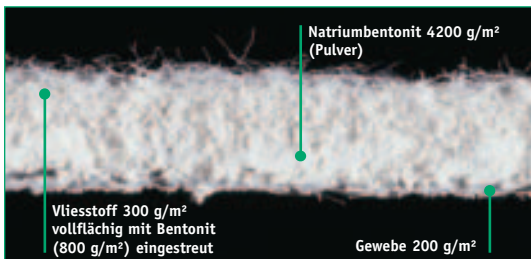
Der Respekt gegenüber der Natur gewinnt heute mehr



denn je an Bedeutung und muss in das richtige Gleichgewicht mit sozialer Entwicklung und technologischem Fortschritt gebracht werden. Die Kenntnisse und Erfahrungen von Unternehmen, welche in diesem sozialen Gefüge existieren, sollten zu diesem Gleichgewicht und damit zum Erhalt des unverzichtbaren Gutes Wasser beitragen.

Die Entwicklung und das konstante Wachstum der NAUE Gruppe sind auf der Beachtung dieser wesentlichen Anforderungen gegründet. Mit innovativen Produkten, dynamischen Systemlösungen und jahrelanger Erfahrung hat NAUE zahlreichen Planungsbüros, öffentlichen Behörden und anderen Bauherren, welche mit der Herausforderung Wasser konfrontiert werden, Bausteine an die Hand gegeben, die zum Erhalt des so wichtigen Gleichgewichtes zwischen Natur und Technologie beitragen.

Querschnitt  
von Bentofix®  
BFG 5000



1987 hat die NAUE GmbH & Co. KG die vernadelte geosynthetische Tondichtungsbahn (GTD) Bentofix® in Sandwich-Form entwickelt: eine Schicht Natriumbentonitpulver sicher und schubkraftübertragend zwischen zwei Geotextilkomponenten eingekapselt.

## Wasser und seine Strukturen im Boden

Ein guter wasserundurchlässiger (WU) Stahlbeton ist in der Lage, dem Eindringen von Wasser auch unter Druck effektiv entgegenzuwirken und kann damit auch einer Korrosion des Stahls vorbeugen. Allerdings ist es selbst mit den modernsten Produktionsanlagen sehr schwierig einen perfekten Stahlbeton in seiner ganzen Masse herzustellen, da auch die kleinste Inkohärenz (Kiesnester) Betonzerfallserscheinungen herbeiführen kann. Wasser, welches in eine Stahlbetonkonstruktion eindringen kann, ist oft säurehaltiger Natur und daher aggressiv und gefährdend für die Grundelemente des Betons sowie die Eisenarmierungen. Insbesondere auf der oberflächennahen Seite sind die Eisenarmierungen diesem Prozess sehr stark ausgesetzt.

Im Außenbereich der Strukturen können sich durch eine physische Schrumpfung des Betons mögliche Bauwerksabsenkungen oder Erdbeben sowie durch Verkehrsschwingungen leicht kleine Risse bilden, durch welche Wasser eindringen und damit eine Korrosion der stützenden Armierungen beschleunigen kann. Es ist daher unerlässlich, eine Abdichtung zu schaffen, die die Bauwerke vor diesen zerstörerischen Wirkungen schützt, das Eindringen von Wasser verhindert und gleichzeitig einen sicheren Schutz der Strukturen vor aggressiven chemischen Substanzen aus dem umgebenden Boden bieten kann.

Die geosynthetische Tondichtungsbahn Bentofix® BFG 5000 ist eine Bauwerksabdichtung, die bewährte WU – Betonbauwerke auf einfache, aber sehr effektive Weise vor diesen schädlichen Einflüssen schützt.

## Das abdichtende System

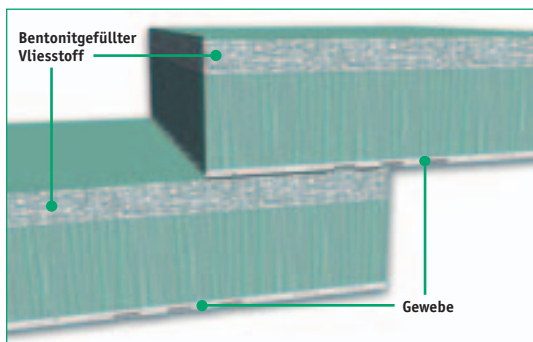
Die Abdichtungstechnologie von Bentofix® setzt sich im Wesentlichen aus zwei Grundelementen zusammen: Natriumbentonitpulver, welches das abdichtende Material darstellt, und den Geotextilien, welche die Einkapselung des Bentonits sicherstellen. Natriumbentonit ist ein Mineralstoff, der sich geologisch vor ca. 100 Millionen Jahren aus Vulkanasche gebildet und in den Meeren der damaligen Epochen abgelagert hat. Diese Vorkommen befinden sich vornehmlich auf dem

Gebiet der Vereinigten Staaten, sind aber auch in vielen Bereichen Europas und Indiens zu finden. Durch die natürliche Lagerung ergibt sich eine entscheidende Stabilität und Langzeitwirkung des Materials, so dass es sich bestens eignet die Anforderungen einer sicheren und langfristigen Abdichtung für Bauwerke zu erfüllen.

Eine andere besondere Eigenschaft des Natriumbentonits, welcher für Bentofix® verwendet wird, ist die Fähigkeit, bei Kontakt mit geeignetem Wasser zu quellen und sich dadurch in ein dichtes Gel zu verwandeln. Die Reaktion bei Kontakt mit Wasser ist eine ca. 18-fache Volumenvergrößerung des Eigen-Trockengewichtes. Um dieser Volumenvergrößerung entgegenzuwirken und gleichzeitig den erwünschten abdichtenden Effekt zu erzielen, muss das Porenvolumen des Bentonits geschlossen werden.

Eine grundlegende Rolle in der Abdichtungstechnologie von Bentofix® spielen die einkapselnden Geotextilien und die vollflächige, richtungsunabhängige und schubkraftübertragende Vernadelung. Diese umhüllen das Natriumbentonitpulver und verhindern gleichzeitig ein unregelmäßiges Aufquellen. Die korrekte Verlegung zwischen dem Stahlbeton und dem anstehendem Boden

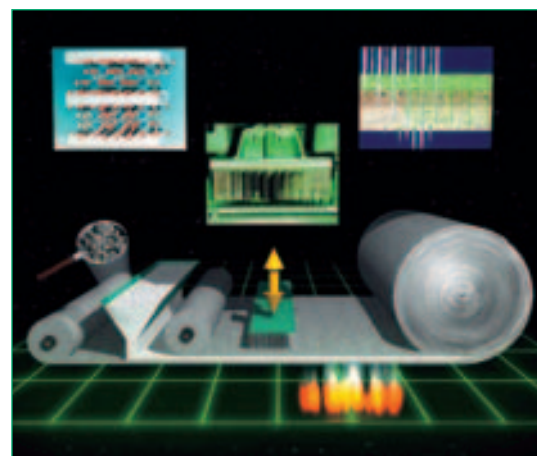
Grafische Darstellung der Überlappung von Bentofix® BFG 5000



trägt dazu bei das System effizient und dauerhaft zu gestalten. Die eigentliche Wirkungsweise der abdichtenden Struktur liegt jedoch im Herstellungsprozess (patentiert durch die NAUE GmbH & Co. KG, Patentnummer EP 0 278 419) und der dabei ausgeführten vollflächigen Vernadelung der Geotextilien, welche den Natriumbentonit erosions sicher einkapseln und vor Verschiebungen schützen. Aufgrund der Fallbewegung würde loses Bentonitpulver, beim Einsatz als Dichtung, an einer vertikalen Wand nach unten fallen. Auch im

gequollenen Zustand würde die gelartige Schicht aus Natriumbentonit und Wasser nach unten wandern. Genau dieses und zahlreiche andere Nachteile werden durch die Vernadelung von Bentofix® gelöst.

Während der Produktion werden bei der Vernadelung, durch wechselndes Einstechen und Herausziehen einer Vielzahl von Nadeln mit Widerhaken, die Fasern der oberen Vliesstoffschicht durch die Bentonitschicht in die untere Geotextilkomponente gestochen, so dass die drei Schichten schubkraftübertragend, richtungsunabhängig und dreidimensional miteinander verbunden sind. In diesem Prozess werden auf diese Weise zwei bis drei Millionen Fasern pro Quadratmeter verankert, die dem System eine dauerhafte Verbindung verleihen. Darüber hinaus wird für das gesamte Produkt ein synthetisches Faserlabyrinth erzeugt, in dessen Inneren der Bentonit stabil in Position gehalten wird. So wird die hohe, sofortige abdichtende Eigenschaft des Bentonits dank des Quellgedrucks der Vernadelung erzielt. Das Ergebnis dieses innovativen Herstellungsverfahrens ist die geosynthetische Tondichtungsbahn



Herstellungsverfahren von Bentofix®

Bentofix®. Diese ist in der Lage, gequollenes Natriumbentonitpulver auch in vertikaler Position oder bei vorherrschendem fließendem Wasser erosionsstabil und sicher einzukapseln und damit eine langfristige Abdichtung sicherzustellen.

Darüber hinaus geben die verwendeten Geotextilien dem abdichtenden System eine für den Einbau notwendige Produktflexibilität, erlauben eine einfache Handhabung und verleihen dem Produkt optimale mechanische und physikalische Eigenschaften.

## .....Beschreibung von Bentofix® BFG 5000

Dank der hervorragenden Quelleigenschaften der bentonitimpregnierten Vliesstoffoberseite von Bentofix® BFG 5000, welche üblicherweise dem Bauwerk zugewandt ist, ist der Natriumbentonit eine optimale und aktive Abdichtung. Die gelartige Substanz versiegelt selbstständig die Porosität des Stahlbetons sowie die Inkohärenzen und kleinen Risse, die selbst nach der Fertigstellung des Bauwerks auftreten können. Um diese Rissverschließungseigenschaften sicherzustellen, ist ein direkter Kontakt des Bentonits mit dem Stahlbeton unerlässlich, da ansonsten ungewünschte Hinterläufigkeiten zwischen der zu schützenden Betonoberfläche und dem abdichtenden System entstehen können.

Der spezielle Herstellungsprozess von Bentofix® BFG 5000 erlaubt die erosionssichere Einkapselung des Bentonitpulvers im Innern der Vliesstoffporen, wodurch ein vollflächiger Pressverbund zwischen dem Bentonit und der Bauwerksoberfläche erzeugt wird. Gleichzeitig ist sichergestellt, dass alle Bentofix® Überlappungen ohne zusätzliche bauwerksseitige Bentoniteinstreuung sofort abdichtend hergestellt werden können, selbst wenn die Bahnen geschnitten werden. Bentofix® BFG 5000 ist zusätzlich äußerst robust gegenüber den üblichen Baustellenbeanspruchungen sowie mechanischen Belastungen. Auch beim



Beschüttvorgang in vertikalen zeigt Bentofix® Anwendungen seine Robustheit.

Bei sandigen, kiesigen Böden ist somit üblicherweise keine zusätzliche Schutzmaßnahme notwendig. Die Dehnfähigkeit der Geotextilien erlaubt Bentofix® BFG 5000 sich allen Unebenheiten des Stahlbetons und allen vorhandenen Bauwerksprofilen sehr gut anzupassen, d. h. die Abdichtung auch an Ecken, Kanten und Hohlräumen sicherzustellen. Üblicherweise wird empfohlen Bentofix® in trockenem Zustand einzubauen,



eine Vorquellung des Bentonits kann jedoch erfolgen, wenn die bauseitig bedingte Situation dies erforderlich macht und die weitere Vorgehensweise abgestimmt ist. Die geosynthetische Tondichtungsbahn Bentofix® quillt im Wasser ohne Auflast nach einigen Tagen um ca. 4 -



5 mm auf (im Trockenzustand ist die Dicke ca. 7 mm). Unter der Annahme, dass kein Trocknungsprozess stattfindet, bleibt eine Enddicke von ca. 11 - 12 mm bestehen. Möglicherweise muss dies beim weiteren Bauablauf berücksichtigt werden. Grundsätzlich verhindert die vollflächige Vernadelung eine Beeinträchtigung der Abdichtung. Dennoch sind Druckbelastungen, wie z. B. das Begehen von Bentofix® nicht empfehlenswert. Bentofix® BFG 5000 wird in drei Standardabmessungen hergestellt und als Rollenware geliefert. Da dank der Vernadelung kaum Bentonit im Randbereich der Bahnen verloren geht, ist es möglich die Bahnen in allen Richtungen und Arten zuzuschneiden. Durch die vollflächig bentonitimprägnierte Oberfläche ist jeder Überlappungsbereich im Bauzustand abgedichtet. Durch das einfache Überlappen der Bahnen ist eine schnelle und unkomplizierte Verlegung möglich.

Die Dimensionen der Bahnen sind:

**Microbahn (1,20 m x 2,42 m)**

Für Hinterfüllbereiche oder senkrechte Anwendungen.  
- Verlegeüberlappung von  $\geq 100$  mm

**Minibahn (2,42 m x 15 m)**

Für Abdichtungsbereiche mit vielen Bauteilen oder wo eine Verlegung räumlich behindert wird.  
- Verlegeüberlappung von  $\geq 100$  mm

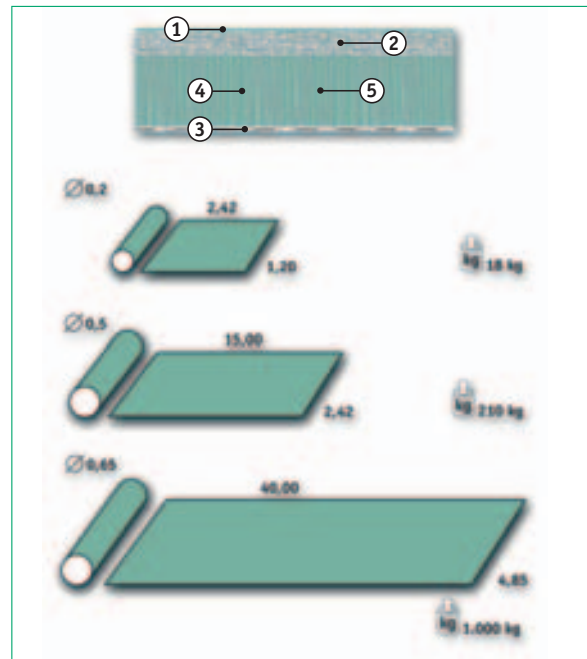
**Maxibahn (4,85 m x 40 m)**

Für großflächige Verlegungen, wie z.B. Sohlflächen.  
- Verlegeüberlappung von  $\geq 200$  mm

Bentofix® BFG 5000 wird ständig in seinen Standardeigenschaften durch strenge Produktionskontrollen, sowohl intern als auch extern, geprüft. NAUE hat bereits 1994 das Qualitätszertifikat für die Produktion nach ISO 9001 erhalten.

Seit Dezember 1994 ist die NAUE GmbH & Co. KG nach DIN EN ISO 9001 : 2000 für die Bereiche Entwicklung, Herstellung, Vertrieb und Anwendungstechnik von Geokunststoffen zertifiziert. Diese Zertifizierung wird durch regelmäßige Überwachungsaudits bestätigt. Mit dem integrierten System des Qualitätsmanagements sollen die Anforderungen des Kunden bzw. der Bauaufgabe noch besser erkannt, intern umgesetzt und erfüllt werden. Hierdurch wird ein hoher Qualitätsstandard sichergestellt und angestrebt das vorhandene Qualitätsniveau unserer Produkte und Dienstleistungen ständig zu verbessern.

## Produktaufbau



Bentofix® BFG 5000 besteht aus drei Schichten:

Die obere Deckschicht ist ein Polypropylen (PP) Vliesstoff (2), der vollflächig mit Natriumbentonitpulver (1) imprägniert ist. Diese vollflächige Füllung erlaubt der Bentonitmasse einen Pressverbund mit der abzudichtenden Struktur zu erzielen, und stellt eine ausgezeichnete und durchgängige Schicht mit der zwischen den einkapselnden Geotextilschichten enthaltenen Bentonitlage dar.

Die mittige Dichtungsschicht besteht aus einer gleichmäßigen Natriumbentonitdichtungsschicht (4). Die Bentonitschicht wird durch die dichte Vernadelung, bestehend aus 2 - 3 Millionen Fasern pro m<sup>2</sup> (5), erosionsicher in Position gehalten. Die Fasern werden vom Vliesstoff (2) in das Gewebe (3) verankert und thermisch fixiert. Sie bilden so das dauerhafte Sandwichdichtungssystem.

Die untere Trägerschicht (3) besteht aus einem PP Bändchengewebe. Dies ist die Verankerungsschicht für die vernadelten Fasern aus der oberen Vliesstoffdeckschicht und verleiht dem ganzen Produkt bemerkenswerte mechanische Eigenschaften.

### Die Struktur

Die Bentofix® BFG 5000 geosynthetische Tondichtungsbahn (GTD) ist eine werkseitig hergestellte hydraulische Dichtung aus hoch quellfähigem Natriumbentonit

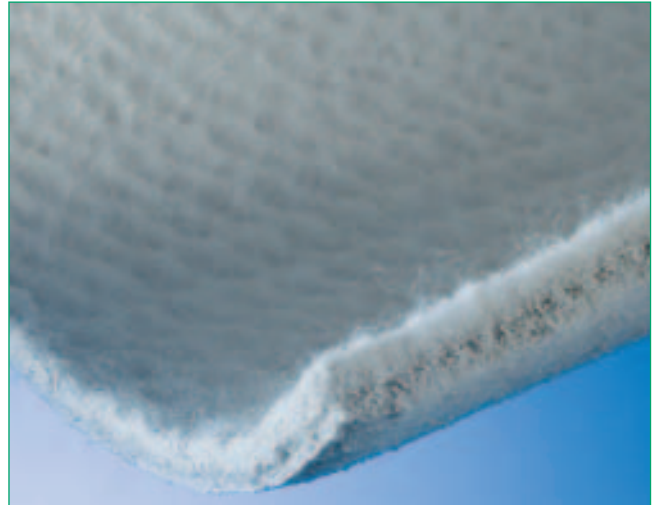
und Geokunststoffen, welche vollflächig, richtungsunabhängig und schubkraftübertragend miteinander verbunden sind. Zwei beständige Geotextilkomponenten kapseln die dazwischen liegende homogene Natriumbentonitpulverlage langfristig und erosionssicher ein. In Kontakt mit frischem Wasser quillt der Bentonit schnell auf und erzeugt eine homogene, gelartige Dichtungsschicht.

### **Ausschreibungstext**

Als Dichtung für das Projekt "Projektname" ist eine geosynthetische Tondichtungsbahn, bestehend aus einem mit Bentonitpulver imprägnierten Deckvliesstoff, einer Natriumbentonitdichtungsschicht und einer Bändchengewebeträgerschicht vorgesehen. Die drei Schichten sollen richtungsunabhängig und schubkraftübertragend miteinander verbunden sein. Die obere Schicht soll aus einem vernadelten Vliesstoff mit einem Flächengewicht von 300 g/m<sup>2</sup> und Fasern aus Polypropylen bestehen, welcher mit 800 g/m<sup>2</sup> Natriumbentonitpulver bis zur Oberfläche und vollflächig gesättigt ist. Die untere Tragschicht soll aus einem Bändchengewebe aus Polypropylen mit einem Flächengewicht von 200 g/m<sup>2</sup> bestehen. Die dichtende Schicht soll ein Natriumbentonitpulver mit 4.200 g/m<sup>2</sup> sein. Die Verbindung der einzelnen Schichten der geosynthetischen Tondichtungsbahn soll mittels einer dichten Vernadelung von synthetischen Fasern hergestellt sein, welche von der oberen Schicht des Vliesstoffes in die untere Stützschicht hineinreichen und darin verankert sein sollen. Zur Verbesserung der Faserverankerung ist ein thermisches Verfahren vorzusehen, durch welches die Fasern zusätzlich an die Gewebeschicht gebunden werden. Diese Vernadelung muss gleichmäßig und richtungsunabhängig sein, so dass ein hoher Schälwiderstand (herausziehen) der Fasern sichergestellt und der gequollene Bentonit erosionssicher eingekapselt ist. Grundsätzlich soll die Beständigkeit der eingesetzten Geokunststoffkomponenten die erwartete Gebrauchsdauer des Bauwerkes überschreiten und einen ausreichenden Schutz gegen alle natürlichen im Boden und Wasser vorkommenden Chemikalien und Mikroorganismen bieten. Polypropylen erfüllt üblicherweise diese Anforderungen. Der Durchlässigkeitsbeiwert  $k$  der geosynthetischen Tondichtungsbahn muss neuwertig gleich oder geringer als  $5 \times 10^{-11}$  m/s sein.

### **Anwendung**

Bentofix® BFG 5000 wird als Schutz auf allen Betonsohlflächen und -bauteilen eingesetzt. Besonders bei unterirdischen Bauwerken, die dem Grundwasser ausgesetzt werden, kommt die geosynthetische Tondichtungsbahn Bentofix® zum Einsatz.



### **Anmerkungen**

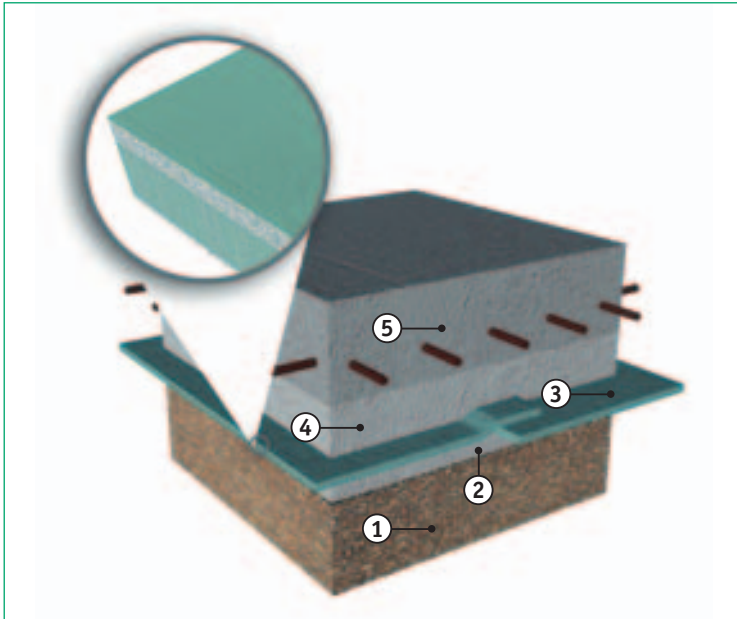
Bentofix® BFG 5000 muss immer unter Auflast, wie z. B. zwischen zwei Stahlbetonlagen oder zwischen Stahlbeton und Boden zum Einsatz kommen und eine durchgängige Dichtung auf der ganzen Oberfläche sicherstellen. Das Quellen des Bentonits erfolgt mit geeignetem Grund- oder Niederschlagswasser. Bei Anwendungen, wo z. B. höhere Salzkonzentrationen im Wasser erwartet werden, ist eine Rücksprache mit dem Hersteller erforderlich.

### **Qualitätskontrollen**

Bentofix® wird gemäß ISO 9001 : 2000 hergestellt. Dies bedeutet regelmäßige Überwachungsaudits mit ständigen internen Qualitätsüberwachungen sowie externen, durch Fremdüberwacher und Prüflabors durchgeführte Kontrollen. Somit kann eine gleichbleibend hohe Qualität von Bentofix® sichergestellt werden.

Für geosynthetische Tondichtungsbahnen besteht die CE-Kennzeichnungspflicht. Mit der CE-Kennzeichnung wird die Übereinstimmung eines Produktes mit den jeweiligen Europäischen (EU) Normen für spezifische Anwendungen und Funktionen bescheinigt. Alle notwendigen Dokumente zur Umsetzung der CE-Kennzeichnungspflicht liegen auch für Bentofix® vor.

## ..... Abdichtung der Sohlplatte



- ① Verdichteter und profilierter anstehender Untergrund
- ② Optionaler Magerbeton, Dicke variabel von 4 bis 6 cm, als Alternative zum Magerbeton kann eine Sand- oder Kiesschicht verwendet werden
- ③ Bentofix® BFG 5000
- ④ Optionale Stahlbetonschutzschicht zur Lastenverteilung und Abstützung der Eisen von einer Dicke, variabel von 4 bis 6 cm, nützlich, um den Baustellenverkehr zu erleichtern und die eventuelle Eisenarmierung des Fundaments zu stützen.
- ⑤ Stahlbetonsohle mit Eisenarmierung



Der anstehende Boden sollte die erforderlichen Anforderungen erfüllen. Die untere Fläche muss frei von eventuellen Unebenheiten und von jeglichen Fremdkörpern (Steine, Erde etc.) sein. Je nach Erfordernissen kann es sein, dass diese Fläche zusätzlich abgesandet oder ggf. mittels einer Magerbetonschicht mit einer Dicke von ca. 5 cm abgedeckt werden muss. Die darauf verlegte Bentofix® BFG 5000 wird dabei mit dem Natriumbentonit gesättigten Geotextil nach oben zur Sohlbetonplatte hin gerichtet.

Bentofix® muss vollständig glatt aufliegen und auf der Oberfläche dürfen keine Falten oder Wellen sichtbar sein. Überlappende Bahnen müssen mit einer Breite von  $\geq 100$  mm bzw.  $\geq 200$  mm (Maxibahn) verlegt werden.

Auch in der Überlappung dürfen keine Fremdkörper, wie z. B. Steine vorhanden sein, welche die Dichtigkeit beeinflussen können.

Es ist möglich die Bahnen so zu verlegen/zurecht zu schneiden, dass eine komplette Bedeckung der Verlegungsfläche erreicht wird.

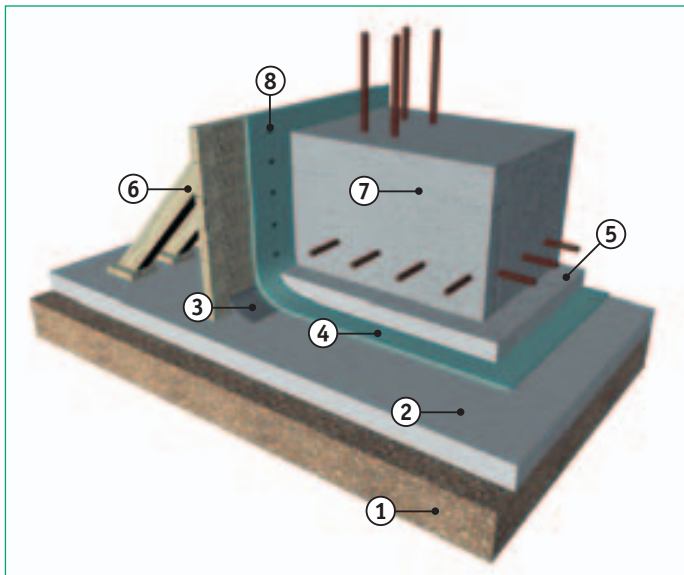
Die Verlegung der Bahnen kann manuell erfolgen oder mit Hilfe eines mechanischen Gerätes, das mit einer eigens dafür bestimmten Traverse versehen ist.

Die Überlappungen der Bahnen müssen in derselben Richtung erfolgen wie die spätere Aufbringung der Betonschicht, um zu vermeiden, dass Beton sich in die Überlappung schiebt. Der Betoneinbau erfolgt somit immer in Überlappungsrichtung. Wenn möglich, sollte eine Überlappung von mehr als zwei Bahnen vermieden werden, da sich die einzelnen Lagen beim Betoneinbau verschieben könnten.

Nach Beendigung der Abdichtungsverlegung der vorgesehenen Parzelle sollte Bentofix® BFG 5000 rasch und zügig mit Beton bedeckt werden.

Für nachfolgende Anschlussarbeiten ist es notwendig, den Bereich der Überlappungen der Bahnen offen zu lassen, um die folgenden Parzellen anzuschließen. Falls diese Arbeiten nicht kurzfristig ausführbar sind, muss der Bereich der Bahnüberlappungen vor Regen bzw. Wasser und mechanischen Belastungen, wie z. B. Befahrung und Begehung, mit wetterfesten Folien geschützt werden. Diese sind vor Wiederaufnahme der Arbeiten zu entfernen.

### .....Anbringung an einer Schalung



- ① Untergrund/anstehender Boden
- ② Optionaler Magerbeton als Profilierung
- ③ Natriumbentonit
- ④ Bentafix® BFG 5000
- ⑤ Optionale Betonschutzschicht
- ⑥ Schalung
- ⑦ Betonfundament/Sohlplatte
- ⑧ Befestigungsnägel

Die Bahnen werden in der ganzen Höhe hochgezogen und auf der seitlichen Verschalung der Sohlplatte angebracht. Falls notwendig, können Bahnen der Größe 1,20 m x 2,42 m (Microbahn) oder noch größer verwendet werden.

Bentafix® BFG 5000 muss mittels einer einfachen Befestigung mit Nägeln entweder auf dem oberen Teil der Schalung oder im Bereich der Überlappung der einzelnen Bahnen angebracht werden. Das Befestigen der Nägel erfolgt alle 25 - 30 cm. Es muss darauf geachtet werden, dass die Nagelköpfe bei der nachfolgenden Einbringung des Stahlbetons zur Herstellung der Sohlplatte entfernt werden (z. B. durch abzwicken).

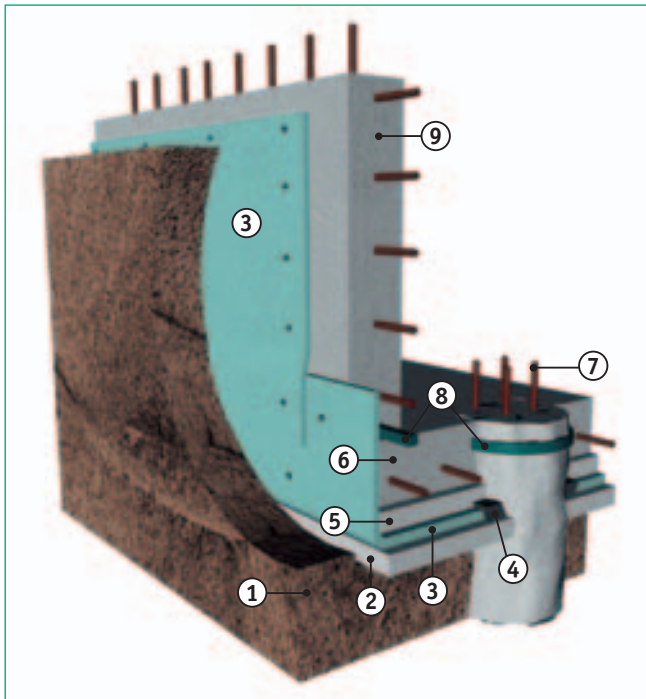
Dieser Vorgang erleichtert die nachfolgenden Abbauarbeiten der Verschalung, ohne Schaden an der abdichtenden Bahn zu verursachen. Es ist erforderlich, dass die Überlappung der Bahnen auf den Kanten fehlerlos ist. Falls notwendig, können diese geschnitten werden.

Zur Dichtung der Geometrie der Struktur kann es notwendig sein, den Bereich mit Bentonitpulver auszufüllen. Dies kann mit trockenem Bentonitpulver oder einer Bentonit/Wasser-Mischung (Verhältnis 1:4) erfolgen.





## ..... Abdichtung von Fundamentpfählen



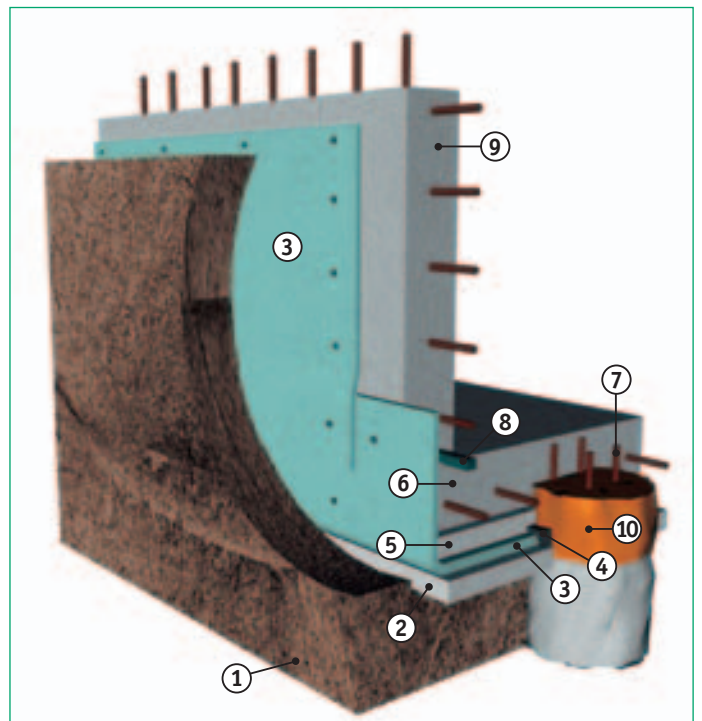
- ① Anstehender Boden
- ② Optionaler Magerbeton als Profilierung, auf welcher Bentofix® BFG 5000 verlegt wird
- ③ Bentofix® BFG 5000
- ④ Vorgequollenes Natriumbentonit um den Pfahl
- ⑤ Optionale Betonschutzschicht
- ⑥ Fundamentplatte aus Stahlbeton mit Eisenarmierung
- ⑦ Stahlbewehrung für Wände
- ⑧ Quellfugenband Bentostrip®
- ⑨ Betonwand



Die Bereiche um Fundamentpfähle herum müssen gereinigt und vollkommen frei von Unebenheiten sein. Dieser Bereich wird dann mit Natriumbentonit vollständig abgedeckt.

Eine Bentofix® Tondichtungsbahn in Standardgröße oder eine maßgerecht vorgefertigte Bahn wird über die Stahlbewehrung oder die seitliche Schalung gezogen oder gegen den Pfahl verlegt. Es muss sichergestellt werden das kein Bereich freiliegt.

Über die bedeckten Bereiche wird eine weitere Bentofix® Bahn oder eine maßgerecht vorgeschnittene Teilbahn gezogen, um die vorgequollene Natriumbentonitschicht vor einer eventuellen Auswaschung zu schützen, die durch das Aufbringen des Stahlbetons verursacht werden könnte.

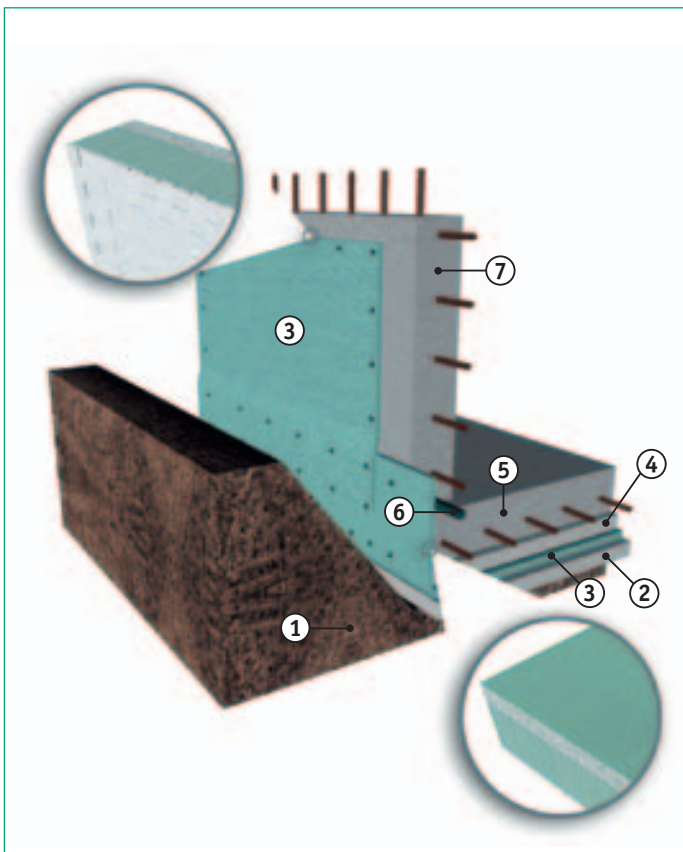


- ① Boden
- ② Optionale Magerbetonschutzschicht
- ③ Bentofix® BFG 5000
- ④ Vorgequollenes Natriumbentonit um den Pfahl
- ⑤ Optionale Magerbetonschutzschicht
- ⑥ Bewehrte Bodenplatte
- ⑦ Stahlbetonbewehrung
- ⑧ Quellfugenband Bentostrip®
- ⑨ Betonwand
- ⑩ Abdichtungsbeschichtung



Die übergestülpte Bentofix® Bahn oder das verwendete Teilstück ist mit Nägeln an den unteren Schichten zu befestigen oder anzutackern. Das Natriumbentonit (geliefert in 30-kg-Säcken) wird mit Wasser (Verhältnis 1:4) angerührt. So erhält man eine weiche, geschmeidige, gelartige Masse, die Ausbesserungen von Bentofix® BGF 5000 erlaubt oder die Möglichkeit gibt, eine Masse für Anschluss- und Verbindungsstücke in den kritischen Bereichen zu formen.

### .....Anbringung an vertikalen Wänden



Die Anbringung an vertikalen Wänden sollte je nach Höhe der Wände mit Minibahnen (2,42 m x 15 m) und/oder Microbahnen (1,20 m x 2,42 m) durchgeführt werden. Der mit Natriumbentonit imprägnierte Deckvliesstoff von Bentofix® BFG 5000 wird mit dem Deckvliesstoff zur Wand gerichtet und auf die bodenseitige Wand verlegt. Es ist möglich, die Bentofix® Bahn mit Schussnägeln an der Betonwand zu befestigen. Die Überlappung der Bahnen erfolgt dachziegelartig, d.h. die obere Bahn überlappt die untere. So wird das Eindringen von Erde in die Überlappungszonen während der Beschüttung verhindert. Die Bahnen müssen, insbesondere im Überlappungsbereich, vollkommen glatt und faltenfrei angebracht werden. Der Dichtungsbereich zwischen der Sohlplatte und der Wand muss mit mindestens 35 - 40 cm hergestellt werden und der Bereich der Überlappung muss dichter als im übrigen Bereich vernagelt werden. Falls erforderlich, kann ein zusätzlicher Bentofix® Streifen mit einer



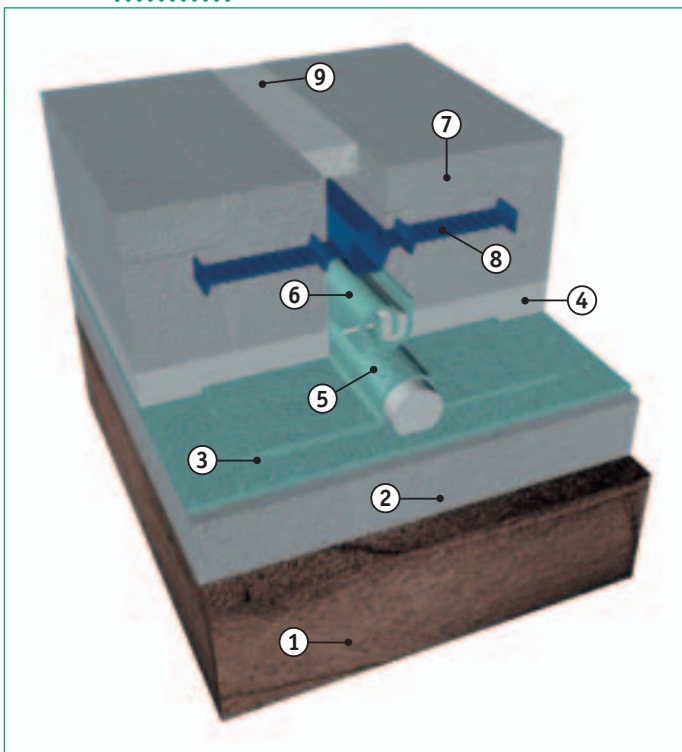
Länge von ca. 40 - 60 cm verwendet werden, der genau am Anschlussbereich des letzten Betoniervorgangs verlegt wird und parallel zu diesem verläuft, so dass die Überlappungszonen der Bahnen in der Nähe des Anschlussstückes dicht versiegelt sind.

- ① Anstehender Boden
- ② Optionale Magerbetonschutzschicht
- ③ Bentofix® BFG 5000
- ④ Optionale Stahlbetonschutzschicht zur Lastenverteilung und Abstützung der Eisenarmierung, Dicke variabel von 4 bis 6 cm.
- ⑤ Stahlbetonsohle
- ⑥ Quelfugenband Bentostrip®
- ⑦ Vertikale Wand

Dieser zusätzliche Streifen wird ebenso mit Schussnägeln befestigt. Bei der anschließenden Boden hinterfüllung ist darauf zu achten, dass das Füllmaterial keine groben oder scharfkantigen Anteile enthält, die beim Einbau bzw. beim Verdichten die Bentofix® Dichtungsbahn beschädigen könnten. Beim Verdichten ist darauf zu achten, dass die Hinterfüllung möglichst nah an der Abdichtung verdichtet wird.

Um zu verhindern, dass im oberen Bereich Bodenmaterial hinter die verlegten Bahnen eindringt, kann an Bentofix® BFG 5000 ein 10 bis 15 cm langes Holzbrett angebracht und mittels Vernagelung 20 - 30 cm unterhalb der maximalen Höhe der vertikalen Abdichtung verankert werden (siehe Kapitel „Abschlussleiste“, Seite 12).

### Herstellung einer horizontalen Dehnungsfuge



Die Dehnungsfuge muss mit einem speziellen abdichtenden Element gedichtet werden, das im Stahlbeton eingelegt wird. Unterhalb der Anschlussbereiche der Sohlplatte ist es notwendig, eine doppelte Schicht von Bentofix® BFG 5000 Bahnen zu verlegen. Die obere Bentofix® Bahn sollte eine Breite von 1 - 1,20 m haben und wie ein Omega geformt sein. Als Auflage der Erhöhung dient Bentonitpaste. Die Erhöhung soll in die

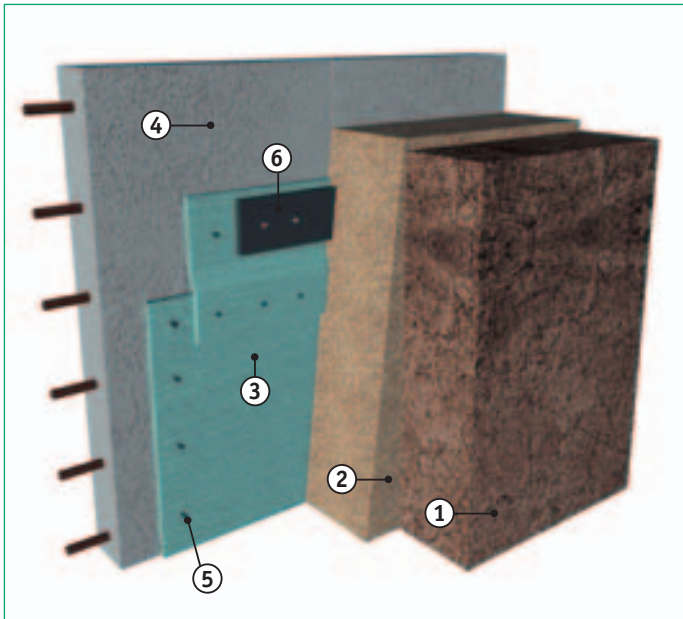
Dehnungsfuge hineinragen. Die Dehnungsfuge muss außerdem mit einem oder mehreren Streifen der geosynthetischen Tondichtungsbahn gefüllt werden, damit jegliches Eindringen von Wasser ins Innere der Fuge verhindert wird. Die Streifen der geosynthetischen Tondichtungsbahn werden an den bereits festen und ausgehärteten Beton angenagelt. Der obere Verschluss der Dehnungsfuge wird mit Polystyrol durchgeführt.

Wenn möglich, kann im Hohlraum des Bentonitstreifens in Omega-Form eine vorgequollene Bentonitpaste, die aus 4 Teilen Wasser und 1 Teil Natriumbentonitpulver besteht, verwendet werden.

- ① Anstehender Boden
- ② Optionale Magerbetonschutzschicht
- ③ Doppellagige Bentofix® BFG 5000
- ④ Optionale Betonschicht zum Schutz von Bentofix® BFG 5000
- ⑤ Bentofix® BFG 5000, das in den Fugenbereich hineinragt.
- ⑥ Streifen von Bentofix® BFG 5000
- ⑦ Sohlplatte/Fundamentplatte
- ⑧ Dehnfugenband
- ⑨ Polystyrol



## .....Abschlussleiste



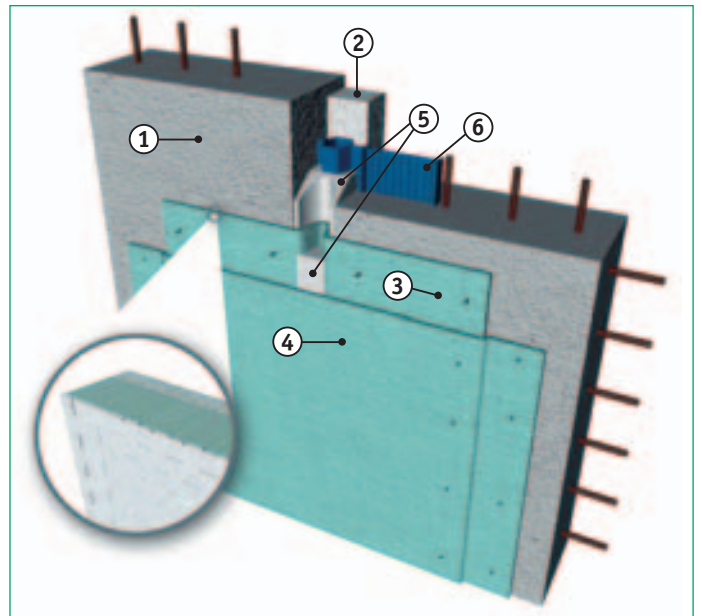
- ① Anstehender Boden
- ② Dränagematerial oder eine Secudrain® geosynthetische Dränmatte
- ③ Bentofix® BFG 5000
- ④ Betonwand
- ⑤ Befestigungsnägel
- ⑥ Abschlussleiste



Unterhalb der Abdichtung im oberen Bereich (ca. 10 - 15 cm) muss ein Abschlusselement angebracht werden, welches das eventuelle Eindringen von Boden oder anderem Material zwischen Bentofix® BFG 5000 und der Stahlbetonwand verhindert.

Dieses Element sollte dauerhaft beständig sein, eine Höhe von ca. 15 cm haben und um das ganze Bauwerk herum gegen Bentofix® BFG 5000 und die Wand angehängt werden.

## .....Abdichtung der Dehnungsfugen bei vertikalen Wänden



- ① Vertikale Stahlbetonwand
- ② Polystyrolfüllung
- ③ Untere Bentofix® BFG 5000 Bahn
- ④ Obere Bentofix® BFG 5000 Bahn
- ⑤ Füllung mit vorgequollenem Natriumbentonit
- ⑥ Dehnfugenband

Die Dehnungsfuge wird mit einem speziellen, abdichtenden Fugenband abgedichtet, das einbetoniert wird.

Auf der Wandaußenseite muss eine doppelte Schicht Bentofix® BFG 5000 verlegt werden. Die untere Bahn hat eine Länge von 1 - 1,20 m und soll wie ein Omega geformt in das Innere des Fugenbereichs hineinragen. Außerdem ist es erforderlich, vor und nach der

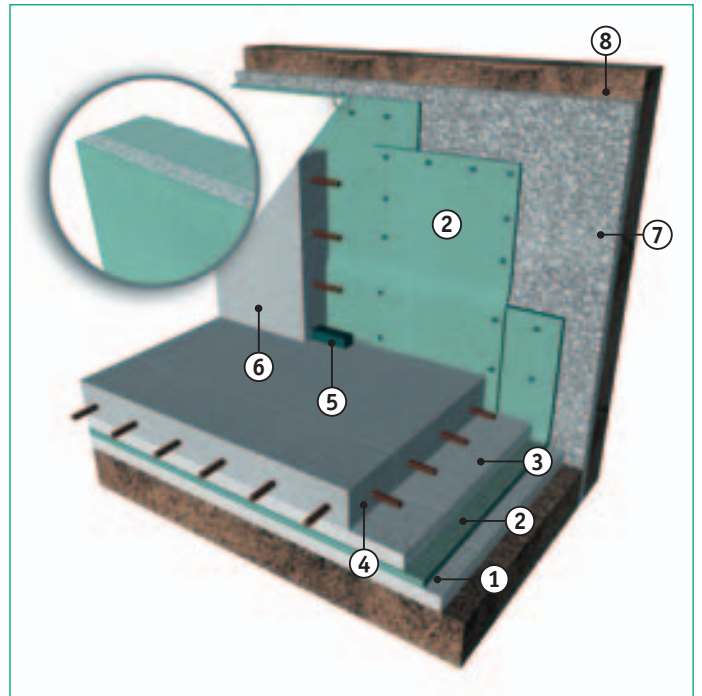
Verlegung dieser Bahn die Hohlräume mit Natriumbentonitpaste (4 Teile Wasser, 1 Teil Natriumbentonitpulver) zu füllen.

Die Bentofix® Streifen werden zusätzlich gegen die Betonwand genagelt. Hinter dem Dehnfugenband wird eine Lage Polystyrol angebracht. Nach der Anbringung von Bentofix® BFG 5000 muss der Bereich hinter der Wand wieder ausgefüllt werden. Bei der Bodenbefüllung ist darauf zu achten, dass das Füllmaterial keine groben oder scharfkantigen Anteile enthält, die beim Einbau bzw. beim Verdichten die Bentofix® Dichtungsbahn beschädigen könnten.

Beim Verdichten ist darauf zu achten, dass möglichst nah an die Abdichtung verdichtet wird, ohne diese zu beschädigen.



## Abdichtung von vertikalen Wänden gegen Stützwände



- ① *Optionaler Magerbeton*
- ② *Bentofix® BFG 5000*
- ③ *Optionale Betonschutzschicht*
- ④ *Sohlplatte/Fundamentplatte*
- ⑤ *Bentostrip® quellfähiges Fugenband*
- ⑥ *Betonwand*
- ⑦ *Stützwand*
- ⑧ *Anstehender Boden*



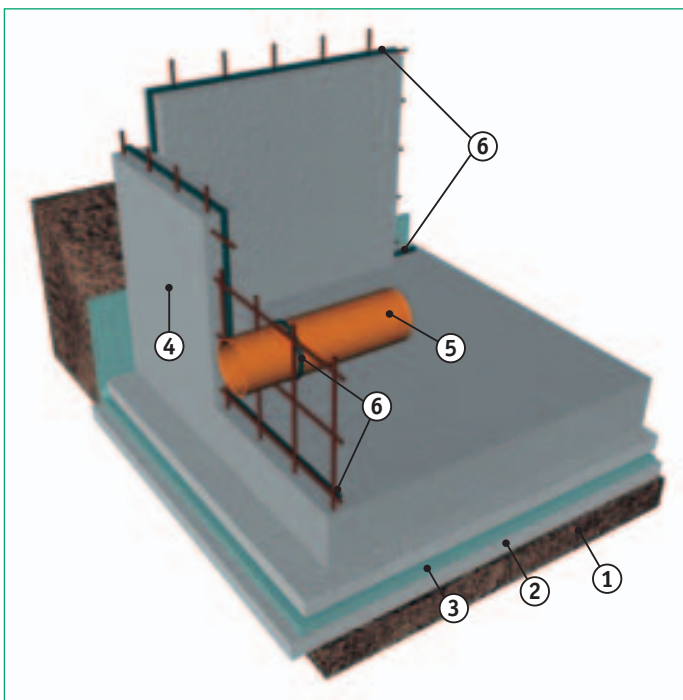
Die Abdichtung von Betonwänden gegen Stützwände erfordert eine umgekehrte Verlegeprozedur im Vergleich zur herkömmlichen Abdichtung von Betonwänden, die im direkten Kontakt zum Boden stehen.

Es ist erforderlich, Bentofix® BFG 5000 vor dem Betonvorgang der Wand direkt auf der Stützwand zu befestigen. Außerdem muss der mit Natriumbentonit imprägnierte Deckvliesstoff gegen den einzubringenden Beton verlegt werden.

Bentofix® BFG 5000 passt sich dank seiner Dehnfähigkeit, Flexibilität und der dichten Faserarmierung leicht an die Unregelmäßigkeit einer Stützwand an. Dennoch ist es empfehlenswert, die Oberfläche der Stützwand so gut wie möglich zu glätten. Die Vernagelung der Überlappungen muss alle 25 cm erfolgen. Es muss darauf geachtet werden, dass die Bahnen vollflächig glatt verlegt werden und im Überlappungsbereich einen guten Pressverbund erzielen.

### Quellfähiges Fugenband Bentostrip®

Das Fugenband Bentostrip® wird für die Abdichtung von Beton-Arbeitsfugen verwendet und besteht zu 75 % aus Natriumbentonit und zu 25 % aus Butylkautschuk. In Kontakt mit geeignetem Wasser quillt



Bentostrip® um mehr als 400 % auf und erzielt somit eine wasserdichte Fuge. Wegen der speziellen Kautschuk-/Bentonit-Mischung bleibt Bentostrip® selbst bei Temperaturen bis -15°C flexibel. Bentostrip® widersteht auch chemischen Angriffen, wie z. B. aufgebrachtem Beton. Bentostrip® wurde durch das "Laboratory of Concrete Research Magnel of the University of Ghent" geprüft und ist COPRO zertifiziert.

#### Einbau

Bentostrip® wird in der Mitte der Fuge angebracht und mit Stahlnägeln alle 30 - 40 cm fixiert. Bentostrip® kann gegen aufgebrachtem Beton geschützt werden, indem es mit dem Metallprofil Bentonet befestigt wird. Diese Befestigungsmethode ist auch für den vertikalen Einbau geeignet. Bentostrip® sollte auf trockenen und ebenen Flächen eingebaut werden, kann jedoch auch auf unebenen Flächen vor Ort aufgeklebt werden. Grundsätzlich ist immer eine Betonüberdeckung von mind. 75 mm notwendig. Bentostrip® kann an den Enden stoßweise verlegt werden.



- ① Anstehender Boden
- ② Optionale Magerbetonschicht
- ③ Bentofix® BFG 5000
- ④ Betonwand
- ⑤ Durchdringung
- ⑥ Quellfähiges Fugenband Bentostrip®

#### Konfektionierung und technische Eigenschaften

Die quellfähigen Fugenbänder Bentostrip® werden in Rollen von je 10 m Länge gefertigt und in Kartons mit 4 x 10 lfm. geliefert.

Auf einer Palette befinden sich 28 Kartons.

### Ausschreibungstext

Lieferung und Einbau des quellfähigen und selbstdichtenden Fugenbandes, bestehend aus 75 % Natriumbentonit und 25 % Butyl-Kautschuk, geeignet zur Abdichtung von horizontalen als auch vertikalen Beton-Arbeitsfugen.

Das Fugenband muss hinsichtlich des Bauwerks zentriert und in einem Abstand von nicht weniger als 75 mm vom Außenrand der Wand auf einer gleichmäßigen und von jeder Unebenheit freien Oberfläche angebracht werden.



Transport von Bentofix® BFG 5000 Maxibahn



Verlegung der Bentofix® Bauwerksabdichtung und Aufbringung einer Magerbetonschicht



Senkrechte Befestigung von Bentofix®



Senkrechte Befestigung von Bentofix® gegen eine Betonwand



Einbringung der Stahlbewehrung vor Bentofix®



Baumaßnahme mit Bentofix® Bauwerksabdichtung



Abgedichtete Durchdringung mit Bentofix®



Betonaufbringung über Bentofix®

Weitere Informationen über **unsere Geokunststoffe** erhalten Sie auf unseren Internetseiten oder in:

- unserer **Imagebroschüre**
- unseren **Anwendungsbroschüren:**
  - Bauwerksabdichtungen
  - Deponiebau
  - Grundwasserschutz
  - Tiefbau
  - Tunnelbau
  - Wasserbau
- unseren **Anwendungs- und Technikflyern** mit ganz spezifischen Lösungen



NAUE GmbH & Co. KG  
 Gewerbestraße 2  
 32339 Espelkamp-Fiestel  
 Telefon 05743 41-0  
 Telefax 05743 41-240  
 E-Mail info@naue.com  
 Internet www.naue.com

Mitgliedschaften der NAUE Unternehmensgruppe

