

# DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

Anstalt des öffentlichen Rechts

10829 Berlin, 26. April 2006  
Kolonnenstraße 30 L  
Telefon: 030 78730-299  
Telefax: 030 78730-320  
GeschZ.: II 25-1.34.13-8/05

## Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

**Zulassungsnummer:**

Z-20.1-108

**Antragsteller:**

BBV Vorspanntechnik GmbH  
Industriestraße 98  
67240 Bobenheim-Roxheim

**Zulassungsgegenstand:**

Bodenvernagelung System "BBV"

**Geltungsdauer bis:**

31. März 2011

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



---

\* Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-20.1-108 vom 23. Februar 1996, verlängert durch Bescheid vom 2. Februar 2001. Der Gegenstand ist erstmals am 10. September 1988 allgemein bauaufsichtlich/baurechtlich zugelassen worden.

## 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 weitergehender 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 Allgemeines

Gegenstand der folgenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist die Bodenvernagelung System "BBV". Die Vernagelung der Bodenkörper muss in der auf den Anlagen dargestellten Weise aus Bodennägeln und einer Außenhaut unter Beachtung der nachfolgenden Bestimmungen hergestellt werden. Sie ist eine Maßnahme, die Zug- und Scherfestigkeit des Bodens soweit zu erhöhen, dass der vernagelte Bodenkörper als monolithischer Block betrachtet und nachgewiesen werden kann. Die Außenhaut braucht unterhalb der Baugrubensohle nicht eingebunden zu werden. Die Mindestlänge der Bodennägel ergibt sich aus dem Standsicherheitsnachweis nach Abschnitt 3. Der maximale Nagelabstand beträgt 1,5 m in horizontaler und vertikaler Richtung; er darf nur überschritten werden, wenn ein räumlicher Standsicherheitsnachweis geführt wird.

#### 1.2 Anwendungsbereich

##### 1.2.1 Baumaßnahmen

Die Bodenvernagelung kann zur Sicherung von Geländesprüngen, z. B. Baugrubenwände und Hanganschnitte, zur Sicherung bestehender Böschungen und zur Stabilisierung belasteter Erdkörper bei Unterfangungsarbeiten mit beliebiger Wandneigung angewendet werden. Dabei ist zwischen vorübergehendem ( $\leq 2$  Jahre) und dauerndem ( $> 2$  Jahre) Einsatz zu unterscheiden.

##### 1.2.2 Bodenarten

Die Bodenvernagelung kann in nichtbindigen oder bindigen Böden gemäß DIN 1054:2005-01, Abschnitt 5.2.2 bzw. Abschnitt 5.2.3, angewendet werden, im Fels dann, wenn sich der Fels erdstatisch wie Lockergestein verhält. Die Bodenvernagelung darf nicht ausgeführt werden, wenn im Boden oder im Grundwasser Stoffe enthalten sind, die Beton angreifen (vgl. DIN 4030-1:1991-06). Wenn der Sulfatgehalt im Boden oder Grundwasser schwach angreifend nach DIN 4030-1:1991-06 – Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase; Grundlagen und Grenzwerte –, Tabellen 4 und 5 ist, können die Bodennägel eingebaut werden, sofern zur Herstellung ein Zement mit hohem Sulfatwiderstand verwendet wird.

#### 1.3 Baugrunderkundung

In Anlehnung an DIN 1054 sind die für Stützbauwerke erforderlichen geotechnischen Untersuchungen unter der Leitung eines Sachverständigen für Geotechnik durchzuführen und auszuwerten. Dabei ist auch zu prüfen, ob der anstehende Boden in der vorgesehenen Abbautiefe vorübergehend standfest ist. Der Boden darf auch nicht ausbrechen, wenn die Außenhaut im Spritzbetonverfahren hergestellt wird.

### 2 Bestimmungen für das Bauprodukt

#### 2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

##### 2.1.1 Stahlzugglied

Es darf nur Betonstabstahl mit Gewinderippen BSt 500 S, Nenndurchmesser 16 mm, 20 mm, 25 mm, 28 mm, 32 mm, 40 mm oder 50 mm, gemäß den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen, für  $\varnothing$  16 mm bis  $\varnothing$  32 mm Nr. Z-1.1-58 und Nr. Z-1.1-167, für  $\varnothing$  40 mm und  $\varnothing$  50 mm Nr. Z-1.1-59 und Nr. Z-1.1-106, verwendet werden.



## 2.1.2 Korrosionsschutz und Herstellung des für den Einbau und das Verpressen vorgefertigten Bodennagels

### 2.1.2.1 Vorübergehender Einsatz (Kurzzeitbodennagel)

Für den vorübergehenden Einsatz der Bodennägel sollen die Betonstabstähle mit Gewinderippen mit einer Zementsteindicke von 20 mm umgeben sein; die Mindestüberdeckung muss  $\geq 15$  mm betragen. Hierfür ist der Betonstabstahl mit Gewinderippen mit Abstandhaltern nach Anlage 2 zu versehen, deren Abstand  $\leq 2$  m sein muss.

### 2.1.2.2 Dauernder Einsatz (Dauerbodennagel)

Der Korrosionsschutz von Dauerbodennägeln ist in einem Werk aufzubringen. Der Betonstabstahl mit Gewinderippen ist auf annähernd der gesamten Länge (vgl. Anlagen 2 bis 4) mit einem gerippten Kunststoffhüllrohr zu überziehen. Als Kunststoffe sind PVC-U nach DIN EN ISO 1163-1:1999-10, Polyethylen mit einer Formmasse nach DIN EN ISO 1872-1:1999-10 – PE, E, 45 – T022 oder Polypropylen mit einer Formmasse nach DIN EN ISO 1873-1:1995-12 – PP – B, EAGC, 10-16-003 oder nach DIN EN ISO 1873-1:1995-12 – PP – H, E, 06-35-012/022 zu verwenden. Es ist darauf zu achten, dass nur gerade Rohre verwendet werden. Das Hüllrohr muss eine gleichmäßige Wanddicke  $\geq 1$  mm haben; es dürfen nur Rohre verwendet werden, die keine Blasen einschließen aufweisen und deren Pigmentverteilung gleichmäßig ist. Die Abmessungen der Hüllrohre sind in der Anlage 2 angegeben.

Die einzelnen Schüsse der PVC-U-Hüllrohre sind erforderlichenfalls miteinander zu verschrauben und mit einem PVC-Kleber zu verkleben. Als PE- oder PP-Hüllrohre sind durchgehende Rohre zu verwenden. Am erdseitigen Ende ist das Hüllrohr mit einem Kunststoffpfropfen zu verschließen. Der Ringraum zwischen Betonstabstahl mit Gewinderippen und Hüllrohr ist bei schräggeneigtem Nagel von unten nach oben mit Zementmörtel nach DIN EN 447:1996-07 zu verpressen. Zusätzlich sind DIN EN 445:1996-07 und DIN EN 446:1996-07 zu beachten. Die Einhaltung des Abstandes  $\geq 5$  mm zwischen Betonstabstahl mit Gewinderippen und Hüllrohr ist durch eine Rundstahlwendel  $\varnothing 5$  mm oder eine Kunststoffwendel  $\varnothing 6$  mm aus PE oder PVC, Ganghöhe 0,5 m, nach Anlage 2 sicherzustellen.

Das zementmörtelverfüllte Hüllrohr muss den Betonstabstahl mit Gewinderippen soweit umschließen, dass es in den Bereich der Außenhaut hineinreicht.

Die Hüllrohre müssen im Bohrloch durch Abstandhalter zentriert werden, deren Abstand  $\leq 2$  m sein muss. Die Hüllrohre müssen von mindestens 10 mm Zementmörtel überdeckt werden (s. Anlage 2).

### 2.1.3 Luftseitige Verankerung

Die Betonstabstähle mit Gewinderippen sind durch Verankerungen von Betonstabstahl mit Gewinderippen gemäß den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für geschraubte Muffenverbindungen und Verankerungen für Betonstabstahl mit Gewinderippen BSt 500 S, für  $\varnothing 16$  mm bis  $\varnothing 32$  mm Nr. Z-1.5-76 und Nr. Z-1.5-174, für  $\varnothing 40$  mm und  $\varnothing 50$  mm Nr. Z-1.5-149 und Nr. Z-1.5-173, zu verankern. Wenn von den dortigen Festlegungen abgewichen wird, z. B. hinsichtlich der Zusatzbewehrung, ist die Tragfähigkeit der Ankerplatten nachzuweisen, dies gilt dann auch für die Einleitung der Kräfte in die Außenhaut. Die Weiterleitung der Kräfte in der Außenhaut (z. B. Spaltzugkräfte) ist in jedem Einzelfall nachzuweisen (siehe hierzu auch Abschnitt 3.4). Eine Kombination von Muffen bzw. Verankerungsteilen der genannten Zulassungen ist nicht zulässig. Um Verwechslungen zu vermeiden, sind je Baustelle nur Verankerungs- und Verbindungsmittel ein und derselben allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, für  $\varnothing 16$  mm bis  $\varnothing 32$  mm Nr. Z-1.5-76 oder Nr. Z-1.5-174, für  $\varnothing 40$  mm und  $\varnothing 50$  mm Nr. Z-1.5-149 oder Nr. Z-1.5-173, zu verwenden.

### 2.1.4 Stoßausbildung

Die Betonstabstähle mit Gewinderippen dürfen durch Muffen entsprechend den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für geschraubte Muffenverbindungen und Verankerungen für Betonstabstahl mit Gewinderippen BSt 500 S, für  $\varnothing 16$  mm bis  $\varnothing 32$  mm



Nr. Z-1.5-76 und Nr. Z-1.5-174, für  $\varnothing$  40 mm und  $\varnothing$  50 mm Nr. Z-1.5-149 und Nr. Z-1.5-173, gestoßen werden (siehe auch Anlagen 3 und 4 sowie Abschnitt 4.6). Eine Kombination von Muffen bzw. Verankerungsteilen der genannten Zulassungen ist nicht zulässig. Um Verwechslungen zu vermeiden, sind je Baustelle nur Verankerungs- und Verbindungsmittel ein und derselben allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, für  $\varnothing$  16 mm bis  $\varnothing$  32 mm Nr. Z-1.5-76 oder Nr. Z-1.5-174, für  $\varnothing$  40 mm und  $\varnothing$  50 mm Nr. Z-1.5-149 oder Nr. Z-1.5-173, zu verwenden.

Die Muffen sind durch Muttern zu kontern.

Auf die Kontermuttern kann bei vorwiegend ruhender Belastung verzichtet werden, wenn entsprechend Anlage 4 ein Schrumpfschlauch angeordnet wird.

## **2.2 Lagerung, Transport und Kennzeichnung**

### **2.2.1 Lagerung und Transport**

Die Dauerbodennägel dürfen erst nach dem Erhärten des Zementmörtels von der Montagebank abgehoben werden. Der Transport und die Lagerung der korrosionsgeschützten Bodennägel müssen so erfolgen, dass die Hüllrohre nicht verletzt werden können (z. B. parallele Lagerung in Spundwandprofilen o. ä.).

### **2.2.2 Kennzeichnung**

Der Lieferschein des für den Einbau und das Verpressen vorgefertigten Bodennagels muss vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 erfüllt sind.

Aus dem Lieferschein muss u. a. hervorgehen, für welche Bodennägel die Teile bestimmt sind und von welchem Werk sie hergestellt wurden. Mit einem Lieferschein dürfen nur Teile für einen zu benennenden Bodennageltyp geliefert werden.

## **2.3 Übereinstimmungsnachweis**

### **2.3.1 Allgemeines**

Die Bestätigung der Übereinstimmung der Bodennagelkomponenten und der für den Einbau und das Verpressen vorgefertigten Bodennagelkonstruktion mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einem Übereinstimmungszertifikat auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und einer regelmäßigen Fremdüberwachung einschließlich einer Erstprüfung nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.

Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller der Bodennagelkomponenten und der vorgefertigten Bodennagelkonstruktion eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats zur Kenntnis zu geben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist zusätzlich eine Kopie des Erstprüfberichts zur Kenntnis zu geben.

### **2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle**

In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile,
- Art der Kontrolle oder Prüfung,



- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile,
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und, soweit zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen,
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu kennzeichnen, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

Die werkseigene Produktionskontrolle soll mindestens die im Folgenden aufgeführten Maßnahmen einschließen.

#### 2.3.2.1 Betonstabstähle mit Gewinderippen, Verankerungs- und Verbindungsmittel

Es dürfen nur Betonstabstähle mit Gewinderippen, Verankerungs- und Verbindungsmittel verwendet werden, für die entsprechend den zugehörigen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen ein Übereinstimmungsnachweis geführt wurde.

Die dort getroffenen Festlegungen zur Eingangskontrolle sind zu beachten.

#### 2.3.2.2 Schrumpfschläuche

Die Materialeigenschaften der Schrumpfschläuche und des Klebers sind mit einer Werksbescheinigung "2.1" nach DIN EN 10204:2005-01 zu bestätigen. Je Los (100 Stück) sind am Ausgangsmaterial die Wanddicken an 3 Stellen zu messen und der Kleberauftrag zu bestimmen. Die Entscheidung, ob das Los angenommen oder zurückgewiesen wird, ist nach Abschnitt 2.3.2.4 zu treffen.

#### 2.3.2.3 Korrosionsschutz der Dauerbodennägel

##### 2.3.2.3.1 Hüllrohre

Die Zusammensetzung der Formmasse ist mit einer Werksbescheinigung "2.1" nach DIN EN 10204:2005-01 zu bestätigen. Je Los (100 Rohre) ist ein Hüllrohr zu entnehmen, an diesem sind die Wanddicken jeweils an einer Innen- und Außenrippe und an der Flanke der Rohre zu messen. Die Entscheidung, ob das Los angenommen oder zurückgewiesen wird, ist nach Abschnitt 2.3.2.4 zu treffen.

##### 2.3.2.3.2 Zementmörtel innerhalb der Hüllrohre

Für den Zementmörtel sind Prüfungen entsprechend DIN EN 447:1996-07 durchzuführen. Zusätzlich sind DIN EN 445:1996-07 und DIN EN 446:1996-07 zu beachten.

##### 2.3.2.3.3 Herstellen des Korrosionsschutzes

Die im Werk nach Abschnitt 2.1.2 zu ergreifenden Korrosionsschutzmaßnahmen sind an jedem Bodennagel durch Augenschein zu überprüfen (statistische Auswertung nicht erforderlich).

##### 2.3.2.4 Prüfplan

Sofern jeder einzelne Messwert gleich oder größer dem geforderten Mindestwert ist, so ist das Los anzunehmen. Anderenfalls können weitere Proben entnommen werden. An diesen Proben sind dieselben Messungen wie an der ersten Probe durchzuführen. Die Messergebnisse sind mit den vorangegangenen Messungen zusammenzufassen. Aus allen Werten sind der Mittelwert  $\bar{x}$  und die Standardabweichung  $s$  zu bilden. Ist nunmehr die daraus zu bildende Prüfgröße (Zahlenwert)

$z = \bar{x} - 1,64 s$  gleich oder größer als der geforderte Mindestwert, so ist das Los anzunehmen, anderenfalls zurückzuweisen.



### 2.3.3 Fremdüberwachung

In jedem Herstellwerk ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch zweimal jährlich.

Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung durchzuführen. Es sind auch Proben für Stichprobenprüfungen zu entnehmen und die Prüfwerkzeuge zu kontrollieren. Die Probenahmen und die Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle.

Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

## 3 Bestimmungen für Entwurf und Bemessung

### 3.1 Allgemeines

Für den Entwurf und die Bemessung von Bauwerken unter Verwendung der Bodennägel gelten die folgenden Bestimmungen.

### 3.2 Innere und äußere Standsicherheit des vernagelten Bodenkörpers

Es sind folgende Standsicherheitsuntersuchungen durchzuführen:

- Gleitsicherheit innerhalb und unterhalb des vernagelten Bodenkörpers nach DIN 1054:1976-11 (siehe Bild 1, Anlage 1),
- der Nachweis, dass die aus ständigen Lasten resultierende Kraft die Sohlfläche im Kern schneidet (Kippsicherheit; siehe Bild 1, Anlage 1),
- Grundbruchsicherheit (siehe Bild 1, Anlage 1): der Nachweis ist anhand von DIN 4017:1979-08 zu führen,
- Gleitkörperuntersuchungen (siehe Bild 2, Anlage 1).

Die ungünstigste Lage der Gleitlinie ist abweichend von DIN 4084:1981-07 durch Variation des Winkels  $\vartheta$  zu bestimmen. In den zu variierenden Gleitkörpern sind einwirkende Lasten aus Erddruck, Gewicht des vernagelten Bodenkörpers und äußere Lasten anzusetzen. Diesen Lasten wirken widerstehende Kräfte aus Reibung und Kohäsion in der Gleitlinie sowie Rückhaltekräfte der außerhalb des Gleitkörpers liegenden Nagelabschnitte entgegen (vgl. Abschnitt 3.3).

Aus der Gegenüberstellung der widerstehenden und der einwirkenden Lasten muss eine Sicherheit von

$$\eta \geq 2,0 \text{ (Lastfall 1 gemäß DIN 1054:1976-11)}$$

$$\eta \geq 1,5 \text{ (Lastfall 2 gemäß DIN 1054:1976-11)}$$

vorhanden sein.

Erfolgt der Nachweis nach der Fellenius - Regel

$$\eta_r = \frac{\tan \alpha \tan \varphi}{\tan \epsilon \tan \varphi}$$

so beträgt die Sicherheit

$$\eta_r \geq 1,4 \text{ (Lastfall 1 gemäß DIN 1054:1976-11)}$$

$$\eta_r \geq 1,3 \text{ (Lastfall 2 gemäß DIN 1054:1976-11).}$$

Diese Untersuchungen sind zu führen für

- die für die Standsicherheit maßgebenden Bauzustände mit den Sicherheitsanforderungen des Lastfalles 2,



- den Endzustand bezüglich der Sohlfuge (bzw. für von der Sohlfuge ausgehende Gleitkörper) und bezüglich der für die Standsicherheit maßgebenden Zwischenfugen (bzw. von solchen ausgehenden Gleitkörpern) mit den Sicherheitsanforderungen des Lastfalles 1.

Darüber hinaus sind für tiefergelegene Fugen die Nachweise der

- Gleitsicherheit nach DIN 1054:1976-11 und
- Geländebruchsicherheit nach DIN 4084:1981-07

zu führen, wenn der Boden unterhalb des vernagelten Bodenkörpers geringere Scherfestigkeiten aufweist. Diese Nachweise sind ggf. auch für Bauzustände zu führen.

### 3.3 Nachweis der Nägel

Für die Bemessung der Nägel ist der Nachweis maßgebend, der die größten Nagellasten ergibt.

Dazu sind folgende Untersuchungen durchzuführen:

- Lastanteile in den Nägeln aufgrund der Gleitkörperuntersuchungen für End- oder Bauzustände (siehe Abschnitt 3.2)
- Lastanteile in den Nägeln aus dem Erddruck auf die Außenhaut (siehe Abschnitt 3.4)

Es ist nachzuweisen, dass die Spannung im Betonstabstahl mit Gewinderippen  $\beta_s/1,75$  nicht überschreitet, und dass die Lasten vom Nagel in den Boden mit der 2,0fachen Sicherheit übertragen werden können (siehe Abschnitt 4.7).

Bei nicht vorwiegend ruhender Belastung entsprechend DIN 1055-3:1971-06 - Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten - ist nachzuweisen, dass die zulässige Schwingbreite des Stahlzugliedes bzw. der Muffenstöße und Verankerungen nicht überschritten wird. Die zulässigen Schwingbreiten sind den entsprechenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für den Betonstabstahl mit Gewinderippen bzw. für die geschraubten Muffenstöße und Verankerungen für Betonstabstahl mit Gewinderippen zu entnehmen.

### 3.4 Außenhaut

Der von dem vernagelten Bodenkörper auf die Außenhaut einwirkende Erddruck darf mit dem 0,85fachen Wert des aktiven Erddrucks nach Coulomb, jedoch ohne Ansatz der Kohäsion, angenommen werden. Der Erddruck darf als rechteckförmig verteilt angesetzt werden. Auch dann, wenn der Boden geschichtet ist, darf der gesamte Erddruck umgelagert werden. Erddrücke aus örtlichen Auflasten und Lasten aus Verpressankern dürfen nicht abgemindert werden. Der Wandreibungswinkel ist mit  $\delta = 0$  anzusetzen.

Die Außenhaut ist nach DIN 1045-1:2001-07 zu bemessen. Im Bereich der Nagelköpfe ist der Nachweis gegen Durchstanzen und der Teilflächenpressung nach DIN 1045-1:2001-07 zu führen.

### 3.5 Verformungen

Bei Versuchen mit dieser Bauart sind unter Eigengewicht Horizontalverschiebungen von 2 ‰ bis 4 ‰ der Wandhöhe gemessen worden.

Dabei betragen die Nagellängen das 0,5- bis 0,7fache der Wandhöhe. Müssen die Verformungen eingeschränkt werden, sind die Sicherheiten nach Abschnitt 3.2 zu erhöhen.

## 4 Bestimmungen für die Ausführung

### 4.1 Allgemeines

Über die mit Dauerbodennägeln gesicherten Bauten ist vom Antragsteller eine Liste zu führen, aus der das Bauwerk, die Art und die Anzahl der Bodennägel hervorgehen.



## 4.2 Bohrarbeiten

Die Bohrlöcher sind verrohrt herzustellen, es sein denn, es wird auf der Baustelle nachgewiesen, dass die unverrohrt hergestellten Bohrlöcher standfest sind und auch beim Setzen der Bodennägel im Bohrloch kein Bodenmaterial nachbricht. Der Mindestbohrlochdurchmesser ergibt sich nach Abschnitt 2.1.2.1 bzw. 2.1.2.2; die Bohrlöcher sind mit einer Mindestneigung von 10° zur Horizontalen herzustellen.

## 4.3 Zementmörtel für die Verfüllung der Bohrlöcher

### 4.3.1 Zusammensetzung

Die Ausgangsstoffe für den Zementmörtel sind Zemente mit besonderen Eigenschaften nach DIN 1164-10<sup>1</sup> und die nachfolgend in der Tabelle aufgeführten Zemente nach DIN EN 197-1<sup>2</sup> – unter Berücksichtigung der vorliegenden Expositionsklasse gemäß DIN EN 206-1<sup>3</sup> in Verbindung mit DIN 1045-2<sup>4</sup> (Tabellen 1, F.3.1 bis F.3.2) –, Wasser nach DIN EN 1008<sup>5</sup>, sowie gegebenenfalls Zusatzmittel nach DIN EN 934-2<sup>6</sup> bzw. mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung und Betonzuschläge mit höchstens 4 mm Korn-durchmesser nach DIN EN 12620<sup>7</sup> in Verbindung mit DIN V 20000-103<sup>8</sup>. Der Wasserzementwert muss zwischen 0,35 und 0,50 liegen und soll besonders in bindigen Böden möglichst niedrig gewählt werden. Der Zementmörtel muss maschinell gemischt werden. Bis zum Verfüllen dürfen keine Entmischungen und Klumpenbildungen auftreten.

Zemente nach DIN EN 197-1:2004-08

Hauptzementart	Bezeichnung der Zementart	
CEM I	Portlandzement	CEM I
CEM II	Portlandhüttenzement	CEM II/A-S
		CEM II/B-S
	Portlandpuzzolanzement	CEM II/A-P
		CEM II/B-P
	Portlandflugaschezement	CEM II/A-V
	Portlandschieferzement	CEM II/A-T
		CEM II/B-T
Portlandkalksteinzement	CEM II/A-LL	
CEM III	Hochofenzement	CEM II/B-M (S-V)
		CEM III/A
		CEM III/B

1	DIN 1164-10:2004-08	Zement mit besonderen Eigenschaften - Teil 10: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Normalzement mit besonderen Eigenschaften
2	DIN EN 197-1:2004-08	Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement - Deutsche Fassung EN 197-1:2000 + A1:2004
3	DIN EN 206-1:2001-07	Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Deutsche Fassung EN 206-1:2000
4	DIN 1045-2:2001-07	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
5	DIN 1045-2 Ber1:2002-06 DIN EN 1008:2002-10	Berichtigungen zu DIN 1045-2:2001-07 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
6	DIN EN 934-2:2002-02	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel - Teil 2: Betonzusatzmittel; Definitionen und Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung - Deutsche Fassung EN 934-2:2001
7	DIN EN 12620:2003-04	Gesteinskörnungen für Beton; Deutsche Fassung EN 12620:2002
8	DIN V 20000-103:2004-04	Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken - Teil 103: Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620:2003-04



#### 4.3.2 Verfüllen der Bohrlöcher

Die Bohrlöcher sind vom erdseitigen Ende her mit Zementmörtel über die Bohrröhre oder über Verpressschläuche zu verfüllen. Nachverpressungen sind zulässig. Nach dem Abbinden oder dem völligen Aushärten der Erstverpressung bzw. -verfüllung können weitere Verpressungen mit Zementmörtel durchgeführt werden. Hierzu ist der Bodennagel bereits vor dem Einbau mit einer mit Ventilen versehenen Injektionsleitung auszustatten (siehe Anlage 2). Das Aufsprengen des abgebundenen Zementmörtels kann mit Hilfe von Wasser erfolgen; die Nachverpressung ist jedoch mit Zementmörtel entsprechend Abschnitt 4.3.1 durchzuführen.

#### 4.4 Außenhaut

Abgeschachtete Bereiche sind durch die Außenhaut unverzüglich zu sichern. Bei sich stark entspannenden Böden und/oder bei Baumaßnahmen, bei denen die Verformungen klein gehalten werden müssen, sind ggf. vor dem Aushub vorauseilende Wandsicherungen (z. B. Pfähle, Vorinjektionen) anzuordnen.

Die Außenhaut kann aus Spritzbeton oder Betonfertigteilen bestehen. Spritzbeton muss mindestens der Festigkeitsklasse eines C25/30 entsprechen. Für die Herstellung und Prüfung gilt DIN 18551:1992-03.

Es ist für eine ausreichende Drainage zu sorgen, damit hinter der Außenhaut kein Wasserdruck entsteht.

#### 4.5 Verankerung der Bodennägel an der Außenhaut

Zur Verankerung der Bodennägel an der Außenhaut sind die Ankerplatten (s. Abschnitt 2.1.3) in frischem Spritzbeton oder in einem Mörtelbett senkrecht zum Zugglied zu verlegen. Das Bohrloch muss bis zur Wandvorderkante verfüllt werden; der durch die Schräglage des Nagels verbleibende Hohlraum ist mit Spritzbeton aufzufüllen. Nach dem Erhärten der Spritzbetonschale sind die Muttern handfest anzuziehen. Bei Dauerbodenvernagelungen muss über den Nagelköpfen eine Spritzbetonschicht von mindestens 5 cm aufgetragen werden, die mit Betonstahlmatten N 94 zu bewehren ist. Besteht die Außenhaut aus Fertigteilen, sind die Nagelköpfe gleichwertig zu schützen.

#### 4.6 Stoßausbildung

Der Abstand der Stoßstellen muss  $\geq 1$  m betragen. Die Muffen sind stets gemäß Anlage 3 bzw. Anlage 4 zu sichern. Bei Dauerbodennägeln sind die freien Stabenden sowie das Innengewinde der Muffen so mit einer Beschichtung mit Denso-Jet oder Vaseline Cox GX zu versehen, dass nach dem Zusammenbau der Innenraum der Muffe vollständig ausgefüllt ist. Der Hohlraum zwischen Mörtelsäule und Muffenstoß ist an beiden Seiten des Stoßes vor dem Aufbringen des Schrumpfschlauches mit einem Kunststoffdichtband "Densoplast Petrolatumbänder" nach DIN 30672:2000-12 vollständig auszufüllen. Das Petrolatum ist durch Erwärmung anzuschmelzen. Die Koppelstelle ist dann durch einen Schrumpfschlauch entsprechend den Anlagen 3 und 4 zu schützen. Die Schrumpfschläuche müssen im geschumpften Zustand eine Mindestwanddicke von 1,5 mm aufweisen. Die Schrumpfschläuche sind durch Heißluft, Infrarotbestrahlung oder durch die weiche Flamme eines Gasbrenners aufzuschumpfen.

#### 4.7 Prüfungen

##### 4.7.1 Probelastungen

Die in der Statik angenommene rechnerische Gebrauchslast  $F_w$  des Bodennagels ist durch Probelastungen zu kontrollieren. Die Probelastungen sind an mindestens 3 % aller Nägel bzw. an 3 Nägeln je Bodenart durchzuführen. Bei Baumaßnahmen mit weniger als 100 Nägeln sind mindestens 5 % der Nägel, mindestens jedoch 3 Nägel, einer Probelastung zu unterwerfen.



Bei der Probelastung ist eine Zugkraft am Nagelkopf in Schritten von 20 kN bis zur maximalen Prüflast, der 2,0fachen Gebrauchslast  $F_w$  aufzubringen. Würden dabei die Spannungen in den für den vernagelten Bodenkörper vorgesehenen Betonstabstählen mit Gewinderippen den Wert von  $0,9 \beta_s$  überschreiten, sind für die Probelastungen Nägel höherer Tragfähigkeit, aber mit gleichen Verbundeigenschaften gegenüber dem Boden einzusetzen. Während der konstant zu haltenden Prüflast sind die Verschiebungen nach 1, 2, 5, 10 und 15 Minuten abzulesen. Die Beobachtungszeit ist zu verlängern, wenn zwischen 5 und 15 Minuten die Verschiebung  $\Delta s > 0,5 \text{ mm}$  ist. In diesen Fällen ist die Beobachtung solange fortzusetzen, bis im Bereich eines Zeitintervalls von  $t_1$  bis  $t_2 = 10 t_1$   $\Delta s \leq 1,0 \text{ mm}$  ist. Sofern bei allen geprüften Nägeln eine der Bedingungen erfüllt ist, ist der Nachweis der ausreichenden Tragfähigkeit im Boden erbracht. Während der Probelastung ist darauf zu achten, dass der Nagel sich nicht auf die Außenhaut abstützt.

#### 4.7.2 Gruppenwirkung

Beträgt der Abstand der Nägel weniger als ca. 0,8 m, ist die gegenseitige Beeinflussung durch eine Gruppenbelastung zu überprüfen. Dabei sind mindestens 4 unmittelbar benachbarte Nägel unter Last zu setzen.

## 5 Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt, Wartung

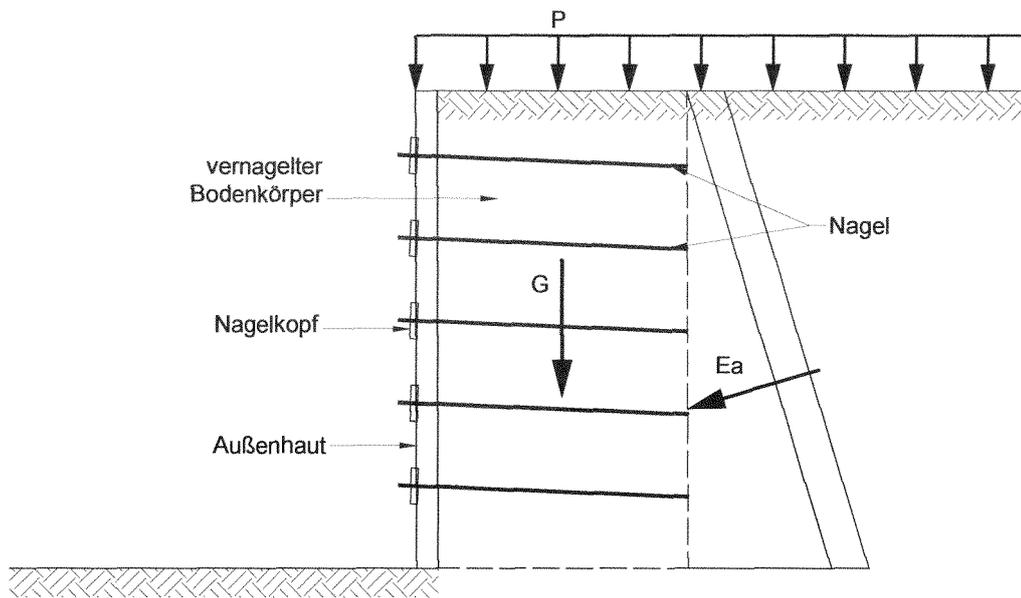
### 5.1 Nachprüfung

Wenn an das Bauwerk besondere Ansprüche hinsichtlich der Verformungen zu stellen sind, sind Nachprüfungen – Verformungsmessungen - nach Erstellung der Bodenvernagelung durchzuführen. Die Notwendigkeit ist an der Art des Bauwerks und/oder des anstehenden Bodens unter Berücksichtigung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung zu ermitteln. Die Entscheidung über die Notwendigkeit und den Umfang, die zeitlichen Abstände und die Dauer der Verformungsmessungen sind aufgrund der Entwurfsdaten im Einvernehmen mit dem eingeschalteten Sachverständigen für Geotechnik zu treffen.

Henning

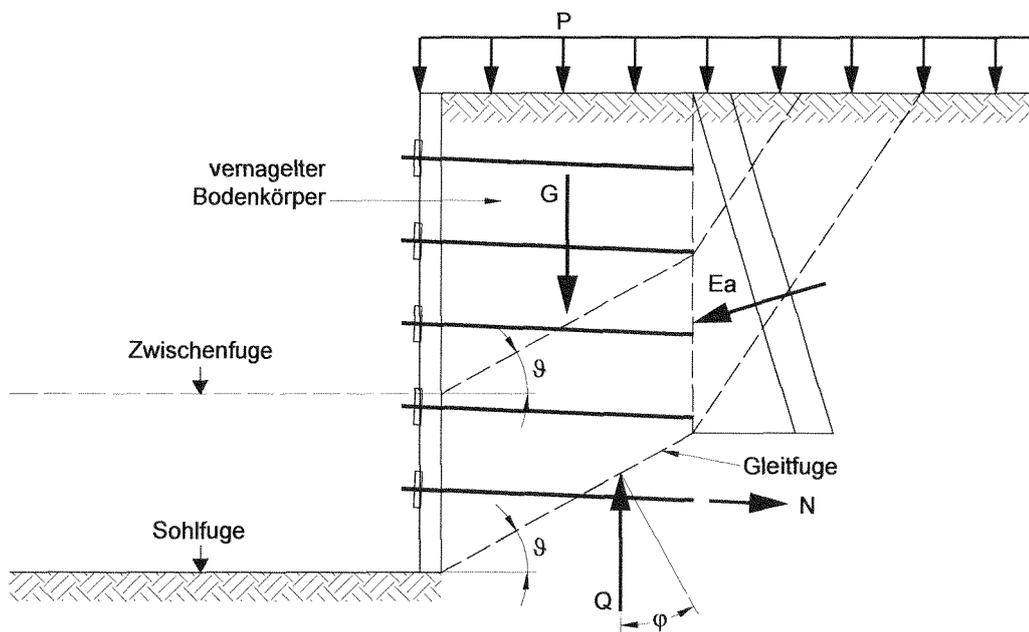
Beglaubigt





**Bild 1: Standsicherheitsuntersuchung am Gesamtsystem**

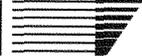
**Ansatz der Lasten für den Nachweis der Gleit-, Kipp- und Grundbruchsicherheit (dargestellt für die Sohlfuge).**



**Bild 2: Gleitkörperuntersuchung**

**Bestimmung der ungünstigsten Gleitlinie durch Variation des Winkels  $\vartheta$  in der Sohlfuge und in Zwischenfugen.**



**BBV** | 

**Vorspanntechnik GmbH**

Industriesstrasse 98  
67240 Bobenheim-Roxheim

Bodenvernagelung

System "BBV"

Rechenannahmen

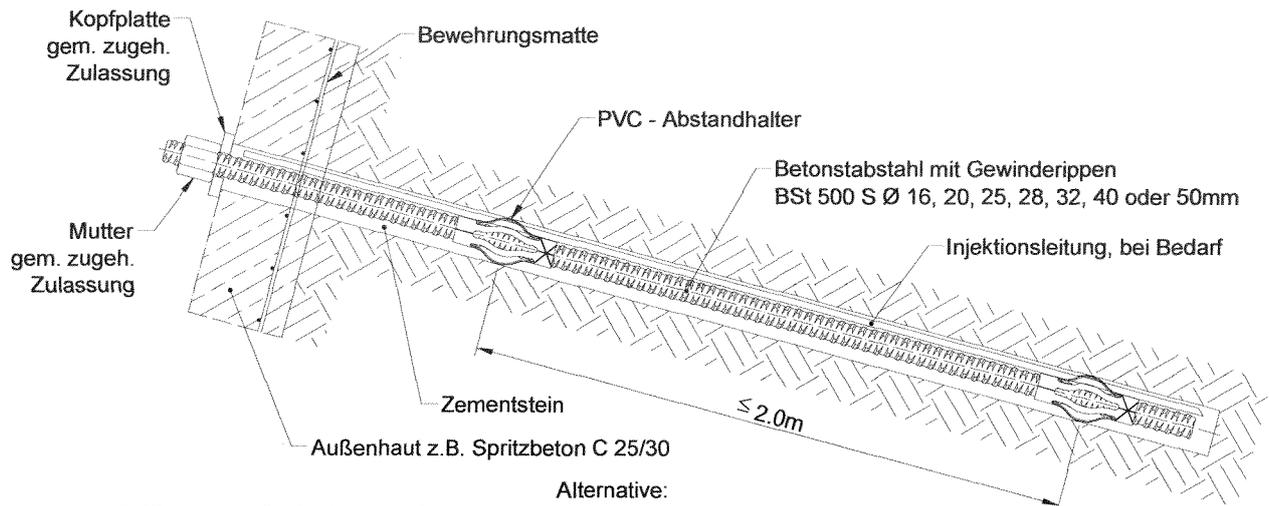
Anlage 1

zur allgemeinen bauaufsichtlichen

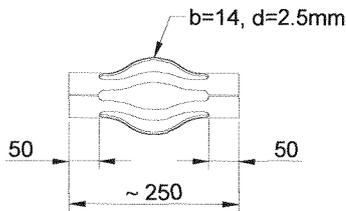
Zulassung Nr. Z-20.1-108

vom 26.04.2006

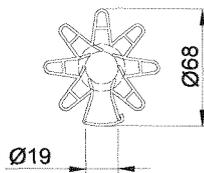
**Bild 3: Kurzzeitbodennagel**



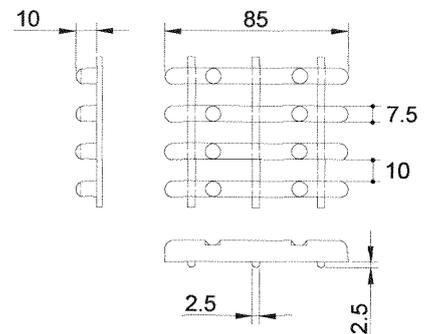
PVC - Abstandhalter kann auch als Halbschale eingebaut werden



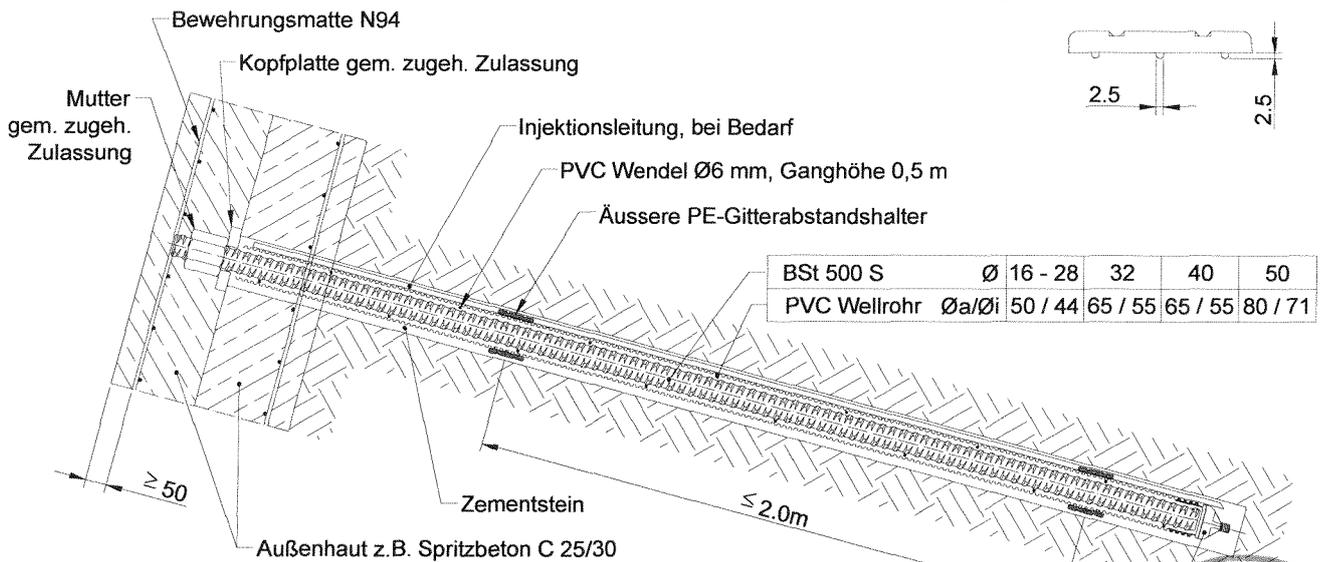
Alternative:  
Abstandhalter passend für Stahl Ø16, 20 bis 28mm  
L=45mm; s=2.5mm



Äussere PE-Gitterabstandshalter



**Bild 4: Dauerbodennagel**



BSt 500 S	Ø 16 - 28	32	40	50	
PVC Wellrohr	Øa/Øi	50 / 44	65 / 55	65 / 55	80 / 71

Verpresskappe



**BBV**

**Vorspanntechnik GmbH**

Industriesstrasse 98  
67240 Bobenheim-Roxheim

Bodenvernagelung

System "BBV"

Kurzzeitbodennagel  
Dauerbodennagel

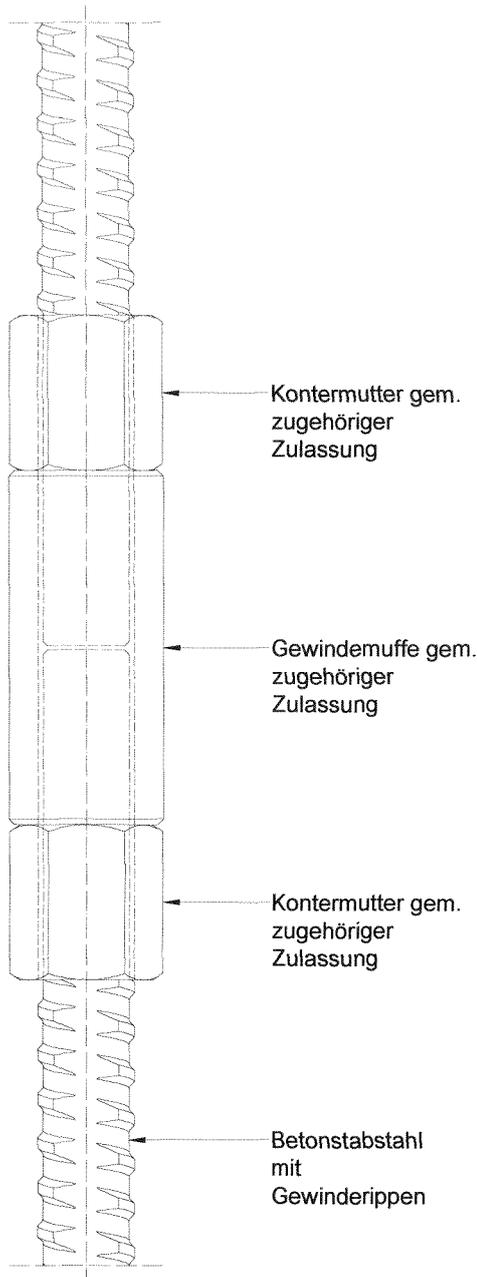
Anlage 2

zur allgemeinen bauaufsichtlichen

Zulassung Nr. Z-20.1-108

vom 26.04.2006

**Bild 5: Kurzzeitbodennagel**



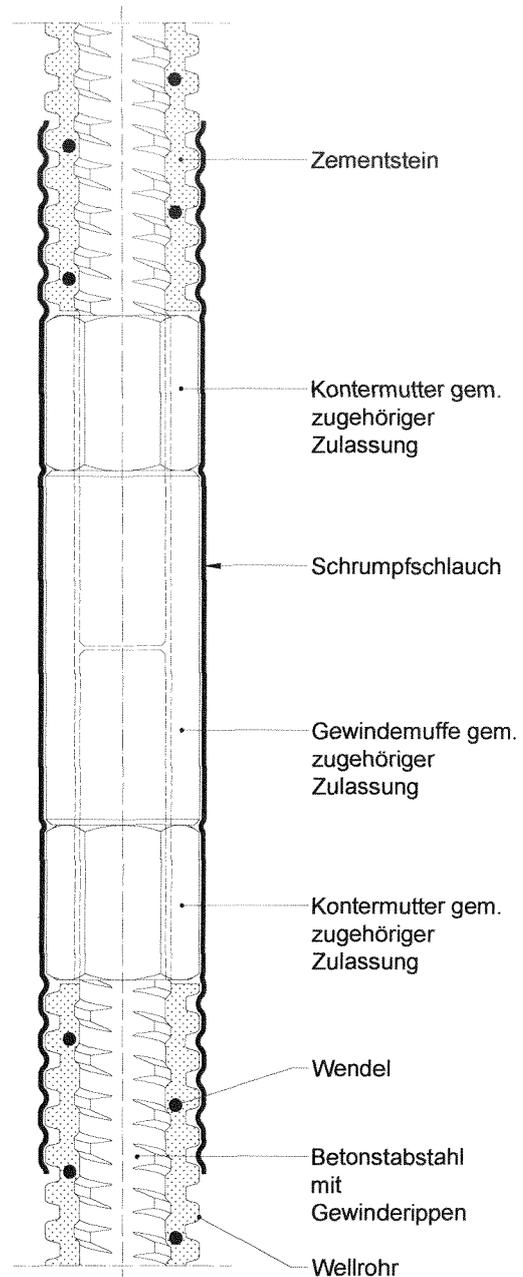
Kontermutter gem. zugehöriger Zulassung

Gewindemuffe gem. zugehöriger Zulassung

Kontermutter gem. zugehöriger Zulassung

Betonstabstahl mit Gewinderippen

**Bild 6: Dauerbodennagel**



Zementstein

Kontermutter gem. zugehöriger Zulassung

Schrumpfschlauch

Gewindemuffe gem. zugehöriger Zulassung

Kontermutter gem. zugehöriger Zulassung

Wendel

Betonstabstahl mit Gewinderippen

Wellrohr

Abmessungen und Materialien der Gewindemuffen und Kontermuttern sowie Kontermomente gemäss allgem. bauaufsichtlichen Zulassungen

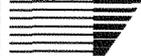
Nr.: Z-1.5-76 und Z-1.5-149  
Z-1.5-173 und Z-1.5-174

Eine Kombination von Muffen bzw. Verankerungsteilen der genannten allgem. bauaufsichtlichen Zulassungen ist nicht zulässig.

Gewinde Stahl Ø	Wellrohr Øa / Øi	Schrumpfschlauch Ø
mm	mm	mm
≤ 28	50 / 44	70 / 21
≤ 40	65 / 55	70 / 21
≤ 50	80 / 71	90 / 31

Muffenstoß mit Drehsicherung Kontern



**BBV**   
Vorspanntechnik GmbH

Industriesstrasse 98  
67240 Bobenheim-Roxheim

Bodenvernagelung

System "BBV"

Nagelstoß

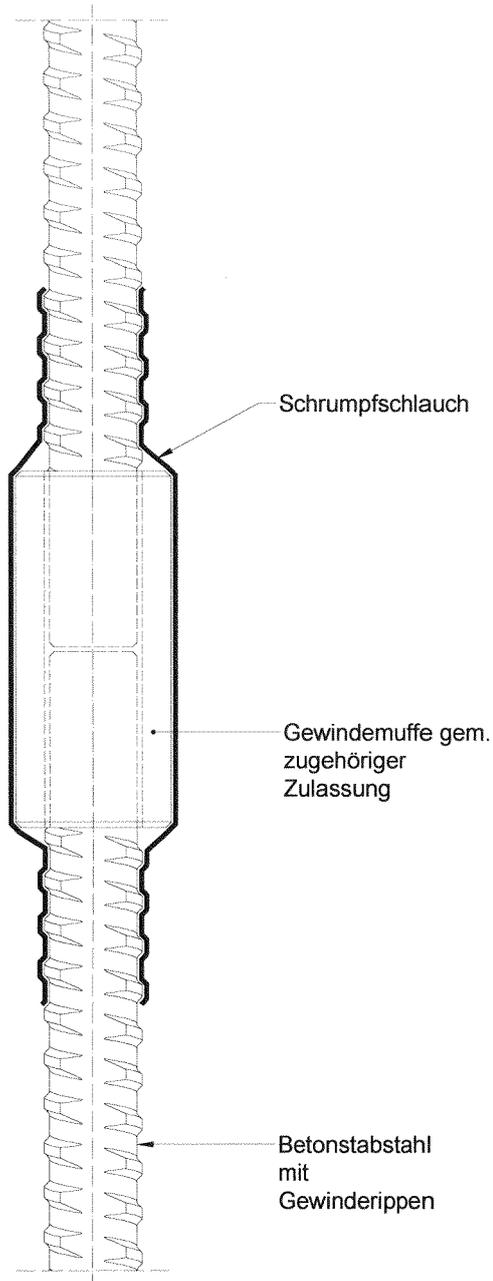
Anlage 3

zur allgemeinen bauaufsichtlichen

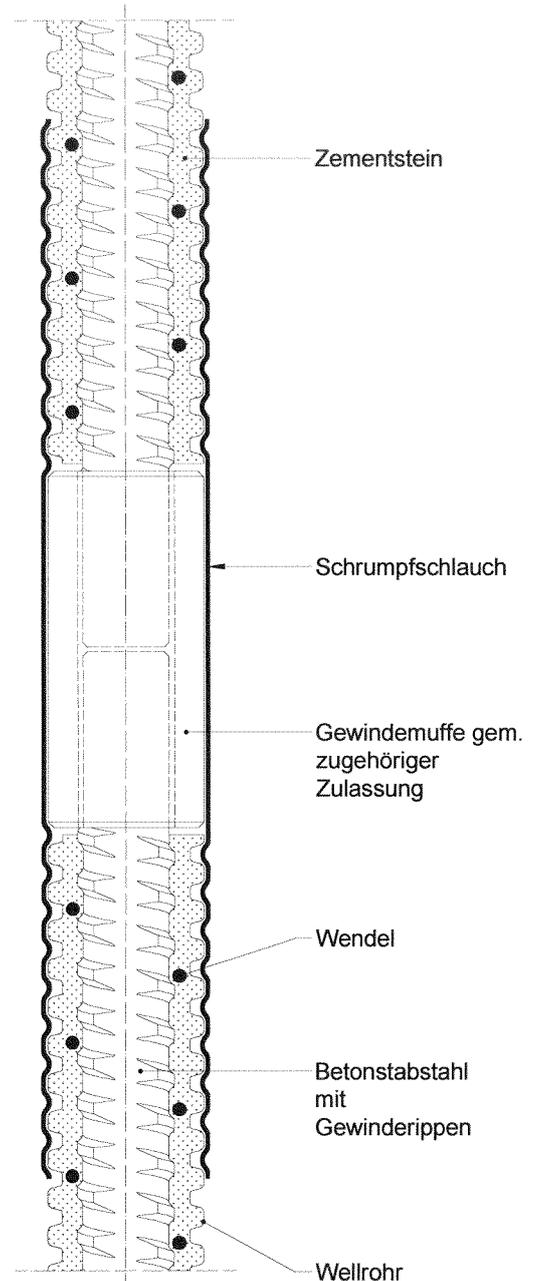
Zulassung Nr. Z-20.1-108

vom 26.04.2006

**Bild 7: Kurzzeitbodennagel**



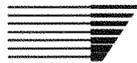
**Bild 8: Dauerbodennagel**



Gewinde Stahl Ø	Wellrohr Øa / Øi	Schrumpf- schlauch Ø
mm	mm	mm
≤ 28	50 / 44	70 / 21
≤ 40	65 / 55	70 / 21
≤ 50	80 / 71	90 / 31

Muffenstoß mit  
Drehsicherung  
Schrumpf-  
Schlauch nur bei  
Vorwiegend ruhender  
Belastung



**BBV** 

**Vorspanntechnik GmbH**

Industriesstrasse 98  
67240 Bobenheim-Roxheim

Bodenvernagelung

System "BBV"

Nagelstoß (bei vorwiegend  
ruhender Belastung)

Anlage 4

zur allgemeinen bauaufsichtlichen

Zulassung Nr. Z-20.1-108

vom 26.04.2006