

10829 Berlin, 5. April 2007
Kolonnenstraße 30 L
Telefon: 030 78730-299
Telefax: 030 78730-320
GeschZ.: II 25-1.34.13-15/06

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Zulassungsnummer:

Z-20.1-106

Antragsteller:

DYWIDAG-Systems International GmbH
Dywidagstrasse 1
85609 Aschheim

Zulassungsgegenstand:

Bodenvernagelung System "DYWIDAG"

Geltungsdauer bis:

30. April 2012

Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen. *

Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst elf Seiten und fünf Anlagen.



* Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-20.1-106 vom 27. März 2002.
Der Gegenstand ist erstmals am 20. Februar 1989 allgemein bauaufsichtlich 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 weiter gehender 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 Zulassung ist die Bodenvernagelung System "DYWIDAG". 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. Baugrubenwänden und Hanganschnitten, zur Sicherung bestehender Böschungen und zur Stabilisierung belasteter Erdkörper bei Unterfangungsarbeiten mit beliebiger Wandneigung angewendet werden. Dabei ist zwischen vorübergehendem (≤ 2 Jahre) und dauerndem (> 2 Jahre) Einsatz zu unterscheiden.

1.2.2 Bodenarten

Die Bodenvernagelung kann in nichtbindigen und bindigen Böden nach 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 nach DIN 4030-1:1991-06 – Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase; Grundlagen und Grenzwerte –, Tabellen 4 und 5, schwach angreifend 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 Baugrunduntersuchungen 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 ist allgemein bauaufsichtlich zugelassener Betonrippenstahl BSt 500 S-GEWI mit Gewinderippen folgender Durchmesser \varnothing : 16 mm, 20 mm, 25 mm, 28 mm, 32 mm, 40 mm, 50 mm oder Stabstahl mit Gewinderippen GEWI-Stahl S 555/700 mit dem Durchmesser \varnothing : 63,5 mm zu verwenden.



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 GEWI-Stähle mit einer Zementsteindicke von 20 mm umgeben sein; die Mindestüberdeckung muss ≥ 15 mm betragen. Hierfür ist der GEWI-Stahl mit Abstandhaltern nach Anlage 2 und Anlage 4 zu versehen, deren Abstand ≤ 2 m sein muss.

2.1.2.2 Dauernder Einsatz (Dauerbodennagel)

Der Korrosionsschutz von Dauerbodennägeln ist in einem Werk aufzubringen. Der GEWI-Stahl ist auf annähernd der gesamten Länge (vgl. Anlage 3 und Anlage 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 ≥ 1 mm haben; es dürfen nur Rohre verwendet werden, die keine Blasen- einschlüsse aufweisen und deren Pigmentverteilung gleichmäßig ist. Die Abmessungen der Hüllrohre sind in der Anlage 4 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 GEWI-Stahl 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 ≥ 5 mm zwischen GEWI-Stahl und Hüllrohr ist durch Abstandhalter, die alle 1,0 m anzuordnen sind, sicherzustellen. Anstelle der Abstandhalter kann eine Rundstahlwendel $\varnothing 5$ mm oder eine Kunststoffwendel $\varnothing 6$ mm aus PE oder PVC, Ganghöhe 0,5 m, verwendet werden.

Das zementmörtelverfüllte Hüllrohr muss den GEWI-Stahl soweit umschließen, dass es in den Bereich der Außenhaut hineinreicht.

Die Hüllrohre müssen im Bohrloch durch Abstandhalter zentriert werden und von mindestens 10 mm Zementmörtel überdeckt werden (s. Anlage 4).

2.1.3 Luftseitige Verankerung

Die GEWI-Stähle sind durch GEWI-Verankerungen gemäß den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für geschraubte Muffenstöße und Verankerungen für GEWI-Stahl (Zulassungsnummern Z-1.5-76 und Z-1.5-149) 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).

Die GEWI-Stähle können auch durch Kugelbundmuttern und Kalottenplatten gemäß der Anlage 5 verankert werden. Die Weiterleitung der Kräfte in der Außenhaut (z. B. Spaltzugkräfte) ist in jedem Einzelfall nachzuweisen (siehe hierzu auch Abschnitt 3.4).

2.1.4 Stoßausbildung

Die GEWI-Stähle dürfen durch Muffen entsprechend den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für geschraubte Muffenstöße und Verankerungen für GEWI-Stahl Durchmesser 16 mm, 20 mm, 25 mm, 28 mm und 32 mm (Zulassungsbescheid Nr. Z-1.5-76) sowie für GEWI-Stahl Durchmesser 40 mm und 50 mm (Zulassungsbescheid Nr. Z-1.5-149) und für GEWI-Stahl Durchmesser 63,5 mm (Zulassungsbescheid Nr. Z-1.5-2) gestoßen werden (siehe auch Anlage 2, Anlage 3 und Anlage 4 sowie Abschnitt 4.6).

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 Erstprüfberichtes 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 Bauproduktes bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile,
- Art der Kontrolle oder Prüfung,
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauproduktes 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 5 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 handhaben, 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 GEWI-Stähle, Verankerungs- und Verbindungsmittel

Es dürfen nur GEWI-Stähle, Verankerungs- und Verbindungsmittel (s. Angaben im Abschnitt 2.1.4) verwendet werden, für die entsprechend den zugehörigen 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 und 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 ϑ 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

$$\eta_r = \frac{\tan \alpha_{\text{cal}\varphi}}{\tan \text{erf}\varphi}$$

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 tiefer gelegene 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 Bemessungen der Nägel ist der Nachweis maßgebend, der die größten Nagelasten 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 GEWI-Stahl $\beta_s/1,75$ 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 ist nachzuweisen, dass die zulässige Schwingbreite des Stahlzuggliedes bzw. der Muffenstöße und Verankerungen nicht überschritten wird. Die zulässigen Schwingbreiten sind den entsprechenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für den GEWI-Stahl bzw. für die geschraubten Muffenstöße und Verankerungen für GEWI-Stahl 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 sei 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 und ist in Anlage 4 angegeben; 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 1164-10¹ und die in Tabelle 1 aufgeführten Zemente nach DIN EN 197-1² - unter Berücksichtigung der vorliegenden Expositionsklasse gemäß DIN EN 206-1³ in Verbindung mit DIN 1045-2⁴ (Tabellen 1, F.3.1 bis F.3.2) –, Wasser nach DIN EN 1008⁵, sowie gegebenenfalls Zusatzmittel nach DIN EN 934-2⁶ in Verbindung mit DIN V 18998⁷ unter Berücksichtigung von DIN V 20000-100⁸ bzw. mit entsprechender allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung und Betonzuschläge mit höchstens 4 mm Korndurchmesser nach DIN EN 12620⁹ in Verbindung mit DIN V 20000-103¹⁰. 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.

Tabelle 1: Zemente nach DIN EN 197-1:2004-08

Hauptzementart	Bezeichnung der Zementart	
CEM I	Portlandzement	CEM I
CEM II	Portlandhüttenzement	CEM III/A-S
		CEM II/B-S
	Portlandpuzzolanzement	CEM II/A-P
		CEM II/B-P
	Portlandflugaschezement	CEM III/A-V
Portlandschieferzement	CEM III/A-T	

- | | | |
|----|--------------------------|---|
| 1 | DIN 1164-10:2004-08 | Zement mit besonderen Eigenschaften - Teil 10: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Normalzement mit besonderen Eigenschaften |
| | DIN 1164-10 Ber1:2005-01 | Berichtigungen zu DIN 1164-10:2004-08 |
| 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 |
| | DIN 1045-2/A1:2005-01 | Änderung A1 zu DIN 1045-2:2001-07 |
| 5 | DIN EN 1008:2002-10 | 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, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung |
| | DIN EN 934-2/A1:2005-06 | Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel - Teil 2: Betonzusatzmittel - Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung; Deutsche Fassung EN 934-2:2001/A1:2004 |
| | DIN EN 934-2/A2:2006-03 | Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel - Teil 2: Betonzusatzmittel - Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung; Deutsche Fassung EN 934-2:2001/A2:2005 |
| 7 | DIN V 18998:2002-11 | Beurteilung des Korrosionsverhaltens von Zusatzmitteln nach Normen der Reihe DIN EN 934 |
| | DIN V 18998/A1:2003-05 | Beurteilung des Korrosionsverhaltens von Zusatzmitteln nach Normen der Reihe DIN EN 934; Änderung A1 |
| 8 | DIN V 20000-100:2002-11 | Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken - Teil 100: Betonzusatzmittel nach DIN EN 934-2:2002-02 |
| 9 | DIN EN 12620:2003-04 | Gesteinskörnungen für Beton; Deutsche Fassung EN 12620:2002 |
| 10 | DIN V 20000-103:2004-04 | Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken - Teil 103: Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620:2003-04 |



		CEM II/B-T
	Portlandkalksteinzement	CEM II/A-LL
	Portlandkompositzement	CEM II/B-M (S-V)
CEM III	Hochofenzement	CEM III/A
		CEM III/B

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 einem mit Ventilen versehenen Injektionsrohr auszustatten (siehe Anlage 2 und Anlage 3). 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 vorausseilende Wandsicherungen (z. B. Pfähle, Vorinjektionen) anzuordnen.

Die Außenhaut kann aus Spritzbeton oder Betonfertigteilen bestehen. Spritzbeton muss mindestens der Festigkeitsklasse eines C 25/30 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. Bei Verwendung von Kalottenplatten oder Kugelbundmuttern ist ein Winkelgleich zur Zuggliedachse von $\pm 15^\circ$ möglich. 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 ≥ 1 m betragen. Die Muffen sind stets gemäß Anlage 2 und Anlage 3 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. Die Koppelstelle ist dann durch einen Schrumpfschlauch nach DIN 30672:2000-12 entsprechend Anlage 3 zu schützen. Die Schrumpfschläuche müssen im geschrumpften Zustand eine Mindestwanddicke von 1,5 mm aufweisen. Die Schrumpfschläuche sind durch Heißluft, Infrarotbestrahlung oder durch die weiche Flamme eines Gasbrenners aufzuschrumpfen.

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 mindestens an 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 GEWI-Stählen 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 $\Delta s > 0,5$ mm ist. In diesem Fällen ist die Beobachtung solange fortzusetzen, bis im Bereich eines Zeitintervalls von t_1 bis $t_2 = 10 t_1$ $\Delta s \leq 1,0$ 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.

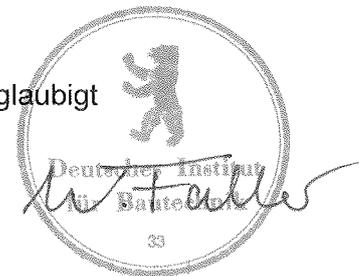
5 Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt, Wartung

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



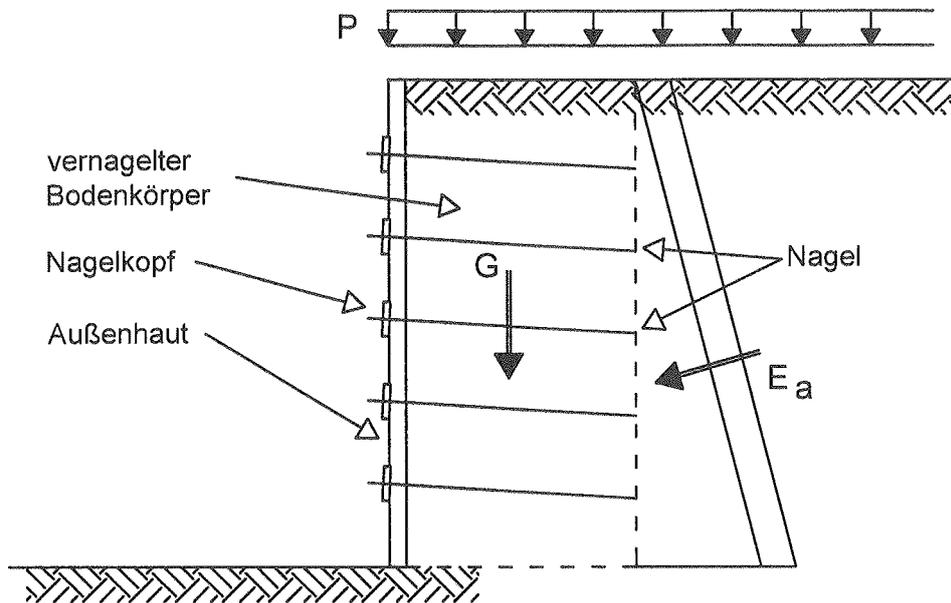


Bild 1: Standsicherheitsuntersuchung am Gesamtsystem

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

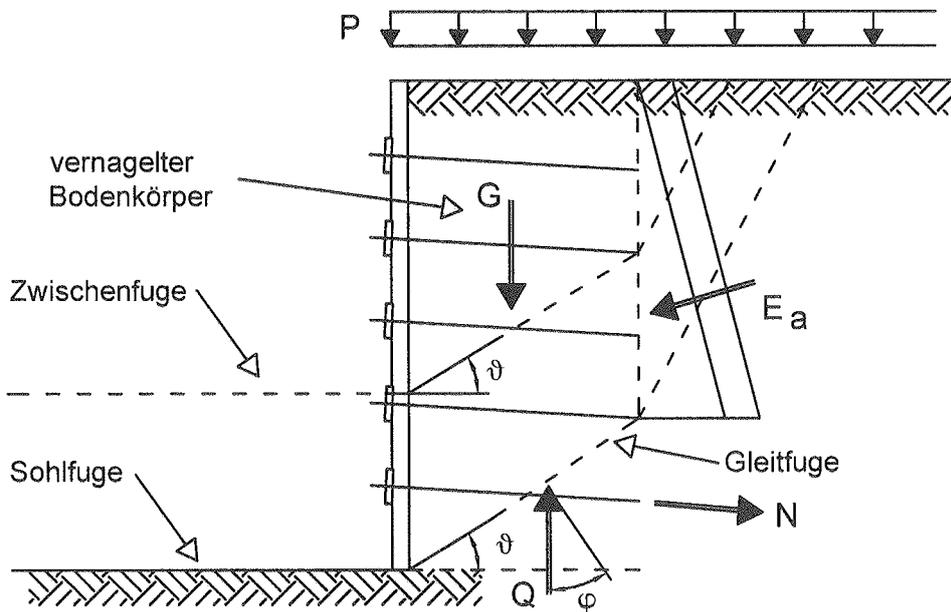


Bild 2: Gleitkörperuntersuchung

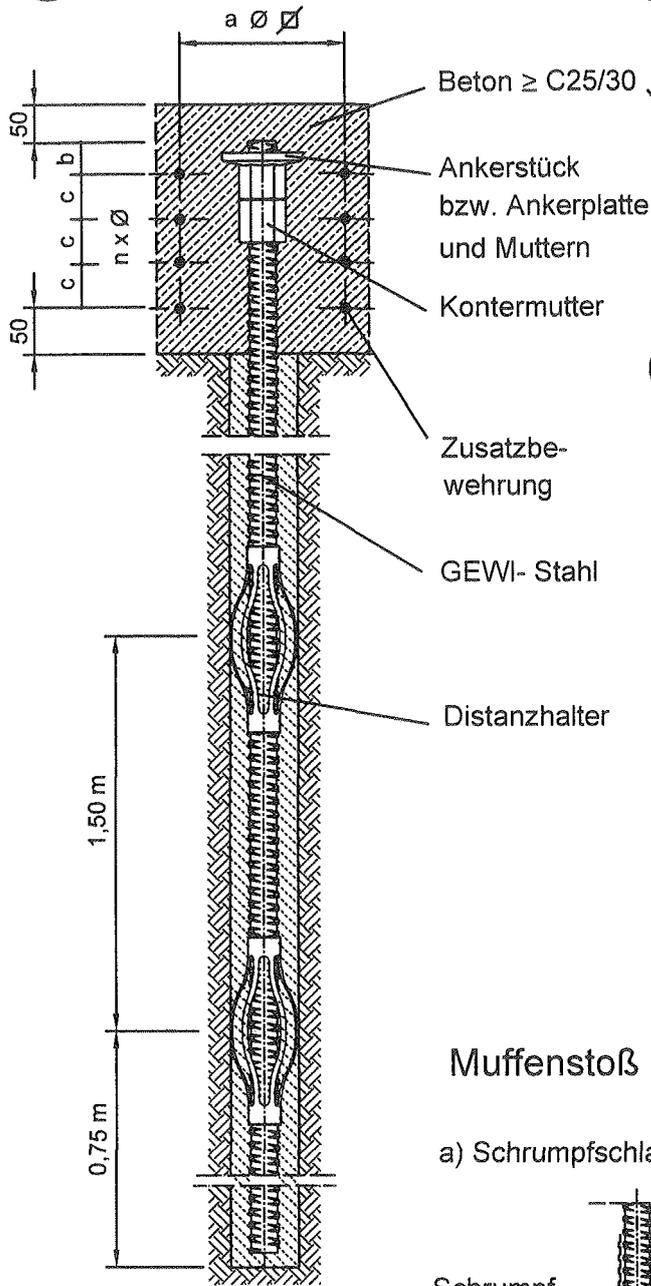
Bestimmung der ungünstigsten Gleitlinie durch Variation des Winkels ϑ in der Sohlfuge und in den Zwischenfugen.



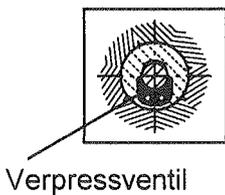
Zulassungszeichnungen \Z-20.1-106\Anlage 1.dwg (Sd. Feb. 07)

DYWIDAG SYSTEMS International	DYWIDAG Bodenvernagelung	Anlage 1 der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-20.1-106 vom 05.04.2007
	Standsicherheitsuntersuchung am Gesamtsystem und Gleitkörperuntersuchung	

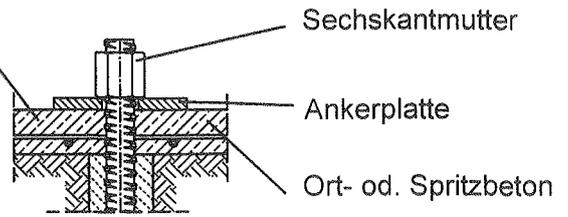
① GEWI-Endverankerung



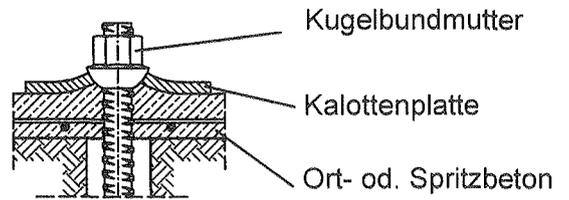
Nachpresssystem



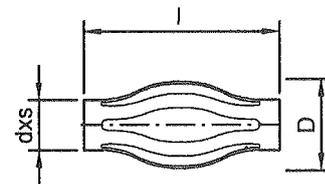
② Plattenverankerung



③ Kalottenplattenverankerung

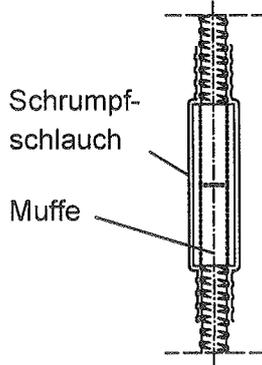


Federkorbdistanzhalter

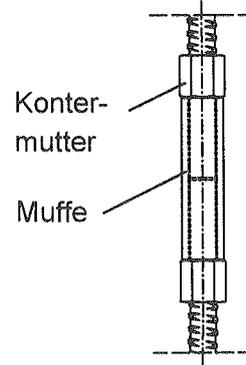


Muffenstoß (mit Drehsicherung wahlweise)

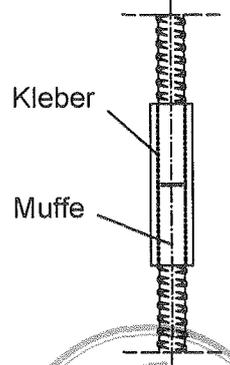
a) Schrumpfschlauch



b) Kontern



c) Kleben



Anwendbarkeit, Verweise und Abmessungen nach Anlage 4



Anlage 2
der allgemeinen
bauaufsichtlichen
Zulassung Nr.
Z-20.1-106 vom
05.04.2007

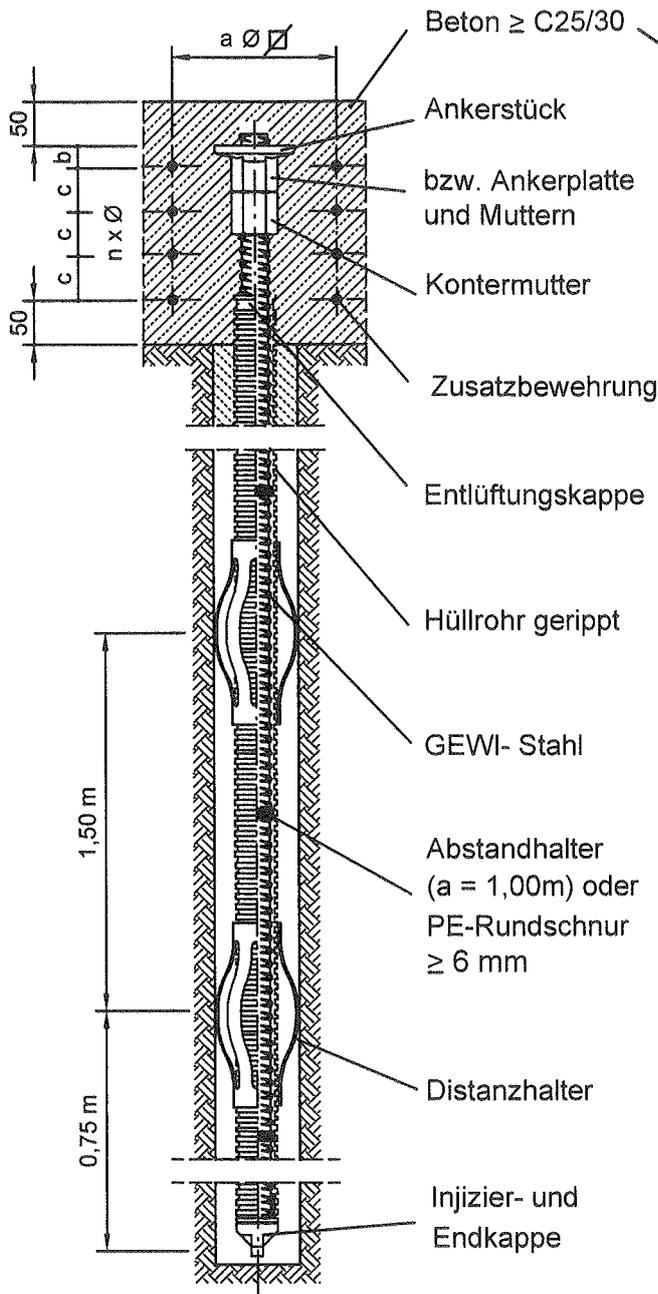
DYWIDAG
SYSTEMS
International

DYWIDAG Bodenvernagelung

Systemplan
Kurzzeitbodennagel

Zulassungszeichnungen \Z-20.1-106\Anlage 2.dwg (Sd. Feb. 07)

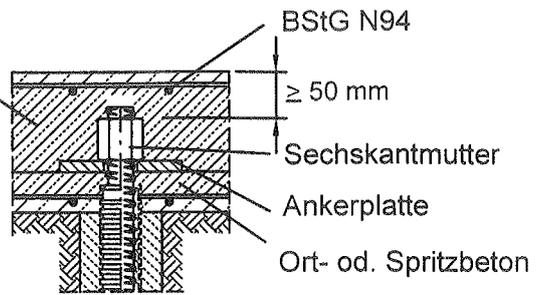
① GEWI-Endverankerung



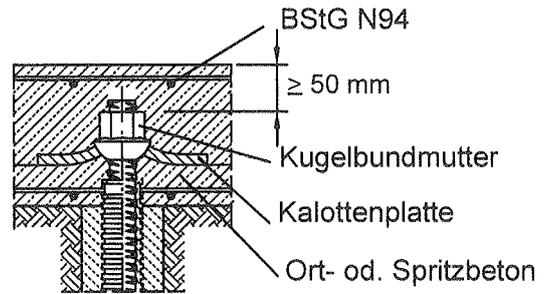
Nachpresssystem



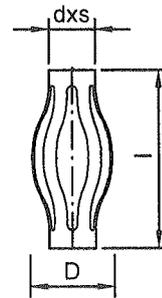
② Plattenverankerung



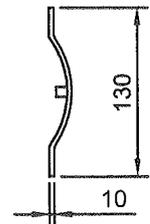
③ Kalottenplattenverankerung



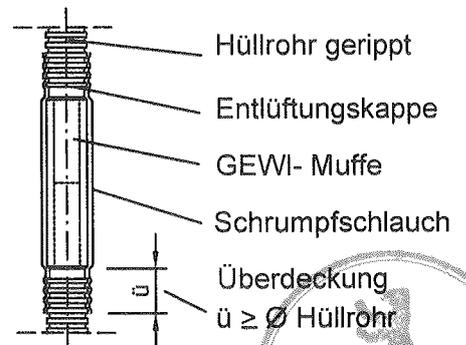
Federkorb-
distanzhalter



Segment-
distanzhalter



Muffenstoß



Anwendbarkeit, Verweise und Abmessungen nach Anlage 4

**DYWIDAG
SYSTEMS
International**

DYWIDAG Bodenvernagelung

Systemplan
Dauerbodennagel

Anlage 3
der allgemeinen
bauaufsichtlichen
Zulassung Nr.
Z-20.1-106 vom
05.04.2007



Kurzzeit- und Dauerbodennägel

GEWI-Stahl	Ø	16	20	25	28	32	40	50	63,5
Stahlgüte		BSt 500 S							S 555/700
Verankerungen									
1 Gekonterte Endverankerung		Zul. Z-1.5-76				Zul. Z-1.5-149		Zul. Z-1.5-2	
2 Plattenverankerung		in Anlehnung an Zul. Z-1.5-76				Zul. Z-1.5-149		Zul. Z-1.5-2	
-Ankermutter									
-Ankerplatte	a x a	80 x 80	90 x 90	110 x 110	120 x 120	120 x 120	150 x 150	190 x 190	245 x 245
	s	10	12	15	20	30	40	45	50
3 Kalottenplattenverankerung		siehe Anlage 5				—		—	

Kurzzeitbodennägel

Federkorbdistanzhalter	d x s	20 x 1,5	25 x 1,9	32 x 2,4	40 x 3	48 x 3	63 x 3	75 x 3,6	
	L	210	225	235	280	285	285	285	
	min. D	65	70	80	100	100	125	125	
Mindestbohrlochdurchmesser		56	60	65	68	72	80	90	110
Muffenverbindung		Zul. Z-1.5-76				Zul. Z-1.5-149		Zul. Z-1.5-2	
Drehsicherung (wahlweise):		Zul. Z-1.5-76				Zul. Z-1.5-149		—	
- gekontert									
- Schrumpfschlauch	Typ	CPSM	CPSM	CPSM		CPSM	CPSM	CPSM	
	Ø max/min	37 / 12	50 / 18	70 / 26		90 / 36	120 / 54		
- Kleben		schnell abbindenden Kleber oder Klebeband							

Dauerbodennägel

Hüllrohr gerippt (PVC oder PE)	s	≥ 1 mm							
	Ø a/i	34,5 / 28	42,5 / 35	50 / 44	56 / 49	65 / 57	80 / 71	100 / 91	
Distanzhalter									
- Federkorbdistanzhalter	d x s	40 x 3	48 x 3	55 x 3	63 x 3	75 x 3,6	90 x 2,7	110 x 3,2	
	L	280	285	275	285	285	285	285	
	min. D	100	100	125	125	125	140	175	
- Segmentdistanzhalter	L	—	—	—	130				
	a	—	—	—	10				
Mindestbohrlochdurchmesser		55	63	70	76	85	100	120	
Muffenverbindung		Zul. Z-1.5-76				Zul. Z-1.5-149		Zul. Z-1.5-2	
Drehsicherung								CPSM	CPSM
- Schrumpfschlauch	Typ	CPSM					CPSM	CPSM	
	Ø max/min	70 / 26					90 / 36	120 / 54	

Maße in mm



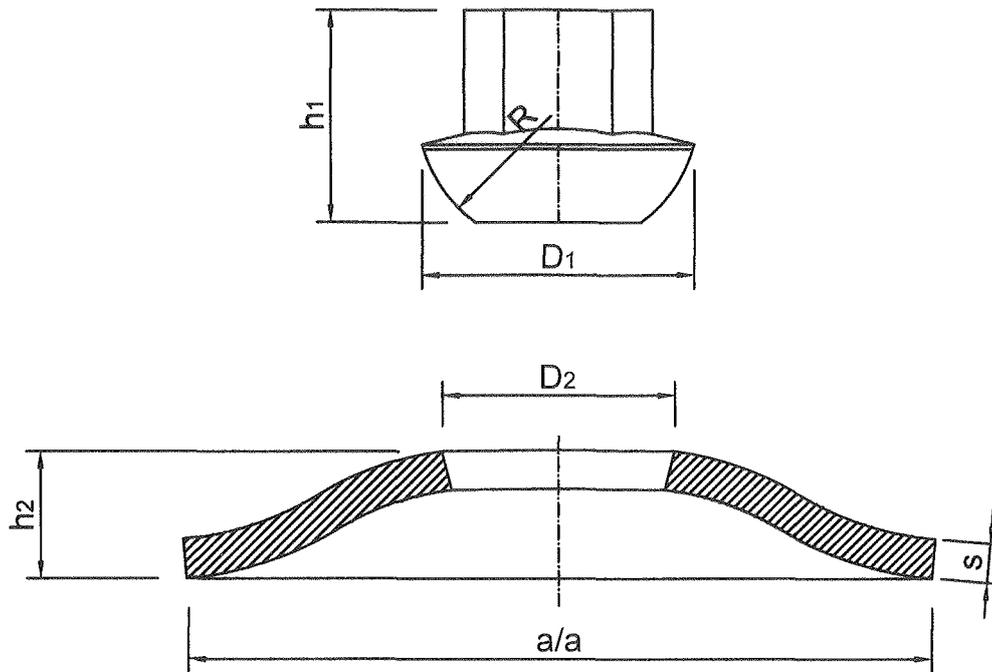
Zulassungszeichnungen \Z-20.1-106\Anlage 4.dwg (Sd. Feb. 07)

**DYWIDAG
SYSTEMS
International**

DYWIDAG Bodenvernagelung

**Kurzzeit- und Dauerbodennägel
Verweise und Abmessungen**

Anlage 4
der allgemeinen
bauaufsichtlichen
Zulassung Nr.
Z-20.1-106 vom
05.04.2007



Kugelbundmutter:

Stabdurchmesser \varnothing		16	20	25	28	32
Sechskant	SW	27	32	37	41	46
Höhe	h_1	33	35	38	48	57
Kugelbund	D_1	35	49	55	62	70
Radius	R	19	25	28	32	36
Werkstoff (Werkstoff-Norm)		C45+N (DIN EN 10083-2)		G 42 CrMo4 (DIN EN 10293)		

Kalottenplatte:

Stabdurchmesser \varnothing		16	20	25	28	32
Aussenmaß *	a/a	120/120		150/150		200/200
Höhe	h_2	23	20	23	28	28
Plattendicke	s	5	8	10	10	12
Lochdurchmesser	D_2	28	38	43	47	52
Werkstoff (Werkstoff-Norm)		S235JR (St37-2) (DIN EN 10 025-2)				

* Mindestabmessungen,
Maße in mm



Zulassungszeichnungen\Z-20.1-106\Anlage 5.dwg (Sd. Feb. 07)

DYWIDAG SYSTEMS International	DYWIDAG Bodenvernagelung	Anlage 5 der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-20.1-106 vom 05.04.2007
	Kalottenplattenverankerung	