

# Allgemeine Bauartgenehmigung

Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam  
getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

**Zulassungs- und Genehmigungsstelle  
für Bauprodukte und Bauarten**

Datum: 13.12.2022      Geschäftszeichen: I 64-1.34.24-12/22

**Nummer:  
Z-34.24-215**

**Antragsteller:**  
**Kagel Spezialtiefbau GmbH**  
Lange Reihe 81  
20099 Hamburg

**Geltungsdauer**  
vom: **13. Dezember 2022**  
bis: **6. Mai 2024**

**Gegenstand dieses Bescheides:**  
**"Düsenstrahlverfahren Kagel (HDI)"**

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich genehmigt.  
Dieser Bescheid umfasst acht Seiten.  
Diese allgemeine Bauartgenehmigung ersetzt die allgemeine Bauartgenehmigung Nr. Z-34.24-215 vom 14.02.2018. Der Gegenstand ist erstmals am 28.01.2008 zugelassen worden.

DIBt

## I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit der allgemeinen Bauartgenehmigung ist die Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Dem Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weitergehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.
- 5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.
- 7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller im Genehmigungsverfahren zum Regelungsgegenstand gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Genehmigungsgrundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.

## II BESONDERE BESTIMMUNGEN

### 1 Regelungsgegenstand und Anwendungsbereich

#### 1.1 Regelungsgegenstand

(1) Regelungsgegenstand ist das "Düsenstrahlverfahren Kagel (HDI)" der Firma Kagel Spezialtiefbau GmbH Hamburg; hierunter wird eine Bodenverfestigung entsprechend DIN 4093 verstanden, bei der Tragelemente in Form von Verfestigungskörpern hergestellt werden. Mit Hilfe eines Schneidstrahls aus Wasser oder Bindemittelsuspension wird der neben dem Bohrloch anstehende Boden aus dem Gefüge gelöst und mit Bindemittelsuspension vermischt. Ein Teil des Bodens und der Suspension wird dabei durch den Bohrlochringraum zum Bohrlochmund gespült.

(2) Als Verfestigungskörper können einzelne Düsenstrahlelemente (DS-Elemente) und Düsenstrahlkörper (DS-Körper) mit verschiedenen geometrischen Formen hergestellt werden, wobei ein DS-Körper aus mindestens zwei DS-Elementen besteht. Das DS-Element und der DS-Körper können in Abhängigkeit vom anstehenden Boden sehr unterschiedliche Festigkeiten aufweisen.

(3) Das "Düsenstrahlverfahren Kagel (HDI)" darf in folgender Variante<sup>1</sup> eingesetzt werden:

1. Hochdruck-Schneiden mit Bindemittelsuspension (Verfahren 1)

Beim Verfahren 1 besteht der Schneidstrahl aus der Bindemittelsuspension.

#### 1.2 Anwendungsbereich

(1) Das "Düsenstrahlverfahren Kagel (HDI)" kann zur Herstellung von Tragelementen gemäß DIN 4093 eingesetzt werden. Dabei sind Bohrungen zwischen 0° und ca. 60° zur Senkrechten zulässig.

(2) Für die Querschnittsabmessungen der DS-Elemente und DS-Körper gelten die Bestimmungen der DIN 4093, Abschnitt 4.4.6.2.

(3) Das "Düsenstrahlverfahren Kagel (HDI)" darf ohne Einschränkung hinsichtlich der Kohäsion nur in nichtbindigen oder bindigen Böden<sup>2</sup> und in schwach organischen Böden<sup>3</sup>, sowie in Auffüllungen aus diesen Böden angewendet werden.

### 2 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung

#### 2.1 Zusammensetzung und Ermittlung der Herstellparameter

##### 2.1.1 Bindemittelsuspension

(1) Der Bindemittelanteil der Suspension ist vom Verfahren wie auch von den gewünschten Eigenschaften des Endproduktes abhängig. Der Wasser/Bindemittel-Wert bewegt sich dabei in einem Bereich zwischen 0,5 und 1,5.

(2) Als Bindemittel sind Zemente nach DIN EN 197-1, Zemente mit besonderen Eigenschaften nach DIN 1164-10, und Normalzemente mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung - unter Berücksichtigung der vorliegenden Expositionsklassen gemäß DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 - oder für das Düsenstrahlverfahren allgemein bauaufsichtlich zugelassene Bindemittel anzuwenden.

(3) Wasser darf nach DIN EN 1008 oder in Trinkwasserqualität angewendet werden.

(4) Zusatzmittel nach DIN EN 934-2 unter Berücksichtigung von DIN EN 934-6 in Verbindung mit DIN EN 206-1/DIN 1045-2 oder mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung dürfen der Suspension zugegeben werden.

<sup>1</sup> Gemäß Prüfprogramm für die Grundsatzprüfungen: Düsenstrahlverfahren für Bohrneigungen ≤ 60° zur Vertikalen, Deutsches Institut für Bautechnik, Stand: Februar 2019

<sup>2</sup> Definition und Bezeichnung nach DIN 1054:2021-04 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1; Abschnitt A 3.1.1 und Abschnitt A 3.1.2

<sup>3</sup> Grenzwerte organischer Beimengungen für schwach organische Böden: ≤ 3 M.-% bei nichtbindigen bzw. ≤ 5 M.-% bei bindigen Böden

(5) Der Suspension dürfen Flugaschen gemäß DIN EN 450-1 und dem Nachweis der Umweltverträglichkeit bis zu einem Gewichtsverhältnis von Flugasche zu Zement  $f/z \leq 1,0$  zugegeben werden.

(6) Zusatzstoffe mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung / allgemeiner Bauartgenehmigung dürfen ebenfalls der Suspension zugegeben werden.

### 2.1.2 Böden

(1) Das "Düsenstrahlverfahren Kagel (HDI)" darf ohne Einschränkung hinsichtlich der Kohäsion nur in nichtbindigen oder bindigen Böden und in schwach organischen Böden sowie in Auffüllungen aus diesen Böden angewendet werden.

Bei geschichteten Böden gelten nachfolgende Einschränkungen:

- Schichten aus bindigen Böden zwischen solchen aus nichtbindigen Böden sind für das Verfahren nur geeignet, wenn die Kohäsion des undränierten (nicht entwässerten) Bodens  $c_u \leq 15 \text{ kN/m}^2$  ist oder wenn Probeelemente in diesen Böden ausgeführt werden und bei der Festlegung der Herstellparameter (siehe Abschnitt 2.1.3) die Schichten berücksichtigt werden.

- Schichten mit mehr als schwach organischen Böden dürfen nicht mächtiger als 1,5 m sein.

(2) In kohäsiven Böden mit  $c_u \geq 25 \text{ kN/m}^2$  ist ein Vorschneiden mit Wasser oder Bindemittelsuspension über die gesamte Tiefe zulässig.

(3) Wenn beim Einsatz des "Düsenstrahlverfahrens Kagel (HDI)" ein starker oder sehr starker chemischer Angriff (Expositionsklassen XA2 und XA3) nach DIN 4030-1 vorliegt oder organische Böden oder Böden mit einem höheren als schwach organischen Anteil oder Hinweise auf quellfähige Inhaltsstoffe (z. B. Gefahr der Ettringitbildung) vorhanden sind, muss vor Baubeginn ein Sachverständiger mit Erfahrungen auf diesem Gebiet eingeschaltet werden. Mit dessen Hilfe ist zu klären, ob das Erstarren oder das Erhärten der DS-Elemente gestört und damit die erforderliche Festigkeit nicht gesichert ist.

### 2.1.3 Probeelemente

(1) Zum Nachweis der Eignung in den erwarteten Baugrundverhältnissen mit den im Baubereich geplanten Herstellparametern sind auf jeder Baustelle Eignungsprüfungen gemäß DIN 4093, Abschnitt 4.8, mit Probeelementen durchzuführen.

(2) Die Probeelemente sind gemäß Abschnitt 3.3 herzustellen.

(3) Der Baugrund im Bereich der Probeelemente muss bekannt sein und ist zu dokumentieren, damit ein Vergleich zu den Baugrundverhältnissen im Baubereich erfolgen kann.

(4) Im Rahmen dieser Arbeiten sind folgende Herstellparameter festzulegen:

- Bindemittelart und Zusammensetzung,
- Aufbereitungsart der Bindemittelsuspension,
- Wasser/Bindemittel-Wert der Suspension,
- Ziehzeit des Bohrgestänges [min/m],
- Drehgeschwindigkeit [Umdrehungen/min],
- Pumpendruck des Schneidmediums [bar],
- Durchmesser und Anzahl der Schneiddüsen [mm],
- Schneidwassermenge [l/min],
- Suspensionsverfüllmenge [l/min],
- Suspensionsverfülldruck [bar],
- Durchmesser und Anzahl der Verfülldüsen.

Die Herstellparameter sind zu protokollieren.

(5) Sind gemäß DIN 4093, Abschnitt 4.4.2, Kriechversuche durchzuführen, sind mindestens 3 Einzelproben gemäß Anhang B der DIN 4093 zu untersuchen.

## 2.2 Bemessung

Es gelten die Bestimmungen der Norm DIN 4093.

## 3 Bestimmungen für die Ausführung

### 3.1 Ausführende Firma

(1) Die Herstellung von DS-Elementen und DS-Körpern darf nur unter verantwortlicher technischer Leitung der Firma Kagel Spezialtiefbau GmbH Hamburg erfolgen.

(2) Für die Ausführung des "Düsenstrahlverfahrens Kagel (HDI)" gelten die Bestimmungen der DIN EN 12716 soweit im Folgenden nichts anderes bestimmt ist.

### 3.2 Geräte

Für die Ausführung gelten folgende Gerätekonfigurationen:

#### 3.2.1 Bohrgerät

Zum Herstellen der DS-Elemente ist ein Bohr- und Düsengestänge mit mindestens 60 mm Durchmesser anzuwenden. Das Gestänge ist an der Bohrlafette mindestens an zwei Stellen während des Bohrvorgangs zu führen. Die Rotations- und Ziehgeschwindigkeit muss einstellbar sein und konstant gehalten werden können.

#### 3.2.2 Düsenträger

Die Düsenträger können eine oder mehrere Schneiddüsen sowie eine oder mehrere Verfülldüsen besitzen.

#### 3.2.3 Pumpen

Zur Beschickung der Schneiddüsen sind Pumpen anzuwenden, mit denen Mindestdrücke von 300 bar erreicht werden können. Der Schneiddruck und der Verfülldruck sowie die Durchflussrate beim Schneiden und Verfüllen müssen gemessen und protokolliert werden.

#### 3.2.4 Mischer

(1) Zur Aufbereitung der Suspension sind Mischer anzuwenden, die eine gleichmäßige Zusammensetzung und einen homogenen Aufschluss der Suspension gewährleisten.

(2) Dabei sind sowohl Durchlaufmischer als auch Chargenmischer zugelassen. In Dosiereinrichtungen müssen Feststoffe durch Wägung und Flüssigkeiten durch Wägung oder Volumenbestimmung der jeweiligen Charge gemessen werden. Die Toleranz der Messeinrichtung darf höchstens 3 % betragen.

### 3.3 Herstellung

(1) Bei Herstellung des DS-Elementes bzw. des DS-Körpers sind die Parameter der Eignungsprüfung bzw. der Probeelemente entsprechend Abschnitt 2.1.3 einzuhalten.

(2) Die Bohrlochtiefe ist zu dokumentieren. Bei nicht standfestem Bohrloch und für den Fall, dass das DS-Element nicht sofort hergestellt wird, ist das Bohrloch zu sichern.

(3) Das DS-Element ist - beginnend vom Bohrlochtieftesten - immer von unten nach oben herzustellen.

(4) Während der Herstellung des DS-Elementes ist darauf zu achten, dass eine ausreichende Druckentlastung mit einem ungehinderten Rücklauf während der gesamten Düszeit gegeben ist.

(5) Falls die Herstellung eines DS-Elementes unterbrochen wird, ist sicherzustellen, dass die Elemente ohne Fehlstellen übereinander liegen.

(6) Bei der Geotechnischen Kategorie 3 muss und bei der Geotechnischen Kategorie 2 sollte eine Verfahrensbeschreibung gemäß DIN EN 12716, Abschnitt 8.1.5, erstellt werden.

(7) Abweichungen des Düsgestänges am Bohransatzpunkt sind zu berücksichtigen. Wenn DS-Körper mit Wasserdruck belastet werden und es bei Fehlstellen zwischen den DS-Elementen zu Erosionen (Bodentransport) kommen kann und damit die Standsicherheit gefährdet wird, sind die Lage der Ansatzpunkte und die Lage des Düsträgers je DS-Element in der Tiefe zu messen und zeichnerisch mit dem erreichbaren Düsdurchmesser darzustellen, um Fehlstellen zu erkennen. Alternativ kann der Nachweis auch mit Prüfbohrungen erbracht werden. Fehlstellen sind mit zusätzlichen DS-Elementen zu schließen.

### 3.4 Kontrollen während der Ausführung

(1) Während der Ausführung des "Düsenstrahlverfahrens Kagel (HDI)" sind Aufzeichnungen über den Nachweis der ordnungsgemäßen Ausführung vom Bauleiter oder seinem Vertreter zu führen.

(2) Es sind mindestens die in Tabelle 1 genannten Kontrollen durchzuführen. Die Ergebnisse der Kontrollen sind aufzuzeichnen und auszuwerten.

Tabelle 1: Maßnahmen zur Kontrolle der Ausführung

Prüfgegenstand	Überprüfung / Prüfung	Mindesthäufigkeit
Geräte	Abschnitt 3.2	jede Baustelle
Zementsorte, Zusatzmittel, Zusatzstoffe	Bei Sackware Kontrolle des Lieferscheines und der Aufdrucke auf den Säcken. Bei Siloware Kontrolle des Lieferscheines.	jede Lieferung
Ausgangssuspension	Dichtemessung	jeweils mindestens 3 mal arbeitstäglich
Herstellparameter	Abschnitt 2.1.3	jedes DS-Element
Bohrtiefe	Abschnitt 3.3	jedes DS-Element
DS-Festigkeit	Druckfestigkeit gemäß DIN 4093	gemäß DIN 4093
Kriechverhalten	gemäß DIN 4093	gemäß DIN 4093

(3) Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

(4) Die Aufzeichnungen müssen während der Bauzeit auf der Baustelle bereitliegen. Sie sind nach Abschluss der Arbeiten mindestens fünf Jahre vom Unternehmen aufzubewahren.

(5) Kopien der Aufzeichnungen sind dem Bauherrn zur Aufnahme in die Bauakten auszuhandigen und dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

### 3.5 Übereinstimmungserklärung der Ausführung

(1) Die Bestätigung der Übereinstimmung des "Düsenstrahlverfahrens Kagel (HDI)" mit den Bestimmungen dieser allgemeinen Bauartgenehmigung muss für jede Ausführung mit einer Übereinstimmungserklärung gemäß § 16a Abs. 5, i. V. mit § 21 Abs.2 MBO<sup>4</sup> der ausführenden Firma auf der Grundlage der Kontrollen der Ausführung (Tabelle 1) erfolgen.

(2) Die Übereinstimmungserklärung der ausführenden Firma muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Bescheidnummer
- Bezeichnung des Bauvorhabens
- Datum der Ausführung
- Name und Sitz der ausführenden Firma

<sup>4</sup> Musterbauordnung (MBO) Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 25.09.2020

- Bestätigung über die Ausführung entsprechend den Planungsunterlagen
- Dokumentation der Ausgangsstoffe und Lieferscheine
- Art der Kontrollen oder Prüfungen
- Datum der Kontrolle bzw. Prüfung
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und, soweit zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen
- Besonderheiten
- Name, Firma und Unterschrift des für die Kontrollen und Prüfungen Verantwortlichen

(3) Die Übereinstimmungserklärung ist dem Bauherrn zur Aufnahme in die Bauakte auszuhandigen und dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzuzeigen.

### Normenverzeichnis

DIN EN 197-1:2011-11	Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement; Deutsche Fassung EN 197-1:2011
DIN EN 206-1:2001-07	Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000
DIN EN 206-1/A1:2004-10	Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000/A1:2004
DIN EN 206-1/A2:2005-09	Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000/A2:2005
DIN EN 450-1: 2012-10	Flugasche für Beton - Teil 1: Definition, Anforderungen und Konformitätskriterien; Deutsche Fassung EN 450-1:2012
DIN EN 934-2:2012-08	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel - Teil 2: Beton-zusatzmittel - Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung; Deutsche Fassung EN 934-2:2009+A1:2012
DIN EN 934-6:2019-05	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel - Teil 6: Probenahme, Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit; Deutsche Fassung EN 934-6:2019
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
DIN 1045-2:2008-08	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
DIN 1054:2021-04	Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
DIN 1164-10:2013-03	Zement mit besonderen Eigenschaften - Teil 10: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Zement mit niedrigem wirksamen Alkaligehalt
DIN EN 1997-1:2009-09	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009

DIN EN 1997-1/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
DIN 4030-1:2008-06	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase - Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte
DIN 4093:2015-11	Bemessung von verfestigten Bodenkörpern - Hergestellt mit Düsenstrahl-, Deep-Mixing- oder Injektions-Verfahren
DIN EN 12716:2019-03	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Düsenstrahlverfahren; Deutsche Fassung EN 12716:2018

Bettina Hemme  
Referatsleiterin

Beglaubigt  
Jendryschik