

## Kurzinformation Nr. 167

### Bewehrung von Betonpfählen in Erdbebengebieten

Bei Entwurf und Bemessung von Bohrpfählen nach DIN EN 1536:2015-10 sind neben den einschlägigen europäischen Normen in Erdbebengebieten gem. Abs. 7.1.1 auch alle Teile der DIN EN 1998 zu berücksichtigen. Unabhängig von einer Erdbebengefährdung am Standort gelten folgende Regelungen nach DIN EN 1536 Abs. 7.1:

Bohrpfähle sind als Betonelemente zu bemessen.

Bohrpfähle in weichen und lockeren Böden sollten zumindest über die entsprechende Länge bewehrt sein. Dies gilt nach Rücksprache mit dem Geotechnischen Sachverständigen insbesondere auch bei

- Vorhandensein einer z.B. kiesig-lehmigen Linse  
(→ vor allem Abscheren in diesem Bereich)
- geneigter Schichtung des Bodens  
(→ vor allem zusätzliche Horizontalbelastung auf die Pfähle)
- Möglichkeit einer Bodenverflüssigung  
(→ vor allem Verlust der Knickstabilisierung der Pfähle).

Sofern diese Aufschlüsse nicht zutreffen und die Nachweise der inneren und äußeren Tragfähigkeit ergeben, dass ein Betonpfahl als Einzeltragglied unbewehrt sein könnte, so gilt dies aus den in Abs. 7.1.5, 7.1.6 und 7.1.8 genannten Gründen nicht für den Pfahlkopfbereich. Hier muss bewehrungstechnisch eine Anbindung an die Fundamente bzw. die Bodenplatte erfolgen.

In Erdbebengebieten gelten zusätzlich die Regelungen nach DIN EN 1998-5. Danach müssen Pfähle zur Aufnahme der folgenden beiden Arten von Auswirkungen bemessen werden:

- a) Auswirkungen aus den Gewicht- und Trägheitskräften des Oberbaus in der Bemessungssituation Erdbeben: Der Oberbau stellt den Teil des Bauwerks dar, der oberhalb der Pfahlkopfebene liegt. Infolge des Horizontalschubs und der Kippmomente aus Erdbeben sowie der Gewichtslasten aus dem Oberbau entstehen die Bemessungsauswirkungen  $N_{Ed}$ ,  $V_{Ed}$  und  $M_{Ed}$  an den Pfahlköpfen.
- b) Kinematische Kräfte infolge der Verformung des umgebenden Bodens beim Durchgang der Erdbebenwellen: Während eines Erdbebens führen die Erdbebenwellen zu Scherverformungen im Boden. Diesen Scherverformungen müssen die eingebetteten Pfähle folgen, was zu Schnittgrößen  $V_{Ed}$  und  $M_{Ed}$  in vertikalen Pfählen und zusätzlich zu Normalkräften  $N_{Ed}$  in Schrägpfählen jeweils über die gesamte Pfahllänge führt.

---

**1. Vorsitzender:**

Dr.-Ing. Frank Breinlinger  
Kanalstraße 1-4  
78532 Tuttlingen  
Telefon (07461) 184-0, Fax -100

**2. Vorsitzender:**

Dipl.-Ing. Matthias Gerold  
Reinhold-Frank-Str. 48b  
76133 Karlsruhe  
Telefon (0721) 1819-200, Fax -290

**Kassier:**

Dr.-Ing. Hans-Ulrich Gauger  
Dossenheimer Landstrasse 100  
69121 Heidelberg  
Telefon (06221) 389359-10, Fax -19

**Bank:**

Postbank  
Stuttgart  
IBAN DE43600100700007030700  
BIC PBNKDEFF

Die Auswirkungen nach a) (Gewichts- und Trägheitskräften des Oberbaus) können bei üblichen Hochbauten mit den aus DIN 4149 bekannten Verfahren (Ersatzkraftverfahren oder Antwortspektrenverfahren) unter Annahme einer starren Lagerung des Bauwerks ermittelt werden. Die Nachgiebigkeit der Pfähle – die sogenannte Boden-Bauwerks-Interaktion – kann bei üblichen Hochbauten bei der Lastermittlung vernachlässigt werden. Die Annahme einer starren Lagerung bei der Ermittlung der Erdbebenlasten liegt i.d.R. auf der sicheren Seite.

Die Auswirkung nach b) (Kräfte infolge der Verformung des umgebenden Bodens) müssen bei vertikalen Pfählen nach DIN EN 1998-5 bei hoher Erdbebengefährdung ( $a_{gR} \cdot \gamma_1 \cdot S \geq 0,1 g$ ), Bedeutungskategorien III und IV und ungünstigen Baugrundverhältnissen berücksichtigt werden. Ungünstig sind ein sehr weicher Baugrund mit Scherwellengeschwindigkeit  $\leq 180$  m/s oder ein Baugrund mit Verflüssigungspotential. In der nächsten Ausgabe des Nationalen Anhangs zu DIN EN 1998-1 wird voraussichtlich ein vereinfachtes Verfahren eingeführt, mit dem ein Verflüssigungspotential abgeschätzt werden kann. Nach DIN EN 1998-5 wird der Einsatz von Schrägpfählen für diese Fälle nicht empfohlen.

Ist ein Nachweis für Auswirkungen nach b) erforderlich, so kann dies quantitativ nur mit besonderen Verfahren und Rechenprogrammen durchgeführt werden, für die vertiefte Kenntnisse erforderlich sind. Deren Einsatz wird häufig nicht im Verhältnis zu den üblichen Planungskosten stehen.

Unabhängig der o.g. Einschränkungen wird empfohlen, folgende konstruktive Maßnahmen bei der Planung zu berücksichtigen – sofern keine genaueren Methoden angewendet werden:

- In der Erdbebenzone 1 sollte die Pfahlkopfbewehrung auf einer ausreichenden Länge (i.d.R. 5 x Pfahldurchmesser) in den Betonpfahl einbinden.
- In den Erdbebenzonen 2 und 3 sollten Pfähle über ihre gesamte Länge bewehrt ausgeführt und der Pfahlkopf zusätzlich duktil ausgebildet werden. Liegen ausgeprägte Steifigkeitssprünge übereinanderliegender Bodenschichten vor, so ist an deren Übergang mit lokal konzentrierten Zwangsverformungen an den Pfählen zu rechnen. Auch in diesen Bereichen wird eine duktile Auslegung der Pfähle empfohlen. Hinweise zur duktilen Auslegung von Pfählen gibt DIN EN 1998-1, Abs. 5.8.4.

Liegt Baugrund mit Verflüssigungsgefahr auf geneigter Schichtung vor, so sollten besondere Betrachtungen angestellt werden. Hier kann es zum Abrutschen von Bodenschichten kommen. Die gleitende Bodenschicht wird dabei sehr hohe Lasten auf Bohrpfähle ausüben, die diese Schicht durchqueren.

Für flächig angeordnete Verdrängungspfähle, die nur zum Zwecke der langfristigen Setzungsbegrenzung angeordnet werden, müssen keine besonderen Betrachtungen für den Lastfall Erdbeben geführt werden.

Generell sollten derartige Pfähle nicht vermörtelt ausgeführt werden, um ein flächig (möglichst) gleichmäßiges Tragverhalten der gesamten Gründung zu erzielen.

Diese Kurzinformation stellt die mehrheitliche Meinung des Statisch-Konstruktiven Ausschusses zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dar. Die Aktualität des Inhaltes, insbesondere der Normenbezüge, ist eigenverantwortlich zu beurteilen.

**1. Vorsitzender:**

Dr.-Ing. Frank Breinlinger  
Kanalstraße 1-4  
78532 Tuttlingen  
Telefon (07461) 184-0, Fax -100

**2. Vorsitzender:**

Dipl.-Ing. Matthias Gerold  
Reinhold-Frank-Str. 48b  
76133 Karlsruhe  
Telefon (0721) 1819-200, Fax -290

**Kassier:**

Dr.-Ing. Hans-Ulrich Gauger  
Dossenheimer Landstrasse 100  
69121 Heidelberg  
Telefon (06221) 389359-10, Fax -19

**Bank:**

Postbank  
Stuttgart  
IBAN DE43600100700007030700  
BIC PBNKDEFF