

Technischer Bericht

Die Größe des Ausbreitmaßes bei Bohrpfahlarbeiten

von

Ramin Saberi, M.Eng. und Marlene Steggewentz, B.Sc.

1. Einleitung

Die Verarbeitbarkeit des Frischbetons stellt in der Regel die wichtigste Frischbetoneigenschaft dar. Als messbarer Parameter zur Beurteilung der Verarbeitbarkeit des Frischbetons wird die Konsistenz herangezogen. Die Frischbetonkonsistenz wird im Allgemeinen über das Ausbreitmaß nach DIN EN 12350-5 beurteilt. Das Ausbreitmaß dient häufig auf der Baustelle als Annahmekriterium für eine Betoncharge. Für das Ausbreitmaß bei geotechnischen Arbeiten wie z.B. bei der Bohrpfahlherstellung gelten aufgrund der speziellen Einbaubedingungen besondere Anforderungen. So muss der Frischbeton über die gesamte Dauer des Betonierens sowie beim Ziehen einer vorübergehenden Verrohrung eine ausreichende Verarbeitbarkeit und Fließfähigkeit aufweisen. Darüber hinaus sind ein hoher Widerstand gegen Entmischung, eine hohe Plastizität mit einem guten Zusammenhalt sowie die Fähigkeit sich selbst zu verdichten erforderlich. In den geltenden Normen werden daher an die Auslegung der Frischbetoneigenschaften für den Spezialtiefbau besondere Anforderungen gestellt, um die genannten Eigenschaften zu gewährleisten. So ist Bohrpfahlbeton nach der DIN EN 1536 geregelt. In Deutschland gilt ergänzend die DIN EN SPEC 18140. Ferner enthält der Anhang D der DIN EN 206 zusätzliche Anforderungen an die Festlegung und Eigenschaften von Beton für den Spezialtiefbau.

Im Rahmen der Prüftätigkeit geotechnischer Bauwerke wird jedoch häufig festgestellt, dass das Ausbreitmaß nur für allgemeine Betonierarbeiten berücksichtigt wird und es immer wieder zu Diskussionen hinsichtlich der Unterschiede in den Festlegungen des Ausbreitmaßes im Hoch- und Spezialtiefbau kommt. Im Sinne einer einfachen und allgemeingültigen Anwendung in der Praxis erfolgt hier eine Zusammenstellung der Anforderungen an das Ausbreitmaß bei Bohrpfahlarbeiten.

2. Ermittlung des Ausbreitmaßes

Das Ausbreitmaß ist eine Kenngröße zum Beschreiben der Konsistenz des Frischbetons.



Bild 1 Ermittlung des Ausbreitmaßes im Ausbreitversuch auf der Baustelle

Die Größe wird vor Ort auf der Baustelle in Ausbreitversuchen nach DIN EN 12350-5 ermittelt und beschreibt den Durchmesser eines Betonkuchens, nachdem die Tischplatte, auf der sich dieser befindet, fünfzehn Mal auf eine vorgegebene Höhe angehoben und ruckartig fallengelassen wurde (s. Bild 1). Gemäß der DIN EN 12350-5 charakterisiert das Ausbreitmaß steifen (F1), plastischen (F2), weichen (F3), sehr weichen (F4), fließfähigen (F5) und sehr fließfähigen (F6) Frischbeton (s. Tab. 1).

Tabelle 1 Ausbreitmaßklassen und die zugehörigen Ausbreitmaße nach DIN EN 12350-5

Klasse	Konsistenz	Ausbreitmaß [mm]
F1	steif	≤ 340
F2	plastisch	350 bis 410
F3	weich	420 bis 480
F4	sehr weich	490 bis 550
F5	fließfähig	560 bis 620
F6	sehr fließfähig	≥ 630

Das Ausbreitmaß ergibt sich aus dem Mittelwert der maximalen Durchmesser parallel zu den Tischkanten

$$\text{Ausbreitmaß [mm]} = \frac{d_I + d_{II}}{2}$$

mit d_I, d_{II} = maximale Durchmesser parallel zu den Tischkanten in mm.

Anmerkung: Es sei hier erwähnt, dass zur Beurteilung der Konsistenz von Kontraktorbeton das Setzmaß, welches mit dem Setzfließmaßversuch nach DIN EN 12350-8 ermittelt wird, besser geeignet ist, denn bei dem Ausbreitversuch wird der Frischbeton verfahrensbedingt durch die Schlagenergie zusätzlich verflüssigt. Im deutschen und europäischen Raum ist der Ausbreitversuch jedoch das gängigste Verfahren zur Beurteilung der Frischbetonkonsistenz.

3. Festlegen des Ausbreitmaßes bei Bohrfählen

Das Frischbeton-Ausbreitmaß kann gemäß DIN EN 206 für übliche bauliche Zwecke entweder über eine Konsistenzklasse oder einen Zielwert festgelegt werden. Hinsichtlich der Festlegung der Frischbetoneigenschaften für geotechnische Bauwerke stellen spezielle Erfordernisse des Einbaus, wie z.B. tiefe Bohrungen im Kontraktorverfahren ggf. mit einer engen Bewehrungsführung, Ausfüllen eines freiwerdenden Ringspalts, Betonieren gegen das Erdreich ggf. bei einer Grundwasserströmung sowie die Fähigkeit sich selbst zu verdichten, besondere Randbedingungen dar. Daher ist bei der Festlegung des Betons für geotechnische Bauwerke ebenfalls der Anhang D der DIN EN 206 für besondere geotechnische Arbeiten zu berücksichtigen. Hiernach ist die Frischbetonkonsistenz hinsichtlich des Ausbreitmaßes unter Berücksichtigung der Einbaubedingungen als ein Zielwert festzulegen. In Tabelle 2 sind die Ausbreitmaße entsprechend der verschiedenen Einbauverfahren dargestellt. Dabei gilt eine Toleranz von ± 30 mm.

Tabelle 2 Zielwerte des Ausbreitmaßes von Frischbeton für unterschiedliche Einbaubedingungen nach DIN EN 206 Anhang D

Ausbreitmaß [mm]	Typische Anwendungen (Bsp.)
500 \pm 30	<ul style="list-style-type: none"> • Betonieren im Trockenen
560 \pm 30	<ul style="list-style-type: none"> • Pumpbeton oder • mit Kontraktorrohren eingebrachter Unterwasserbeton
600 \pm 30	<ul style="list-style-type: none"> • im Kontraktorverfahren unter Stützflüssigkeit eingebrachter Beton

Werden bei der Festlegung der Betoneigenschaften die Einbaubedingungen im Spezialtiefbau nicht berücksichtigt, wird die Dauerhaftigkeit und Tragfähigkeit des Betons negativ beeinflusst. So kann durch den Einbau von Frischbeton mit zu geringem Ausbreitmaß die notwendige Überdeckung der Bewehrung nicht gewährleistet werden, da der Beton nicht hinreichend verarbeitbar ist. Wird Frischbeton mit zu großem Ausbreitmaß und somit zu weich eingebaut, so neigt der Beton zum Entmischen. Unter Entmischen ist der Verlust der Stabilität des Frischbetons zu verstehen. Das Entmischen des Betons kann dazu führen, dass das Wasser im eingebauten Beton infolge des Dichteunterschiedes nach oben steigt und sich an der Oberfläche eine Wasserschicht bildet. Diese Form der Wasserabsonderung wird als Bluten bezeichnet. Des Weiteren setzt sich der Zuschlag als schwerer Bestandteil vom leichteren Zementleim ab. Dies führt zur Bildung einer Zementleimschicht an der Oberfläche des Bauteils und einem damit verbundenen Qualitätsverlust. Das Betonbluten hat bei der Bohrpfahlherstellung zur Folge, dass im Pfahl Bereiche unterschiedlicher Konsistenz und Tragfähigkeit entstehen (s. Bild 2). Hierdurch werden die Festbetoneigenschaften negativ beeinflusst und es besteht außerdem beim Ziehen der Verrohrung die Gefahr, dass sich der Beton des verfestigten Bereiches am Bohrröhr aufhängt und der Bewehrungskorb mit der äußeren Betonlage angehoben wird.

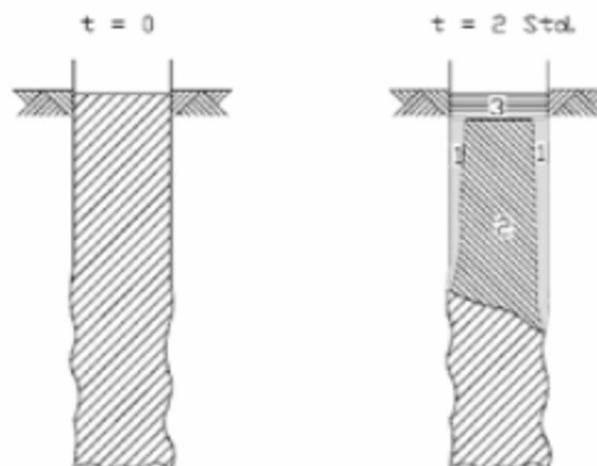


Bild 2 Ausbildung unterschiedlicher Konsistenzbereiche im Bohrpfahl durch Bluten des Pfahlbetons
[GRAF, 2008]

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass das Ausbreitmaß bei üblichen Betonierarbeiten im Hochbau sowohl mittels Konsistenzklassen als auch über einen Zielwert festgelegt werden kann. Im Spezialtiefbau und somit auch bei Bohrpfahlarbeiten hingegen müssen die Zielwert-Methode herangezogen und die erforderlichen Ausbreitmaße gemäß Anhang D der

DIN EN 206 herangezogen werden. Damit sollen die besonderen Einbaubedingungen im Spezialtiefbau hinreichend berücksichtigt werden.

4. Literaturverzeichnis

DIN EN 206	2021-06	DIN EN 206 (2021-06) „Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität“
DIN EN 12350	2019-09	DIN EN 12350-5:2019-09 „Prüfung von Frischbeton – Teil 5: Ausbreitmaß“
GRAF, R.	2008	GRAF, R.; Bohrfähle aus Beton; Hrsg.: MÜLLER, H. S., NOLTING, U. und HAIST, M.; in: Betonbauwerke im Untergrund – Infrastruktur für die Zukunft, 5. Symposium Baustoffe und Bauwerkserhaltung, 2008, Universität Karlsruhe
EFFC/ DFI	2018	Leitfaden „Kontraktorbeton für Tiefgründungen“; Hrsg.: Arbeitsgruppe „Beton“ der EFFC und DFI, 2. Ausgabe, 2018
ABS Oldenburg – Wilhelmshaven	2017	interner Projektbericht
Zugang zum Königsstuhl	2021	interner Projektbericht
Bahnverlegung Sande	2021	interner Projektbericht
NBK Kattwyk Anpassung	2021	interner Projektbericht