

**Richtlinie für den Entwurf, die Bemessung und den Bau  
von Kombinierten Pfahl-Plattengründungen (KPP)  
(KPP-Richtlinie)**

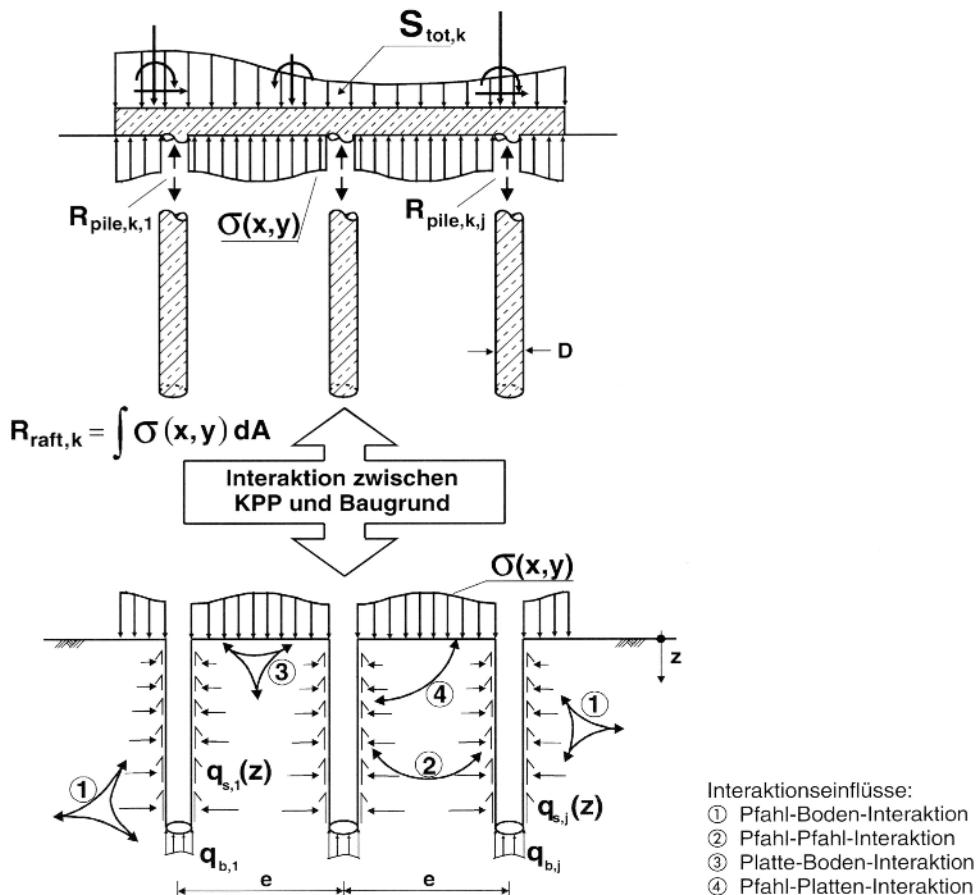
Herausgegeben vom  
Arbeitskreis „Pfähle“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT)  
Juli 2001



# 1 Begriffsdefinition

Die Kombinierte Pfahl-Plattengründung (kurz: KPP) ist eine geotechnische Verbundkonstruktion, die unter Inanspruchnahme der in Bild 1.1 dargestellten Interaktionseinflüsse die gemeinsame Tragwirkung der Gründungselemente Fundamentplatte und Pfähle bei der Einleitung von Bauwerkslasten in den Baugrund erfassst.

Der von der Setzung  $s$  des Gründungskörpers abhängige charakteristische Gesamtwiderstand  $R_{\text{tot},k}(s)$  der KPP setzt sich demnach aus der Summe der charakteristischen Pfahlwiderstände der KPP  $\sum_{j=1}^m R_{\text{pile},k,j}(s)$  und dem charakteristischen Sohldruckwiderstand  $R_{\text{raft},k}(s)$  zusammen, der sich aus dem Integral des Sohldrucks  $\sigma(x, y)$  über die Grundrissfläche A der Fundamentplatte ergibt.



**Bild 1.1** Kombinierte Pfahl-Plattengründung (KPP) als geotechnische Verbundkonstruktion mit den das Tragverhalten prägenden Interaktionseinflüssen

$$R_{\text{tot},k}(s) = \sum_{j=1}^m R_{\text{pile},k,j}(s) + R_{\text{raft},k}(s) \quad (1.1)$$

mit:

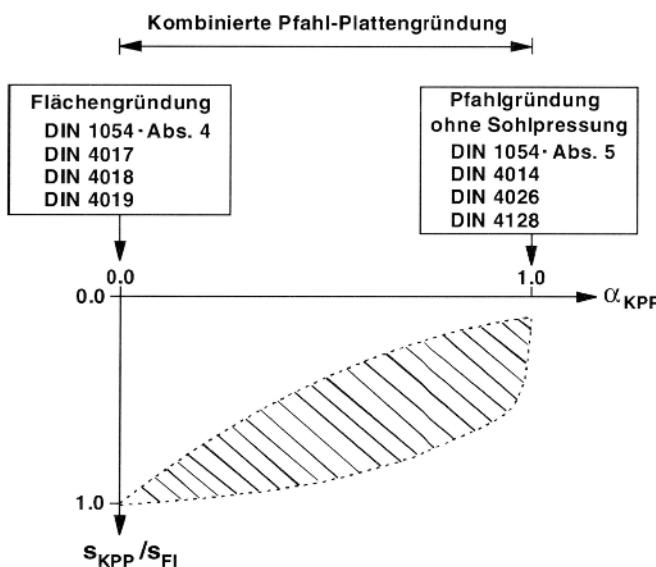
$$R_{\text{pile},k,j}(s) = R_{b,k,j}(s) + R_{s,k,j}(s) \quad (1.2)$$

Die Tragwirkung einer KPP wird durch den Pfahlplatten-Koeffizienten  $\alpha_{\text{KPP}}$  beschrieben, der angibt, welcher Anteil der Einwirkung  $S_{\text{tot},k}$  über die Pfähle abgetragen wird, bzw. welchen Anteil die Pfähle an dem Gesamtwiderstand  $R_{\text{tot},k}$  der KPP haben:

$$\alpha_{\text{KPP}}(s) = \frac{\sum_{j=1}^m R_{\text{pile},k,j}(s)}{R_{\text{tot},k}(s)} \quad (1.3)$$

Der Pfahlplatten-Koeffizient kann zwischen den beiden Grenzwerten  $\alpha_{\text{KPP}}=0$  (Flächengründung nach DIN 1054 · Abs. 4) und  $\alpha_{\text{KPP}}=1$  (Pfahlgründung nach DIN 1054 · Abs. 5) variieren (Bild 1.2). Bild 1.2 zeigt ein qualitatives Beispiel für den Zusammenhang zwischen dem Pfahlplatten-Koeffizienten  $\alpha_{\text{KPP}}$  und dem Verhältnis der Setzung einer KPP  $s_{\text{KPP}}$  zur Setzung einer Flächengründung  $s_{\text{Fl}}$  mit gleicher Gründungsfläche unter der gleichen Einwirkung.

Der Pfahlplatten-Koeffizient  $\alpha_{\text{KPP}}$  ist abhängig vom Beanspruchungsniveau und damit von der Setzung der KPP.



**Bild 1.2** Qualitatives Beispiel für die mögliche Setzungsreduktion einer KPP in Funktion des Pfahlplatten-Koeffizienten  $\alpha_{\text{KPP}}$

## 2 Geltungsbereich

Die KPP-Richtlinie gilt für den Entwurf, die Bemessung, die Prüfung und den Bau von überwiegend vertikal belasteten Kombinierten Pfahl-Plattengründungen.

*Anmerkung: Die KPP-Richtlinie gilt sinngemäß auch für Gründungen mit anderen Tiefgründungselementen als Pfählen, wie z.B. Schlitzwandelementen bzw. Schlitzwänden, Spundwänden etc.*

Die KPP-Richtlinie gilt nicht in Fällen, bei denen unter der Fundamentplatte Schichten relativ geringer Steifigkeit (z. B. weiche bindige bzw. organische Böden, sackungsfähige Auffüllungen) anstehen, und sie gilt nicht bei geschichtetem Baugrund mit einem Steifigkeitsverhältnis der oberen zur unteren Schicht von  $E_{S\text{ oben}}/E_{S\text{ unten}} \leq 1/10$  sowie in allen Fällen, bei denen der Pfahlplatten-Koeffizient  $a_{KPP} > 0,9$  ist.

## 3 Geotechnische Kategorie

Kombinierte Pfahl-Plattengründungen sind der geotechnischen Kategorie GK 3 nach DIN 4020 zuzuordnen.

## 4 Formelzeichen

**Tabelle 1** Formelzeichen

Zeile	Formel-zeichen	Benennung	Übliche Einheit	Kapitel
1	$C$	Wert für die Beanspruchbarkeit im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (z. B. Verformungen) (resistance property for SLS)		8
2	$D$	Pfahldurchmesser (pile diameter)	m	1
3	$e$	Pfahlachsabstand (pile spacing)	m	1
4	$E$	Beanspruchungsgröße im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (action effect)		8
5	$E_s$	Steifemodul des Bodens (bulk modulus)	MN/m <sup>2</sup>	2
6	$H$	Summe der horizontalen Einwirkungen (sum of horizontal actions)	MN	2
7	$i$	Laufvariable über die Anzahl $n$ der Einwirkungen (index for an action)	–	7
8	$j$	Laufvariable über die Anzahl $m$ der Pfähle (index for a pile)	–	1
9	$k$	Fußzeiger für charakteristischen Wert (index for characteristic value)	–	1
10	$n$	Anzahl der Einwirkungen (number of actions)	–	7
11	$m$	Anzahl der Pfähle einer KPP (number of piles of a piled raft)	–	1
12	$q_b$	Pfahlspitzenwiderstandsspannung (base pressure of a pile)	MN/m <sup>2</sup>	1
13	$q_s(z)$	Pfahlmantelreibung als Funktion der Tiefe $z$ (skin friction of a pile)	MN/m <sup>2</sup>	1
14	$R$	Widerstand (allgemein) (resistance)	MN	1
15	$R_{b,k}(s)$	Charakteristischer Pfahlfußwiderstand (characteristic value of the base resistance of a pile)	MN	1

**Tabelle 1** Formelzeichen (Fortsetzung)

Zeile	Formel-zeichen	Benennung	Übliche Einheit	Kapitel
16	$R_{\text{tot}, k} (s)$	Charakteristischer Gesamtwiderstand der KPP als Funktion der Setzung (characteristic value of the total resistance of a piled raft as function of the settlement)	MN	1
17	$R_{1,\text{tot}, k}$	Charakteristischer Gesamtwiderstand der KPP im Grenzzustand der Tragfähigkeit (characteristic value of the total resistance of a piled raft for ULS)	MN	7
18	$R_{\text{pile}, k, j}$	Charakteristischer Pfahlwiderstand des Pfahles $j$ der Pfahlgruppe (characteristic value of the resistance of the pile $j$ of a pile group)	MN	1
19	$\sum_{j=1}^m R_{\text{pile}, k, j}$	Summe der charakteristischen Pfahlwiderstände aller $m$ Pfähle der Pfahlgruppe (sum of the characteristic values of the resistances of all $m$ piles of a pile group)	MN	1
20	$R_{\text{raft}, k}$	Charakteristischer Sohldruckwiderstand der Fundamentplatte (Integral des Sohldrucks über die Gründungsfläche) (characteristic value of the resistance of a piled raft mobilized by contact pressure)	MN	1
21	$R_{s, k} (s)$	Charakteristischer Pfahlmantelwiderstand (characteristic value of the skin friction resistance of a pile)	MN	1
22	$s$	Setzung (allgemein) (settlement)	m	1
23	$s_{\text{KPP}}$	Setzung einer KPP (settlement of a piled raft)	m	1
24	$s_{\text{Fl}}$	Setzung einer Flächengründung (settlement of a shallow foundation)	m	1
25	$s_2$	Aufnehmbare Setzung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZ 2) (allowable settlement for SLS)	m	8
26	$\Delta s_2$	Aufnehmbare Setzungsdifferenz im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZ 2) (allowable differential settlement for SLS)	m	8
27	$S$	Einwirkung (allgemein) (Action)	MN	1
28	$S_{k, i}$	Charakteristischer Wert der Einwirkung $i$ (characteristic value of an action $i$ )	MN	7

**Tabelle 1** Formelzeichen (Fortsetzung)

Zeile	Formel-zeichen	Benennung	Übliche Einheit	Kapitel
29	$S_{\text{tot}, k}$	Summe der charakteristischen Werte der Einwirkungen (sum of characteristic values of all actions)	MN	1
30	$V$	Summe der vertikalen Einwirkungen (sum of vertical actions)	MN	1
31	$x, y, z$	Kartesische Koordinaten	m	1
32	$a_{\text{KPP}}$	Pfahlplatten-Koeffizient (piled raft coefficient ( $a_{pr}$ ))	–	1
33	$\eta$	Globaler Sicherheitsbeiwert für äußere Tragfähigkeit (global safety factor for geotechnical bearing capacity)	–	7
34	$\sigma(x, y)$	Sohldruck (contact pressure)	MN/m <sup>2</sup>	1

## 5 Baugrunderkundung und Baugrundbeurteilung

Voraussetzung für den Entwurf und die Bemessung einer KPP und Grundlage aller Nachweise ist die Erkundung und Untersuchung des Baugrundes im Feld und im Labor in einem Umfang, der in jedem Fall den aktuellen geotechnischen, an die Besonderheiten der für die KPP geführten Nachweise angepassten Standards entsprechen muss.

Art und Umfang der geotechnischen Untersuchungen und die Ausführung der Aufschlüsse und der Feld- und Laborversuche sind durch einen *Sachverständigen für Geotechnik* (DIN 4020) zu planen und zu überwachen und unter Berücksichtigung der durch die KPP bedingten Baugrund-Tragwerk-Interaktion bodenmechanisch zu beurteilen.

Bei der Festlegung der für die Bemessung einer KPP anzusetzenden charakteristischen Bodenkennwerte sind die Ergebnisse der Feld- und Laboruntersuchungen mit den örtlich für diesen Boden vorliegenden Erfahrungswerten abzugleichen.

### 5.1 Felderkundung

Für den Entwurf und die Bemessung einer KPP sind auch bei Vorliegen örtlicher Erfahrungswerte zusätzlich direkte Aufschlüsse erforderlich. Dabei gelten bezüglich der Festlegung der Aufschlussstiefe die in DIN 4020 · Abs. 6.2.4.4 für Pfahlgründungen definierten Anforderungen. In Abhängigkeit von den projektspezifischen Randbedingungen und den örtlichen Gegebenheiten ist zu prüfen, ob weitere Untersuchungen *in situ* erforderlich sind.

### 5.2 Laboruntersuchungen

Der Entwurf und die Bemessung einer KPP setzt eine ausreichende Kenntnis der Verformungs- und Festigkeitseigenschaften des Baugrundes voraus. Neben Klassifikationsversuchen sind daher entsprechende Laborversuche an einer ausreichenden Anzahl von aus den direkten Aufschläßen gewonnenen Bodenproben der Gütekasse 1 nach DIN 4021 zur Bestimmung der Steifigkeit und der Scherfestigkeit des Bodens durchzuführen.

Art und Umfang der durchzuführenden Laborversuche richtet sich nach DIN 4020 · Abs. 7.8. Die Versuche sind in Abhängigkeit von den in den Berechnungsverfahren zur Bemessung der KPP verwendeten Stoffgesetzen zu planen und durchzuführen.

### 5.3 Maßnahmen während der Bauausführung

Die bei der Herstellung der KPP anfallenden Baugrundaufschlüsse sind von einem *Sachverständigen für Geotechnik* (DIN 4020) aufzunehmen, bodenmechanisch zu be-

werten und nachprüfbar den Ergebnissen der Baugrundkundung gegenüberzustellen. Die bei der Herstellung von Bohrpfählen anfallenden Daten sind in Pfahlprotokollen und graphisch in Pfahlbohrdiagrammen festzuhalten. Bei Einsatz von Rammpfählen oder anderen Tiefgründungselementen ist sinngemäß zu verfahren.

Wenn die bei der Bauausführung angetroffenen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse von den im Rahmen der Baugrundkundung ermittelten Verhältnissen nachweisrelevant abweichen, so sind zusätzliche Baugrundkundungsmaßnahmen durchzuführen und der Entwurf und die Bemessung der KPP fortzuschreiben.