

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Dornecker, Eva**

## **Verwendung von Verpressankern und Kleinverpresspfählen zur Verankerung**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/102120>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Dornecker, Eva (2010): Verwendung von Verpressankern und Kleinverpresspfählen zur Verankerung. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Tiefe Baugruben an Bundeswasserstraßen. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 21-28.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



## Verwendung von Verpressankern und Kleinverpresspfählen zur Verankerung

BORin Eva Dornecker, Bundesanstalt für Wasserbau Karlsruhe, Abteilung Geotechnik

### 1 Einleitung und Begriffe

Zur Verankerung werden sowohl Anker als auch Pfähle verwendet. Häufig werden Pfähle, die als Verankerung eingesetzt werden, als Anker oder Ankerpfähle bezeichnet. Bei der Verwendung beider Elemente als Rückverankerung muss jedoch beachtet werden, dass Pfähle und Anker unterschiedliche Tragwirkungen haben, die in den Nachweisen zu berücksichtigen sind. Auch in den Normen wird auf den ersten Blick nicht immer eindeutig zwischen Ankern und Pfählen unterschieden. Hier wird ein kurzer Überblick über die in DIN 1054:2005-01 und DIN EN 1997-1:2009-09 verwendeten Begriffe gegeben.

Der häufig verwendete Begriff Rückverankerung wird weder in DIN 1054:2005-01 noch in DIN EN 1997-1 verwendet, kann aber dem Begriff Verankerung gleichgesetzt werden.

Im Sinne von DIN 1054:2005-01 sind die Begriffe Verankerung und Anker als Überbegriff zu verstehen. Mit Verankerung und Anker werden alle geneigten Zugelemente, also sowohl Verpressanker nach Abschnitt 9 oder Pfähle nach Abschnitt 8 beschrieben. In Abschnitt 9 (Verpressanker) wird unter 9.1 (Geltungsbereich und allgemeine Anforderungen) in (1) darauf hingewiesen, dass lediglich Verpressanker nach Abschnitt 9 bemessen werden dürfen. Werden Pfähle zur Rückverankerung verwendet, müssen diese nach Abschnitt 8 bemessen werden. Der Unterschied in der Tragwirkung und der Verwendbarkeit zwischen Verpressankern und Pfählen wird hier nicht weiter erläutert, kann aber zum Teil den deutschen Herstellungsnormen (siehe Abschnitt 2) entnommen werden.

Im Sinne von DIN EN 1997-1 (in Verbindung mit DIN EN1997-1/NA und DIN 1054 -101) ist nur der Begriff Verankerung als Überbegriff zu sehen. Unter diesem Begriff werden in Abschnitt 9.7.7 alle Elemente genannt, die Zugkräfte auf den Baugrund übertragen können. Dieser Begriff bezeichnet also nicht ein bestimmtes Bauelement, sondern dessen Verwendung. Bei den Zugelementen wird dann weiter in Anker und Pfähle unterschieden. Die Bemessung von Ankern wird in DIN EN 1997-1 in Abschnitt 8 geregelt. Nach Abschnitt 8.1.1 wird mit Anker ein Zugelement bezeichnet, welches immer aus einer freien Stahllänge und einer Rückhaltekonstruktion besteht. Als Rückhaltekonstruktion können hier sowohl Verpresskörper (Verpressanker nach DIN 4215 / DIN EN 1537) oder Ankerplatten (tote Männer) oder Ankerwände verwendet werden. Die Krafteintragungslänge von Ankern ist daher in der Regel deutlich kürzer als die Gesamtlänge des Ankers. Anker müssen nach der Definition in Abschnitt 8 vorspannbar sein. Dies bedeutet jedoch nicht, dass alle in Abschnitt 8 behandelten Anker vorgespannt werden müssen. Pfähle haben unabhängig von der Pfahlart keine freie Stahllänge und fallen somit nicht unter die Definition von Abschnitt 8.1.1. Für die Bemessung von Verankerungen mit Pfählen wird in DIN EN 1997-1 Abschnitt 8.1.1 (4)P ausdrücklich auf Abschnitt 7 (Pfähle) verwiesen .

Die meisten Pfahlarten wie Bohrpfähle oder Rammpfähle sind optisch eindeutig als Pfähle zu erkennen. In der Praxis wird dann automatisch den Bemessungsregeln für Pfähle gefolgt. Auf Grund der Ähnlichkeiten zwischen Einstabankern nach DIN 4125:1990-11 und Kleinverpresspfählen nach DIN 4128:1983-04 werden diese beiden Bauelemente jedoch häufig gleichgesetzt. Unterschiede in der Herstellung und Zulassung und die daraus resultierenden Unterschiede in der Verwendbarkeit, der Bemessung, der Tragwirkung und der Ausführung und Bewertung von Probelastungen werden häufig nicht erkannt beziehungsweise berücksichtigt. Daher folgen im Weiteren einige Hinweise zur Verwendung von Verpressankern und Kleinverpresspfählen als Verankerung. Andere Pfahlarten als Kleinverpresspfähle werden hier nicht behandelt.

Auf Grund der noch nicht vollständig vollzogenen Umstellung auf die europäischen Normen sind für die Herstellung von Verpressankern und Kleinverpresspfählen sowohl nationale wie europäische Normen verfügbar. Für den Anwender erschließt sich nicht immer, wann welche Norm zu verwenden ist. In Abschnitt 2 wird daher zusätzlich ein Überblick über die aktuell anzuwendenden Normen und über den Stand der Normungsarbeit gegeben.

## 2 Überblick über die Normen

Die deutschen Normen DIN 4125:1990-11 (Verpressanker) und DIN 4128:1983-04 (Kleinverpresspfähle) regelten die Bemessung, Ausführung und Prüfung der Bauteile. Mit der endgültigen Überführung der deutschen Normen in die europäischen Normen ist vorgesehen, diese Regeln auf mehrere Normen wie folgt zu verteilen:

- Alle sicherheitsrelevanten Festlegungen wie Bemessung, Festlegung der Höhe der Prüflasten und Anzahl der Prüfungen: DIN EN1997-1:2009-09 in Verbindung mit dem dazugehörigen nationalen Anwenderdokument DIN EN1997-1/NA und den ergänzenden Regeln in DIN 1054 -101.
- Herstellung der Bauteile: DIN EN 1537:2000-01 Verpressanker und DIN EN 14199:2005-05 Pfähle mit kleinem Durchmesser
- Durchführung und Bewertung von Prüfungen: DIN EN ISO 22477-1 (Pfahlprobelastungen) und DIN EN ISO 22477-5 (Ankerprüfungen)

Die vorgesehene Aufgabenteilung wurde jedoch mit der ersten Generation der europäischen Normen nicht vollständig vollzogen. Die Normen müssen daher teilweise nochmals überarbeitet werden.

### 2.1 Stand der Normungsarbeit und Ausblick

Sowohl die europäischen Normen wie auch die nationalen Anwenderpapiere sind zum Teil noch in Erarbeitung. Zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieser Veröffentlichung hatten die Normen folgenden Bearbeitungsstand:

- DIN EN1997-1:2009-09 ist als Weißdruck veröffentlicht; DIN EN1997-1/NA und DIN 1054 -101 sind in der Gelbdruckphase. Die Bemessung muss nach DIN 1054:2005 erfolgen
- Die beiden europäischen Ausführungsnormen DIN EN 1537:2000-01 für Verpressanker und DIN EN 14199:2005-05 für Pfähle mit kleinem Durchmesser liegen vor, die nationalen Anwenderpapiere sind jedoch noch in Bearbeitung. Beide europäischen Normen sind ohne die nationalen Ergänzungen nicht anwendbar, daher müssen für die Herstellung der Bauteile bis auf weiteres noch die deutschen Normen DIN 4125 und DIN 4128 verwendet werden.
- DIN EN ISO 22477-1 und DIN EN ISO 22477-5 liegen als Entwurf vor. Die Prüfung erfolgt noch nach nationalen Vorgaben (DIN 4125 und Richtlinien der Pfahlprobelastungen der DGEG).

### 2.2 Hinweise zur Anwendung der aktuellen Normen

Bei Verwendung von DIN 1054:2005-01 in Kombination mit DIN 4125 und DIN 4128 ist zu beachten, dass die noch gültigen deutschen Ausführungsnormen auch die Bemessung der Bauteile und die Höhe der Prüflasten regeln. Die hier enthaltenen Angaben sind nicht auf das Teilsicherheitskonzept nach DIN 1054:2005-01 abgestimmt und dürfen daher nicht mehr angewendet werden, deshalb muss aufgrund der unterschiedlichen Vorgaben zur Bemessung und zu den Prüflasten in den deutschen Herstellungsnormen und DIN 1054:2005-01 in der Ausschreibung bis zur Einführung der europäischen Herstellungsnormen klar festgelegt werden, wann welche Norm anzuwenden ist.

Bei der Anwendung der Normen in der WSV sind zusätzlich einige Berichtigungen und Erlasse zu beachten. Hierbei ist im Besonderen auf die Berichtigungen und Erlasse zur DIN 1054:2005-01 hinzuweisen.

Zur besseren Übersicht folgt eine Auflistung der zu den einzelnen Normen zu beachtenden Änderungen und Erlasse mit einer kurzen Erläuterung der wichtigsten Inhalte. In einer zweiten Auflistung ist die für die Ausschreibung von Verpressankern und Kleinverpresspfählen zu vereinbarende Aufgabenteilung zwischen den Normen dargestellt:

## Erlasse und Berichtigungen zu den Normen

### DIN 1054:2005-01:

- Berichtigung 1 April 2005
- Berichtigung 4 Oktober 2008
- EW 23/14.61.31-1.02/15 BAW 04 22.12.2004
- WS 13/5257.4/1 16.02.2009
- WS 13/5257.4/0 23.04.2009

Um eine Überlastung der Verpressanker bei der Prüfung zu vermeiden, müssen die Prüflasten dem neuen Teilsicherheitskonzept nach DIN 1054:2005-01 entsprechen. Bei den in DIN 1054:2005-01 enthaltenen Festlegungen zu den Prüflasten von Verpressankern wurde der Übergang zum Teilsicherheitskonzept nicht vollständig vollzogen. Die erforderlichen Ergänzungen zur Festlegung der Prüflasten von Anker nach dem Teilsicherheitskonzept sind im Erlass WS 13/5257.4/1 vom 16.02.2009 enthalten. Inzwischen sind diese Ergänzungen mit der Änderung A1 (Juli 2009) zur DIN 1054 auch normativ veröffentlicht. Die Einführung der Änderung A1 ist Mitte 2010 geplant.

Im Geschäftsbereich der WSV werden zusätzlich zu den Normen häufig die EAU als Bemessungsgrundlage vereinbart. Mit dem Erlass WS 13/5257.4/1 vom 16.02.2009 wurde bei Anwendung der EAU festgelegt, dass für den Grenzzustand des Versagens von Bauwerken und Bauteilen (GZ 1B) in Abweichung von der Berichtigung 4 zur DIN 1054, im LF 3 die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_G = 1,0$  und  $\gamma_Q = 1,0$  anzuwenden sind. Für die Bemessung der Verankerungen gelten jedoch die in der Berichtigung 4 festgelegten Teilsicherheitsbeiwerte ( $\gamma_G = 1,1$  und  $\gamma_Q = 1,1$ ). Die dort festgelegten Teilsicherheitsbeiwerte sind auch für die Ermittlung der erforderlichen Gesamtlänge des Ankers (Nachweis der Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge) anzuwenden.

Beim Nachweis der äußeren Tragfähigkeit von Kleinverpresspfählen nach DIN 1054:2005-01 ergibt sich ein deutlich geringeres Sicherheitsniveau als bei einer Bemessung nach DIN 4128. Um auch bei Anwendung der DIN 1054:2005-01 ein ausreichendes Sicherheitsniveau für Kleinverpresspfähle zu erreichen, muss zusätzlich ein Modelfaktor angewandt werden. Entsprechende Angaben sowie eine Festlegung zur erforderlichen Höhe der Prüflast sind im Erlass WS 13/5257.4/1 vom 16.02.2009 enthalten.

### DIN 4125:1990-11 :

- BW 21/14.61.30-1.02/62 FN 91 20.09.1991
- BW 21/5210.07/12 G 96 19.09.1996
- WS 13/5257.4/0 23.04.2009

### DIN 4128:1983-04:

- keine Berichtigungen und Erlasse

## Aufgabenteilung zwischen den gültigen Normen für die Bemessung und Herstellung von Verpressankern und Kleinverpresspfählen:

### Verpressanker

- Herstellung von Verpressankern nach DIN 4125
- Durchführung und Bewertung von Eignungs- und Abnahmeprüfungen nach DIN 4125
- Bemessung von Verpressankern, Höhe der Prüflasten und Anzahl der Prüfungen nach DIN 1054:2005-01

### Kleinverpresspfähle

- Herstellung von Kleinverpresspfählen nach DIN 4128
- Bemessung, Höhe der Prüflasten und Anzahl der Prüfungen von Kleinverpresspfählen nach DIN 1054:2005-01

- Die Durchführung und die Bewertungen von Probelastungen von Pfählen sind nicht normativ geregelt. Im Geschäftsbereich der WSV werden in der Regel die Empfehlungen des Ausschusses Pfähle verwendet.

Wie aus den Abschnitten 2.2 und 2.3 zu ersehen ist, sind alle Normen im Umbruch. Vor der Ausschreibung von Verpressankern und Kleinverpresspfählen muss daher immer geprüft werden, ob die oben genannten Normen noch anzuwenden sind. Ein Überblick über die aktuellen Normen und die Erlasslage kann dem Abschnitt 2.1 Grundbau der Wasserstraßenspezifischen Liste Technischer Baubestimmungen (WLTB) im WSV Intranet unter:

[http://intranet.wsv.bvbs.bund.de/fachinformationen/13\\_bautechnik\\_vergabewesen\\_liegenschaften/bautechnik/trw/01\\_wltb/teil\\_01/2\\_bemessung/01\\_grundbau/index.html](http://intranet.wsv.bvbs.bund.de/fachinformationen/13_bautechnik_vergabewesen_liegenschaften/bautechnik/trw/01_wltb/teil_01/2_bemessung/01_grundbau/index.html)  
entnommen werden.

Die in diesem Vermerk wiedergegebenen Zahlenwerte entsprechen dem hier aufgeführten Stand der Normung und der Erlasslage.

### 2.3 Ausblick

Auf Grund der immer noch andauernden Umbruchphase der Normen wird hier ein kurzer Ausblick auf die in nächster Zeit anstehenden Veränderungen gegeben:

- DIN EN1997-1; DIN EN1997-1/NA und DIN 1054 -101 2010 sollen 2010 als Weißdruck veröffentlicht werden. Diese drei Normen sollen dann als „Normenhandbuch“ die DIN 1054:2005-01 ablösen.
- Das nationale Anwenderpapier zur DIN EN 1537 ist nahezu fertig gestellt, mit einem Weißdruck wird Ende 2010 gerechnet. Parallel zur Erarbeitung des nationalen Anwenderpapiers wurde DIN EN 1537 auf europäischer Ebene überarbeitet. Im Dezember 2009 wurde ein Entwurf veröffentlicht. Aus deutscher Sicht sind jedoch noch umfassende Änderungen erforderlich. Mit einer Fertigstellung der überarbeiteten Fassung der DIN EN 1537 ist 2010 nicht zu rechnen.
- Das nationale Anwenderpapier zur DIN EN 14199 ist noch in Bearbeitung. Der Fertigstellungstermin steht noch nicht fest.
- DIN EN ISO 22477-1 liegt seit März 2006, DIN EN ISO 22477-5 liegt seit Dezember 2009 als Entwurf vor. Bis wann mit der Fertigstellung dieser beiden Normen zu rechnen ist, ist unklar. Zusätzlich ist bei den vorliegenden Entwürfen davon auszugehen, dass für ihre Anwendbarkeit noch nationale Anwendungsdokumente erarbeitet werden müssen.

Aus der Aufzählung wird klar, dass noch Jahre vergehen können bis der endgültige Übergang zu den europäischen Normen vollzogen ist.

## 3 Unterschiede in der Konstruktion und der Verwendbarkeit von Verpressankern und Kleinverpresspfählen

### 3.1 Die Vorspannbarkeit

Kleinverpresspfähle müssen nach den Vorgaben der Herstellungsnorm und den Zulassungen auf ihrer gesamten Länge verpresst sein (Korrosionsschutz). Sie haben demzufolge keine freie Stahllänge. Kleinverpresspfähle sind daher auf Grund ihrer Konstruktion nicht vorspannbar!

Im Gegensatz dazu müssen Verpressanker immer mit einer freien Stahllänge hergestellt werden. Verpressanker sind somit vorspannbar und werden auch häufig hoch vorgespannt. So können Verformungen, die sonst erst bei der Mobilisierung der Ankerkraft auftreten, vorweggenommen und verformungsarme Konstruktionen hergestellt werden. Ist die Begrenzung der Verformung nicht erforderlich, kann die Vorspannung geringer gewählt werden. Zur Gewährleistung der Kraftübertragung muss jedoch in jedem Fall eine Mindestvorspannung aufgebracht werden, deren Größe von der Kopfkonstruktion abhängt.

### 3.2 Unterschiede in der Kopfausbildung

Die Kopfausbildung von Kleinverpresspfählen wird in den Zulassungen geregelt. Demnach müssen die Köpfe einbetoniert werden.

Die Köpfe von Verpressankern werden in der Regel nicht einbetoniert. Für den Korrosionsschutz im Kopfbereich von Ankern sind daher aufwendigere Konstruktionen erforderlich, die ebenfalls in Zulassungen beschrieben werden. Sie gewährleisten gleichzeitig den Korrosionsschutz im Übergangsbereich zur freien Stahllänge. Die Kopfkonstruktion von Verpressankern bietet den Vorteil, dass die wirklich vorhandene Ankerkraft jederzeit durch einen Abhebeversuch ermittelt werden kann. Dies ist häufig zur Bauwerksüberwachung erforderlich. Auch wenn der Ankerkopf nach Fertigstellung des Bauwerkes nicht zugänglich bleiben soll, muss die Kopfkonstruktion wie in der Zulassung beschrieben ausgebildet werden. Der mit einer Kappe geschützte Kopf kann bei Bedarf einbetoniert werden.

#### 3.2.1 Verwendung zur Rückverankerung von Spundwänden

Die Kopfkonstruktionen von Verpressankern lassen ohne Veränderung einen Anschluss an Spundwände zu.

Das in den Zulassungen von Kleinverpresspfählen vorgesehene Einbetonieren der Pfahlköpfe ist bei der Rückverankerung von Spundwänden nur bei Ausführung eines Stahlbetonkopfbalkens umsetzbar. Ist dies nicht realisierbar, muss der Pfahlkopf zur Gewährleistung eines ausreichenden Korrosionsschutzes wie ein Ankerkopf ausgebildet werden. Da diese Kopfkonstruktionen in den Zulassungen der Kleinverpresspfähle nicht beschrieben sind, müssen sie, falls Kleinverpresspfähle in Ausnahmefällen planmäßig zur Rückverankerung von Spundwänden vorgesehen werden, von Auftraggeberseite in der Ausschreibung ausführlich und präzise beschrieben werden.

### 3.3 Zur Dauerhaftigkeit von Verpressankern und Kleinverpresspfählen

Während für Kleinverpresspfähle Stahl der Güteklasse 500/550 und 555/700 Verwendung findet, steht für die Ausführung von Verpressankern eine wesentlich breitere Palette von Stahlsorten zur Verfügung. Diese reicht von Stahl 500/550 bis zu Spannstahl 1660/1860. Verpressanker können, falls keine höheren Tragfähigkeiten erforderlich sind, mit denselben Stahlsorten wie Kleinverpresspfähle hergestellt werden. Für Einstabanker liegt dann im Vergleich zu Kleinverpresspfählen kein höheres Korrosionsrisiko vor. Die nur für Verpressanker zugelassenen hochfesten Stahlsorten reagieren jedoch empfindlicher auf Fehler in der Ausführung des Korrosionsschutzes. Bei aggressiver Umgebung wird daher, wenn keine hohen Tragfähigkeiten erforderlich sind, als zusätzliche Sicherheit die Verwendung der nicht hochfesten Stahlsorten vorgezogen.

Der Korrosionsschutz für beide Bauarten wird in den Zulassungen umfassend geregelt. Bei dauerhafter Nutzung ist es weder bei Verpressankern noch bei Kleinverpresspfählen zulässig, die Korrosion durch Abrostungsraten abzudecken!

### 3.4 Unterschiede in der Qualitätssicherung und dem Sicherheitsniveau

Während die äußere Tragfähigkeit von Kleinverpresspfählen nach DIN 4128 nur an 2 Pfählen bzw. 3 % der Pfähle geprüft werden muss, wird jeder Verpressanker einer Abnahmeprüfung unterzogen. Hierdurch wird bei den Verpressankern ein sehr hohes Niveau an Qualitätssicherung und damit verbunden auch an Sicherheit erreicht.

Die Teilsicherheitsbeiwerte auf den Herauszieh Widerstand werden durch DIN 1054:2005-01 vorgegeben. Für Verpressanker nach DIN 4125 gilt ein Lastfall unabhängiger Teilsicherheitsbeiwert von  $\gamma_a = 1,1$ , für Zugpfähle ist nach DIN 1054:2005-01 ein Lastfall unabhängiger Teilsicherheitsbeiwert von  $\gamma_{pt} = 1,3$  auf den Herauszieh Widerstand anzuwenden. Zusätzlich ist nach dem Erlass vom 16.02.2009 bei Kleinverpresspfählen nach DIN 4128 der Teilsicherheitsbeiwert auf den Herauszieh Widerstand um den Modellfaktor 1,15 zu erhöhen. Zur Beurteilung des Gesamtsicherheitsniveaus müssen die Teilsicherheitsbeiwerte

werte auf den Herausziehwiderstand jedoch in Zusammenhang mit dem Prüfumfang gesehen werden. Ob das Fehlen der Qualitätssicherung durch Abnahmeprüfungen bei Kleinverpresspfählen durch den erhöhten Teilsicherheitsbeiwert ausgeglichen wird, ist fraglich und in Fachkreisen in Diskussion. Umgekehrt ist die umfassende Durchführung von Abnahmeprüfungen, bei der die Tragfähigkeit der in der Statik angesetzten Verpresskörperlänge geprüft wird, bei Kleinverpresspfählen ohne Abweichungen von der normgerechten Herstellung in der Regel nicht möglich (siehe Abschnitt 4).

Das Fehlen der Qualitätssicherung durch Abnahmeprüfungen stellt in der Regel einen wirtschaftlichen Vorteil dar. Innerhalb der WSV sollte aber die Qualität des hergestellten Elementes im Vordergrund stehen. Die Verwendung von Kleinverpresspfählen als Verankerung sollte daher auf Fälle beschränkt werden, in denen Abnahmeprüfungen nur mit einem nicht vertretbaren wirtschaftlichen Aufwand durchgeführt werden können (z. B. bei Baugruben im offenen Wasser) oder andere Randbedingungen die Herstellung von Verpressankern nicht zulassen.

#### 4 Besonderheiten bei Verankerungen von Wänden mit Kleinverpresspfählen

Bei der Bemessung von Rückverankerungen mit Verpressankern oder Kleinverpresspfählen müssen zwei Nachweise geführt werden. Es ist zum einen der Nachweis der tiefen Gleitfuge zu führen, aus dem sich die erforderliche Gesamtlänge des Verankerungselementes ergibt. Der Nachweis wird für Verpressanker und für Kleinverpresspfähle, wie in Bild 1 dargestellt, mit der Mindestverankerungslänge  $l_r$  geführt, die sich aus der Tragfähigkeit des Baugrundes ergibt.

Zusätzlich muss die ausreichende äußere Tragfähigkeit des einzelnen Verpressankers bzw. Kleinverpresspfahles nachgewiesen werden. Dieser Nachweis wird durch Eignungsprüfungen beziehungsweise Probelastungen erbracht. Aus den Nachweisen ergeben sich die erforderliche Mindestverankerungslänge und der charakteristische Herausziehwiderstand des Verankerungselementes.

Vergleicht man die im Nachweis der tiefen Gleitfuge angesetzte Tragwirkung mit der in Bild 2 abgebildeten tatsächlichen Tragwirkung, zeigt sich, dass in situ bei Verwendung eines Verpressankers die Ansätze des Berechnungsmodells abgebildet werden.

Der Kleinverpresspfahl muss aber zur Gewährleistung des Korrosionsschutzes über die gesamte Pfahl-länge verpresst werden. Hierdurch findet auch über die ganze Pfahllänge eine Kraftübertragung statt. Dies bedeutet, dass bei der Probelastung eines nach Zulassung hergestellten Kleinverpresspfahles nicht die Tragfähigkeit der im Nachweis der tiefen Gleitfuge angesetzten Mindestverankerungslänge geprüft wird, sondern die Tragfähigkeit der gesamten Länge des Zugpfahles. Zur Überprüfung der Tragfähigkeit der Mindestverankerungslänge müssen für die Probelastung Pfähle mit begrenzter Krafteintragungslänge hergestellt werden. Diese Probepfähle sind zusätzlich zu den Bauwerkspfählen herzustellen. Sie müssen in der Leistungsbeschreibung als gesonderte Position aufgeführt und in der Baubeschreibung umfassend erläutert werden.

Würde die Pfahlprobelastung nicht mit begrenzter Krafteintragungslänge durchgeführt, müsste der Nachweis der tiefen Gleitfuge überprüft werden. Hierbei könnte aus einer Probelastung die bis zum Bruch geführt wurde, mit der durch die Probelastung ermittelten Mantelreibung die erforderliche Mindestverankerungslänge bestimmt werden. Die Gesamtverankerungslänge ergäbe sich dann wieder aus dem Nachweis der tiefen Gleitfuge. Die aus der Probelastung ermittelte Mindestverankerungslänge dürfte hierbei erst hinter dem aktiven Gleitkeil angesetzt werden. Würde der Pfahl bei der Probelastung, wie häufig üblich, nur bis zur erforderlichen Prüflast belastet, müsste im Nachweis der tiefen Gleitfuge die gesamte Pfahllänge als Mindestverankerungslänge angesetzt werden. In diesem Fall müssten die Bauwerkspfähle zur Gewährleistung der Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge um den Abschnitt der Probepfähle im aktiven Gleitkeil verlängert werden. Andernfalls wird die tatsächliche Standsicherheit des Bauwerks überschätzt.

Wird die Probelastung nicht mit begrenzten Krafteintragungslängen durchgeführt, ist sicherzustellen, dass die Reaktionskräfte bei der Probelastung in ausreichendem Mindestabstand vom Verpresskörper (EAP 2007 Abschnitt 9.2.3.1) eingeleitet werden. Dies kann zum Beispiel durch die Verwendung einer Traverse gewährleistet werden. Darüber hinaus ist bei der Herstellung der für die Probepfähle vorgese-

nenen Pfähle zu gewährleisten, dass kein Kraftschluss mit dem vorhandenen Bauwerk stattfindet. Diese Vorgabe bedingt in der Regel zusätzliche Maßnahmen, welche eine detaillierte Planung und Ausführung erfordern. Daher wird die Herstellung von zusätzlichen Probepfählen empfohlen. Zusätzlich ist zu beachten, dass die innere Tragfähigkeit von Kleinverpresspfählen in der Regel nicht ausreicht, um die für die Probelastung erforderlichen Prüflasten abtragen zu können. Die für die Probelastung vorgesehenen Pfähle müssen daher mit entsprechend dickeren Traggliedern ausgerüstet werden.

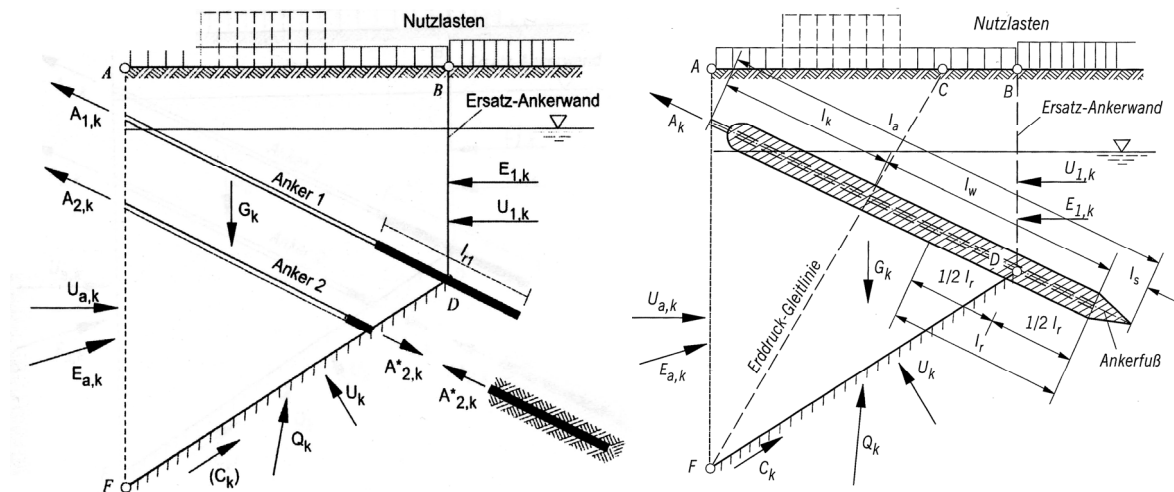
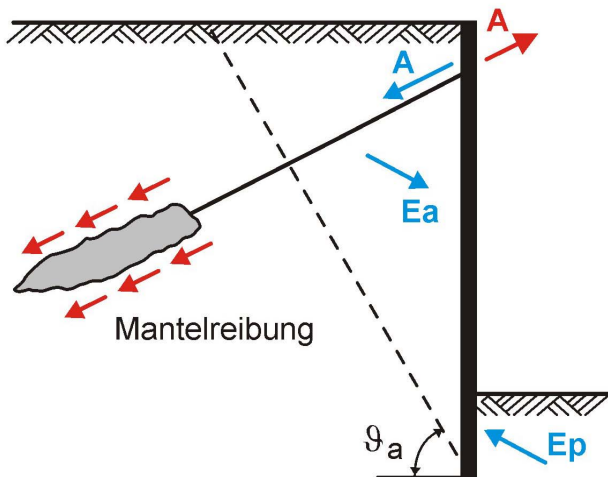


Bild 1: Nachweis der tiefen Gleitfuge bei Verpressankern und Kleinverpresspfählen (Bildquelle EAU 2004; Bild E10-3 und Bild E 10-4)

### Verpressanker:



### Verpresspfahl:

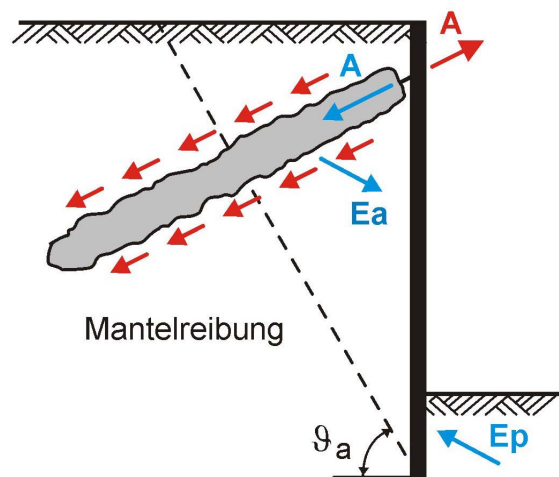


Bild 2: Tatsächliche Tragwirkung von Verpressankern und Kleinverpresspfählen

Da Kleinverpresspfähle ursprünglich als Pfähle für Gründungen entworfen wurden, werden weder in DIN 4128 noch in DIN 1054 entsprechende Hinweise für die Verwendung als Verankerung gegeben. Werden Kleinverpresspfähle zur Rückverankerung von Bauteilen vorgeschlagen, sind die oben aufgeführten Punkte in der Ausschreibung umfassend zu beschreiben.



