

# Die neue „EA-Pfähle“ und ihre Anwendung im Eisenbahnwesen

Die „EA-Pfähle“ hat sich als maßgebendes Regelwerk zur Berechnung, Prüfung und Bemessung von Pfahlgründungen etabliert und findet im Bahnbau verstärkt Anwendung.

Hans-Georg Kempfert  
Oliver Krist  
Marc Raithele

Der Arbeitskreis AK 2.1 „Pfähle“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), der in Personalunion auch Normenausschuss NA005-05-07 „Pfähle“ ist, hat in den vergangenen Jahren die bekannte Situation mit der geringen Einflussnahme auf die Europäische Normung für die Pfahlthematik zum Anlass genommen, analog zu EAB, EAU, EBGeo usw. die maßgeblichen, besonders national geprägten Erfahrungen und Festlegungen, die in unterschiedlichen Publikationen vorlagen, als Sammelband in Form einer DGGT-Empfehlung unter dem Titel „EA-Pfähle“ zusammenzufassen. Die Empfehlungen wurden im Jahr 2007 in [1] veröffentlicht. Durch die geplante Umstellung auf die Eurocodes mit der bauaufsichtlichen Einführung in 2012, wobei für die Geotechnik der Eurocode 7 maßgebend ist und die fortschreitende Entwicklungen und Erfahrungen mit Pfahlgründungen, machten eine Überarbeitung der EA-Pfähle erforderlich. Seit Januar 2012 liegt nunmehr mit [2] eine 2. Auflage auf der Grundlage von DIN EN 1997-1 (Eurocode EC 7-1) und DIN 1054:2010-12 vor.

## Inhaltlicher Überblick

Die EA-Pfähle regelt die Berechnung, Prüfung und Bemessung von Pfahlgrün-

dungen, ordnet die Pfahlsysteme ein und gibt Hinweise zur Ausführung und Qualitätssicherung. Dabei liegen die im Handbuch Eurocode EC 7-1 [3] zusammengefassten neuen Normen sowie die europäischen Ausführungsnormen DIN EN 1536 (Bohrpfähle), DIN EN 12699 (Verdrängungspfähle) und DIN EN 14199 (Mikropfähle) zugrunde. Die Hauptabschnitte der DGGT-Empfehlung EA-Pfähle sind folgende:

1	Einleitung und Anwendungsgrundlagen der Empfehlungen
2	Pfahlsysteme
3	Grundsätze zu Entwurf und Berechnung von Pfahlgründungen
4	Einwirkungen und Beanspruchungen
5	Tragverhalten und Widerstände von Einzelpfählen
6	Standsicherheitsnachweise
7	Berechnung von Pfahlrosten
8	Berechnung und Nachweise von Pfahlgruppen
9	Statische Pfahlprobelastungen
10	Dynamische Pfahlprobelastungen
11	Qualitätssicherung bei der Bauausführung
12	Pfahl-Integritätsprüfungen

In der 2. Auflage der EA-Pfähle wurden diese Kapitel auf der Grundlage des Handbuchs EC 7-1 überarbeitet und ein neues Kapitel

13	Tragverhalten und Nachweise für Pfähle unter zyklischen, dynamischen und stoßartigen Einwirkungen
----	---

aufgenommen (siehe hierzu Abschnitt „Zyklisch belastete Pfähle“).

In den Anhängen finden sich abschließend Begriffsdefinitionen, Teilsicherheitsbeiwerte und Berechnungsgrundlagen, Berechnungsbeispiele sowie Beispiele zur dynamischen Pfahlprobelastung und Integritätsprüfung.

Im Handbuch EC 7-1 ist die EA-Pfähle unter dem Abschnitt 1.2 „Normative Verweisung“ aufgelistet.

## Darstellung ausgewählter Inhalte Angaben zur Pfahltragfähigkeit nach Abschnitt 5.4 der EA-Pfähle

In der Regel sollten für die Ermittlung von Pfahlwiderständen Pfahlprobelastungen ausgeführt werden. Dies lässt sich oftmals aufgrund technischer, terminlicher und wirtschaftlicher Randbedingungen nicht immer realisieren, so dass Pfahlbemessungen häufig auf der Grundlage von Erfahrungswerten vorgenommen werden.

In Eurocode EC 7-1/DIN 1054:2010-12 sind keine zahlenmäßigen Angaben mehr über charakteristische Werte von Pfahltragfähigkeiten (Pfahlspitzendruck und Mantelreibung) enthalten, die eine Pfahlbemessung anhand von Erfahrungswerten erlauben. Diese finden sich nunmehr in der EA-Pfähle, worauf die DIN 1054:2010-12 bzw. das Handbuch Eurocode EC 7-1 in Abschnitt 7.6.2 unter Regelung A(8a) auch hinweist. Für die in der EA-Pfähle enthaltenden zahlreichen Tabellenwerte liegen umfangreiche statistische Auswertungen von durchgeführten Pfahlprobelastungen zugrunde (siehe z. B. in [4]).

Zur Ableitung der Pfahltragfähigkeiten wurden ausschließlich Probelastungsergebnisse berücksichtigt, die über hinreichende Baugrundaufschlüsse verfügen und somit eine zuverlässige Korrelation zwischen der Baugrundfestigkeit und den Pfahlwiderständen ermöglichen.

Nachfolgend sind einige Kriterien aus den empirischen Untersuchungen vergleichend bewertet. Zur Verdeutlichung werden in Abb. 1 bis 3 die zusammengefassten Ergebnisse der ausgewerteten Probelastungen  $R_{1,m} = R_{c,m}$  und die aus den statistischen Untersuchungen abgeleiteten Erfahrungswerte  $R_{1,cal} = R_{c,cal}$  der verschiedenen Pfahlsysteme gegenübergestellt.

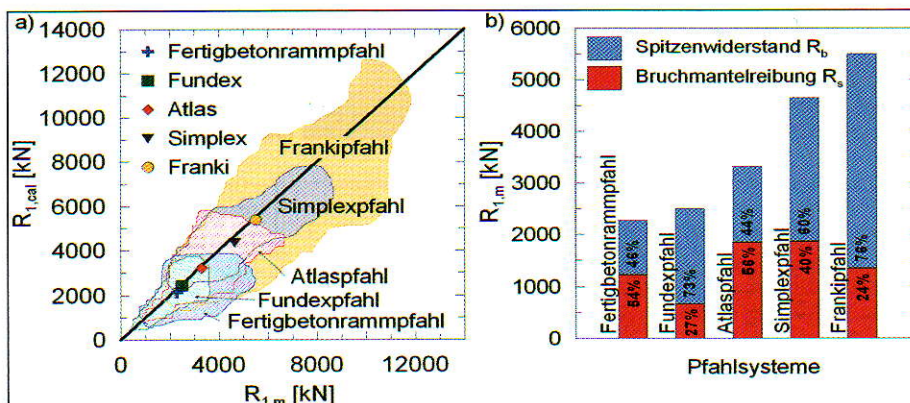


Abb. 1: a) Vergleich der Gesamttragfähigkeiten (Symbole = Mittelwerte) und b) mittlere Aufteilungsverhältnisse der verschiedenen Pfahlsysteme aus den untersuchten Pfahlprobelastungen Quelle: [4]

Vergleicht man die Spitzendrücke der einzelnen Pfahlsysteme aus Abb. 1 bis 3 untereinander, so lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Art der Pfahlherstellung und der Systeme sowie deren Tragfähigkeiten erkennen. Ramppfähle haben im Allgemeinen einen größeren Spitzendruck, da infolge des Einrammens in den Baugrund eine Verdrängung und Verdichtung des Bodens unterhalb der Pfahlspitze erfolgt. In nichtbindigen Böden können für Fertigramppfähle und Simplexpfähle infolge der vergleichbaren Herstellungsverfahren beider Pfahlsysteme einheitliche Erfahrungswerte angegeben werden. Demgegenüber weisen die Ramppfähle im Unterschied zu anderen Pfahlsystemen eine geringere Bruchmantelreibung auf (siehe Abb. 2 und 3).

Die vollständigen Angaben der Tabellen für alle ausgewerteten Systeme finden sich in Abschnitt 5.4 der EA-Pfähle.

Die durchgeführten Untersuchungen liefern empirisch weitgehend abgesicherte Spannen von Erfahrungswerten für den Pfahlspitzendruck und die Pfahlmantelreibung in Abhängigkeit der Baugrundverhältnisse für die derzeit überwiegend in der Baupraxis zur Ausführung kommenden Pfahlsysteme. Die vergleichende statistische Auswertung von Probelastungen ermöglicht eine einheitliche Beurteilung des Tragverhaltens der verschiedenen Pfahlsysteme und somit eine sichere und je nach Aufwand für die geotechnischen Voruntersuchungen auch wirtschaftliche Ableitung der Pfahltragfähigkeiten. Dabei wird allerdings die Unsicherheit größer, je stärker die Herstellungseinflüsse auf die Tragfähigkeit sind, z. B. verpresste Mikropfähle.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die in der EA-Pfähle aufgeführten Bedingungen für die Anwendung der Spannen der Erfahrungswerte der Pfahltragfähigkeiten sorgfältig eingehalten werden sollten und regionale Erfahrungen mit zu berücksichtigen sind. Dazu empfiehlt sich im Eisenbahnwesen in der Regel immer die Einschaltung eines vom Eisenbahnbundesamt (EBA) anerkannten Gutachters für Geotechnik.

### Zyklisch belastete Pfähle

Das gegenüber statischen Einwirkungen stark veränderte Pfahltragverhalten von zyklisch belasteten Pfählen [5] wird hauptsächlich durch plastische Verformungen des Bodens im Pfahlnahbereich infolge von Auflockerungs- oder Verdichtungs Vorgängen und durch Entfestigungseffekte des Bodens infolge Porenwasserdruckakkumulation und Spannungsänderungen verursacht. Diese Vorgänge können zu zwei Phänomenen im Pfahltragverhalten führen:

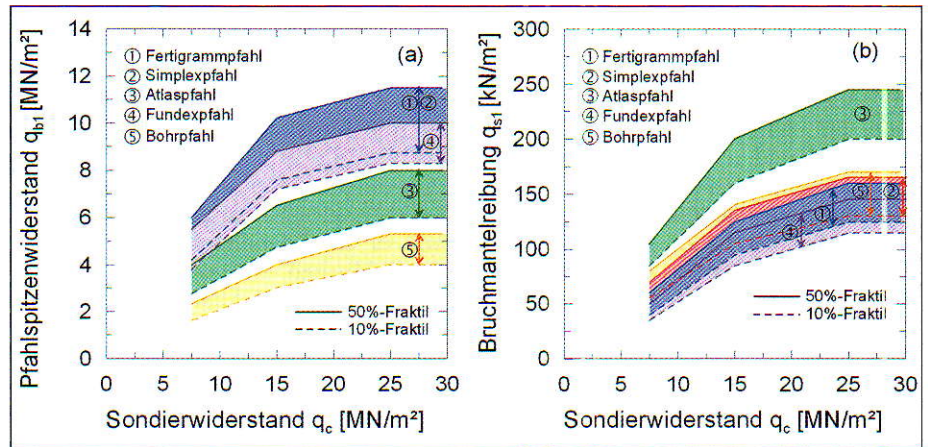


Abb. 2: Obere und untere Erfahrungswerte für a) Pfahlspitzenwiderstand und b) Bruchmantelreibung in nichtbindigen Böden  
Quelle: [4]

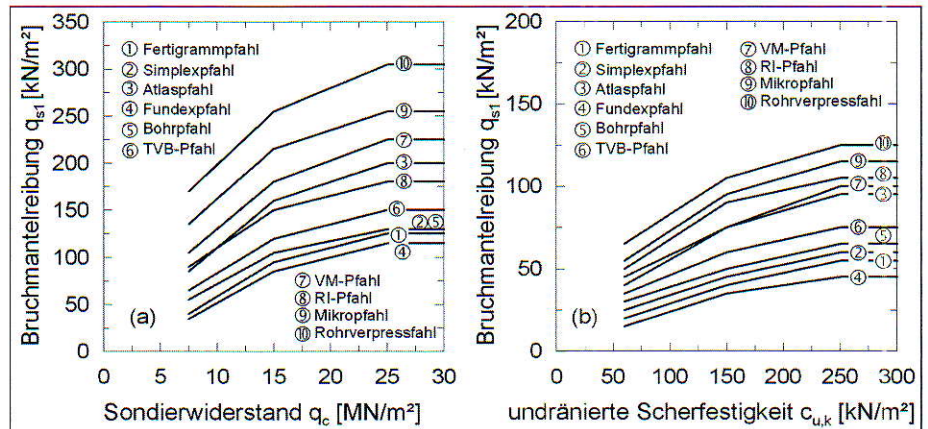


Abb. 3: Untere Erfahrungswerte der Bruchmantelreibung in a) nichtbindigen Böden und b) bindigen Böden, aus [5] in Anlehnung an [1]

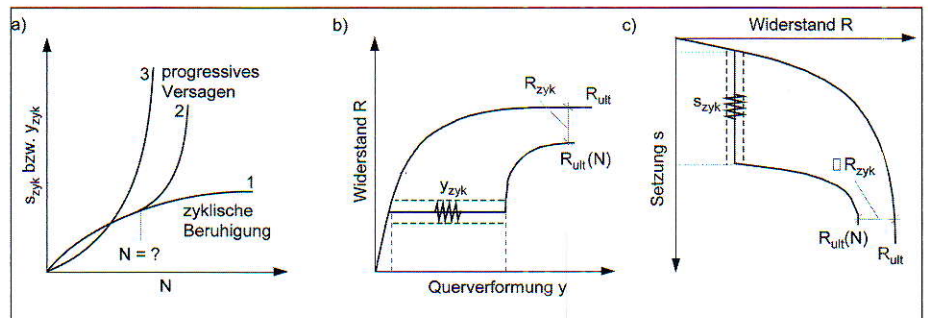


Abb. 4: Auswirkung der zyklischen Belastung auf das Pfahltragverhalten; a) Akkumulation der plastischen Verschiebung des Pfahls, b) Änderung der Pfahltragfähigkeit langer, biegeweicher, quer zur Pfahlachse belasteter Pfähle und c) Änderung der Pfahltragfähigkeit axial belasteter Pfähle  
Quelle: [2]

- Akkumulation der zyklischen Verschiebung des Pfahls und
  - Änderung der Pfahltragfähigkeit.
- Im Eisenbahnbau ergeben sich stark veränderliche zyklische Einwirkungen auf die Gründung infolge der Zugüberfahrten. Die zyklische Axialverschiebung  $s_{zyk}$  oder Horizontalverschiebung  $y_{zyk}$  des Pfahls wird mit zunehmender Anzahl der Lastzyklen entweder größer oder kleiner und führt zum progressiven Versagen bzw. zur zyklischen Beruhigung (Abb. 4a). Unter ungünstigen Randbedingungen – insbe-

sondere unter axialer Belastung bei Wechsellasten mit hohen zyklischen Lastniveaus im nichtbindigen Boden – kann es auch zur Umkehr der Verschiebungsrate mit progressiven Bruchzuständen kommen. Außerdem führt die zyklische Belastung zur Änderung der Pfahltragfähigkeit. Im ungünstigen Fall vermindert sich der post-zyklische Pfahlwiderstand  $R_{ult}(N)$  (Abb. 4b und 4c) und es kommt zur Gefährdung der „äußeren“ Standsicherheit im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS). Ursache für die Abnahme der Pfahltragfä-

higkeit bei axial belasteten Pfählen ist insbesondere die Minderung des Bruchwertes der Pfahlmantelreibung.

DIN 1054:2010-12 bzw. Handbuch Eurocode EC 7-1 unterscheiden zwischen „üblichen“ und „erheblichen“ zyklischen Einwirkungen. „Übliche“ zyklische Einwirkungen auf Pfähle im Sinne der DIN 1054:2010-12, A 2.4.2.1 A (8a) sind z. B. Belastungen aus Regellasten oder aus dem Baubetrieb und dürfen als veränderliche statische Einwirkungen behandelt werden. „Erhebliche“ zyklische Einwirkungen im Sinne der DIN 1054:2010-12, A 2.4.2.1 A (8b) können z. B. bei hohen Masten, Türmen, Schleusen, Offshore-Bauwerken oder bei hohen Verkehrslasten wie im Eisenbahnbau auftreten. Die „erheblichen“ zyklischen Einwirkungen in axialer Richtung und quer zur Pfahlachse  $F_{Q,rep,zyk}$  bzw.  $H_{Q,rep,zyk}$  – verkürzt als  $F_{zyk}$  bzw.  $H_{zyk}$  (zyklische Lastspanne) bezeichnet – ergänzen die repräsentativen Einwirkungen  $F_{Q,rep}$  und  $H_{Q,rep}$  gemäß Handbuch Eurocode EC 7-1.

Um die Standsicherheitsnachweise für zyklisch belastete Pfähle führen zu können, ist es erforderlich, das charakteristische Pfahltragverhalten näherungsweise zu ermitteln. Auch hier weist die DIN 1054:2010-12 bzw. das Handbuch Eurocode EC 7-1 unter Abschnitt 7.5.1, A(3) auf die Anwendung der EA-Pfähle hin. Die Vielzahl der o.g. Einflussfaktoren und Phänomene zeigen aber, dass die Pfahl-Boden-Wechselwirkung sehr komplex ist und es viel Erfahrung bei der Prognose des zyklischen Tragverhaltens erfordert. Die zuverlässigste Methode zur Bestimmung des zyklischen Pfahltragverhaltens ist es, zyklische Pfahlprobelastungen auszuführen. Dadurch können sowohl die herstellungsbedingten Veränderungen im Spannungs- und Verformungszustand des Bodens als auch die komplexen Wechselwirkungen zwischen Pfahl und Boden bei der zyklischen Belastung erfasst werden. Sofern zyklische Pfahlprobelastungen aber nicht oder nicht ausreichend umgesetzt werden können, darf eine Abschätzung des zyklischen Pfahltragverhaltens auch auf Grundlage von Rechenmodellen erfolgen, die an Versuchen kalibriert sind. In der EA-Pfähle sind verschiedene Berechnungsansätze zur Prognose der zyklischen Verschiebung des Pfahls und des post-

zyklischen Pfahlwiderstands von zyklisch axial und quer zur Pfahlachse belasteten Pfählen zusammengestellt. Die EA-Pfähle erläutert die Berechnungsgrundlagen, die Nachweisformen und zeigt die Anwendung der Verfahren anhand von Beispielen.

### Regelungen zu Pfahlgründungen im Eisenbahnbau

Axial belastete Pfahlgründungen werden im Eisenbahnbau im überwiegenden Maße als Tiefgründungen des Eisenbahnfahrwegs oder zur Gründung von Massivbauwerken und Brücken angewandt. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist eine kombinierte Pfahl-Plattengründung (KPP) [5]. Der Einsatz von Pfahlgründungen erfolgt in der Regel bei nicht ausreichend schwingungsstabilen oder nicht ausreichend tragfähigen Böden. Die Eisenbahnverkehrslasten werden hierbei über die pfahlartigen Tragglieder in tiefer liegende Bodenschichten eingeleitet. Grundsätzliche Regelungen hierzu sind in der Ril 836.4203 [6] der DB Netz AG zu finden.

Quer zur Pfahlachse belastete Pfähle sind bei Lärmschutzwandgründungen und Pfahlwänden und in Kombination mit axialer Belastung bei Brückengründungen vorhanden.

Im Bereich der Eisenbahnen des Bundes (EdB) gelten für den Einsatz von Pfahlgründungen vorrangig die Regelungen in der ELTB [7] des EBA. Ergänzend sind die Regelungen der DB Netz AG, Ril 836 zu beachten.

Für Pfahlgründungen dürfen nur die im Bereich der EdB bauaufsichtlich eingeführten Normen und Regelwerke (siehe ELTB) verwendet werden. Abweichende Pfahlssysteme bzw. die Anwendung bauaufsichtlich nicht eingeführter Normen und Regelwerke erfordern entweder eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) durch die Zentrale des EBA in Verbindung mit einer Unternehmensinternen Genehmigung (UiG) der DB Netz AG oder eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik.

Darüber hinaus erfordert der Einsatz von Pfählen als Fahrwegtiefergründungen nach Ril 836.4203, bei denen die Lasten des Eisenbahnverkehrs innerhalb des Druckbereichs in einer Tiefe von weniger als 4 m unter Schienenoberkante eingetragen werden, eine ZiE. Dies gilt ebenfalls für die Bauweisen Stahlbetonplatten auf Pfählen, geokunststoffbewehrte Bodenkörper auf Pfählen und KPP.

### Anwendungsbeispiele der EA-Pfähle im Eisenbahnbau

Die EA-Pfähle wird in weiten Teilen im Eisenbahnbereich eingesetzt, exemplarisch werden nachfolgend zwei Beispiele mit

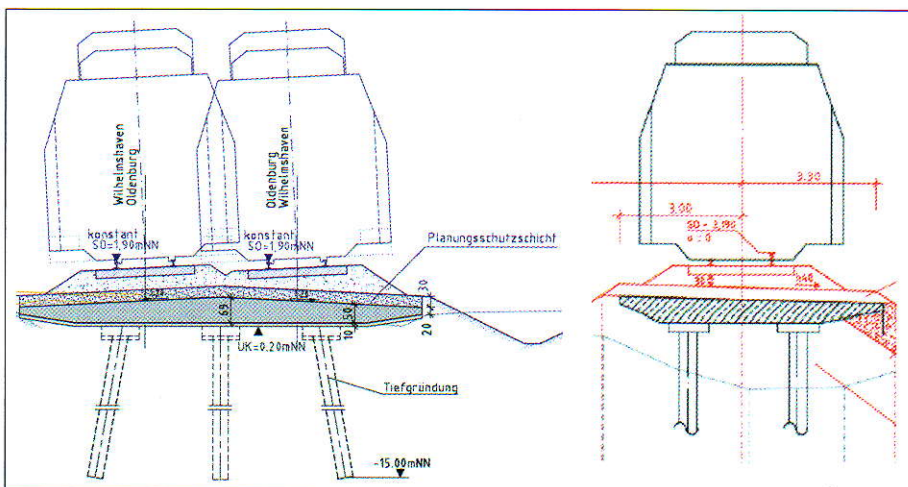


Abb. 5: Konstruktion Fahrwegtiefergründung im Querschnitt; Strecke 1522 Oldenburg Hbf - Wilhelmshaven (links) und rechts Strecke 1113 Schwartau-Waldhalle - Lübeck - Travemünde (rechts)

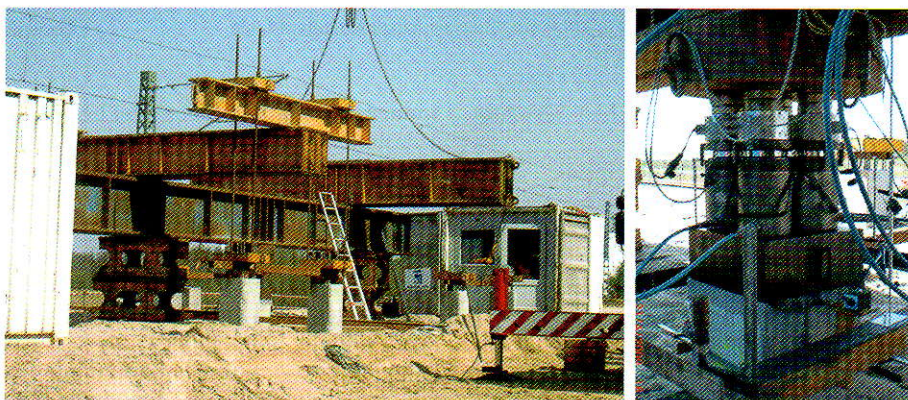


Abb. 6: Durchführung von statischen Probelastungen; Überblick (links) und Detail der Belastungseinrichtung (hydraulische Pressen) (rechts)

Fotos: Kempfert+Partner

einer Fahrwegtiefergründung vorgestellt, bei denen die EA-Pfähle angewendet wurde. Sowohl bei der Strecke 1113 zwischen Bad Schwartau-Waldhalle und Lübeck – Travemünde-Strand als auch im Streckenabschnitt von km 25,500 bis km 27,000 der Strecke 1522 von Oldenburg Hbf nach Wilhelmshaven wurde zur Erhöhung der Streckenkapazität ein bislang eingleisiger Streckenabschnitt durch den Bau eines zweiten Streckengleises erweitert. Um eine leistungsstarke Anbindung des Güterverkehrsnetzes an den Neubau des Jade-Weser-Ports zu erhalten, wird des Weiteren die Strecke Oldenburg – Wilhelmshaven mit einer Geschwindigkeitserhöhung auf 120 km/h ausgebaut (Ausbaustufe III).

Aufgrund der bei diesen Projekten anstehenden mächtigen holozänen Weichschichten wurde bei beiden Projekten eine Fahrwegtiefergründung mit Fertigrampfpfählen aus Stahlbeton und darauf angeordneten Stahlbetonplatten vorgesehen. Typische Querschnitte bei beiden Projekten zeigt Abb. 5.

Die Herstellung einer Fahrwegtiefergründung durch die Konstruktion „Stahlbetonplatten auf Pfählen“ stellt eine Sonderbauweise gemäß Ril 836.4203 dar, die grundsätzlich einer UiG sowie einer ZiE durch das EBA bedürfen. Sowohl die UiG



Abb. 7: Einbringen der Stahlbetonrampfpfähle; Ausrichten (links) und Rammen (rechts)

Fotos: Kempfert+Partner

als auch die ZiE wurden beantragt und erteilt.

Die Pfahllängenermittlung erfolgte zunächst unter Ansatz von Erfahrungswerten für Spitzendruck und Mantelreibung nach der EA-Pfähle. Zur Überprüfung der charakteristischen äußeren Pfahltragfähigkeit und Festlegung von Rammkriterien wurden jeweils vor Beginn der Maßnahmen an Probepfählen statische Pfahlprobelastungen nach Abschnitt 9 bzw. dynamische Pfahlprobelastungen nach Abschnitt 10 der EA-Pfähle durchgeführt (siehe z. B. Abb. 6). Das bekannte Phä-

nomen des Festwachsens der Pfähle mit zunehmender Standzeit, wurde mit dynamischen Pfahlprobelastungen an mehreren Pfählen nachgewiesen bzw. auf theoretischer Grundlage abgeschätzt (siehe hierzu in [5]).

Die Ergebnisse der Pfahlprobelastungen zeigten bei der Fahrwegtiefergründung der Strecke 1113, dass gegenüber den erforderlichen bzw. nach den Erfahrungswerten der EA-Pfähle abgeleiteten Pfahlwiderständen noch deutliche Tragreserven vorhanden waren. Demgegenüber war bei der Strecke 1522 festzustellen, dass auch die

**VDEI**

VERBAND DEUTSCHER EISENBAHN-INGENIEURE E.V.



Foto: Axel Hartmann

## Bahnpolitik aktuell: Der VDEI im Gespräch mit...

Internationale Diskussionsrunde zur InnoTrans  
am 19. September 2012 in Berlin

**Ort:** Messe Berlin, Speaker's Corner, Halle 15.2, Messedamm 22, 14055 Berlin

**Inhalt:** Zur InnoTrans 2012 präsentiert der VDEI eine neue Veranstaltungsreihe. Hier wird der aktive Wissensaustausch zu aktuellen verkehrspolitischen Themen mit führenden Mitgliedern aus Politik und Wirtschaft gepflegt. Für die Auftaktveranstaltung konnte **Dr. Anton Hofreiter, Bündnis '90 / Die Grünen, Vorsitzender des Ausschusses für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung des Deutschen Bundestages** gewonnen werden. Die Teilnahme an der Diskussionsrunde ist kostenfrei. Seien Sie mit dabei und diskutieren Sie mit!

Kompetenzen verknüpfen, Netzwerke ausbauen

[www.vdei.de](http://www.vdei.de)

unteren Grenzwerte der EA-Pfähle teilweise unterschritten wurden. Auf Grundlage der Ergebnisse der Pfahlprobelastungen wurden daher zusätzlich Rammkriterien (u.a. Rammenergie auf dem letzten Rammmeter und differenzierte Rammtie-

fenzunahme auf den letzten Hitzten) definiert. Abb. 7 zeigt die Pfahlrammung. Aus den Erfahrungen bei den beiden Projekten ist zu folgern, dass auch bei Anwendung der Erfahrungswerte der EA-Pfähle zur Überprüfung der tatsächlichen Pfahltragfähigkeiten Pfahlprobelastungen empfohlen werden.

Fassung vom 20.12.1999a mit 1. Aktualisierung, gültig ab 01.10.2008

[7] Eisenbahnspezifische Liste Technischer Baubestimmungen (ELTB), Eisenbahn-Bundesamt, Januar 2012, gültig seit 01.02.2012



Prof. Dr.-Ing. Hans-Georg Kempfert  
em. Professor für Geotechnik  
Uni Kassel  
Kempfert+Partner Geotechnik,  
Hamburg (Obmann des AK 2.1  
„Pfähle“)  
kempfert@kup-geotechnik.de

Die zeitnahe und enge Abstimmung der Rammergebnisse mit dem Gutachter/Prüfer für Geotechnik hat sich insbesondere im Falle unplannmäßiger Rammergebnisse und im Hinblick auf die Anordnung zusätzlicher dynamischer Pfahlprobelastungen als sehr wichtig erwiesen.

## Summary

### The new "EA-Pfähle" and their application to railways

In 2007, the Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT, German Geotechnical Society) published the first version of the Recommendations of the Working Group "Piles" (known by the German short title "EA-Pfähle"). These recommendations became the authoritative rules among experts for the design and testing of pile foundations, and are increasingly being applied in the railway sector too. With the planned changeover to the Eurocodes (especially to the geotechnical design code Eurocode 7), it became necessary to revise the 1st edition of EA-Pfähle. Based on the new geotechnical design standards summarised in the Eurocode EC 7-1 handbook, the 2nd edition of EA-Pfähle was released in January 2012. The article describes how EA-Pfähle is structured and importance highlights considering railway applications. The article concludes with a look at two practical examples.



Dipl.-Ing. Oliver Krist  
Geotechnischer Ingenieurbau  
Zentrale des EBA (Ref. 21), Bonn  
(Büro München)  
(Mitglied im AK 2.1 „Pfähle“)  
KristO@eba.bund.de

## LITERATUR

- [1] Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ EA Pfähle. Arbeitskreis Pfähle (AK 2.1) der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., 1. Auflage, Ernst & Sohn, Berlin, 2007
- [2] Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ EA Pfähle. Arbeitskreis Pfähle (AK 2.1) der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., 2. Auflage, Ernst & Sohn, Berlin, 2012
- [3] Handbuch EC7-1: Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, 1. Auflage, Beuth Verlag, 2011
- [4] Kempfert, H.-G.; Becker, P.: Grundlagen und Ergebnisse der Ableitung von axialen Pfahlwiderständen aus Erfahrungswerten für die EA-Pfähle, Bautechnik 84, 2007, Heft 7, S. 441 – 449
- [5] Kempfert, H.-G.: 3.2 Pfahlgründungen. In: Grundbau-Taschenbuch, Teil 3, 7. Auflage. Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 2009, S. 73 – 277
- [6] DB Netz AG: Ril 836 „Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten“,



Dr.-Ing. Marc Raitchel  
Geschäftsführender Gesellschafter  
Kempfert+Partner Geotechnik,  
Würzburg  
m.raitchel@kup-geotechnik.de



Für die Schraffur im Gefahrenbereich an Bahnhöfen hat Rinn einen speziellen Betonstein entwickelt. Durch die Fertigung im 45° Winkel entfallen aufwendige Schnittkosten. Die Steine werden in der Farbkombination rinnit Basalt (schwarz) und rinnit 7654 (weiß) mit Teflon® Beschichtung RSF 5 gefertigt. Der hochwertige Natursteinvorsatz in Verbindung mit dem Teflon® Schutz gewährleistet einen dauerhaft hohen Kontrastunterschied. Mehr Infos unter: 0641 6009-299 oder E-Mail an: Bahn@rinn.net

Rinn Beton- und Naturstein  
Rothheimer Straße 83 · 35452 Heuchelheim · Telefon: 0641 6009-0  
Bürgerler Straße 5 · 07646 Stadtroda · Telefon: 036428 448-0

Bahnsteigbelag: Quadratpflaster rinnit in einer Sonderfarbe mit Teflon® Beschichtung RSF 5, 30 x 30 x 8 cm, Rillen- und Noppenplatten, Gefahrenbereich: Rombo-Pflaster 30 x 30 x 8 cm und 30 x 15 x 8 cm mit Teflon® Beschichtung RSF 5. Teflon® ist eine Marke von DuPont.

# RINN

Den Anfang macht ein guter Stein