

Tiefgründungen von Eisenbahnfahrwegen mit Stahlbetonplatten auf Pfählen

Aktuell ausgeführte Fahrwegtiefgründungen (FWTG) mit Stahlbetonplatten auf Pfählen aus Sicht der geotechnischen Prüfung

Hans-Georg Kempfert
 Andreas Kirchner
 Marco Rübsam
 Oliver Krist

Oberflächennah anstehende, nicht schwingstabile und nicht ausreichend tragfähige Böden machten bei den Ertüchtigungen der Strecken 1522 (Oldenburg – Wilhelmshaven) und 1113 (Lübeck – Travemünde Strand) in Teilbereichen eine Tiefgründung des Eisenbahnfahrwegs im Sinne des Moduls 4203 der Ril 836 erforderlich. Ausgeführt wurden in beiden Fällen eine sogenannte Fahrwegtiefgründung (FWTG) mit Stahlbetonplatten auf Pfählen, mit denen die Eisenbahnverkehrslasten in tieferliegenden, tragfähige Bodenschichten eingeleitet werden.

Die Konstruktion FWTG mit Stahlbetonplatte auf Verdrängungspfählen (vorgefertigte Betonrammpfählen) nach DIN EN 12699

bzw. DIN SPEC 18538 oder Bohrpfählen nach DIN EN 1536 bzw. DIN SPEC 18140 stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt eine Sonderbauweise dar. Es liegen für die Konstruktionselemente bauaufsichtlich eingeführte europäische Ausführungs- und Bemessungsnormen vor, gemäß Ril 836.4203, Abschnitt 4, sind jedoch grundsätzlich eine Unternehmensinterne Genehmigung (UiG) durch die DB Netz AG sowie eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) durch das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) erforderlich. Bei den nachfolgend beschriebenen Projekten wurden sowohl die UiG ([2] und [3]) als auch die ZiE ([4] und [5]) im Vorfeld beantragt und erteilt. Im Folgenden werden die ausgeführten Konstruktionen kurz vorgestellt und insbesondere die Ermittlung der äußeren Pfahltragfähigkeit und die Berücksichtigung der Tragfähigkeitsminderung infolge zyklischer Einwirkungen aus den Verkehrslasten auf die Konstruktion beschrieben.

Untergrundverhältnisse

Bei beiden o.g. Streckenabschnitten mit FWTG stehen unter geringmächtigen Auffüllungen zunächst Weichschichten (Klei, Torf und Mudde) an, deren Mächtigkeiten bis etwa 7 m (Strecke 1522) bzw. 10 m (Strecke 1113) betragen. Diese oberflächennah anstehenden Weichschichten sind nicht ausreichend schwingstabil, tragfähig und auch zur Abtragung von Pfahllasten nicht geeignet.

Bei der Strecke 1522 werden diese Weichschichten von einem Horizont aus schwach schluffigen Fein- bis Mittelsanden, der in unterschiedlicher Ausprägung hinsichtlich Mächtigkeit sowie Lagerungsdichte gekennzeichnet ist, unterlagert. Dieser Horizont ist mit zunehmender Tiefe auch als dicht gelagert zu beschreiben und kann somit als tragfähiger Baugrund angesehen werden. Im Streckenabschnitt von km 26,700 bis km 27,000 steht unterhalb der obersten Sandschicht ein feinsandiger, schluffiger Ton mit überwiegend weicher Konsistenz an. Die Unterkante des Tons verläuft beckenartig und besitzt ca. 8 m unter Schienenoberkante (SO) ihren Tiefpunkt.

Bei der Strecke 1113 werden die Weichschichten von einem Horizont unterlagert, der von Sanden, Geschiebemergel und Schluffen in unterschiedlicher Ausprägung hinsichtlich Mächtigkeit sowie Lagerungsdichte und Konsistenz gekennzeichnet ist. Der Geschiebemergel bildet in der Regel die Basis dieser bis etwa 15 m mächtigen Schicht, welche grundsätzlich als tragfähig bezeichnet werden kann. Vom Beginn der Fahrwegtiefgründung bei km 6,410 bis etwa km 6,750 sowie in einigen weiteren kurzen Teilabschnitten wurden die Pfähle in den Sanden bzw. im Geschiebemergel dieses Horizonts abgesetzt.

Unterhalb des Geschiebemergels wurden in den Bereichen mit entsprechend tief reichender Erkundung dicht gelagerte Sande angetroffen. Die Pfähle wurden in den übrigen Bereichen in diesen Sanden abgesetzt.

Bautechnische Entwürfe und Konstruktion

Abb. 1 zeigt einen Querschnitt der ausgeführten Fahrwegtiefgründung der Strecke 1522. Die Tragplatte der Fahrwegtiefgründung ist in 45 Einzelplatten (Bauabschnitte

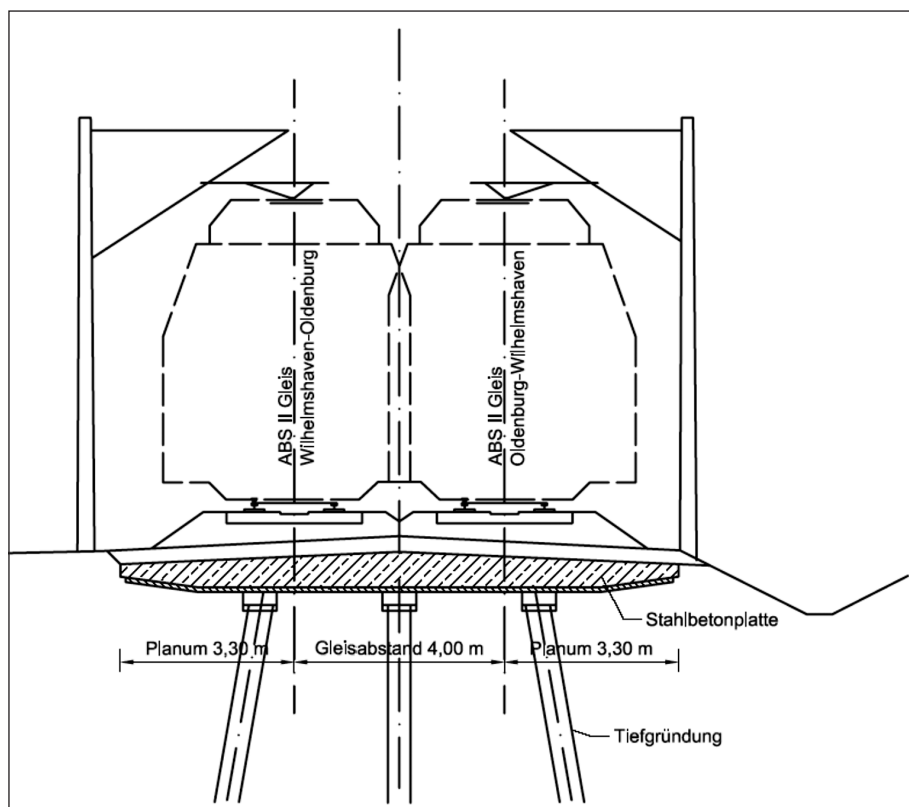


Abb. 1: Vereinfachter Regelquerschnitt der FWTG

Grafik: EPG/Kempfert + Partner Geotechnik

BA1 bis 45) unterteilt. BA 1 bis 44 haben eine einheitliche Plattenlänge von jeweils 33,60 m (BA 45 l = 20,72 m). Als Gründungspfähle kamen, mit Ausnahme der BA40 bis 42, Fertigteilrammpfähle System „Centrum“ mit einer Pfahlkantenlänge $a_s = 45$ cm zum Einsatz, im Regelfall wurden je Platte 21 Pfähle (drei Reihen à sieben Pfähle) angeordnet. Zur Aufnahme von Horizontallasten aus dem Eisenbahnverkehr wurden die Pfähle geneigt hergestellt, die Pfahllängen lagen zwischen 18 m und 26 m. Abb. 2 zeigt einen Teil der Rammpfahlgründung. In Bereichen großer Pfahllängen wurden die Pfähle gekoppelt hergestellt. Aufgrund des schwer rambbaren Bodens im Bereich der Plattenabschnitte BA 40 bis 42 war es erforderlich, in diesen Plattenabschnitten die Tiefgründung auf Bohrpfähle (D = 60 cm) umzustellen. Die Pfahllängen liegen zwischen 24,15 m und 27,15 m.

Abb. 3 zeigt die in die Platte reichende Anschlussbewehrung der Pfähle, den Unterbeton und die blockweise Abschaltung der ausgeführten Fahrwegtiefgründung der Strecke 1113. Der Sondervorschlag der ausführenden Firmen sah vor, Plattenstreifen aus Stahlbeton von je 35 m Länge auf jeweils sechs paarweise angeordneten Stahlbetonrammpfählen biegesteif aufzulagern.

Das neu erstellte zweite Streckengleis ist aus Hochwasserschutzgründen (parallel verlaufende Trave) mit einem Niveau von überwiegend +3,2 mNN gegenüber dem vorhandenen Gleis um bis etwa 1,4 m erhöht angeordnet. Dadurch rückt es im Bereich größerer Höhenunterschiede entsprechend vom Bestandsgleis ab. Zur Verhinderung einer Durchströmung des Erdkörpers im Hochwasserfall wurde auf der neu hergestellten Außenböschung eine Abdeckung mit gering durchlässigem Material angeordnet. Als Gründungspfähle kamen auch hier Fertigteilrammpfähle System „Centrum“ mit einer Pfahlkantenlänge a_s von 45 cm zum Einsatz. Die Pfahllängen lagen zwischen 12 m und 25 m, wobei auch hier, in Bereichen großer Pfahllängen, die Pfähle gekoppelt hergestellt wurden. Um die Gradientenhöhen des neuen Gleises zu erreichen, wurde vorlaufend ein Dammkörper aufgeschüttet, in den die Stahlbetonplatte hochliegend eingebaut wurde. Der Dammkörper dient gezielt zur Aufnahme von über die Pfähle eingeleiteten Horizontallasten aus dem Eisenbahnverkehr, da keine Pfahlneigung vorgesehen war. Zudem diente der Dammkörper während der Bauphase als Arbeitsebene für die Pfahleinbringung.

Äußere Pfahltragfähigkeit / Tragfähigkeitsminderung durch Zyklisch

Im Folgenden werden exemplarisch für die Strecke 1522 die Ermittlung der äußeren Pfahltragfähigkeit und die Berücksichti-



Abb. 2: Rammpfahlgründung (Strecke 1522)

Foto: EBA/O. Krist



Abb. 3: Unterbeton, blockweise Abschaltung (Strecke 1113)

Foto: Kempfert + Partner Geotechnik

gung der Tragfähigkeitsminderung infolge zyklischer Beanspruchung beschrieben. Gemäß den Bedingungen und Hinweisen der UiG [2] war die tatsächlich vorhandene Pfahltragfähigkeit der Pfähle im Zuge der Ausführungsplanung von einem sogenannten „Sondergutachter Pfähle“ durch Pfahlprobelastungen festzulegen bzw. zu überprüfen. Hierzu wurden im Vorfeld der Bauausführung sechs dynamische Pfahlprobelastungen ausgeführt und bewertet. Da sich nach Durchführung der ersten Pfahlprobelastungen 15 bis 18 Tage nach Pfahleinbringung an fünf Pfählen zunächst unerwartet kleine Tragfähigkeiten gegenüber

den Ansatzwerten auf Grundlage der unteren Werte der EA-Pfähle [8] zeigten, wurde an drei Pfählen nach 55 bzw. 56 Tagen eine Wiederholungsprüfung zur Ermittlung bzw. Bestätigung der zu erwartenden zeitabhängigen Tragfähigkeitszunahme (sogeannter „Festwachs-Effekt“ = Vergrößerung der Tragfähigkeit mit der Standzeit der Pfähle im Boden, vgl. [6]) durchgeführt. Unter Berücksichtigung dieser Wiederholungsprüfung wurde ein zeitabhängiger Zuwachs der Pfahlmantelreibung („Festwachs-Effekt“) festgelegt. Festwachseffekte wurden mittels Pfahlprobelastungen auch an den Pfählen der Strecke 1113 festgestellt.

Ausgehend von den Pfahlprobelastungen wurde ein Verhältnisfaktor zwischen dem rechnerischen Pfahlmantelwiderstand unter Ansatz der unteren Werte der EA-Pfähle und den anhand der Probelastungen bei Berücksichtigung der zeitabhängigen Zunahme der abgeleiteten charakteristischen Mantelreibung hergeleitet. Dieser Verhältnisfaktor ergab sich bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte (DIN 1054:2005-01) von $\gamma_p = 1,4$ (aus Erfahrungswerten) auf die Ansatzwerte der EA-Pfähle und von $\gamma_p = 1,2$ auf die Ergebnisse der Pfahlprobelastungen zu 0,86.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Pfahlprobelastungen wurden des Weiteren folgende Mindestrammkriterien, definiert:

- kumulierte Rammenergie ≥ 40 MNm,
- Rammenergie der letzten 3 m $\geq 4,5$ MNm/m.

Pfähle, bei denen die Mindestrammkriterien nicht eingehalten werden konnten, wurden einer Nachprüfung unterzogen, d.h. die tatsächlich Pfahltragfähigkeit wurde mittels dynamischer Probelastung überprüft.

Weiterhin waren gemäß den Bedingungen und Hinweisen der UiG [2] bei der Strecke 1522, soweit kein näherer Nachweis erbracht wurde, die für die statischen Einwirkungen ermittelten charakteristischen Pfahlwiderstände (Mantelreibung und Spitzendruck) konservativ auf ca. 50 % zu reduzieren, sofern der veränderliche Lastanteil 50 % oder mehr von der charakteristischen Gesamteinwirkung beträgt.

Unter Berücksichtigung der o.g. Bedingungen und Hinweise der UiG [2] sowie Forderungen der DIN 1054:2010-12 [7] und der EA-Pfähle [8] wurde, insbesondere im Hinblick auf eine wirtschaftliche Bemessung, im Rahmen der Ausführungsplanung die Abminderung der Pfahltragfähigkeit infolge des veränderlichen Lastanteils (zyklische Belastungen infolge Einwirkungen aus Eisenbahnverkehr) näher untersucht.

Anhand der Pfahlprobelastungsergebnisse konnte zunächst abgeleitet werden, dass der Lastabtrag der Pfähle zu etwa 40 % über den Pfahlfußwiderstand und zu 60 % über den Pfahlmantelwiderstand erfolgt. Es ist bekannt, dass insbesondere die Pfahlmantelreibung durch zyklische Belastungen reduziert wird, wohingegen der Pfahlspitzendruck im Regelfall kaum beeinflusst wird.

Des Weiteren wurden die Zyklenzahl (34 Containerzüge und acht beladene Kohlezüge pro Tag) und die Lebensdauer (50 Jahre) abgeschätzt. Auf dieser Grundlage wurden mit Hilfe von Interaktionsdiagrammen sowie dem Verfahren Kirsch/Richter [9] nach Kapitel 13 der EA-Pfähle [8] hinsichtlich der erforderlichen Abminderung des statischen Mantelwiderstandes Analysen zur Berücksichtigung der zyklischen Beanspruchung durchgeführt und Abminderungsfaktoren für die Mantelreibung infolge zyklischer Belastung bestimmt.

Auch bei der Planung zukünftiger FWTG sind die zyklischen Belastungen, insbesondere infolge Einwirkungen aus Schienenverkehr und eine damit ggf. verbundene

Tragfähigkeitsreduzierung der Pfähle zu berücksichtigen, siehe hierzu auch die Forderungen im Handbuch EC 7-1 [10] und in der EA-Pfähle [8]. Im Hinblick auf die Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit, aber auch die Wirtschaftlichkeit wird eine möglichst genaue Bestimmung der Tragfähigkeitsreduzierung der Pfähle empfohlen. Da für die Berechnung der Beeinflussung des Tragverhaltens durch zyklische Beanspruchungen auch der Ansatz der statischen Grundlast zur Größe der zyklischen Lastspanne maßgebend ist und diese auch durch den Lasterhöhungsfaktor α beeinflusst wird, ist die Einteilung der FWTG in die entsprechende Bauwerkskategorie erforderlich. Bei der Strecke 1522 wurde aus bauherrnseitiger Sicht (UiG [2]) zunächst konservativ mit Verweis auf den DIN-FB 101 [10] ein Lasterhöhungsbeiwert $\alpha = 1,21$ gefordert. Dabei wurde die FWTG in die Kategorie der Brücken eingeteilt. Im Zuge des weiteren Planungs- und Genehmigungsprozesses wurde aufgrund der bauartbedingten Einbettung der FWTG in den Baugrund, dem duktilen Tragverhalten, wobei ein plötzliches, schlagartiges Versagen der Konstruktion nahezu ausgeschlossen ist, eine Einstufung der FWTG in die Kategorie der geotechnischen Bauwerke vorgenommen und ohne Lasterhöhungsfaktoren ($\alpha = 1,0$) bemessen.

Übergang vom Erdbauwerk zur Fahrwegtieferündung

Gemäß den Bedingungen und Hinweisen der UiG [U2] waren die Übergänge vom Erdbauwerk zur FWTG mit Übergangskonstruktionen aus abgestuften Rüttelstopfsäulen und keilförmiger Bodenverfestigung auszubilden, um Steifigkeitsunterschiede zu reduzieren und somit die Gebrauchstauglichkeit zu erhöhen. Die Rüttelstopfsäulen wurden auf einer Breite von jeweils rund 12 m (gesamter Gleiskörper) und einer Länge von ca. 19 m tiefengestaffelt im Rechteckraster (Säulenabstand in Längsrichtung wird mit steigender Entfernung von der FWTG von 1,8 m auf 3,0 m aufgeweitet) mit einem Säulendurchmesser von 0,8 m hergestellt. Mit steigender Entfernung von der FWTG wurden immer größere obere Bereiche der Rüttelstopfsäulen nur verfüllt und nicht gestopft. Die keilförmige Bodenverfestigung wurde als Betonkeil mit einer Breite von 11,8 m, einer Länge von 8,5 m und einer abgestuften Dicke von 1,0 m bzw. 0,5 m mit einer Betongüte C12/15 hergestellt (Abb. 4).

Im Rahmen der Prüfung wurde in Anlehnung an das Modul 3001 der Ril 836 [1] für die gewählte Übergangskonstruktion ein Nachweis der Gebrauchstauglichkeit gefordert. Dabei waren, unter Berücksichtigung der ausgewiesenen undrännierten Kohäsion c_u (zwischen 8,0 und 13,5 kN/m²) im Torf und unter Zugrundelegung des Moduls 4202



Abb. 4: Aushub für den keilförmige Betonkeil an den Übergangsbereichen von FWTG auf die freie Strecke (Strecke 1522)

Foto: Kempfert + Partner Geotechnik

der Ril 836 [1] („Für Tiefenverdichtungen und für die Herstellung von Mineralstoffsäulen sind die Angaben der einschlägigen Merkblätter der FGSV zu beachten“) auch die Angaben im FGSV Merkblatt über Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund [12] und die dort ausgewiesenen Einschränkungen zum Einsatz von Rüttelstopfsäulen zu bewerten. Trotz unauffälliger Herstellung der Rüttelstopfsäulen kam es nach den ersten Zugüberfahren im Bereich der Rüttelstopfsäulen zu größeren Setzungen, welche einen erhöhten Unterhaltungsaufwand erforderten. Zwischenzeitlich zeigen die Zeit-Verformungsverläufe ein Abklingen der Setzungen. Unabhängig davon sind bei zukünftigen FWTG noch weitere Überlegungen erforderlich, um die Übergangsbereiche wartungsärmer herzustellen.

Zusammenfassende Erfahrungen und Empfehlungen

Aus der Planung und Prüfung des Tragsystems der Fahrwegtiefergründung der Strecken 1522 und 1113 konnten zusammenfassend folgende Erfahrungen gewonnen werden:

- Im Regelfall ist davon auszugehen, dass es sich bei den zur Anwendung gekommenen Fertigteilrammpfählen (Verdrängungspfählen), Bohrpfählen, Stahlbetonplatten usw. um bewährte Bauteile handelt, die im Einzelnen durch bauaufsichtlich eingeführte Normen als geregelt, geeignet und erprobt angesehen werden können.
- Pfahlprobebelastungen zur Ermittlung der tatsächlichen Pfahltragfähigkeit und zur Festlegung von Mindesttrammkriterien sind gemäß EC 7-1 [10] und EA-Pfähle [8] für FWTG zwingend erforderlich, um eine sichere aber auch wirtschaftliche Bemessung zu gewährleisten.
- Das bekannte Phänomen des Festwachens der Pfähle mit zunehmender Standzeit kann auf der Grundlage entsprechender Untersuchungen berücksichtigt werden.
- Die zyklische Belastung, insbesondere infolge Einwirkungen aus Eisenbahnverkehrslasten und eine damit ggf. verbundene Tragfähigkeitsreduzierung der Pfähle, ist bei der Planung von FWTG zu berücksichtigen. Im Hinblick auf die Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit, aber auch die Wirtschaftlichkeit wird eine möglichst genaue Bestimmung der Tragfähigkeitsreduzierung der Pfähle empfohlen. In der EA-Pfähle [8] finden sich dafür Berechnungs- und Untersuchungsverfahren.
- Um Überbeanspruchungen der Pfahlgründung zu vermeiden, ist das Auftreten von Einwirkungen aus negativer Mantelreibung und Seitendruckbelastungen (z.B. aus Baustraßen, Anschüttungen, usw.) als Pfahlzusatzbeanspruchungen zu überprüfen bzw. nachzuweisen.

- Zur Berücksichtigung von Baugrund- und Herstellungsinhomogenitäten beim Ansatz von Unterbau- bzw. Pfahlsteifigkeiten im Zuge der Bemessung der Stahlbetonplatte wird eine Variation der Pfahlfußfedern/Wegfedern empfohlen.
- Aufgrund der bauartbedingten Einbettung der FWTG in den Baugrund, dem duktilen Tragverhalten, wobei ein plötzliches, schlagartiges Versagen der Konstruktion nicht zu erwarten ist, gilt eine Einstufung der FWTG in die Kategorie der geotechnischen Bauwerke als möglich.
- Im Hinblick auf die Reduzierung von Steifigkeitsunterschieden am Übergang vom Erdbauwerk zur FWTG werden konstruktive Maßnahmen erforderlich.
- Der vor Baubeginn in Abstimmung der Projektbeteiligten erstellte und durch den EBA-GA geprüfte QS-Plan für die Pfahlrammung, hat sich als notwendig für zeitnahe Entscheidungen zum weiteren Vorgehen im Falle unplanmäßiger Rammungen erwiesen.
- Die Prüfung sämtlicher Nachweise zur Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit der Gründung im Rahmen der geotechnischen/bautechnischen Prüfung durch die EBA-Gutachter ist zwingend erforderlich. Dies gilt auch für Bauzwischenstände, wie z.B. der Standsicherheit der Baugeräte (z.B. Pfahlrammen).
- Die Aufstellung eines Sicherheits- und Alarmplans, der bei Unregelmäßigkeiten oder Schadensereignissen die erforderlichen Maßnahmen und Abläufe beschreibt, Ansprechpartner benennt und somit zeitliche Verzögerungen verhindert, wird als erforderlich angesehen.

LITERATUR

- [1] Richtlinie Ril 836: Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten, 1. Aktualisierung in der Fassung vom 01.10.2008 und 2. Aktualisierung in der Fassung vom 01.02.2013
- [2] DB Netz AG Zentrale: UIG Unternehmensinterne Genehmigung TM 2010-1531 I.NVT 4, Tiefgründung eines Eisenbahnfahrweges auf weichem Untergrund mit Stahlbetonplatte auf Pfählen, Baumaßnahme: ABS Oldenburg – Wilhemshaven, Ausbaustufe III, Planungsabschnitt 3, km 25,50 – 27,00, Mai 2011
- [3] DB ProjektBau GmbH, Regionalbereich Nord, Hamburg: Antrag auf Zustimmung im Einzelfall für die Herstellung einer Fahrwegtiefergründung mit Stahlbetonplatten auf Fertigteilramm-

pfählen im Zuge des Neubaus 2. Streckengleis Bad Schwartau-Waldhalle-Lübeck-Kücknitz, Anlage 6, Technische Mitteilung (UiG), Februar 2009

[4] Eisenbahn-Bundesamt, Bonn: Ausbaustrecke Oldenburg – Wilhemshaven, Ausbaustufe III, Anbindung JadeWeserPort, 3. Bauabschnitt, Strecke 1522, Bescheid über Zustimmung im Einzelfall vom 29.08.2011

[5] Eisenbahn-Bundesamt, Bonn: Elektrifizierung Hamburg-Lübeck-Travemünde, Neubau 2. Streckengleis Bad Schwartau-Waldhalle-Lübeck-Kücknitz (Strecke 1113), VE 26 Baugrundverbesserung Traveniederung, km 6,410-7,900, Bescheid über Zustimmung im Einzelfall vom 18.05.2009

[6] Kempfert, H.-G.: Pfahlgründungen. In Grundbautaschenbuch, 7. Auflage, Teil 3, Kapitel 3.2. Verlag Ernst & Sohn, S. 73 – 277, 2009

[7] DIN 1054: 2010-12: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Beuth Verlag

[8] EA-Pfähle: Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.), 2. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, 2012

[9] Kirsch, F., Richter, Th., Mittag, J.: Zur Verwendung von Interaktionsdiagrammen beim Nachweis axial-zyklisch belasteter Pfähle, Bautechnik 88, Heft 5, S. 319 – 324, 2011

[10] Handbuch EC 7-1: Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, 1. Auflage, Beuth Verlag, 2011

[11] DIN-Fachbericht 101, Einwirkung auf Brücken, Beuth Verlag, März 2009

[12] FGSV Merkblatt über Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund (FGSV-Nr. 542), Verlag der Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen, 2010



Univ.-Prof.(em) Dr.-Ing.
Hans-Georg Kempfert

Kempfert + Partner Geotechnik,
Würzburg, Hamburg, Konstanz
EBA Gutachter für Geotechnik im
Eisenbahnbau
kempfert@kup-geotechnik.de



Dipl.-Ing. Andreas Kirchner

Kempfert + Partner Geotechnik,
Würzburg
a.kirchner@kup-geotechnik.de



Dipl.-Ing. Marco Rübsam

Vertreter Sachbereichsleiter
Eisenbahn-Bundesamtes Ast.
Hannover
RuebsamM@eba.bund.de



Dipl.-Ing. Oliver Krist

Geotechnischer Ingenieurbau,
Referat 21, Zentrale des EBA
KristO@eba.bund.de

Summary

Deep foundations of railway tracks using reinforced concrete slabs on piles

The construction of deep foundations of tracks (German acronym FWTG) using reinforced concrete slabs on piles currently represents a special construction method according to module 4203 of guideline 836: "Earthworks Design, Construction and Maintenance" (Ril 836) of Deutsche Bahn AG. Based on the geotechnical examination of two described applications, the experience was gained that the "reinforced slabs on piles" design has proven to be an appropriate construction method for the deep foundation of tracks on near-surface soils with lack of stability against vibration and with insufficient load bearing capacity. The article outlines the experience which has been gained from the geotechnical examination of deep foundations of tracks and gives recommendations for the planning of future deep foundations of tracks.