

Untersuchungen und Maßnahmen an einem setzungsauffälligen Pfeiler der Saale-Elster-Talbrücke der NBS Erfurt – Leipzig/Halle

Dipl.-Ing. (FH) Andre Koletzko,
ARGE SVG NBS 8.2 / BAUGRUND DRESDEN Ing.-ges. mbH, Dresden
Dipl.-Ing. (FH), Dipl.-Kfr. (FH) Sandra Christein, DB ProjektBau GmbH, Leipzig
Dipl.-Ing. Armin Pampel, Geotechnisches Ingenieurbüro GCE A. Pampel GmbH, Leipzig

Im Zuge des Neubaus der Hochgeschwindigkeitsstrecke Erfurt – Leipzig/Halle im Rahmen des Verkehrsprojektes Deutsche Einheit (VDE) 8.2 wird zur Querung der Saale-Elster-Aue eines der längsten Brückenbauwerke Europas errichtet. An einem Pfeiler der Saale-Elster-Talbrücke (SETB) sind große Setzungen im Zuge des Baufortschrittes festgestellt worden, die in dieser Größenordnung so nicht erwartet wurden. Der Beitrag widmet sich der Vorgehensweise zur Klärung dieser nicht erwarteten großen Setzungen, insbesondere der umfangreichen geotechnischen Untersuchungen und Berechnungen sowie der erforderlichen Maßnahmen nach den Grundsätzen der Beobachtungsmethode an dem betroffenen Pfeiler der SETB.

In the course of the construction of the new high-speed railway line Erfurt – Leipzig/Halle within the framework of the German Unity Transport Project (VDE) 8.2 one of Europe's longest bridge construction is erected in order to cross the Saale-Elster floodplain. Unexpected high settlements were detected on a pillar of the Saale-Elster Bridge (SETB) during the construction progress. The following article addresses the procedure for clarifying these unexpected large settlements and especially the wide range of geotechnical explorations and calculations as well as necessary measures according to principles of the observational method used at the affected pillar.

1. Projektbeschreibung

1.1 Daten und Fakten

Die NBS Erfurt – Halle/Leipzig bildet den 2. Abschnitt des Schienenverkehrsprojektes Deutsche Einheit – VDE 8, wodurch eine Verbindung der Städte Berlin und Nürnberg mit einer Hochgeschwindigkeitsstrecke erzielt wird (Abbildung 1). Die geplante zweigleisige Eisenbahnstrecke Erfurt – Halle/Leipzig wird als Hochgeschwindigkeitsstrecke mit einer Entwurfsgeschwindigkeit von $v_e = 300$ km/h für regelspurigen Mischverkehr, das heißt für den Personen- und den

Güterverkehr, trassiert und geplant. Als Oberbauart für die NBS Erfurt – Halle/Leipzig kommt das instandhaltungsarme Fahrbahn-system Feste Fahrbahn (FF) zur Anwendung.

Im Zuge des Projektteilschnittes VDE 8.2 Erfurt-Leipzig/Halle wird im Südraum von Halle die höchsten Umweltaforderungen unterliegende Saale-Elster-Aue mit einem ca. 6,5 Kilometer langen Brückenbauwerk überquert. Die Stadt Halle erhält außerdem mit einem 2,1 Kilometer langen Brückenabzweig auch eine Anbindung an das Hochgeschwindigkeitsnetz der Deutschen Bahn AG.



Abbildung 1: VDE 8.2, Neubaustrecke Erfurt – Leipzig/Halle

Dieser innerhalb der Brücke angelegte Abzweig und die Ausfädelung für den Anschluss nach Halle sind Besonderheiten der SETB.

Das zweigleisige Brückenbauwerk wird im Abzweigungsbereich nach Halle auf 4 Gleise aufgeweitet, die integrierte Brückenabzweigung verläuft über 2 Ebenen. Einer der abzweigenden Fahrwege wird dabei von einer 110 Meter langen Stabbogenbrücke überspannt. Die Entwurfsgeschwindigkeit für die zweigleisige Hauptbrücke auf dem Trassenstrang Erfurt – Leipzig beträgt $v_e = 300 \text{ km/h}$ analog zur Trassenführung der Gesamtstrecke VDE 8.2. Für die 2,1 Kilometer lange Abzweigbrücke nach Halle ist eine Entwurfsgeschwindigkeit von $v_e = 160 \text{ km/h}$ vorgesehen. Im Zuge des Planfeststellungsverfahrens wurden mehrere Varianten zur Trassenführung im Bereich der Saale-Elster-Aue untersucht. Von allen untersuchten Varianten hat sich im Planfeststellungsbeschluss im Jahr 1996 die Variante einer aufgeständerten Trassenführung über die Saale-Elster-Aue durchgesetzt. Das langgestreckte Brückenbauwerk über die Aue gewährleistet damit weiterhin das natürliche Überflutungsge-

schehen, die ökologisch-hydrologische Funktion der Aue und beansprucht wenig Fläche.

1.2 Baugrund- und Gründungssituation

Die entsprechenden Baugrunduntersuchungen und bodenmechanischen Kennwertbestimmungen zur Erstellung des Baugrund- und Gründungsgutachtens erfolgten in den Jahren 1994/95.

Zur Erkundung des Untergrundes im Trassenverlauf der SETB wurden 115 Kernbohrungen, 113 Sondierungen mit der schweren Rammsonde, 26 Drucksondierungen und 7 Rammkernsondierungen ausgeführt. Die Bohrungen wurden überwiegend bis in den festen, unverwitterten Buntsandstein abgeteuf. Die Aufschlusstiefe lag zwischen 30 m und 75 m. Die Gründung der Brücke soll in weniger durchlässigen Schichten der Verwitterungszone des Buntsandsteins bzw. der tertiären Sedimente erfolgen. Die Erkundung des Baugrundes zielte deshalb vor allem auf die Bestimmung der Steifigkeiten dieser Schichten ab.

Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag in den Feldversuchen. Es wurde ein umfangreiches Versuchsprogramm mit unterschiedlichen bodenmechanischen Versuchstechniken durchgeführt. So wurden an ausgewählten Standorten Bohrlochaufweitungsversuche, Pressiometerversuche und Drucksondierungen ausgeführt.

Der Untergrund im Bereich des Brückenbauwerkes hat vereinfacht einen drei- bis vierschichtigen Aufbau. Die quartären Deckschichten bestehen überwiegend aus Auelehm und Schwemmsanden über Terrassensanden und -kiesen. Darunter folgen tertiäre Sedimente – Sand, Schluff, Ton und Braunkohle – über Buntsandstein, der tiefgründig verwittert ist und sich aus Sand-, Schluff- und Tonstein zusammensetzt.

In einem Teil der Brückentrasse fehlen die tertiären Sedimente über dem Buntsandstein.

In Abhängigkeit vom Untergrundaufbau und vom Verformungsverhalten wurde der gesamte Brückenabschnitt in insgesamt 9 Homogenbereiche eingeteilt. Sie bildeten die Grundlage für die Baugrundmodelle, mit denen die erdstatischen Berechnungen vorgenommen wurden. Für jeden Homogenbe-

reich wurden Schwankungsbereiche der Steifemoduln ausgewiesen.

Im Jahr 2004 erfolgte eine Anpassung des geotechnischen Gutachtens u.a. auf Grund neuer Randbedingungen und Vorschriften.

Auf Basis der Baugrunderkundungen sowie unter Berücksichtigung der ökologischen und umweltrechtlichen Rahmenbedingungen wurde ein Gründungskonzept für die SETB entwickelt. Entsprechend dieser Konzeption war eine Gründung aller Pfeiler im Schutze eines dichten Spundwandkastens vorgesehen, der bis in die weniger durchlässigen Schichten der Verwitterungszone des Buntsandsteines bzw. der tertiären Sedimente abgeteuft wird. Innerhalb dieses Spundwandkastens wird ein Stahlbetonfundament hergestellt, welches mittels Kopfbolzendübel mit dem Spundwandkasten kraftschlüssig verbunden wird (siehe Abbildung 2).

Die Spundwandgründung wird im Zuge der Bauausführung mittels Seilbagger und freireitender Rammtechnik eingebracht. Die Tragfähigkeitsnachweise für die Spundwandkastengründungen erfolgten anhand vom Planer jeweils festgelegter Rammkriterien (Schlagzahl des Rammgeräts in Verbindung mit der Einbindetiefe) gemäß den jeweiligen Rammberichten.

An der SETB wurden im Rahmen der Ausführungsplanung rechnerische Setzungsprognosen für alle Pfeiler in Abhängigkeit relevanter Belastungsstufen erstellt. Diese rechnerischen Prognosen bildeten die Grundlage für die Gebrauchstauglichkeitsnachweise nach den hohen Anforderungen des Hochgeschwindigkeitsverkehrs.

2. Feststellungen im Zuge der Bauausführung

Auf der Grundlage der Gründungskonzeption wurde die Ausführungsplanung erstellt und im Jahr 2007 mit der Bauausführung begonnen.

Nach Herstellung der Spundwandkästen mit den eingebundenen Fundamenten und der Pfeiler erfolgte die Betonage der Überbauten, die mittels Traggerüst oder einer Vorschubrüstung hergestellt wurden.

Für jede maßgebende Belastungssituation sollten Setzungsmessungen an zu vor an den Pfeilern installierten Messbolzen durchgeführt werden.

An der Abzweigachse (AA) 32 wurden nach Fertigstellung der ersten Hälfte des Überbaus an dem Pfeiler größere Setzungen als prognostiziert gemessen. Die Setzungen lagen in der Größenordnung von ca. 40 mm. Für diese Belastungsstufe waren lediglich 5 mm prognostiziert worden.

Aufgrund dieser Ergebnisse konnten im Zuge der weiteren Lastaufbringung, weitere nicht ausreichend quantifizierbare Setzungen nicht ausgeschlossen werden. Es wurde daher von den Projektbeteiligten entschieden, zunächst keine weiteren Lasten aufzubringen und ergänzende Untersuchungen des Baugrundes vorzunehmen.

Die Baugrunderkundung im Bereich der AA 32 bestand zunächst im Abteufen einer 25 m tiefen Kernbohrung und dem Niederbringen von schweren Rammsondierungen einschließlich Ausführung von SPT-Versuchen. Aus der Kernbohrung wurden darüber hinaus ungestörte und gestörte Bodenproben entnommen, an denen Laborversuche durchgeführt wurden.

Um weitere Erkenntnisse insbesondere auch hinsichtlich der Tragfähigkeit des Baugrundes zu erhalten, wurde zusätzlich eine Probelastung einer gesondert herzustellenden Spundwandbohle durchgeführt. Der Grundgedanke der Probelastung war, möglichst nahe am Spundwandkasten eine gesonderte Probebohle zu prüfen, die hinsichtlich Profil, Tiefe und Einbringung den Doppelbohlen des Spundwandkastens entsprach.

Im Vergleich mit den Angaben gemäß Baugrundgutachten lagen im Ergebnis der Nacherkundung hinsichtlich der Stratigrafie keine Abweichungen der Baugrundverhältnisse vor. An der AA 32 sind jedoch in einem Bereich des Buntsandsteinersatzes so geringe Steifigkeiten ermittelt worden, dass sie im Grenzbereich bzw. geringfügig außerhalb der im Baugrundgutachten angegebenen Kennwertspanne für die Steifigkeit liegen. Hinsichtlich der Steifigkeit kann daher an der AA 32 von einer lokalen Abweichung des Baugrundes ausgegangen werden.

Mit der Gewinnung von relevanten und belastbaren Baugrunddaten aus der Nacherkundung und der Probelastung konnte ein bereits vorliegendes numerisches Berechnungsmodell verbessert und damit die Grenztragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit der Gründung relativ präzise bestimmt

werden. Die Nacherkundungen und die darauf aufbauenden numerischen Berechnungen, die in Abschnitt 4 erläutert werden, bildeten die Grundlage, weitere Untersuchungen und Maßnahmen an der AA 32 vorzunehmen.

3. Untersuchungen und bautechnische Maßnahmen an der Abzweigachse 32

Aufgrund der festgestellten größeren Verformungen an der AA 32 im Zuge der Bauausführung war u.a. eine Intensivierung der bisherigen messtechnischen Überwachung der Fundamentverformungen sowie eine abgestimmte, weitere Vorgehensweise mit den Projektbeteiligten einschließlich dem Eisenbahnbundesamt erforderlich. Das hierfür aufgestellte Konzept enthielt folgende Schwerpunkte:

- Detaillierte Aus- und Bewertung der bisherigen messtechnischen Überwachung
- Erstellung eines angepassten Messprogrammes für die weitere Bauausführung zur detaillierten Erfassung der Verformungen in Abhängigkeit der Belastung sowie ggf. auftretender Zeitsetzungen
- Überprüfung der ausreichenden Tragfähigkeit der Spundwandkastengründung einschließlich der mittragenden Wirkung des Fundamentes
- Erstellung von rechnerischen Setzungsprognosen für zukünftige Belastungen auf der Basis der vorliegenden Messergebnisse
- Ermittlung der für den Überbau maßgeblichen Setzungsdifferenzen und Vergleich mit den Verformungsanforderungen des Überbaus
- Aufzeigen von Regulierungsmöglichkeiten und geeigneten bautechnischen Maßnahmen im Falle unzulässig großer Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen

4. Rechnerische Untersuchungen

4.1 Zweck der Berechnungen

An der AA 32 waren aufgrund der festgestellten größeren Setzungen im Zuge der bisherigen Bauausführung die Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit der Gründung erneut detailliert zu untersuchen. Insbesondere war

eine Einschätzung des weiteren Setzungsverlaufes sowie des Tragverhaltens der Gründung bei weiterer Lastzunahme zwingend erforderlich.

Dazu wurden 3D Finite Elemente (FE) Berechnungen für die Spundwandkastengründung der AA 32 durchgeführt. Im Einzelnen wurden folgende Berechnungen vorgenommen:

- Nachrechnung der Spundwandprobelastung mit FEM zur Kalibrierung der weiteren 3D-FE Berechnungen für die Setzungsprognose
- Überprüfung der Tragfähigkeit des Gründungssystems
- Erstellung möglichst realitätsnaher Prognosen für zu erwartende Setzungen in Abhängigkeit des Belastungszuwachses

4.2 Grundlagen der Berechnungen

Für die 3D-Finite-Elemente Berechnungen wurde die Software PLAXIS 3D 2011 verwendet.

Für die Beschreibung des Materialverhaltens der Bodenschichten wurde ein bodenmechanisches Stoffgesetz der neusten Generation – das HS Small Modell – verwendet.

Dieses Stoffgesetz berücksichtigt die Spannungsabhängigkeit der Steifigkeit sowie die unterschiedlichen Steifigkeiten bei Erst-, Ent- und Wiederbelastungsvorgängen analog dem herkömmlichen Hardening Soil Modell. Das HS Small Modell ist eine Erweiterung des Hardening Soil Modells, mit der die erhöhten Steifigkeiten im Bereich kleiner und sehr kleiner Dehnungen berücksichtigt werden. Hierfür sind nur die beiden Parameter G_0 und $\gamma_{0.7}$ zusätzlich zu den Materialparametern des regulären Hardening Soil Modells erforderlich. Zur Ermittlung der beiden Zusatzparameter wurde auf tabellierte dynamische Steifemoduln, Korrelationen sowie auf vorliegende eigene Erfahrungswerte zurückgegriffen.

Die Wirkung der erhöhten Steifigkeiten im Bereich kleiner Dehnungen äußert sich bei den vorliegenden Setzungsberechnungen darin, dass sich die Verformungen realitätsnäher stärker um die setzungserzeugenden Belastungen konzentrieren bzw. lokalisieren. Für den Fundamentbeton sowie für die Spundwandbohlen, die als Plattenelemente mit umgebenden Interface-Elementen model-

liert wurden, ist das linear-elastische Stoffgesetz verwendet worden.

4.3 Baugrundmodell

Auf Basis der Nacherkundungen wurde für die Berechnungen das in Abbildung 2 dargestellte Baugrundmodell erstellt.

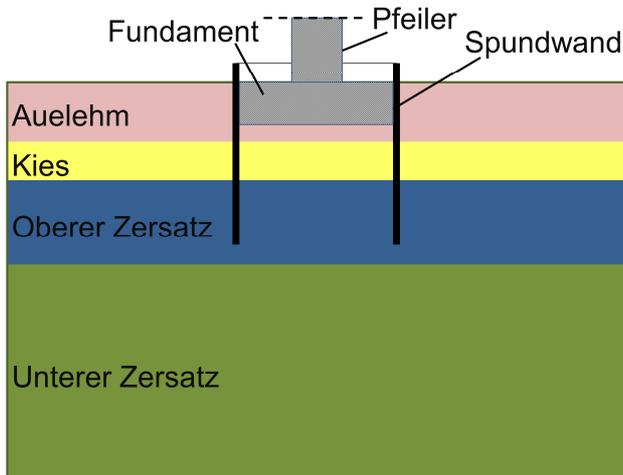


Abbildung 2: Baugrundmodell AA 32

Für die Ermittlung der Steifigkeitsparameter des HS Small Modells der einzelnen Bodenschichten wurden mit Ausnahme des Buntandsteinersatzes die entsprechenden Kennwerte dem Baugrundgutachten entnommen. Für die maßgebende Schicht des Buntsandsteines wurden gemäß den Nacherkundungsergebnissen 2 verschiedene Zonen modelliert. Zur Erfassung einer realitätsnahen Steifigkeit wurde in der „oberen Zone“ auf Basis der Messergebnisse bei der jeweiligen Belastung eine Variation der Steifigkeitsparameter vorgenommen.

Die Steifigkeitsparameter für die „untere Zone“ des Buntsandsteines wurden auf der Basis des Baugrundgutachtens ermittelt.

Die weiterhin für das HS Small Modell erforderlichen Festigkeitsparameter ϕ und c wurden dem Baugrundgutachten entnommen.

4.4 Nachrechnungen der Spundwandprobelastung

Das Baugrundmodell wurde zunächst für die Nachrechnung der Spundwandprobelastung herangezogen. Dazu wurde eine Doppelbohle als Plattenelement mit umgebenden Interface-Elementen in einem 3D-FE Modell berücksichtigt. Die anschließende phasen-

weise Belastung der Doppelbohle wurde entsprechend der Versuchsdurchführung in einzelnen Laststufen mit Ent- und Wiederbelastungsphasen angenommen.

Ein Schwerpunkt bei der Nachrechnung der Spundwandprobelastung lag bei der Parametrisierung der Interface-Elemente, die das Reibungsverhalten zwischen Spundbohle und umgebenden Boden wiedergeben. Der sogenannte Reibungsreduktionsfaktor R_{inter} der Interface-Elemente wurde dabei zwischen 0,90 bis 1,00 variiert und die Berechnungsergebnisse mit den Ergebnissen der Spundwandprobelastung gegenübergestellt (siehe Abbildung 3).

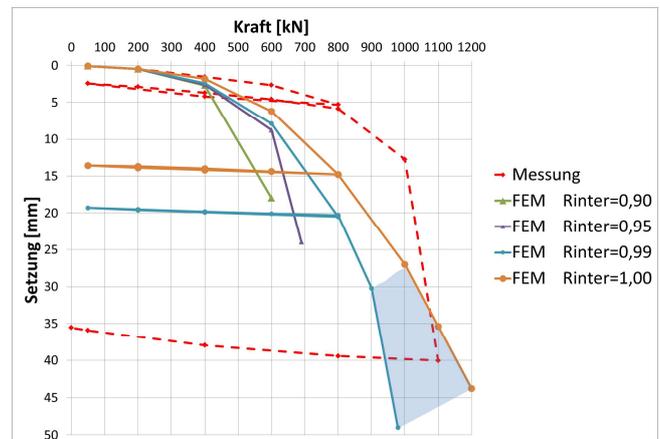


Abbildung 3: Berechnungsergebnisse der Nachrechnungen der Spundwandprobelastung

Auf Basis dieser Variation konnte bei einem Reibungsreduktionsfaktor $R_{inter} = 0,99$ eine näherungsweise gute Übereinstimmung mit den Messergebnissen der Spundwandprobelastung erzielt werden. Dieser Reibungsreduktionsfaktor wurde in den weiteren Berechnungen verwendet.

4.5 Untersuchungen zur Tragfähigkeit

Die rechnerischen Untersuchungen zur Tragfähigkeit der Spundwandkastengründung einschließlich der mittragenden Wirkung des Fundamentes wurden für die maximalen charakteristischen ständigen Lasten von $F_k \approx 24$ MN sowie die maximalen charakteristischen ständigen und veränderlichen Lasten von $F_k \approx 33$ MN vorgenommen.

Es wurde jeweils eine Phi-c-Reduktion durchgeführt, aus der sich ein globaler Sicherheitsfaktor η ermitteln lässt.

Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse dieser Phi-c-Reduktion in Bezug zu den erfolgten Berechnungsschritten (step).

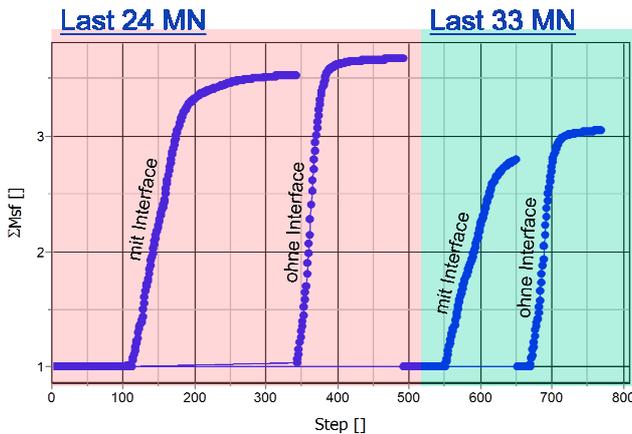


Abbildung 4: Ergebnisse der Phi-c-Reduktion

Bei einer maximalen Last von $F_k \approx 33$ MN ergibt sich die kleinste Sicherheit von $\Sigma Msf \approx 2,8$, die größer als eine erforderliche globale Sicherheit von $\eta = 2$ ist. Diese globale Sicherheit entspricht dem geforderten Sicherheitsniveau auf der Grundlage von Teilsicherheiten gemäß den geltenden neusten Sicherheitsnormen.

Anhand der vorliegenden 3D-FE Berechnungen ist somit der Nachweis der Tragfähigkeit des Gesamtragsystems der Spundwandkastengründung erbracht.

Die Ergebnisse dieser 3D-FE Berechnungen wurden darüber hinaus auch mittels konventioneller Berechnungen bestätigt.

4.6 Setzungsprognosen infolge ständiger Lasten

Anhand des auf Basis der Messergebnisse kalibrierten 3D-FE Berechnungsmodells wurde eine erste Verformungsprognose für noch zu erwartende Setzungen im Zuge der weiteren Lastaufbringung erstellt.

Aufgrund der vorliegenden Baugrundinformationen wurden verschiedene Berechnungsszenarien untersucht, bei denen im Wesentlichen Variationen der Steifigkeit der maßgebenden Schicht des Buntsandsteines vorgenommen wurden (siehe Abschnitt 4.3).

Im Ergebnis dieser Berechnungen ist eine weitere Setzungszunahme infolge der noch aufzubringenden ständigen Lasten von ca. 3 – 6 cm zu erwarten. Abbildung 5 zeigt beispielhaft das Ergebnis für das Berechnungs-

szenario 2 sowie die Gegenüberstellung mit den vorliegenden Messergebnissen.

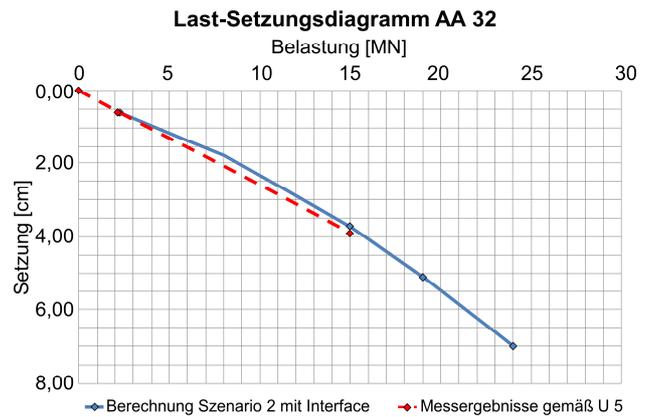


Abbildung 5: Ergebnis erste Verformungsprognose (Beispiel Szenario 2)

Die Ergebnisse dieser Verformungsprognosen sowie des erbrachten Tragfähigkeitsnachweises bildeten die Grundlage für die Entscheidung, den Bau an der AA 32 wieder aufzunehmen und dabei weitere Lasten aufzubringen. Es wurde aufgrund der noch zu erwartenden Setzungen weiterhin entschieden, dass zum Ausgleich von Setzungsdifferenzen eine gemäß der Spannungsreserven der Überbauten schrittweisen Anhebung der Überbauten mittels Pressen vorzunehmen ist.

Da auf der Basis des erbrachten Tragfähigkeitsnachweises ein Versagen der Gründung ausgeschlossen werden konnte, wurde die weitere Nachweisführung für die AA 32 entsprechend den Grundsätzen der Beobachtungsmethode geführt. Die Beobachtungsmethode ist eine Kombination der üblichen geotechnischen Untersuchungen und Berechnungen (Prognosen) mit der laufenden messtechnischen Kontrolle des Bauwerkes und des Baugrundes.

Dazu wurden mit weiterem Bauablauf auf der Basis der messtechnischen Überwachung weitere rechnerische Verformungsprognosen aufgestellt. U.a. wurden dabei auch Prognosen der zu erwartenden Setzungen infolge Zugverkehr angestellt. Dabei wurden rechnerische Untersuchungen sowohl für einen statischen Lasteintrag infolge stehender Züge als auch für dynamische Beanspruchungen infolge Zugverkehr vorgenommen.

Im nachfolgenden Abschnitt wird kurz auf die Vorgehensweise zur Ermittlung von bleibenden Fundamentverformungen infolge dyna-

mischer Beanspruchungen aus Zugverkehr eingegangen.

4.7 Setzungsprognosen infolge dynamischer Verkehrsbeanspruchung

Zunächst ist anzumerken, dass für die Ermittlung von Verformungen im Baugrund unter sehr oft wiederkehrender dynamischer bzw. zyklischer Belastung kein anerkanntes Berechnungsverfahren existiert. Die Analyse des Spannungs-Verformungs-Verhaltens von Böden bei Beanspruchungen mit sehr großer Zyklenanzahl und verschiedenen Amplituden ist derzeit immer noch Gegenstand umfangreicher wissenschaftlicher Untersuchungen. Zur Abschätzung bleibender Setzungen infolge von Verkehrsbeanspruchungen während der Nutzungsdauer der Saale-Elster-Talbrücke wurde deswegen eine vereinfachte Vorgehensweise mit den folgenden 3 Phasen gewählt:

1. Ermittlung der auf die Gründung einwirkenden Beanspruchung infolge Zugverkehr anhand dynamischer 3D Finite-Elemente-Berechnungen.
2. Bestimmung der repräsentativen Einbindetiefe einer Ersatzgründung als Einzel-fundament anhand konventioneller Setzungs-berechnungen
3. Ermittlung der Setzungen infolge zyklischer Beanspruchungen nach dem Entwurf der RiL 836.0402

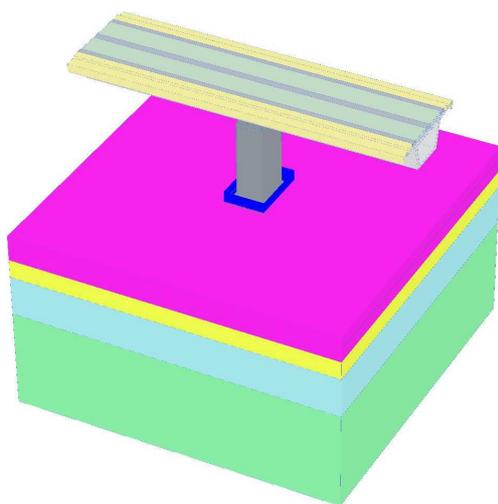


Abbildung 6: 3D Berechnungsmodell für dynamische Berechnungen
Abbildung 6 zeigt das 3D Berechnungsmodell, an dem die Verminderung der Beanspruchung infolge Zugverkehrs durch das

Brückenbauwerk hindurch auf dessen Gründung untersucht wurde. Es wurde eine auf die Gründung wirkende Abminderung der Zugverkehrsbeanspruchung um ca. 20 % ermittelt.

Im Ergebnis dieser Setzungsabschätzung wurden Verformungen infolge dynamischer Zugverkehrsbeanspruchung in der Größenordnung von ca. 5 mm ermittelt.

5. Bautechnische Maßnahmen

Aufgrund der noch zu erwartenden Setzungen sowie der bisherigen messtechnischen Überwachung wurde nach Herstellung der Überbauten zur Setzungs-vorwegnahme eine Vorbelastung an der AA 32 durchgeführt. Diese diente auch zur weiteren Verifizierung der Verformungsprognosen. Die Höhe sowie der Zeitraum der Lastaufbringung dieser Vorbelastung wurde so gewählt, dass damit der Lastfall von 2 stehenden, schweren Zügen auf der AA 32 über 2 Wochen simuliert werden konnte.

Die Lastaufbringung konnte mit auf dem Baufeld zur Verfügung stehenden Betonplatten realisiert werden. Es wurden insgesamt 184 Betonplatten mit einem Gewicht von ca. 9 MN auf die Überbauten gestapelt. In Abbildung 7 ist die temporäre Vorbelastung mittels Betonplatten dargestellt.



Abbildung 7: Vorbelastung mittels Betonplatten an der AA 32

Während dieser Vorbelastung wurde die messtechnische Überwachung an den Pfeilern mit sehr engem Messzyklus vorgenommen. Zur Erfassung des Baugrundverhaltens

während dieser Vorbelastung wurde 2mal täglich gemessen.

Es hat sich gezeigt, dass mit den im Vorfeld angestellten Verformungsprognosen ausreichend genaue Setzungszunahmen bei weiterer Lastaufbringung ermittelt werden konnten. Die Verformungsprognosen konnten somit auf Basis dieser Vorbelastung bestätigt werden.

6. Zusammenfassung

An der Saale-Elster-Talbrücke, die im Zuge des Neubaus der Hochgeschwindigkeitsstrecke Erfurt – Leipzig/Halle im Rahmen des Verkehrsprojektes Deutsche Einheit (VDE) 8.2 errichtet wird, wurden an einem Pfeiler große, nicht zu erwartende Setzungen im Zuge des Baufortschrittes festgestellt. Der Beitrag widmet sich der Vorgehensweise zur Klärung der Ursachen für diese eingetretenen Setzungen sowie den daraus ergebenden, erforderlichen Maßnahmen.

Es werden die aufgrund der hohen Verformungsanforderungen erforderlichen rechnerischen Untersuchungen zur Gebrauchstauglichkeit, die auf der Basis von Nacherkundungen sowie von Spundwandprobelastungen aufgestellt wurden, vorgestellt.

Weiterhin werden in dem Beitrag die aus den Untersuchungen resultierenden erforderlichen bautechnischen sowie messtechnischen Maßnahmen näher beschrieben. Neben einer sehr detaillierten messtechnischen Überwachung der Verformungen, die während der gesamten Untersuchungen vorgenommen wurde, waren an dem Pfeiler eine Vorbelastung durch eine temporäre Auflast zur Setzungsvorwegnahme sowie die Anhebungen der Überbauten zum Ausgleich von Setzungsdifferenzen an den Überbauten zu den benachbarten Pfeilern erforderlich gewesen.

Mit diesen Maßnahmen ist auch im Bereich des setzungsauffälligen Pfeilers eine ausreichende Gebrauchstauglichkeit des Brückenbauwerkes für den Hochgeschwindigkeitsfahrweg gegeben.

7. Quellen

- [1] Görnitz, S.; Analyse und Stabilisierungsvorschläge für die außerplanmäßigen Setzungen der Pfeilergründungen am Vorhaben Saale-Elster-Talbrücke; Diplomarbeit: HTWK Leipzig, 09.2012
- [2] Ril 836.0402 (Entwurf) – Erdbauwerke / Erdbauwerke bemessen; 21.04.1997
- [3] DIN FB 101 – Einwirkungen auf Brücken; März 2009
- [4] Manuals Plaxis® 3D 2012, Plaxis b.v., Delft, Niederlande