

Geotechnische Erfahrungen bei der Planung und Ausführung der Erdbauwerke für eine ca. 1000 km lange Hochgeschwindigkeitsbahnstrecke mit Fester Fahrbahn in China

Dipl.-Geol. Martin Kreutzer, OBERMEYER PLANEN + BERATEN GmbH
Dr.-Ing. Lutz Vogt, BAUGRUND DRESDEN

Gegenwärtig wird auf ca. 1000 km von Wuhan nach Guangzhou in China eine ca. 1000 km lange Hochgeschwindigkeitseisenbahnstrecke mit Fester Fahrbahn und einer geplanten Fahrtgeschwindigkeit von bis zu 350 km/h gebaut. Die Strecke ist durch eine komplexe Topografie und durch schwierige Baugrundverhältnisse gekennzeichnet. Erschwerend kommt hinzu, dass wegen der kurzen Bauzeit nur geringe Liegezeiten für die Erdbauwerke und die Großbrücken zur Verfügung stehen. Im Rahmen der Beratung des Bauherrn konnten u. a. Standards für die Gesamtheitliche Verformungsbetrachtung eingeführt und eine durchgehende Nachweisführung für die Gebrauchstauglichkeit des Fahrweges durchgesetzt werden.

1. Einleitung

Die geplante Hochgeschwindigkeitseisenbahnstrecke (Passenger Dedicated Line, PDL) Wuhan – Guangzhou verläuft über eine Länge von ca. 960 km von Wuhan in Zentralchina durch die Provinzen Hubei, Hunan und Guangdong nach Guangzhou (Kanton) im Bereich des Perlfloss-Deltas.

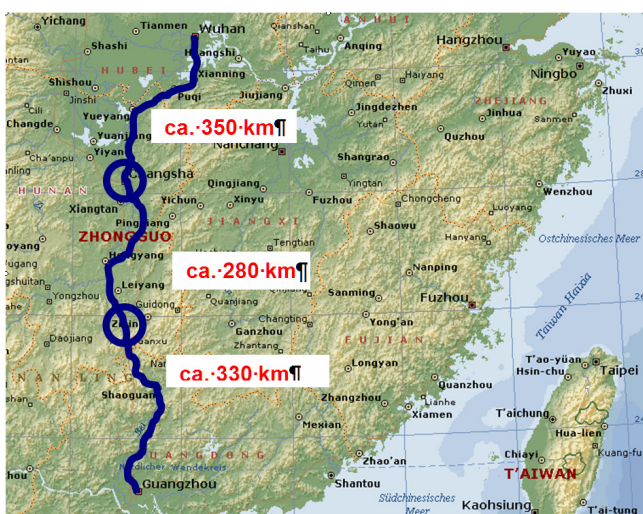


Bild 1: Übersichtskarte mit Streckenverlauf

Als Teil der neuen Hochgeschwindigkeitsachse Peking – Shenzhen (- Hongkong) ist sie als die

wichtigste Nord-Süd-Verbindung in der Volksrepublik China anzusehen. Die Strecke mit der Entwurfsgeschwindigkeit von 350 km/h und Fester Fahrbahn wird mit 18 neuen Bahnhöfen ausgestattet und soll Verknüpfungen zum bestehenden Eisenbahnnetz erhalten. Aufgrund der sehr schwierigen geologischen und morphologischen Verhältnisse ergibt sich aus der Planung folgende Verteilung von Erd- und Kunstbauwerken auf der Strecke:

- ca. 323 km Erdbau (35 %)
- ca. 472 km Brücken (677 Stück, 48 %)
- ca. 165 km Tunnel (231 Stück, 17 %)

Ein Großteil der Bauwerke bewegt sich im Bereich von Längen zwischen 100 m und 500 m. Daraus wird deutlich, dass ein relativ kurzfristiger Wechsel von Ingenieur- und Erdbauwerken erforderlich wird. Die sich daraus ergebenden vielen Übergangsbereiche zwischen den einzelnen Bauwerken erfordern vor allem in Bezug auf eine ganzheitliche Setzungsbetrachtung technisch anspruchsvolle Lösungen.

Bauherr ist die vom Chinesischen Eisenbahnministerium mit der Abwicklung des Projekts beauftragte Wuhan – Guangzhou Railway Passenger Transportation Co. Ltd. mit Sitz in Wuhan. Als Berater des Bauherrn (Consultant) ist ein Konsortium beauftragt, das aus den beiden chinesischen Planungsbüros Fourth Survey and Design Institute of Chinese Railways (FSDI) und Second

Survey and Design Institute of Chinese Railways (SSDI) sowie dem deutschen Planungs- und Beratungsbüro OBERMEYER PLANEN + BERATEN besteht. Sowohl die Planungs- als auch die Bauleistungen werden größtenteils von chinesischen Planungsbüros bzw. Baufirmen erbracht. Bei den Bauüberwachungsleistungen werden dagegen Konsortien aus chinesischen Bauüberwachungsbüros und ausländischen Büros (Foreign Supervisors) herangezogen.

OBERMEYER PLANEN + BERATEN ist damit beauftragt, als Consultant Beratungen in Bezug auf international akzeptierte Standards, Normen, Theorien und Methoden zu liefern. Der Beratungsprozess beinhaltet Beratungen für Planung, Bauausführung und Probetrieb für alle Gewerke wie Erdbau, Brücken, Tunnel, Feste Fahrbahn, Signalisierung, Elektrifizierung, Bahnstromversorgung, Inbetriebnahme, Testbetrieb und umfassende Unterhaltung. Die Schwerpunkte sind auf die Themenbereiche Hochgeschwindigkeit in Verbindung mit Fester Fahrbahn gesetzt. Dazu wurde durch OBERMEYER ein interdisziplinäres Beraterteam zusammengestellt.

Ein besonderes Interesse der chinesischen Partner besteht an der Implementierung eines wirkungsvollen Interface-Management-Systems, um durch frühzeitige Koordination der einzelnen Gewerke in Planung und Ausführung einen möglichst reibungslosen Planungs- und Bauablauf gewährleisten zu können. Dies ist vor allem im Zusammenhang mit der kurzen Realisierungszeit von nur vier Jahren vom ersten Spatenstich bis zur Inbetriebnahme zu sehen. Die Beratungsaufgaben sind in drei verschiedene Phasen gegliedert:

1. Im Zuge der Prüfung der Entwurfsplanung wurden und werden gemeinsam mit den chinesischen Consultants und den Planern technische Lösungen entwickelt, die zum Teil auch in Neufassungen des chinesischen Vorschriftenwerks festgeschrieben werden.

2. Basierend auf diesen Festlegungen wird dann durch die chinesischen Planer die Ausführungsplanung erstellt, die vom Consultant geprüft und freigegeben wird.

3. Im Zuge der Realisierung ist OBERMEYER an der Entwicklung und Umsetzung der erforderlichen Bautechnologien beteiligt. Diesbezüglich werden Verfahrensanweisungen und Arbeitsbeschreibungen der beteiligten Baufirmen geprüft. Nach der Festlegung auf einheitliche Standards für die gesamte Strecke werden diese auch in der Ausführung auf der Baustelle kontrolliert. OBERMEYER wurden diesbezüglich ausgewähl-

te Bauwerke zugeteilt, die besonders schwierige Verhältnisse und Umstände repräsentieren.

Seit August 2005 ist OBERMEYER mit einer interdisziplinären Expertengruppe, die durch BAUGRUND DRESDEN in den Fachgebieten Geotechnik und Feste Fahrbahn unterstützt wird, vor Ort in Wuhan.

Die Realisierung der Bahnstrecke hat bereits im Dezember 2005 begonnen. Die Inbetriebnahme ist für den 31.12.2009 geplant. Als erforderliche Gesamtinvestitionen sind ca. 120 Milliarden RMB (ca. 12 Milliarden Euro) veranschlagt. Daraus gehen ca. 90 Milliarden RMB (ca. 9 Milliarden Euro) Baukosten hervor.



Bild 2: Erdbau und Untergrundverbesserungsmaßnahmen

Die PDL Wuhan – Guangzhou weist eine Vielzahl schwieriger und interessanter geotechnischer Aufgabenstellungen auf.

Entlang der Trasse werden Dämme mit Höhen bis zu 8 m errichtet und Einschnitte mit Tiefen bis über 35 m ausgehoben. Da der Baugrund bereichsweise sehr schwierig ist, erfordern die Dammbauwerke in der Regel Untergrundverbesserungsmaßnahmen, um die Standsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit zu sichern. Besonders wichtig ist dabei der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit der Hochgeschwindigkeitsbahnstrecke, da einerseits die zulässigen Verformungen nach Einbau der Fester Fahrbahn gering sind und andererseits durch den sehr ehrgeizigen Bauzeitenplan nur wenig Zeit zwischen der Fertigstellung der Dämme und dem Einbau der Fester Fahrbahn zur Verfügung steht.

Die chinesischen Planer hatten für die Untergrundverbesserungsmaßnahmen Regelbauweisen vorgesehen, die anhand von Anwendungskriterien, aber ohne explizite Dimensionierungen bzw. Nachweise ausgewählt werden. Insbesondere

wurden grundsätzlich keine Berechnungen zum Zeit-Setzungs-Verhalten durchgeführt. Im Rahmen der Beratung und Planprüfung galt es, die Randbedingungen zum Einsatz der vorgesehenen Untergrundverbesserungsmaßnahmen mit den Planern abzustimmen, die gewählten Maßnahmen an ausgewählten Beispielen mit Hilfe von unabhängigen Vergleichsberechnungen zu überprüfen und den chinesischen Planern die verwendete Nachweisführung zu erläutern. In diesem Zusammenhang konnten die Grundsätze und die Durchführung der Gesamtheitlichen Verformungsbetrachtung entlang des Fahrweges für das Projekt eingeführt und umgesetzt werden.

Für die mit sehr hohen Geschwindigkeiten befahrenen Erdbauwerke galt es weiterhin nachzuweisen, dass die dynamische Stabilität gesichert ist. Da jedoch dazu bei den chinesischen Planern noch keine Erfahrungen vorlagen, wurde im Rahmen der Beratung ein Konzept zum Nachweis der dynamischen Stabilität vorgestellt und die Nachweise an exemplarischen Stellen geführt.

Ein weiteres großes Aufgabenfeld für die geotechnische Beratung ergab sich aus der Vorgabe bzw. dem Abgleich von Nachweismethoden für die erreichte Verdichtung der Dammbauwerke. Da die Bemessung der Festen Fahrbahn auf dem Verformungsmodul E_{v2} an Oberkante Frostschuttschicht basiert, musste eine Kalibrierung der in China üblichen Nachweisverfahren anhand des E_{v2} -Wertes durchgeführt werden. Für den Nachweis der erreichten Verdichtungsqualität der einzelnen Dammschüttlagen wurden die flächendeckende Verdichtungskontrolle und die an die verwendeten Schüttmaterialien angepassten Methoden zur direkten Dichtepfung im Rahmen der Bauausführung diskutiert.

Die PDL Wuhan – Guangzhou durchquert große Abschnitte mit Karsterscheinungen im Untergrund. Sowohl für die Tunnel als auch für die Erdbauwerke mussten die Gefährdung der Strecke durch Karststrukturen bewertet und der Fahrweg entsprechend ertüchtigt werden.

2. Gesamtheitliche Verformungsbetrachtung

Als Gesamtheitliche Verformungsbetrachtung bezeichnet man eine auf den Grundsätzen der Beobachtungsmethode beruhende Vorgehensweise, durch die bauwerksübergreifend entlang des gesamten Hochgeschwindigkeitsfahrweges nachgewiesen wird, dass die nach Einbau der Festen Fahrbahn zu erwartenden bleibenden Verformun-

gen und Verformungsunterschiede die zulässigen Werte nicht überschreiten. Größe und zeitlicher Verlauf der Verformungen längs des gesamten Fahrweges sind dazu möglichst experimentell gestützt rechnerisch zu prognostizieren, mit den zulässigen Werten zu vergleichen und bei Bau und Betrieb der Strecke durch Messungen zu kontrollieren.

Die Prognosen sind gegebenenfalls anhand von Messungen zu verbessern. Falls erforderlich, ist die Einhaltung der Verformungsanforderungen durch konstruktive Maßnahmen zu sichern. Dazu stehen vor allem Untergrundverbesserungsmaßnahmen und eine bauzeitliche Überschüttung der Dämme zu Auswahl.

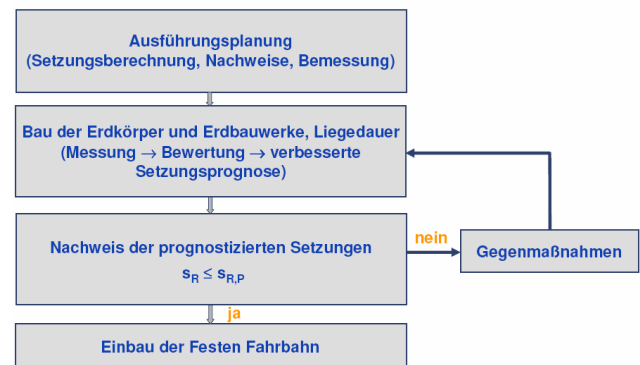


Bild 3: Ablauf der Gesamtheitlichen Verformungsbetrachtung

Im ersten Schritt galt es, die zulässigen Verformungen der Erdbauwerke ab Einbau der Festen Fahrbahn abzustimmen. Im Rahmen der Beratung wurden die Verformungsanforderungen aus den deutschen Vorschriften erläutert und als Bemessungs- sowie Nachweisgrundlage empfohlen. Vor allem die Erläuterung der Anwendung des im Rahmen der Planung maximal zulässigen Ausrundungsradius war für den Fall, dass das Korrekturmaß des Schienenbefestigungssystems überschritten wird, langwierig und schwierig. Letztendlich wurde durch das chinesische Eisenbahnministerium entschieden, dass die Verformungsanforderungen gemäß den deutschen Vorschriften der Planung zugrunde gelegt werden sollen. Zudem wurde vorgegeben, dass das vorhandene Korrekturmaß des Schienenbefestigungssystems als zulässige Größe der Verformungen der Erdbauwerke ab Einbau der Festen Fahrbahn anzunehmen ist. Durch OBERMEYER wurde für einen exemplarischen Abschnitt eine Gesamtheitliche Verformungsbetrachtung als Vorlage für die chinesischen Planer durchgeführt.

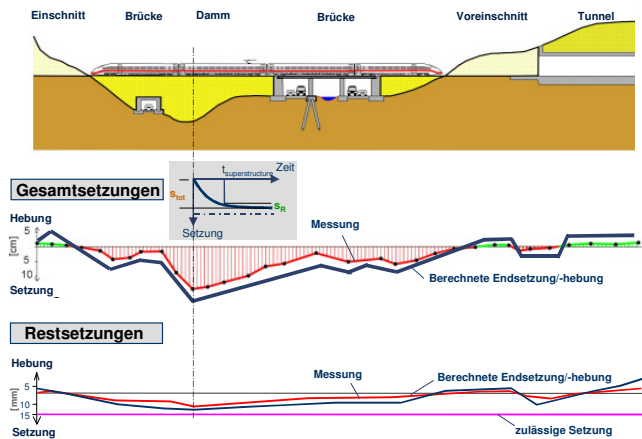


Bild 4: Exemplarische Darstellung der Gesamtheitlichen Verformungsbetrachtung

Es stellte sich heraus, dass die chinesischen Planer auf der einen Seite noch keine genauen Angaben über die geplanten Schienenbefestigungssysteme und damit der Größe der Möglichkeit zur nachträglichen Höhenkorrektur geben konnten und auf der anderen Seite im Rahmen der rechnerischen Prognosen keine Zeit-Setzungen-Berechnungen durchgeführt hatten. Daraufhin wurden von OBERMEYER im Rahmen der Beratung und Planprüfung unabhängige Vergleichsberechnungen für einen gemeinsam mit dem Bauherren ausgewählten Streckenabschnitt durchgeführt und anhand der Ergebnisse die vom chinesischen Planer vorgesehenen Erdbau- sowie Untergrundverbesserungsmaßnahmen beurteilt. Die unabhängigen Vergleichsberechnungen dienten als eine Art „Musterplanung“.

Nachdem es offensichtlich geworden war, dass in der Kürze der vorhandenen Zeit bis zur geplanten Fertigstellung der Erdbauwerke keine ausreichenden Dammliegezeiten zum Abklingen der Setzungen vorhanden waren, wurden Dammbauwerke über eine Gesamtlänge von ca. 75 km durch tief gegründete Brückenbauwerke ersetzt, so dass großräumige und aufwendige Umplanungen auf einer Gesamtstrecke von ca. 200 km erforderlich wurden.

Weiterhin wurden durch die chinesischen Planer faktisch durchgehend massive Untergrundverbesserungen, die in der Regel als unbewehrte Pfähle mit einer darüber liegenden geogitterbewehrten Lastverteilungsschicht geplant wurden, angeordnet. Diese Untergrundverbesserungen wurden gemäß der chinesischen Vorschrift durch eine Erhöhung der Scherfestigkeit und Steifigkeit der betroffenen Bodenschichten in den Berechnungen angesetzt. Wiederum gab es keine expliziten Nachweise zur Tragwirkung, wie z.B. zur Einleitung der Lasten aus der Dammschüttung in die Pfähle. Daraufhin wurden von OBERMEYER

rechnerische Untersuchungen zum Tragverhalten der Dämme über den Untergrundverbesserungen mit unbewehrten Pfählen angestellt. Es wurden Berechnungen zur Lastabtragung über die Pfähle, Betrachtungen zur Einleitung der Lasten aus der Dammschüttung in die Pfähle nach den Empfehlungen der EB GEO sowie Berechnungen am „verschmierten System“ (Erhöhung der Scherfestigkeit und Steifigkeit der mit den Pfählen verbesserten Bodenschichten) unter Verwendung des Programms GGU-Settle durchgeführt.

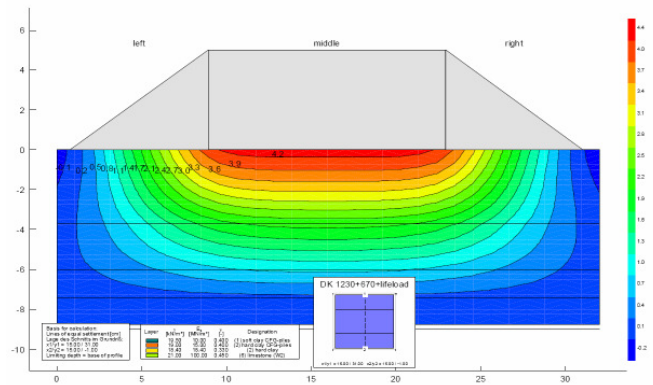


Bild 5: Berechnung der Dammsetzungen am „verschmierten System“

Es konnte gezeigt werden, dass mit den gewählten Untergrundverbesserungsmaßnahmen die Anforderungen an Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Fahrweges erfüllt werden, obwohl eine zum Teil deutliche Überbemessung zu verzeichnen war. Die Einhaltung der ehrgeizigen Terminvorgaben hatte jedoch für den Bauherrn absolute Priorität, so dass eine Optimierung gar nicht gewünscht war. Zudem zeigte die Bauausführung, dass die „Reserven“ aus der Planung oftmals einer ungenügenden Ausführungsqualität gegenüber standen, die durch den hohen Termindruck, aber auch die teilweise mangelhafte Ausbildung des ausführenden Personals sowie eine ungenügende Bauüberwachung bedingt wurde.

Zur messtechnischen Kontrolle der Verformungsprognosen ist im Rahmen der Ausführungsplanung ein geeignetes Messprogramm aufzustellen. Dazu wurden von OBERMEYER Messkonzepte erarbeitet und vorgegeben. Zuerst wurden den chinesischen Partnern die möglichen Messsysteme sowie deren Vor- und Nachteile erläutert. Darauf aufbauend wurden Vorschläge für Messquerschnitte, die Messhäufigkeit und die Art der Auswertung unterbreitet.

Es konnte erreicht werden, dass in allen Erdbauwerken Messeinrichtungen eingebaut wurden und dass vor Freigabe zum Einbau der Festen

Fahrbahn nachgewiesen werden musste, dass die Setzungsanforderungen eingehalten werden.

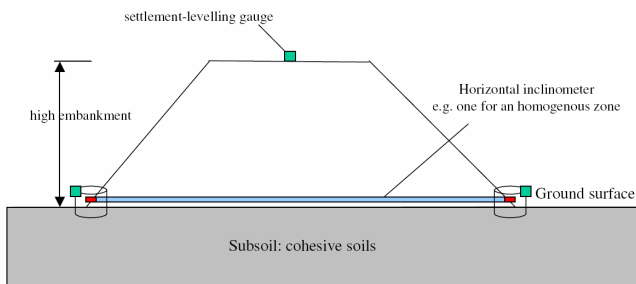


Bild 6: Vorschlag für einen Messquerschnitt in einem Damm

Wegen der massiven Untergrundverbesserungsmaßnahmen sind die tatsächlich eingetretenen Setzungen in den meisten Fällen gering und treten vergleichsweise schnell ein. Allerdings muss an der Richtigkeit einiger Messergebnisse gezweifelt werden, da die Messpunkte teilweise durch den Baubetrieb in Mitleidenschaft gezogen worden waren. Generell gab es große Unterschiede in der Mess- und Ausführungsqualität zwischen den einzelnen Bauunternehmen.



Bild 7: Setzungsmesseinrichtungen in einem Damm

3. Geotechnische Besonderheiten bei der Beratung

Eine interessante Aufgabenstellung war der Nachweis der erreichten Verdichtungsqualität der Erdbauwerke. Die deutschen Vorschriften geben hierzu Vorgaben für den Verdichtungsgrad auf der Grundlage des Proctor-Versuches und für den Verformungsmodul E_{v2} . Der Verformungsmodul E_{v2} dient zusätzlich als Eingangsparameter für die Dimensionierung der Festen Fahrbahn. Dagegen wird in China traditionell der Verformungsmodul

K_{30} mit der Einheit MPa/m, der aus der Erstbelastung einer Platte mit 30 cm Durchmesser bestimmt wird, verwendet. In Tabelle 1 sind die Verdichtungsanforderungen für Hochgeschwindigkeitseisenbahnstrecken in China angegeben. Dabei bedeuten $n \dots$ Porosität und $K \dots$ Verdichtungskoeffizient E_{v2}/E_{v1} .

Tabelle 1: Verdichtungsanforderungen für Hochgeschwindigkeitseisenbahnstrecken in China

	Subgrade bottom			Embankment below subgrade bed		
	Improved fine-grained soil	Sandy soil and fine gravel soil	Crushed stone and coarse gravel soil	Fine-grained soil Improved soil	Sandy soil and fine gravel soil	Crushed stone and coarse gravel soil
K_{30} [MPa/m]	≥ 110	≥ 130	≥ 150	≥ 90	≥ 110	≥ 130
E_{v2} [MPa]	≥ 60	≥ 60	≥ 60	≥ 45	≥ 45	≥ 45
E_{vd} [MPa]	≥ 35	≥ 35	≥ 35	-	-	-
K [-]	≥ 0.95	-	-	≥ 0.92	-	-
n [%]	-	≤ 28	≤ 28	-	≤ 31	≤ 31

Gemeinsam mit chinesischen Baufirmen wurden Probefelder angelegt, um einen Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Kennwerten zur Verdichtungskontrolle herzustellen. Es wurden 4 typische Schüttmaterialien untersucht.

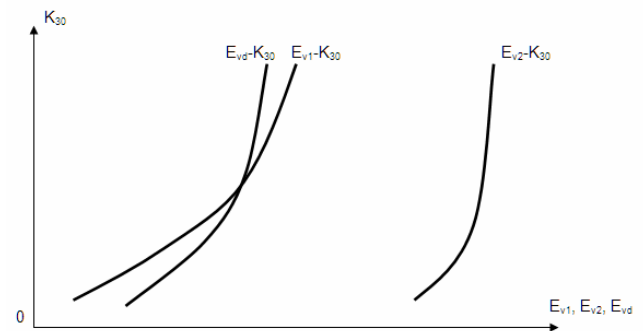


Bild 8: Korrelation zwischen den Verformungsmodulen E_{v1} , E_{v2} , E_{vd} und K_{30}

Den chinesischen Partnern wurde auch die flächendeckende dynamische Verdichtungskontrolle (FDVK) erläutert und empfohlen. Vor allem für die oberste Dammschicht sowie die Frostschutzschicht ist eine möglichst gleichmäßige Verdichtung erforderlich, um einen stetigen Fahrweg zu erhalten. Es wurden die Verfahrensweise der FDVK, die hierbei zu verwendenden Geräte, die Auswertung der Verdichtungsplots sowie die Erfordernis von Kalibrierfeldern und stichprobenartiger direkter Dichteproofungen erklärt.

Aufgrund der doch sehr kleinteiligen Bauwerksgeometrie und des hohen Maschinenbedarfs wurde jedoch von chinesischer Seite auf eine Anwendung der FDVK verzichtet.

Für die eigentliche Organisation und Überwachung der Verdichtungskontrolle wurden im

Rahmen der Beratung von OBERMEYER zwar Vorschläge unterbreitet, eine direkte Einbindung während der Erdbauarbeiten erfolgte jedoch nur selten.



Bild 9: Karststrukturen im Tunnel

Die PDL Wuhan – Guangzhou führt durch verkarstetes Gebirge. Vor allem in den Tunneln, aber auch in sehr vielen Erdbauabschnitten und bei Brückengründungen musste mit Karsthohlräumen umgegangen werden. In den Tunnel führten teilweise spektakuläre Höhlenstrukturen zu großen Schwierigkeiten bei der Tunnelherstellung.



Bild 10: Karstinjektionen in einem Einschnitt

Generell wurde in Bereichen, in denen im Untergrund Karststrukturen vorlagen (Dammsohlen und Einschnittsbereiche) Zementinjektionen ausgeführt. Die zu injizierende Schicht bindet mindestens 5 m in den Bereich des verkarsteten Festgesteins ein und reicht bis mindestens 1 m unterhalb der Sohle der angetroffenen Hohlräume. Aus Zeit- und Kapazitätsgründen wurden nur bedingt Vorauserkundungen ausgeführt, so dass es zu sehr unterschiedlichem Betonverbrauch und unterschiedlichen Injektionszeiten kam. Im Ergebnis wurden teilweise große Mengen Zement in den Untergrund eingebracht.

Ein großer Teil des Untergrunds in den Erdbauabschnitten wurde mit sogenannten CFG-Piles (Cement-Flyash-Gravel-Piles) ertüchtigt. Sie mussten in so großer Anzahl hergestellt werden, dass eine Aneinanderreihung der eingebrachten Pfähle eine Strecke ergäbe, die nahezu $\frac{3}{4}$ der Entfernung von der Erde bis zum Mond entsprechen würde.

Diese unbewehrten Betonpfähle werden mit Hilfe eines Drehbohrgeräts mit Hohlschnecke in den Boden eingebracht und erreichen Längen von bis zu mehr als 30 m. Als lastverteilende Schicht über den Pfählen sind zwei Lagen Geogitter aufliegend auf den unbewehrten Kopfplatten der Pfähle vorgesehen.



Bild 11: Herstellung von mit CFG-Piles

Als Alternative zu den CFG-Piles wurde auch mit einer Vielzahl von verschiedenen Ramm-pfahl-Systemen gearbeitet, um den Untergrund ausreichend tragfähig zu gestalten.

Ein weiterer Schwerpunkt der Beratung von OBERMEYER war die beispielhafte Unterstützung einzelner Baufirmen bei der baulichen Umsetzung der Planung. Vor Ort wurden an Referenzabschnitten die Erbautechnologie, die Verdichtungskontrolle, der Einbau von Messinstrumenten zur Verformungsmessung und die Auswertung der Setzungsmessungen mit den Ausführenden trainiert. Zu dieser oftmals zähen Aufgabe gehörte eine gehörige Portion Idealismus, vor allem wenn man sich das Verhältnis der Probe-

bauwerke zur Gesamtstrecke vorstellt. Außerdem war oftmals nicht zu erkennen, ob ein Weitergeben des Erlernten innerhalb der Baufirmen stattfindet.

4. Schlussbemerkungen

Im Zuge der Beratung der chinesischen Partner konnten wichtige Vorgaben für die Nachweise von Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit vermittelt werden. Kernstück dabei war die Gesamtheitliche Verformungsbetrachtung. Einige dieser Vorgaben sind zwischenzeitlich in das chinesische Regelwerk zur Herstellung von Hochgeschwindigkeitsstrecken eingeflossen.

Die sehr engen Zeitvorgaben für den Erdbau und das Fehlen ausreichend langer Dammliegezeiten sind angesichts der sehr hohen Anforderungen an die zulässigen Verformungen der Grund dafür, dass einige ursprünglich geplante Erdbauwerke durch Brücken ersetzt wurden und praktisch bei allen Dammbauwerken umfangreiche Untergrundverbesserungsmaßnahmen erforderlich wurden. Aus der Sicht der deutschen Berater hätten mit etwas mehr Planungsvorlauf und besserer Planungscoordination auch weniger aufwendige Bauweisen verwendet werden können.

Die in China gebräuchlichen Regelbauweisen führen teilweise zu einer Überbemessung, was besonders bei den Untergrundverbesserungsmaßnahmen deutlich wurde. Man muss aber auch feststellen, dass dies auch ein Mittel zur Beherrschung enger Zeitvorgaben und nicht ausreichender Planungskapazitäten ist. Außerdem steht der Überbemessung eine teilweise nicht ausreichende Ausführungsqualität gegenüber. Durch die enorme Bautätigkeit, die nicht nur an fast allen Abschnitten der Hochgeschwindigkeitsstrecken von Wuhan nach Guangzhou gleichzeitig, sondern parallel dazu noch an vielen anderen Neu- und Ausbaustrecken in China stattfindet, ist die Zeit für Lernprozesse extrem kurz. Die Beratung durch ausländische Spezialisten und Bauüberwacher kann dabei immer nur sporadisch erfolgen.

Die Erfahrungen bei der Beratung haben gezeigt, dass eine enge Abstimmung aller ausländischen Berater wichtig ist. Innerhalb eines Projektes erspart eine Abstimmung zum Beispiel mit der Bauüberwachung, aber auch generell streckenübergreifend ständige Nachfragen, warum an anderer Stelle eine andere Antwort auf die gleiche Frage gegeben wurde.

Es ist festzustellen, dass beide Seiten voneinander gelernt haben. Die Entwicklung schreitet dort voran, wo viel und in kurzer Zeit gebaut wird. Manchmal wünscht man sich als deutscher Ingenieur, dass bei uns Bauprojekte so zielstrebig wie derzeit in China vorangetrieben werden, auch wenn die chinesischen Methoden nicht auf die westeuropäischen Verhältnisse übertragbar sind. Der derzeitige Bautenstand der PDL Wuhan – Guangzhou spiegelt die Leistungsfähigkeit der chinesischen Bauwirtschaft und Logistik wider.



Bild 12: Vorbereitungen zum Einbau der Festen Fahrbahn in einem Einschnitt

Quellennachweis

1. Vogt, L.; von Wolffersdorff, P.-A.; Seiler, J.: *Gesamtheitliche Verformungsbetrachtung bei Hochgeschwindigkeitsstrecken mit Fester Fahrbahn*. Vortrag zur VDEI-Tiefbautagung Dresden 2007
2. Schröck, U., Kreutzer, M.: *1000 Kilometer Neubaustrecke für Hochgeschwindigkeits-Eisenbahn Wuhan – Guangzhou*. Bautechnik 84 (2007), Heft 8, S. 583 - 586
3. Vogt, L.; von Wolffersdorff, P.-A.: *Hochgeschwindigkeitsstrecken mit Fester Fahrbahn – Geotechnische Messkonzepte und deren Umsetzung*. Vortrag zum DVW Seminar Nr. 71: Hochgeschwindigkeitsstrecken mit Fester Fahrbahn – Geotechnische Messkonzepte und deren Umsetzung Publikation in der DVW-Schriftenreihe unter Nr. 50, 2006
4. Vogt, L.; von Wolffersdorff, P.-A.; Rehfeld, E.: *Behaviour of slab track under extreme stress conditions*. Vortrag zum Euroean Slab Track Symposium in Brüssel am 22.02.2005; Veröffentlichung durch den IFV Bahntechnik.