

Auszug Gutachten selbstständiges Beweisverfahren (S. 8 - 14 Beweisfragen)

Frage

1. Was ist die Ursache für die Fahrbahnhebung auf der K6917 Altingen in Richtung Kayh zwischen dem Bahnhof Altingen und der Einmündung der K 1040?

Stellungnahme Geotechnischer Bericht Baugrunderkundung Seite 20

Die Fahrbahnhebungen in der K 6917 sind auf das so genannte Ettringitreiben zurückzuführen. In den entnommenen Proben der bindemittelverbesserten Schicht wurde mittels XRD, das Mineral Ettringit sowie teilweise Thaumasit nachgewiesen. Weiterhin ist als sulfatlieferndes Material Gips (Nachweis mit XRD) vorhanden.

Folgende, die Ettringitbildung begünstigende Bedingungen, sind am Standort erfüllt: Wasserangebot ist vorhanden, Tonminerale als Lieferant für Aluminat- und Silikationen sowie Dolomit (nachgewiesen mit XRD) sind vorhanden. Eine Erhöhung des pH-Wertes durch Bindemittelzugabe hat stattgefunden, Sulfatgehalte von 0,3 M.-% wurden im Untergrund unterhalb der Verfestigung und in der verfestigten Schicht nachgewiesen.

Hinweise für das sogenannte Anhydritschwellen wurden bis zu den Aufschlussentiefen von 5 m Tiefe unter SOK/GOK nicht gefunden.

Frage

- 1.1. Sind erhöhte Sulfatgehalte im Erdplanum die Ursache?
Worauf lassen sich diese zurückführen?

Stellungnahme Geotechnischer Bericht Baugrunderkundung
Seite 20+21

Die Baumaßnahme befindet sich nach den Untersuchungsergebnissen im Verbreitungsgebiet des Gipskeupers (kmGr). Wenige 100 Meter entfernt befindet sich eine Gipsabbau-Stätte. Daher ist nicht auszuschließen, dass gipshaltiges Abraummaterial im Untersuchungsbereich in der Vergangenheit eingebaut wurde. Unterhalb der mit Bindemittel behandelten Schicht wurden Schwemmhme bzw. holozänen Abschwemmmassen (Schicht 2) angetroffen, die von abgeglittenen Verwitterungsmassen höher gelegter Schichten stammen. Auch in diesen Schichten können Gipsbrocken vorhanden sein.

In den Verwitterungsbildungen sowie im Abraum der Gipskeuperschichten können Gipsreste enthalten sein, die die Ettringitbildung im Zuge der Bindemittelbehandlung der Böden hervorrufen können.

Die Ettringitbildung durch Sulfat-Überschuss in verfestigten Boden-Bindemittel-Gemisch tritt dann auf, wenn mehr Sulfat im Gemisch vorhanden ist als für die Hydratation des Bindemittels erforderlich ist. Im vorliegenden Fall wurden Sulfate im Boden (hier in Form von Gips) als Sulfatquelle nachgewiesen.

In den Proben, die aus den mit Bindemittel behandelten Böden in den Schadensbereichen entnommen wurden (KB 1, KB 3, KB5), wurden Sulfatgehalte von 5,18 M.-% bis 11,0 M.-% festgestellt.

Sulfate im Bindemittel kommen als Quelle für die o.g. Sulfatgehalte nicht in Frage. Bei einem max. Anteil von 4 M.-% Calciumsulfat im Bindemittel (Vorgabe nach DIN EN 197-1:2011-11), würde sich bei einer Zugabe von 3 M.-% Bindemittel (Dorosol C30) lediglich ein zusätzlicher Sulfatgehalt von 0,096 M.-% ergeben.

Daraus ergibt sich, dass als Sulfatquelle die ursprünglich vorhandenen Böden der Schicht 1c in Frage kommen.

Gemäß ZTV E-StB 17 [17] wird als Sulfat-Gehalt ein Wert von $< 0,3$ M.-% der Trockenmasse ($\triangleq 3000$ mg/kg) als unkritisch für bodenstabilisierende Maßnahmen erachtet (siehe Bild 6 : Auszug aus der ZTV-E StB 17). Die gemessenen Sulfat-Gehalte in der mit Bindemittel behandelten Schicht (Schicht 1c) liegen weit über diesem Grenzwert.

Ungeeignete Böden und Festgesteine für Bodenbehandlungen sind:

- Veränderlich feste Gesteine, z.B. Schluff- und Tonsteine, die sich nicht ausreichend zerkleinern lassen;*
- Organische Böden.*

Im Einzelfall können Bodenverbesserungen bei Böden angewandt werden, die für qualifizierte Bodenverbesserungen und Bodenverfestigungen ungeeignet sind. Bei sulfathaltigen Böden kann es bei Zugabe von Bindemitteln zur Bildung von Ettringit und Thaumasit mit Entfestigungen und auch erheblichen Quellhebungen kommen. Die Eignung vom sulfathaltigen Böden und Baustoffen ist bei eine Sulfatgehalt $> 0,3$ M.-% im Feststoff besonders zu untersuchen.

Bild 6: Auszug aus der ZTV-E StB 17

Frage

- 1.2. Wurde die Baumaßnahme durch die Antragsgegnerin nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik durchgeführt? Inwiefern lassen sich Verstöße feststellen? Sind diese eine Ursache oder Mitursache der Straßenschäden?

Stellungnahme Geotechnischer Bericht Baugrunderkundung
Seite 21+22

Soweit die übergebenen Unterlagen eine Beurteilung zulassen, wurde die Maßnahme durch die Baufirma nach den anerkannten Regeln der Technik durchgeführt.

Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass im untersuchten Schadensbereich (Station 0+000 bis 0+350) im Rahmen der Baugrunderkundung [5] kein Aufschluss angelegt wurde. Daten aus der vorangegangenen Baugrunderkundung [5] liegen daher für den Schadensbereich nicht vor. Gemäß EC 7-2 [20] ist für die Erkundung von Linienbauwerken ein Raster-Abstand der Erkundungspunkte von maximal 200m zu wählen.

In dem Bericht zur Baugrunderkundung [5] wird nicht erwähnt, durch wen die Anzahl und Ansatzpunkte der Aufschlüsse festgelegt wurden.

Die Frage, ob weitere Aufschlüsse im Schadensbereich (Station 0+000 bis 0+350) Hinweise auf erhöhte Sulfat-Gehalte im Untergrund ergeben hätten, kann nicht abschließend beantwortet werden.

Eine Verdichtung des Untersuchungsrasters hätte nicht zwangsläufig zu weiteren Erkenntnissen bezüglich erhöhten Sulfat-Gehalten führen müssen. Schließlich waren die Proben, die im Rahmen der Eignungsprüfung (ausgeführt vom Auftragnehmer) aus dem Bereich von Station 0+000 bis 0+300 entnommen wurden, hinsichtlich der Sulfat-Gehalte auch unauffällig, obwohl sie im späteren Schadensbereich liegen.

Aus dem Bericht zur Baugrunderkundung von 2017 [5] geht hervor, dass die Lage des Bauvorhabens im Verbreitungsgebiet des Gipskeupers bekannt war. Die Gefahr von Ettingittreiben durch die Behandlung von gipshaltigen Böden mit hydraulischen Bindemitteln ist in der Branche allgemein bekannt.

Ein Hinweis auf die Gefahr des Ettingittreibens in den Schichten des Gipskeupers war im Bericht zur Baugrunderkundung von 2017 [5] nicht enthalten.

Frage

- 1.3. Wurden die für die Bodenverbesserung der K 6917 erforderlichen Eignungsprüfungen nach den einschlägigen Regelwerken durchgeführt? Inwiefern ist dies nicht der Fall? Hat sich eine etwaige Unterlassung in den Schäden niedergeschlagen?

Stellungnahme Geotechnischer Bericht Baugrunduntersuchung
Seite 22+23

Die Eigenüberwachung der bauausführenden Firma ist den Untersuchungspflichten nach ZTV-E StB 17 [17] (einschlägiges Regelwerk) nachgekommen.

Für Bauabschnitt I wurde eine Mischprobe aus Station 0+700 und 0+800 hinsichtlich säurelöslichem Sulfat nach DIN EN 196-2:20013-10 untersucht, wobei der Grenzwert von 0,3 M.-% eingehalten wurde [12].

Für Bauabschnitt II liegt eine Sulfat-Analytik nach DIN EN 196-2:2013-10 vom 17.08.2020 vor. Die Probe stammt von Station 0+100 im Bereich des Wasserleitungsgrabens und ergibt ein Sulfat-Gehalt von 1,5 M.-% (weit über dem Bedenklichkeitsgrenzwert von 0,3 M.-% nach ZTV-E StB 17). Weiterhin wurde im Rahmen der Deklaration eines Haufwerks, das sich aus dem Aushub des Wasserleitungsgrabens zusammensetzte, erhöhte Sulfat-Konzentrationen festgestellt [2].

Am 18.08.2020 wurden drei weitere Proben aus Bauabschnitt II (zwischen Station 0+000 und 0+300) entnommen und hinsichtlich säurelöslichem Sulfat nach DIN EN 196-2:2013-10 untersucht, wobei der Grenzwert von 0,3 M.-% nach ZTV-E StB 17 in allen drei Proben eingehalten wurde [12].

Mit der Untersuchung von drei weiteren Proben im Bauabschnitt II nach dem ungewöhnlich erhöhten Sulfatgehalt bei Station 0+100 wurde aus bautechnischer Sicht angemessen auf den erhöhten Wert reagiert. Das Untersuchungsergebnis vom 17.08.2020 wurde nach den Nachuntersuchungen vermutlich als Ausreißer angesehen.

Allerdings ist hier zu beachten, dass die übergebenen Akten und Dokumente zeitlich und inhaltlich nicht eindeutig zugeordnet werden und nicht auf Vollständigkeit geprüft werden können.

Frage

- 1.4 Welche Aufwendungen sind zur fachmännischen Beseitigung der Schäden erforderlich und wie können im betroffenen Streckenabschnitt wiederkehrende Schäden dauerhaft vermieden werden?

Stellungnahme Geologischer Bericht Baugrunduntersuchung Seite 23

Auf Basis der Erkenntnisgewinne aus den durchgeführten Bohrungen und Sondierungen im Rahmen der Baugrunderkundung im Schadensbereich (2023/2024) kann aus heutiger Sicht folgende Sanierungsempfehlung gegeben werden:

Um die Schäden zu beseitigen ist der gebundene und ungebundene Oberbau sowie der mit Bindemittel behandelte Untergrund, d.h. bis mindestens 1,10 m unter OK Straße auszukoffern.

Eine Bodenverbesserung mit Bindemittel sollte aufgrund der Lage im Verbreitungsgebiet des Gipskeupers nicht ausgeführt werden.