

Institut für Geotechnik · Große Fischerstraße 5 · 28195 Bremen

Sondervermögen der Stadtgemeinde Bremen  
Bau und Vermietung von Nahverkehrsanlagen  
28195 Bremen

Ihr Zeichen  
Herr Dettmer  
Ihre Nachricht vom  
23.03.2015  
Unser Zeichen  
11686-104  
Durchwahl  
-2334  
Datum  
30.03.2015

### ***Straßenbahnquerverbindung Stresemannstraße im Bremer Osten***

4. Bericht:      *Grundwasserspiegeldruckhöhen im Bereich der Eisenbahnüberführungen  
Zeitreihenmessungen in Grundwassermeßstellen des Senators für Umwelt, Bau und  
Verkehr und des Bauherrn*

---

## **1            Vorgang**

Das *Sondervermögen Infrastrukturmaßnahmen der Stadtgemeinde Bremen* plant den Neubau einer Straßenbahnverbindung (Querverbindung) von der *Bennigsenstraße* über die *Stresemannstraße* und *Steubenstraße* zur *Julius- Brecht-Allee* im Bremer Osten (Anlage 1).

Die Planungsleistungen wurden der *Schüßler Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Düsseldorf*, übertragen, die bodenchemischen Untersuchungen der *B.A.U. Planung Gehrke & Schuderer GbR, Bremen*.

Das *Institut für Geotechnik (IGBre)* der *Hochschule Bremen* wurde vom *Sondervermögen Infrastrukturmaßnahmen der Stadtgemeinde Bremen* beauftragt, für dieses Bauvorhaben eine Baugrunderkundung durchführen zu lassen und ein schriftliches Gutachten zur Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung auszuarbeiten (Unterlage U 2). Gemäß den seinerzeit vorliegenden Daten zu den Grundwasserverhältnissen sollte dem Entwurf ein entspannter Grundwasserspiegelanstieg bis NN + rd. 3,3 m zugrunde gelegt werden.

4. Bericht: *Grundwasserspiegeldruckhöhen im Bereich der Eisenbahnüberführungen  
Zeitreihenmessungen in Grundwassermeßstellen des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr und des Bauherrn*

Die *Steubenstraße* wird von den Eisenbahnstrecken 2200 und 1740 auf Eisenbahnüberführungen<sup>1</sup> überquert (Anlage 2). Zur Straßenbahnpassage ist die Durchfahrtshöhe unter den EÜs durch Absenkung der Fahrbahnoberkanten zu vergrößern, wodurch ein Konflikt mit der Anforderung an einen hinreichenden Grundwasserflurabstand für den Straßenunterbau möglich wird.

Zur Beurteilung der Grundwasserverhältnisse wurde das *IGBre* beauftragt, drei Grundwassermeßstellen an den EÜs installieren zu lassen, die Meßstellen zur Aufnahme von Zeitreihen der Grundwasserspiegeldruckhöhen mit automatischen Meßwertaufnehmern auszurüsten, Zeitreihen der Grundwasserspiegeldruckhöhen aufzunehmen und als Ganglinien darzustellen.

Die Meßergebnisse bis Anfang Februar 2015 haben wir in unserem Bericht vom 11.02.2015 mitgeteilt (Unterlage U 1.2). Auf der Basis dieser Ergebnisse wurde abweichend von der Empfehlung im Gründungsgutachten vorbehaltlich der weiteren Meßergebnisse für die EÜ-nahen Flächen ein Bemessungswasserstand bei NN + rd. 2,8 m abgeschätzt (Unterlage U 1.4).

Zwischenzeitlich liegen die Zeitreihenmessungen von zwei Meßpegeln des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr (SUBV) vor, die eine Neueinschätzung des Bemessungswasserstands für die beiden EÜs erforderlich machen.

In diesem Bericht werden die Meßergebnisse dargestellt und eine Neueinschätzung des zu erwartenden Grundwasseranstiegspotentials mitgeteilt.

---

<sup>1</sup> Nachfolgend bezeichnet als EÜ 1740 (Süden) und EÜ 2200 (Norden), rd. 200 m entfernt. Die EÜs bestehen aus mehreren Einzelbrücken unterschiedlicher Generationen.

4. Bericht:     *Grundwasserspiegeldruckhöhen im Bereich der Eisenbahnüberführungen  
Zeitreihenmessungen in Grundwassermeßstellen des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr und des Bauherrn*

## **2           Unterlagen**

Zur Erarbeitung dieser Stellungnahme wurden folgende Unterlagen verwendet:

- U 1     Institut für Geotechnik (IGBre) der Hochschule Bremen
  - Straßenbahnquerverbindung Stresemannstraße im Bremer Osten
  - U 1.1   Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung.  
Az. 11686-101, 04.03.2012
  - U 1.2   Zeitreihen der Grundwasserspiegeldruckhöhen.
    - Baugrundaufbau an den Grundwassermeßstellen
    - Ausbauprofile der Grundwassermeßstellen
    - Ergebnisse der Messungen bis Februar 2015Az. 11686-102R01, 11.02.2015
  - U 1.3   Ergebnisse einer Baugrundnacherkundung an den Eisenbahnüberführungen EÜ 2200 (Nord) und EÜ 1740 (Süd)  
Allgemeine Baugrundbeurteilung.  
Az. 11686-103, 11.03.2015
  - U 1.4   Grundwasserspiegelhöhen.  
E-mail-Schreiben vom 06.02.2015
- U 2     Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Bremen
  - U 2.1   Haupttabellen der Grundwassermeßstellen GMS-109 und GMS-213.  
Erhalten per-E-mail-Schreiben vom 19.07. 2012
  - U 2.2   Ergebnisse der Zeitreihenmessungen in den  
Grundwassermeßstellen GMS-109 (Februar 2008 bis Februar 2015)  
und GMS-213 (Mai 1974 bis Februar 2015).  
Erhalten per-E-mail-Schreiben vom 12.03.2015

4. Bericht: Grundwasserspiegeldruckhöhen im Bereich der Eisenbahnüberführungen  
Zeitreihenmessungen in Grundwassermeßstellen des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr und des Bauherrn

### **3            Daten zum Grundwasser**

#### **3.1          Vorbemerkungen**

Seitens des Bauherrn wurden neben den Eisenbahnüberführungen EÜ 1740 (Süd) und EÜ 2200 (Nord) im September 2014 drei Grundwassermeßpegel eingerichtet und von uns zur Aufnahme von Zeitreihen mit elektronischen Meßwertaufnehmern ausgerüstet (Unterlage U 1.2).

Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (SUBV) betreibt rd. 0,75 km nördlich der EÜs die Grundwassermeßstelle GMS-109 (*Eislebener Straße, Vahr*) und rd. 1,15 km südwestlich die wesernahe Meßstelle GMS-213 (*Georg Bitter Straße, Hastedt*).

In einem Auszug aus der Baugrundkarte *Bremen* (Grundwasserkarte) ist die ungefähre Lage der EÜs mit den drei Grundwassermeßpegeln des Bauherrn sowie der beiden Meßstellen des SUBV eingetragen (Anlage 3).

#### **3.2          Archivdaten**

Gemäß den Angaben in der Baugrundkarte *Bremen* ist die entspannte Grundwasserspiegeldruckfläche in der Untersuchungsfläche zwischen NN + rd. 2,75 m und NN + rd. 3 m (Anlage 3) mit einer Grundwasserhauptfließrichtung in nördlicher Richtung zu erwarten (bezogen auf die Höchstwasserstände). Im Umfeld des Untersuchungsgebiets betreibt der *Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Bremen*, zwei Grundwassermeßstellen, rd. 0,75 km nördlich die Meßstelle GMS-109<sup>2</sup> bzw. rd. 1,15 km westlich die Meßstelle GMS-213<sup>3</sup>.

Gemäß den Haupttabellen wurden in den beiden Meßstellen folgende extremen Grundwasserspiegeldruckhöhen gemessen (Unterlage U 2.1):

Niedrigstwerte	GMS-109	NN + 1 m	August 1974
	GMS-213	NN + 0,99 m	Dezember 1979
Höchstwerte	GMS-109	NN + 2,43 m	Januar 1994
	GMS-213	NN + 2,75 m	Februar 1994

---

<sup>2</sup> Beobachtungszeitraum: 1974 bis 2002

<sup>3</sup> Beobachtungszeitraum: 1979 bis 1994



4. Bericht: Grundwasserspiegeldruckhöhen im Bereich der Eisenbahnüberführungen  
Zeitreihenmessungen in Grundwassermeßstellen des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr und des Bauherrn

### 3.3 Stichtagsmessungen

In der Tabelle 3.1 sind die während der Bohrsondierarbeiten im Januar 2013, im September 2014 und im Januar 2015 in den EÜ-nahen, unverrohrten Bohrsondierlöchern sowie in den verrohrten Bohrlöchern der Grundwassermeßstellen gemessenen Grundwasserspiegeldruckhöhen zusammengestellt.

**Tabelle 3.1 Ergebnisse der Stichtagsmessungen**

Standort	Januar 2013 (Unterlage U 1.1)			September 2014 (Unterlage U 1.2)			Januar 2015 (Unterlage U 1.3)		
	Meßstelle	m unter GOK	NN m	Meßstelle	m unter GOK	NN m	Meßstelle	m unter GOK	NN m
EÜ 1740 (Süd)	BS-10	1,0	+ 2,2	BS-101	2,6	+ 1,9	BS-201	1,9	+ 2,6
				GWP-101	2,7	+ 2	BS-202	2,4	+ 2,4
EÜ 2200 (Nord)	BS-12	1,6	+ 2,4	BS-102	2,2	+ 1,9	BS-203 BS-204	0,9 1,2	+ 3,2 + 3,3
				BS-103	2,7	+ 2,2			
				GWP-102	2,8	+ 1,9			
				GWP-103	2,4	+ 1,9			

Eine Unterscheidung von Stauwasservorkommen und entspanntem Grundwasseranstieg ist in den unverrohrten Bohrsondierlöchern nicht sicher möglich.

### 3.4 Zeitreihenmessungen

#### 3.4.1 Messungen des Bauherrn

Auf der Anlage 4 sind die Ergebnisse der Grundwasserspiegelmessungen als Ganglinien vom 03.09.2014 bis zum 09.02.2015 aufgetragen. In dem Beobachtungszeitraum von bislang 159 Tagen wurden folgende Extremwerte gemessen:

Pegel GWP-101	(EÜ 1740)	max	NN + rd. 2,40 m	(29.01.2015)
		min	NN + rd. 1,77 m	(09.12.2014)
Pegel GWP-102	(EÜ 2200)	max	NN + rd. 2,39 m	(29.01.2015)
		min	NN + rd. 1,78 m	(09.12.2014)
Pegel GWP-103	(EÜ 2200)	max	NN + rd. 2,42 m	(29.01.2015)
		min	NN + rd. 1,78 m	(17.10.2014)

Die Verläufe der drei Ganglinien sind affin und zeigen nahezu identische Extremwerte.

Die Messungen werden fortgesetzt.

4. Bericht:     *Grundwasserspiegeldruckhöhen im Bereich der Eisenbahnüberführungen  
Zeitreihenmessungen in Grundwassermeßstellen des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr und des Bauherrn*

### **3.4.2       Messungen des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr (SUBV)**

Der *Senator für Umwelt, Bau und Verkehr* betreibt die Grundwassermeßstelle GMS-109 seit 1974, die Meßstelle GMS-213 seit 1979. Die bislang gemessenen Extremwerte wurden uns seinerzeit mit der Haupttabelle vom SUBV mitgeteilt (Unterlage U 2.1, siehe auch Ziffer 3.2).

Mit E-mail-Schreiben vom 12.03.2015 wurden uns für die Meßstelle GMS-213 die vollständigen Zeitreihenmessungen, für die Meßstelle GMS-109 ab Februar 2008 vom *SUBV* zur Verfügung gestellt (Unterlage U 2.2)<sup>4</sup>. Die Zeitreihenmessungen sind auf der Anlage 5 als Ganglinien aufgetragen.

Der Meßpegel GMS-213 liegt rd. 1,2 km unterwasserseitig des *Hemelinger Weserwehrs* rd. 0,4 km vom Hochwasserschutzdeich und rd. rd. 0,95 km von der *Weser* entfernt, der Pegel GMS-109 rd. 2 km nördlich der *Weser* etwa auf der Höhe des Weserwehrs (die EÜs liegen etwa dazwischen, Anlage 3). Die beiden Pegel sind rd. 1,7 km voneinander entfernt.

Bei mittleren Weserwasserständen sind die Höchst- und Tiefstwerte der beiden Ganglinien vergleichbar, dazwischen liegen die Meßwerte in der wesernahen Meßstelle phasenweise regellos wechselnd etwas oberhalb oder etwas unterhalb der Ganglinie des Pegels GMS-109.

Nur bei Extremwasserständen der *Weser* zeigt der wesernahe Pegel GMS-213 eine um rd. 0,3 m höhere Grundwasserspiegeldruckhöhe als der Pegel GMS-109, dabei reagiert der wesernahe Pegel teils etwas später auf den Weserwasseranstieg als der Pegel GMS-109.

Offensichtlich werden die Grundwasserspiegeldruckhöhen in der Meßstelle GMS-109 auch vom *Wümme*-Wasserstand und von den globalen Grundwasserverhältnissen oberwasserseitig des *Weserwehrs* beeinflusst.

---

<sup>4</sup> Gemäß Auskunft des SUBV sind die Meßdaten vor dem Jahr 2008 verloren, das IGBre verfügt über die Meßreihe bis in das Jahr 2002.

4. Bericht: *Grundwasserspiegeldruckhöhen im Bereich der Eisenbahnüberführungen  
Zeitreihenmessungen in Grundwassermeßstellen des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr und des Bauherrn*

#### **4 Geotechnische Beurteilung der Meßergebnisse**

Auf der Anlage 6.1 sind die Ganglinien der Pegel des SUBV und des Bauherrn für die Phase gemeinsamer Meßzeiten aufgetragen (September 2014 bis Januar 2015). Danach liegen die Grundwasserspiegelhöhen an den beiden EÜs bei mittleren Wasserständen der Weser durchgängig oberhalb der Ganglinien in den Pegeln des SUBV (bezogen auf den wesernahen Pegel GMS-213 um rd. 0,5 m bis rd. 0,6 m höher, bezogen auf den wesefernen Pegel GMS-109 rd. 0,3 m bis rd. 4 m höher).

Die oberhalb der an den beiden Pegeln des SUBV gemessenen Werte der Grundwasserspiegeldruckhöhe an den beiden EÜs ist aus den Eintragungen in der Baugrunderkarte (Anlage 3) sowie aus den Grundwasserhöchstständen in den Meßpegeln des SUBV nicht ableitbar und war anhand dieser Daten nicht zu erwarten. Ob die Grundwasserspiegeldruckhöhen an den EÜs auch bei extremen Weserhochwasserständen höher sind als in den Pegeln des SUBV, ist mangels Hochwasserereignisse während des Beobachtungszeitraums September 2014 bis Januar 2015 nicht erkennbar.

Auf der Anlage 6.2 sind die 5 Pegelganglinien für den Zeitraum von Februar 2008 bis Januar 2015 aufgetragen (die Ganglinie der GMS-109 lag zunächst erst ab Februar 2008 vor, Ziffer 3.4.2). Selbst die Höchstwerte der Grundwasserspiegeldruckhöhen in den Pegeln des SUBV liegen während dieses Beobachtungszeitraums von rd. 7 Jahren unterhalb derjenigen in den Pegeln des SUBV. Nur die zyklischen Höchstwerte der Grundwasserspiegeldruckhöhen in den Pegeln des SUBV liegen oberhalb der Niedrigstwerte in den Pegeln an den EÜs.

In diesen Beobachtungszeitraum fällt das extreme Weserhochwasser HHThw bei NN + 5,24 m während des Sturmtiefs *Xaver* im Dezember 2013.<sup>5</sup>

Während der Beobachtungszeit ab 2008 liegt der Höchstwert in beiden Pegeln des SUBV um rd. 3 m unterhalb dem Weserhochwasserstand bei NN + rd. 2,3 m. Unter Berücksichtigung einer um rd. 0,5 m höheren Grundwasserspiegeldruckhöhe an den EÜs betrüge der zu erwartende Höchstwert der Grundwasserspiegeldruckhöhe dort NN + rd. 2,8 m.

Auf der Anlage 6.3 sind die Ganglinien der Pegeln des SUBV von Mai 1974 an aufgetragen (Meßdaten des Pegels GMS-109 vom Jahr 2002 bis 2008 fehlen). In den Jahren 1979 bis 2004 wurden in den Grundwassermeßstellen des SUBV mehrfach Grundwasserhöchststände über NN + 2,3 m gemessen, in der Meßstelle GMS-213 maximal bei NN + 2,75 m im Februar 1994. Dieser Höchstwert korrespondiert mit dem Hochwasser HHThw der Weser im Januar 1994 (Differenz rd. 2,7 m).

---

<sup>5</sup> Der bislang höchste Weserwasserstand HHThw wurde 1994 bei NN + 5,43 m gemessen, im November 2007 wurde während des Orkans Tilo ein maximaler Weserwasserstand bei NN + 5,08 m gemessen.

4. Bericht: *Grundwasserspiegeldruckhöhen im Bereich der Eisenbahnüberführungen  
Zeitreihenmessungen in Grundwassermeßstellen des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr und des Bauherrn*

Auffallend ist, daß trotz der relativ kleinen Differenzen zwischen dem maximalen Weserwasserstand im Jahr 1994 und den beiden Weserhochwasserständen im Jahr 2007 von 35 cm (Orkan *Tilo*) und im Jahr 2013 von 19 cm (Sturmtief *Xaver*) im Pegel GMS-213 deutlich geringere Pegelwasserstände (unterhalb NN + 2,3 m) als im Jahr 1994 gemessen wurden. Ursache hierfür kann in einer unterschiedlichen Verweildauer der Weserhochwassers bei den drei Hochwasserereignissen sein, Auswirkungen des Wehersatzneubaus rd. 180 m flußabwärts des alten Wehres zum Pegel GMS-213 hin können wegen der Inbetriebnahme im Juni 1993 ausgeschlossen werden. Demnach werden die Grundwasserverhältnisse auch an dem wesernahen Pegel nicht allein vom Weser-Wasserstand beeinflusst.

Nach der Gesamtheit der Daten ist im Bereich der EÜs mit einem Höchststand bei

$$\text{NN} + 2,75 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = \text{NN} + \text{rd. } 3,3 \text{ m}$$

zu rechnen. Dieser Wert entspricht dem in unserem Geotechnischen Bericht angegebenen abgeschätzten Höchstwert der Grundwasserspiegeldruckhöhe (Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung; Unterlage U 1.1).

Für die weitere geotechnische Beratung bei der Planung und der Realisierung dieser geotechnisch interessanten Baumaßnahme stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Prof. Dr.-Ing. H. Harder

Dr.-Ing. J. Rogner

- 
- Anlage 1 Ortsplan
  - Anlage 2 Lageplan
  - Anlage 3 Grundwassergleichenplan (Baugrundkarte) mit Lage der Grundwassermeßstellen des SUBV
  - Anlage 4 Ganglinien der Grundwassermeßstellen (GWM-101 bis GWM-103) des Bauherrn
  - Anlage 5 Ganglinien der Grundwassermeßstellen GMS-213 und GMS-109 des SUBV
  - Anlage 6 Vergleich der Ganglinien
  - Anlage 6.1 Meßzeitraum September 2014 bis Februar 2015
  - Anlage 6.2 Meßzeitraum Februar 2008 bis Februar 2015
  - Anlage 6.3 Meßzeitraum März 1979 bis Februar 2015



## **Straßenbahnquerverbindung Stresemannstraße im Bremer Osten**

### **4. Bericht: Grundwasserspiegeldruckhöhen im Bereich der Eisenbahnüberführungen Zeitreihenmessungen in Grundwassermeßstellen des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr und des Bauherrn**

#### **Ortsplan**






**Straßenbahnquerverbindung  
Stresemannstraße im Bremer Osten**

4. Bericht: Grundwasserspiegeldruckhöhen im  
Bereich der Eisenbahnüberführungen  
Zeitreihenmessungen in Grundwassermeßstellen  
des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr und  
des Bauherrn

Lageplan



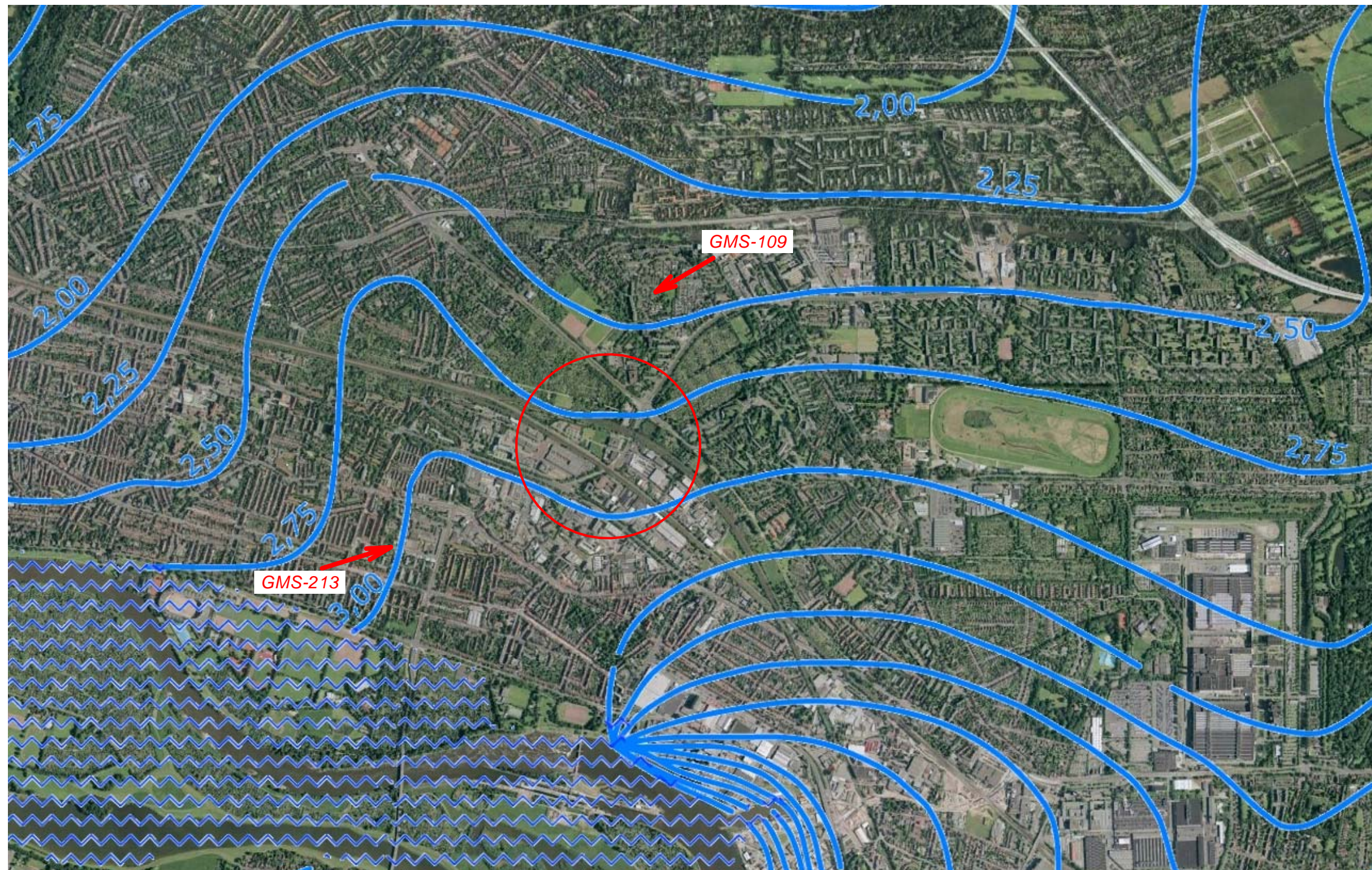
 Grundwassermessstelle GWM  
Bohrsondierung BS



## Straßenbahnquerverbindung Stresemannstraße im Bremer Osten

4. Bericht: Grundwasserspiegeldruckhöhen  
im Bereich der Eisenbahnüberführungen  
Zeitreihenmessungen in Grundwassermeßstellen  
des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr  
und des Bauherrn

Grundwassergleichenplan (Baugrundkarte)  
mit Lage der Grundwassermeßstellen des SUBV

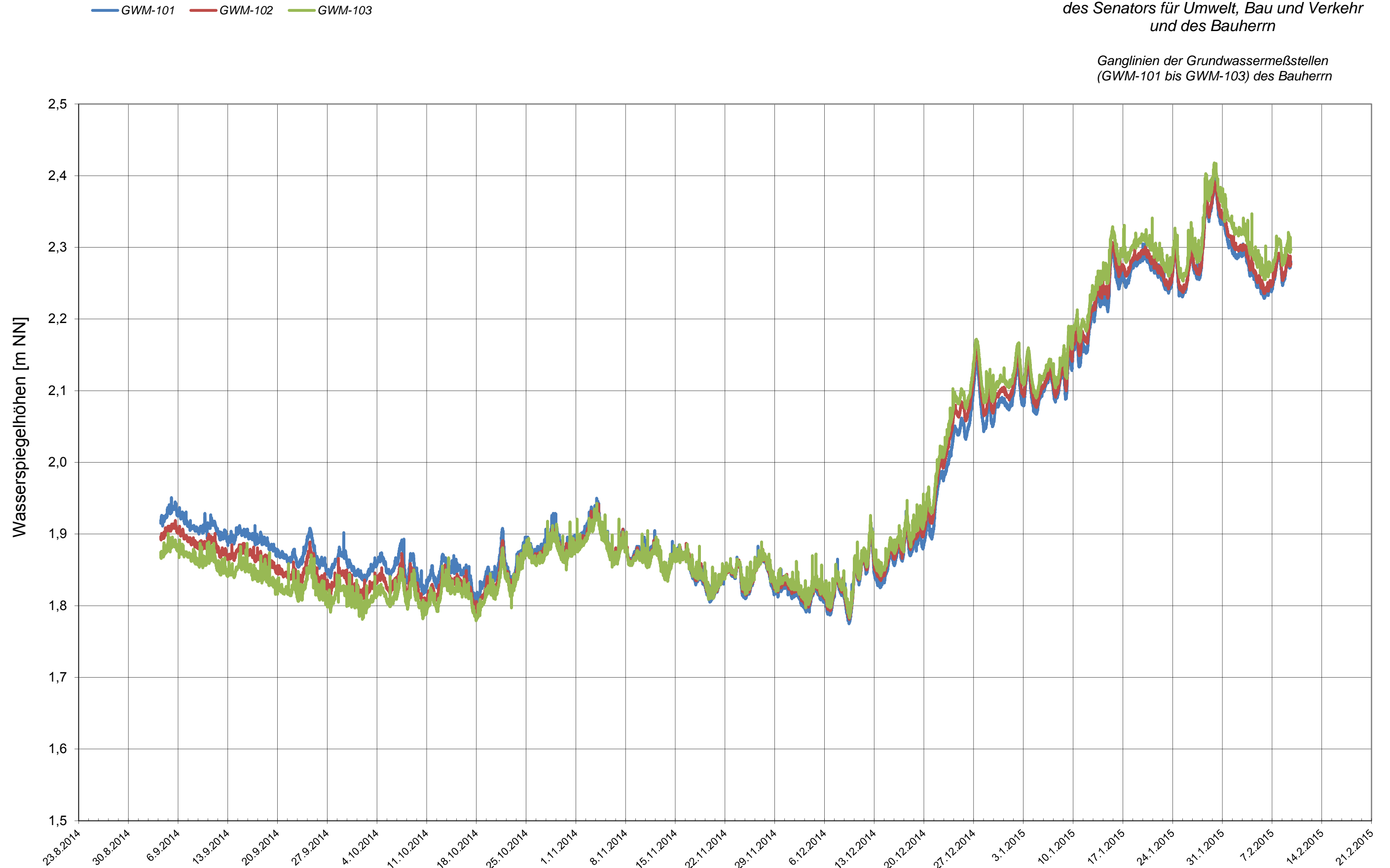


- ohne Maßstab -



**Straßenbahnquerverbindung  
Stresemannstraße im Bremer Osten**  
4. Bericht: Grundwasserspiegeldruckhöhen im  
Bereich der Eisenbahnüberführungen  
Zeitreihenmessungen in Grundwassermeßstellen  
des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr  
und des Bauherrn

Ganglinien der Grundwassermeßstellen  
(GWM-101 bis GWM-103) des Bauherrn



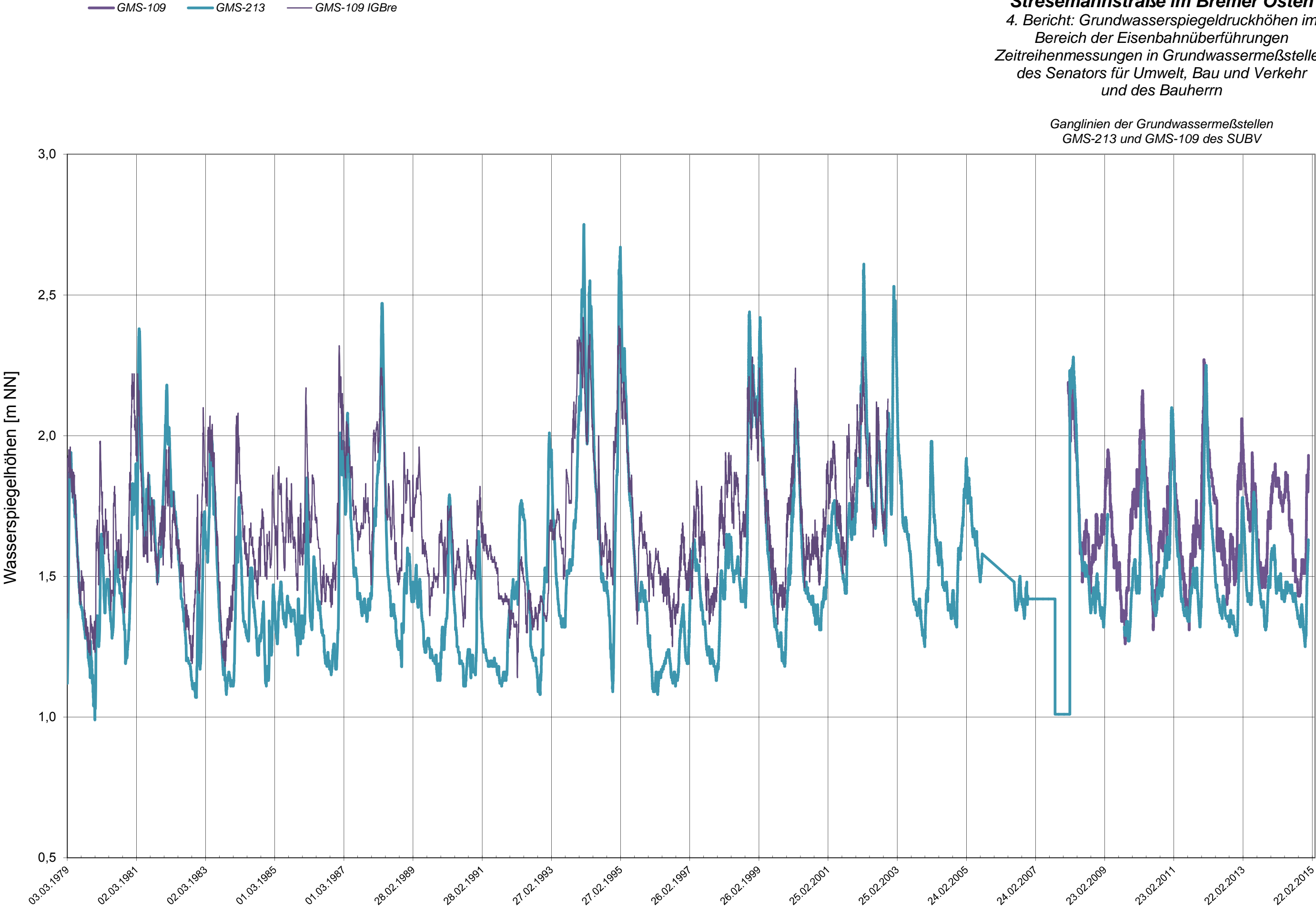


**Straßenbahnquerverbindung  
Stresemannstraße im Bremer Osten**

4. Bericht: Grundwasserspiegeldruckhöhen im  
Bereich der Eisenbahnüberführungen

Zeitreihenmessungen in Grundwassermeßstellen  
des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr  
und des Bauherrn

Ganglinien der Grundwassermeßstellen  
GMS-213 und GMS-109 des SUBV

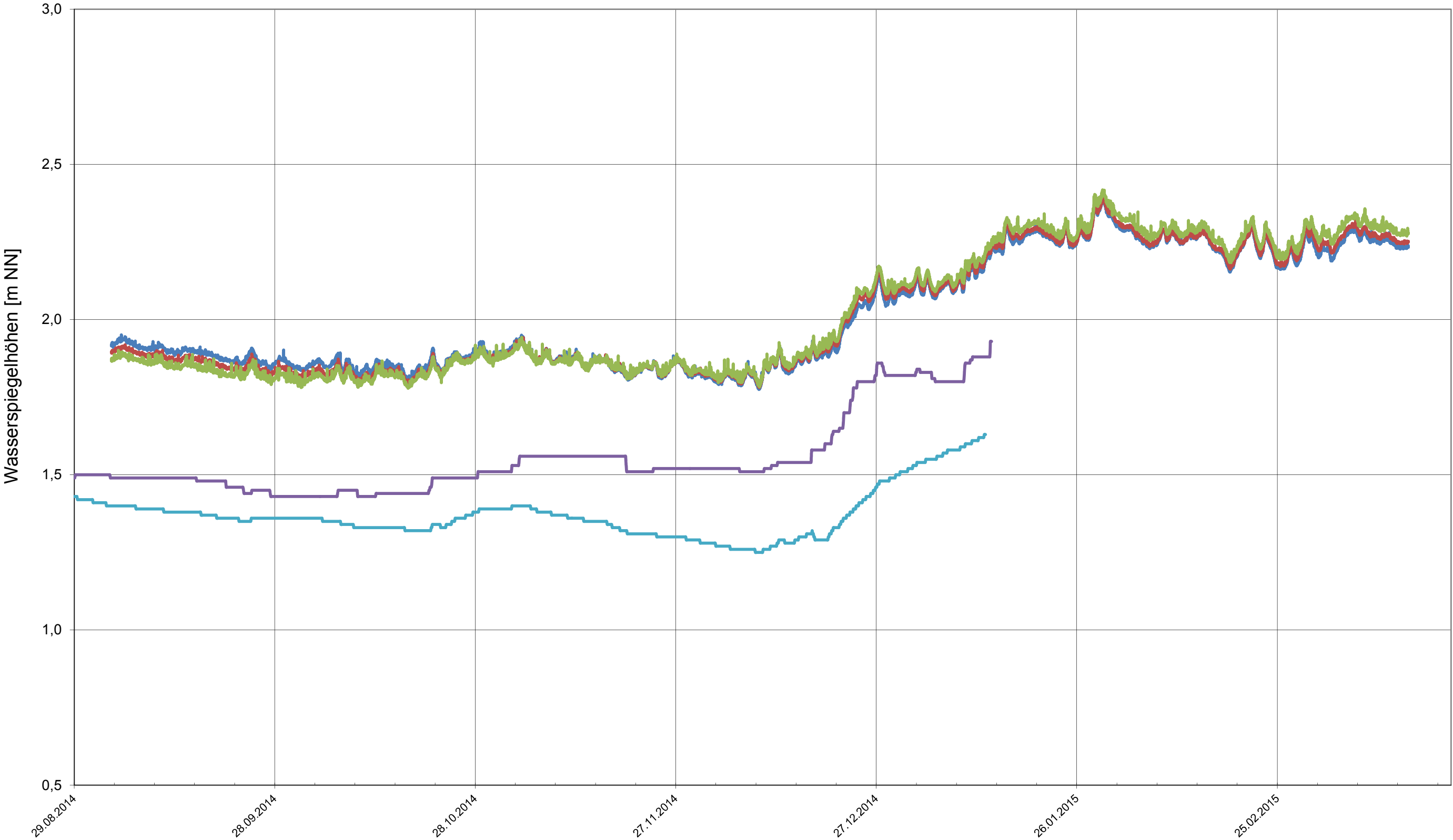


**Straßenbahnquerverbindung  
Stresemannstraße im Bremer Osten**

4. Bericht: Grundwasserspiegeldruckhöhen im  
Bereich der Eisenbahnüberführungen

Zeitreihenmessungen in Grundwassermeßstellen  
des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr  
und des Bauherrn

Vergleich der Ganglinien  
Meßzeitraum September 2014 bis Februar 2015

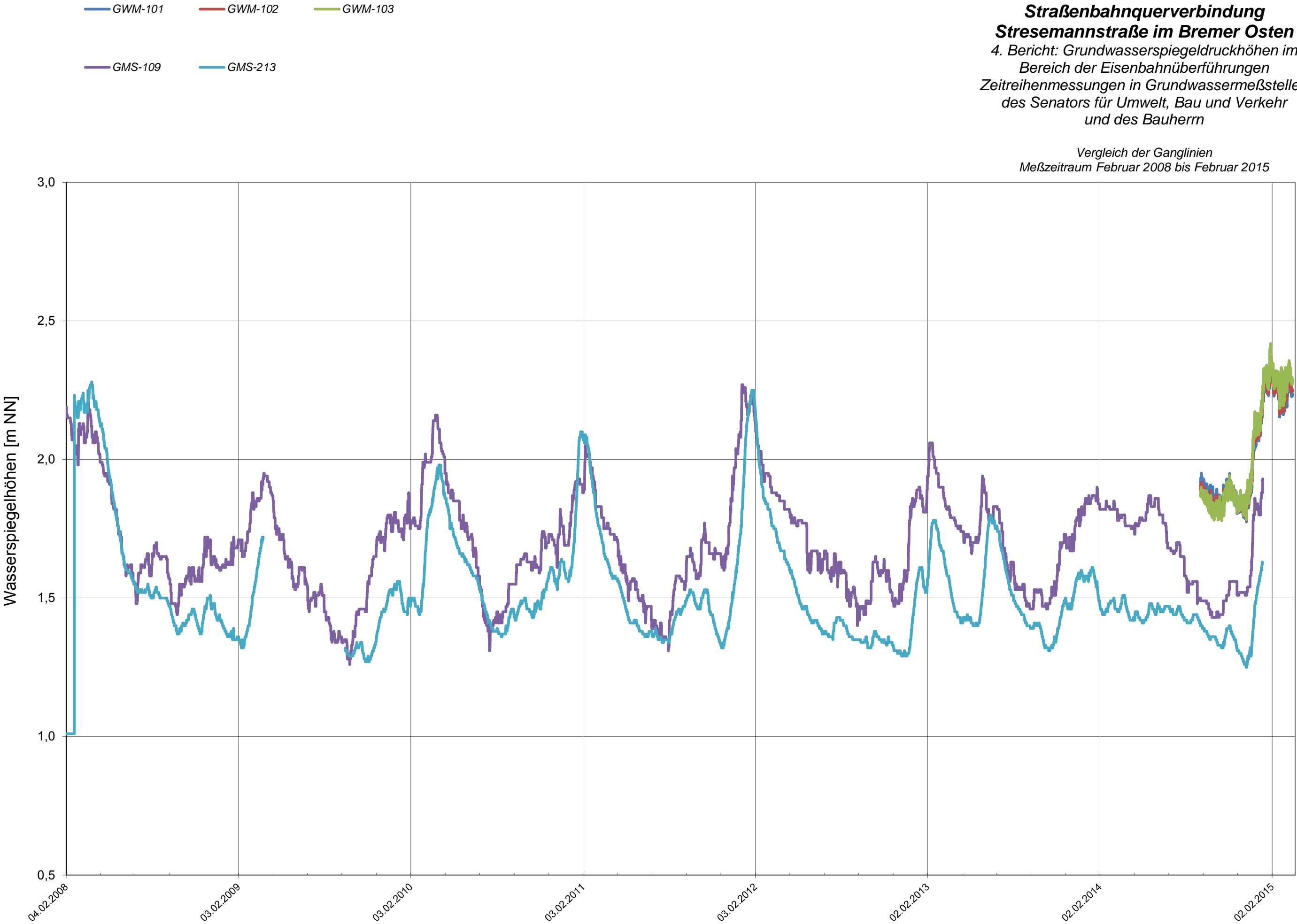


**Straßenbahnquerverbindung  
Stresemannstraße im Bremer Osten**

4. Bericht: Grundwasserspiegeldruckhöhen im  
Bereich der Eisenbahnüberführungen

Zeitreihenmessungen in Grundwassermeßstellen  
des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr  
und des Bauherrn

Vergleich der Ganglinien  
Meßzeitraum Februar 2008 bis Februar 2015



**Straßenbahnquerverbindung  
Stresemannstraße im Bremer Osten**

4. Bericht: Grundwasserspiegeldruckhöhen im  
Bereich der Eisenbahnüberführungen

Zeitreihenmessungen in Grundwassermeßstellen  
des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr  
und des Bauherrn

Vergleich der Ganglinien  
Meßzeitraum März 1979 bis Februar 2015

