

## Rapportage GPS monitoring Aardgasbuffer

Resultaten monitoring bodembeweging

Aardgasbuffer Zuidwending

1 oktober 2013 – 31 december 2016

projectnr. 408495

revisie 00

03 januari 2017

## Opdrachtgever

Nederlandse Gasunie N.V.

Postbus 19

9700 MA Groningen

datum vrijgave

6-1-2017

beschrijving revisie 00

definitief

goedkeuring

P. Meinders

vrijgave

P. Dan

	<b>Inhoud</b>	<b>Blz.</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Meetopzet .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Levering .....</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Conclusie .....</b>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>GPS stations.....</b>	<b>2</b>

**Bijlagen:**

Bijlage 1: Overzichtstekening

Bijlage 2: Grafieken

Bijlage 3: Ruwe meetdata (XYZ) in ETRS89 in Excelformaat

Bijlage 4: Logboek

## 1 Inleiding

In opdracht van de Nederlandse Gasunie N.V. (hierna: Gasunie) heeft Antea Group (voorheen Oranjewoud) een meetnet ingericht en worden permanent GNSS metingen uitgevoerd. Deze metingen worden uitgevoerd om eventuele bodembeweging in de diepere ondergrond, die kan optreden naar aanleiding van mijnbouwactiviteiten (gasopslag - gaswinning - zoutwinning) in de omgeving van de Aardgasbuffer.

Deze rapportage heeft betrekking op de metingen in de periode van 1 oktober 2013 – 31 december 2016.

## 2 Meetopzet

Het meetnet bestaat uit een vijftal permanente GNSS stations (zie bijlage 1). Vier van deze stations bevinden zich binnen de invloedssfeer en één station bevindt zich buiten de invloedssfeer van gasopslag. Het doel van deze metingen is om bodembeweging binnen de invloedssfeer te volgen ten opzichte het referentiestation buiten de invloedssfeer.

De GNSS stations zijn uitgerust met een Leica AR10 antenne en een Leica GR10 ontvanger. Deze ontvangers sturen dagelijks de gelogde GNSS-data (15 sec. interval) naar een ftp-server. Deze GNSS-data wordt maandelijks door middel van post-processing verwerkt.

## 3 Levering

Maandelijks worden de resultaten berekend, geanalyseerd en geleverd aan de Gasunie. De levering bestaat uit de volgende producten:

- Rapportage (incl. grafieken waarin de bodembeweging is weergegeven en een logboek)
- Ruwe meetdata (XYZ) in Excel formaat in ETRS-89 coördinaten (digitaal als bijlage bij de rapportage)

## 4 Conclusie

In de grafieken (bijlage 2) zijn de continue GNSS metingen op de locaties AGB-A2, AGB-A4, AGB-A6 en AGB-A7 t.o.v. het station 'Doorsnee' weergegeven voor de periode 1 oktober 2013 t/m 31 december 2016.

Op basis van de grafieken kunnen we concluderen dat de vier stations een vergelijkbare beweging vertonen. De cumulatieve daling vanaf start monitoring bedraagt ca. 9 - 13 mm.

De in de grafieken gepresenteerde cumulatieve bodembeweging wordt naast de gasopslag veroorzaakt door andere diepe daling als gevolg van bijvoorbeeld de zoutwinning en gaswinning in het gebied.

Daarnaast kunnen autonome effecten (bijv. compactie als gevolg van variërende grondwaterstanden) van invloed zijn op het resultaat.

## 5 GPS stations

Naam	Locatie	Startdatum meting
AGB-A2	Controlegebouw A2, Aardgasbuffer	3 oktober 2013
AGB-A4	Controlegebouw A4, Aardgasbuffer	1 oktober 2013
AGB-A6	Controlegebouw A6, Aardgasbuffer	1 oktober 2013
AGB-A7	Controlegebouw A7, Aardgasbuffer	1 oktober 2013
Doorsnee	Waterschapsgemaal 'Doorsnee' Oude Pekela	1 oktober 2013 <i>betreft referentiestation</i>

## **Bijlage 1: Overzichtstekening**





Legenda

- ★ GNSS stations
- Invloedsfeer aardgasbuffer
- Boorput met aanduiding



SCHAAL  
1:30,000

OPDRACHTGEVER	
Nederlandse Gasunie N.V.	
PROJECTOMSCHRIJVING	
GPS / GNSS meetopzet	
Aargasbuffer Zuidwending	
KAARTTITEL	
Overzicht GNSS station locaties	
PROJECTLEIDER	
H.K. Hoentjen	GIS SPECIALIST
	S. Stamhuis
DATUM	
24-01-2014	FORMAAT
	A3
KAARTNUMMER	
GPS_AGB_T3	WUZN
	NR
STATUS	
DEFINITIEF	

## Bijlage 2: Grafieken

Uit de in de grafieken gepresenteerde GNSS-data blijkt dat de bandbreedte van de ruwe waarnemingen tussen de 1-5 mm ligt. Ofwel de berekende hoogten van de ruwe-waarnemingen schommelt op en neer binnen deze bandbreedte. Deze schommeling wordt veroorzaakt door meerdere factoren, de voornaamste foutenbronnen zijn:

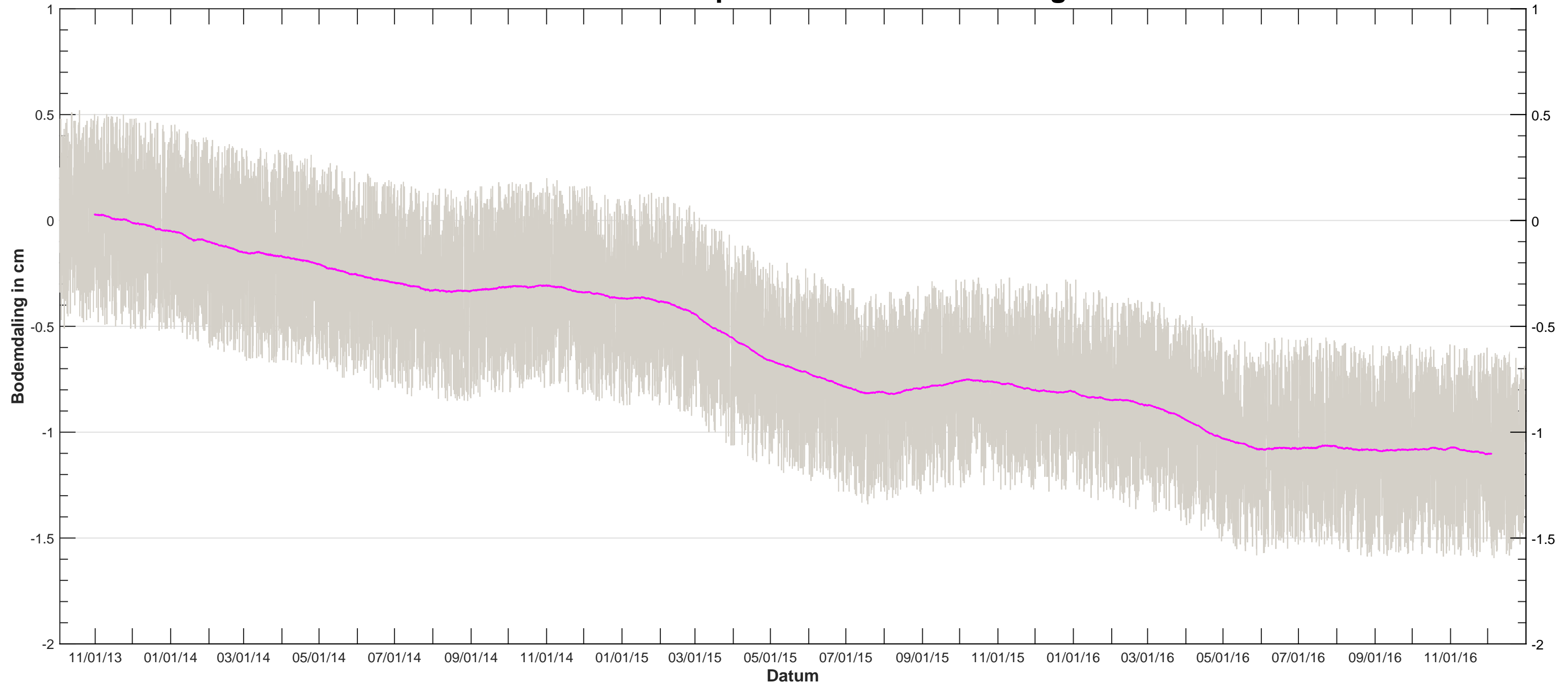
- Multipad-effecten;
- Restfouten in satellietbanen, satellietconfiguraties en klokfouten;
- 'Near field' invloeden op het fasecentrum, bijvoorbeeld sneeuw en regen;
- Meetruis;
- Atmosferische effecten (ionosfeer en troposfeer);
- Bodembeweging als gevolg van autonome effecten (bijv. variërende grondwaterstanden).

Door over een lange tijdserie met een hoge meetfrequentie te meten is het mogelijk om dit schommeleffect uit te middelen (moving average).



# Bodembeweging Aardgasbuffer GNSS station AGB-A2

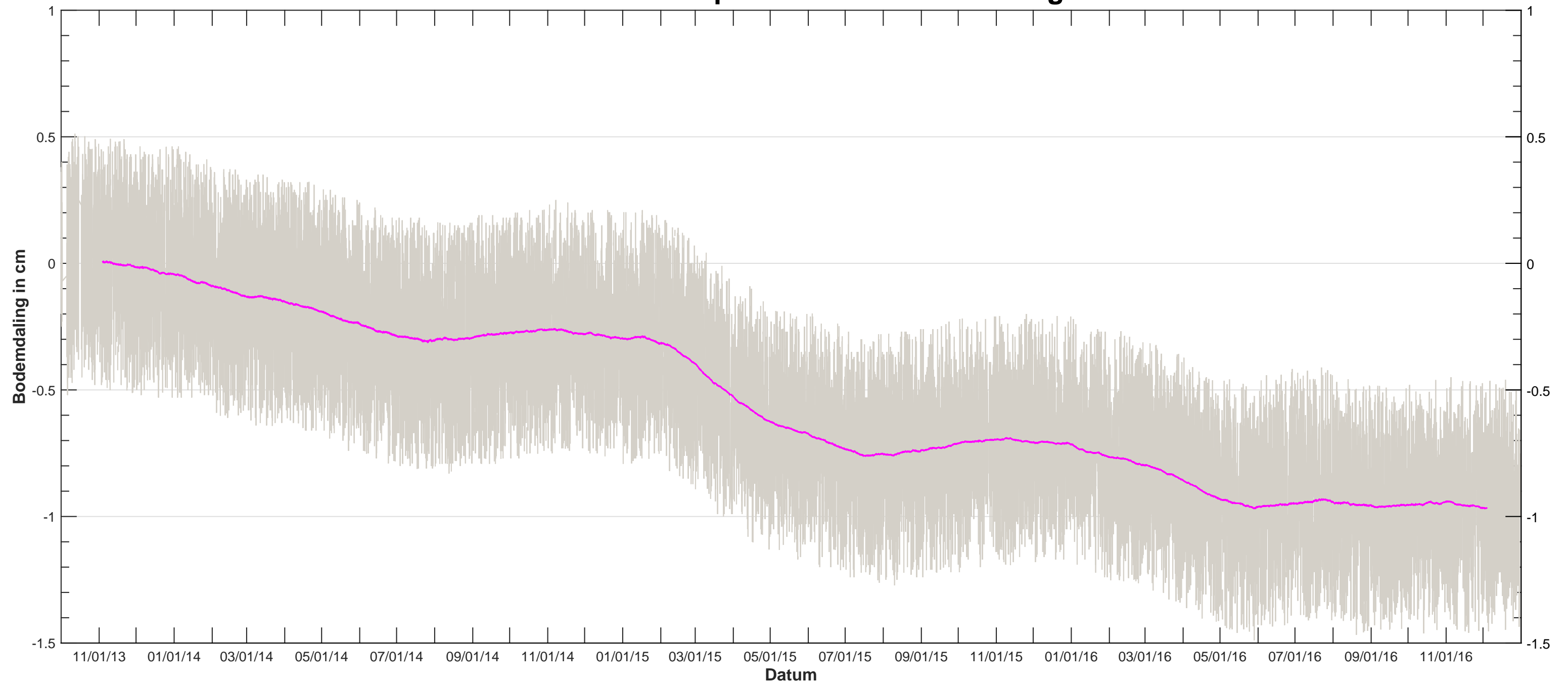
## Resultaten uit permanente GNSS meting



— Gemeten bodembeweging  
— Moving Average 8 weken

# Bodemdaling Aardgasbuffer GNSS station AGB-A4

## Resultaten uit permanente GNSS meting

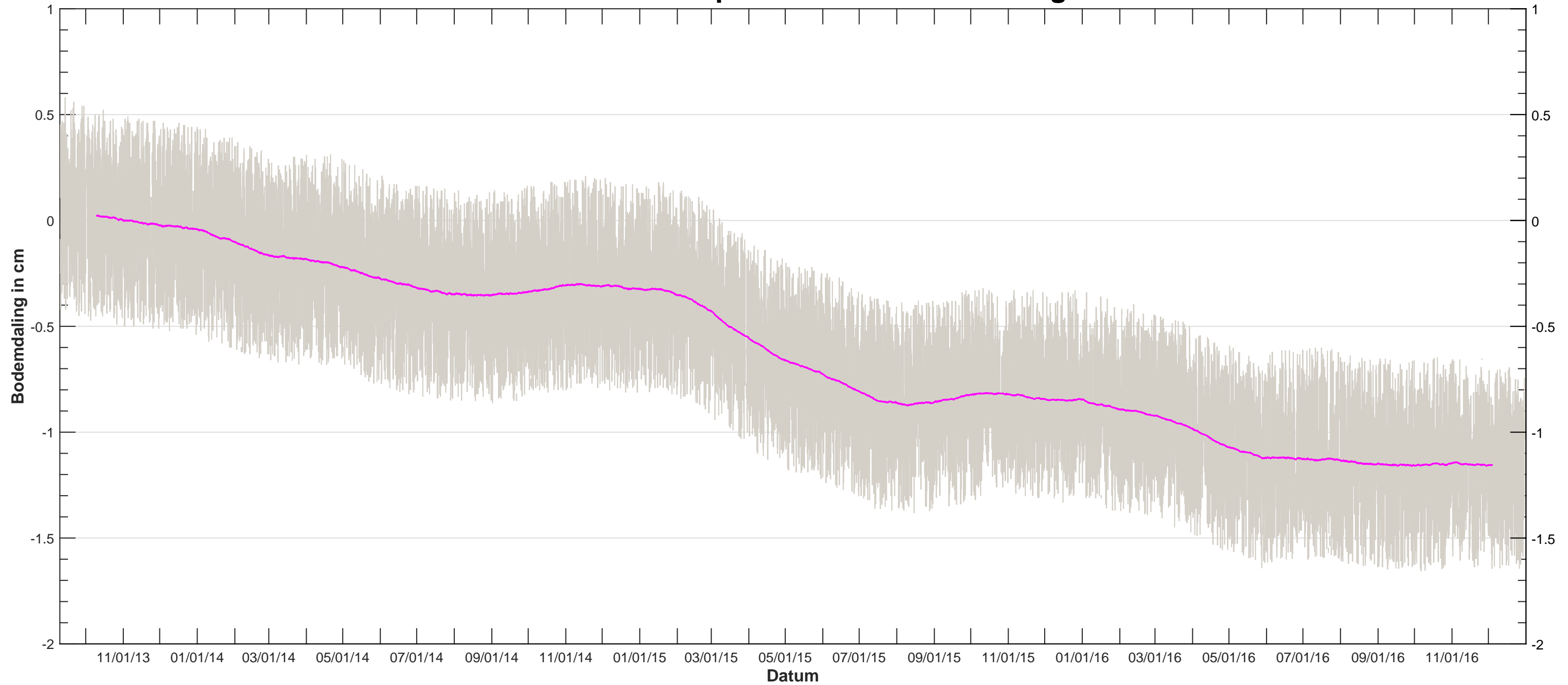


— Gemeten bodembeweging  
— Moving Average 8 weken



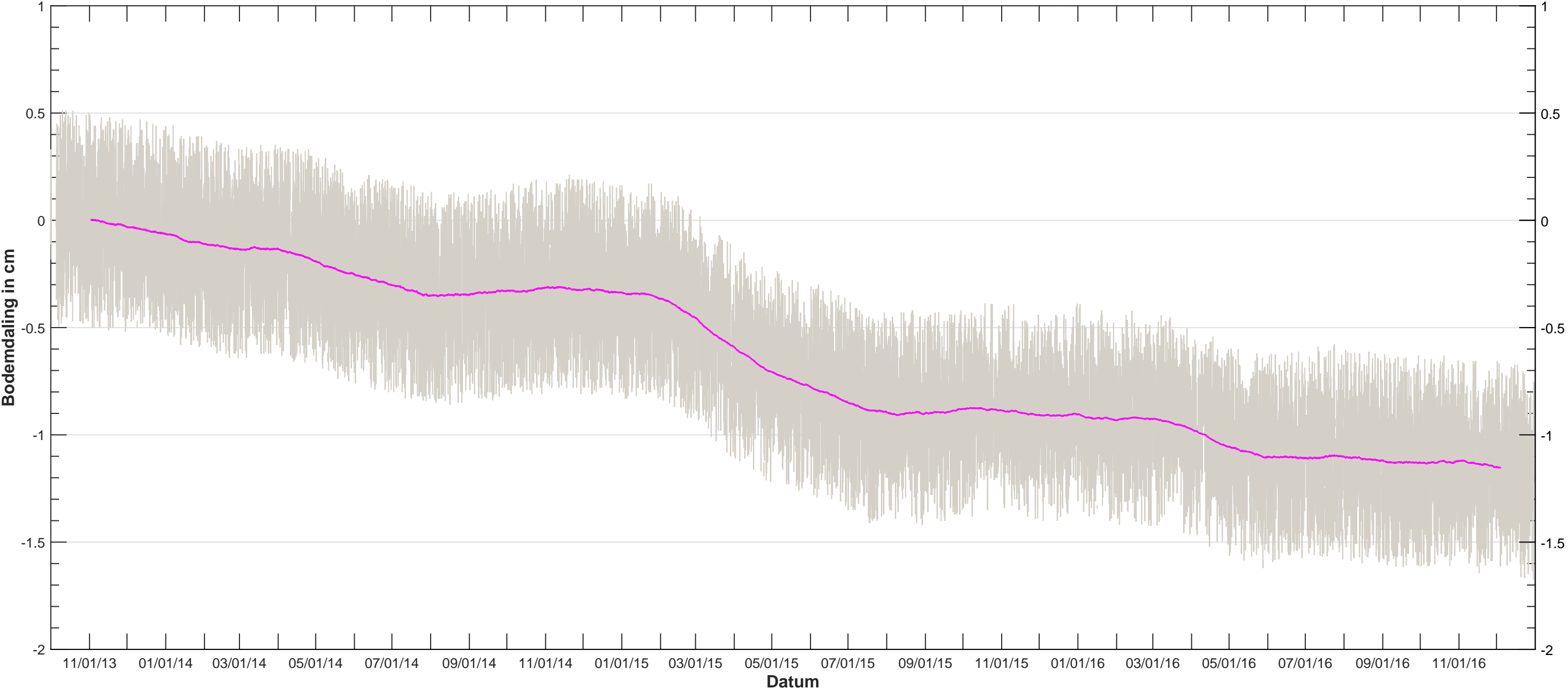
# Bodembeweging Aardgasbuffer GNSS station AGB-A6

## Resultaten uit permanente GNSS meting



— Gemeten bodembeweging  
— Moving Average 8 weken

**Bodembeweging Aardgasbuffer GNSS station AGB-A7**  
**Resultaten uit permanente GNSS meting**



— Gemeten bodembeweging  
— Moving Average 8 weken

## **Bijlage 3: Ruwe meetdata (XYZ) in ETRS89 in Excelformaat**

De ruwe meetdata in Excel formaat behorende bij deze rapportage wordt digitaal (via e-mail) geleverd aan de opdrachtgever.

## **Bijlage 4: Logboek**

blad 2 van 2