



# Resultaten monitoring bodembeweging Bergermeer

Maandelijkse rapportage GNSS monitoring,  
december 2016

(1 juni 2013 - 31 december 2016)

projectnummer 266336  
definitief revisie 00  
18 januari 2017

# Resultaten monitoring bodembeweging Bergermeer

Maandelijkse rapportage GNSS monitoring, december 2016

(1 juni 2013 - 31 december 2016)

projectnummer 266336  
definitief revisie 00  
18 januari 2017

## Opdrachtgever

Taq Energy B.V.  
Postbus 11550  
2502 AN 's Gravenhage

datum vrijgave  
30-01-17

beschrijving revisie 00  
definitief

goedkeuring  
P. Meinders

vrijgave  
A.J. Speelman

# Inhoudsopgave

Blz.

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Meetopzet</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Toelichting grafieken</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>GPS stations</b>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>Levering</b>	<b>2</b>
<b>6</b>	<b>Conclusie</b>	<b>3</b>

**Bijlage 1 Overzichtstekening GNSS stations**

**Bijlage 2 Grafieken**

**Bijlage 3 Ruwe meetdata (XYZ) in Excelformaat**

**Bijlage 4 Logboek**

# 1 Inleiding

In opdracht van Taqa Energy B.V. heeft Antea Group 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) in het gasveld Bergermeer vast te stellen.

Deze rapportage betreft een aanvulling van meetdata over de periode 1 december 2016 t/m 31 december 2016. In de grafieken (bijlage 2) en ruwe meetdata (bijlage 3) is de gehele periode van monitoring weergegeven.

# 2 Meetopzet

Het meetnet bestaat uit een zestal permanente GNSS stations (zie bijlage 1). Vier van deze stations bevinden zich binnen de invloedssfeer en twee stations bevinden zich buiten de invloedssfeer van gasopslag in het Bergermeerveld. Het doel van deze metingen is om bodembeweging binnen de invloedssfeer vast te stellen ten opzichte van één of meerdere referentiestationen buiten de invloedssfeer.

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

Door het niet gelijktijdig gereed zijn van de beoogde referentiestationen welke buiten de invloedssfeer staan (TAQA 1, Petten en TAQA 6, Castricum) met de overige stations, is gekozen om de metingen in eerste instantie (start meting t/m april 2014) te berekenen ten opzichte het GNSS referentie netwerk van 06-GPS (multi-baseline berekening). Zie addendum toelichting meetplan GPS monitoring Bergermeer, d.d. 6 mei 2013: Fase 1.

Voor de periode november 2013 - april 2014 zijn de metingen op twee verschillende manieren berekend (zowel multi-baseline berekening als single-baseline berekening). Zie addendum toelichting meetplan GPS monitoring Bergermeer, d.d. 6 mei 2013: Fase 2.

Vanaf mei 2014 worden de metingen berekend ten opzichte van het eigen referentiestation TAQA 1 (single-baseline berekening). Zie addendum toelichting meetplan GPS monitoring Bergermeer, d.d. 6 mei 2013: Fase 3

# 3 Toelichting grafieken

In de grafieken zijn de ruwe GNSS observaties weergegeven door middel van een grijze lijn. Vanaf de start van de meting tot week 43 2013 zijn hier gefilterde GNSS observaties weergegeven berekend door middel van multi-baseline berekeningen ten opzichte van een aantal stations uit een landelijk referentienetwerk. Vanaf week 43 2013 zijn de niet gefilterde ruwe GNSS observaties weergegeven en is de berekening uitgevoerd door middel van een single-baseline berekening ten opzichte van het referentiestation TAQA 1.

Voor het berekenen van de moving average (voortschrijdend gemiddelde) van de bodembeweging wordt standaard een acht weken gemiddelde gehanteerd, vier weken voor en vier weken na de waarneming. Hierdoor worden van de eerste vier weken en de laatste vier weken van waarnemingen, geen moving average lijn in de grafieken weergegeven.

Om een goede overgang tussen beide rekenmethodes te kunnen bewerkstelligen zijn er gedurende een half jaar zowel multi-baseline als single-baseline berekeningen uitgevoerd. In de grafieken wordt de gehele periode van monitoren weergegeven. Het tijdstip van overgang in de berekeningswijze wordt in de grafiek aangegeven.

## 4 GPS stations

Naam		Locatie	Startdatum meting
TAQA 1	referentiestation	ECN Petten	13 september 2013
TAQA 2	veldstation	Parkhotel Bergen	1 juni 2013
TAQA 3	veldstation	Zwembad Bergen	1 juni 2013
TAQA 4	veldstation	Defensiegemaal Bergen	13 september 2013
TAQA 5	veldstation	Gemeentehuis Bergen	1 juni 2013
TAQA 6	veldstation / reserve ref. station	PWN Castricum	24 augustus 2013

## 5 Controle referentiestation

Om de stabiliteit van het referentiestation te beoordelen wordt het referentiestation periodiek ingemeten t.o.v. een landelijk GNSS referentienetwerk. De resultaten van deze metingen zijn in onderstaande tabel weergegeven. Uit de resultaten van de berekeningen blijkt, dat het referentiepunt TAQA 1 een lichte zetting variërend tussen 0 en -2,4 mm vertoont. Dit valt binnen de norm van 4 maal de standaardafwijking van de verschillen tussen 1<sup>e</sup> controle (nulmeting), 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> controle.

	Site-code station	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ARP (m)	differentie ARP (m)
Resultaten 06-GPS april 2014	TAQA1	52	47	6,55655	4	40	32,88315	60,9521	
Resultaten 06-GPS november 2014	TAQA1	52	47	6,55652	4	40	32,88314	60,9524	0,0003
Resultaten 06-GPS juli 2015	TAQA1	52	47	6,55660	4	40	32,88321	60,9497	-0,0024
Resultaten 06-GPS november 2015	TAQA1	52	47	6,55651	4	40	32,88320	60,9516	-0,0005
Resultaten 06-GPS juni 2016	TAQA1	52	47	6,55659	4	40	32,88323	60,9515	-0,0006
Resultaten 06-GPS december 2016	TAQA1	52	47	6,55649	4	40	32,88319	60,9512	-0,0009

## 6 Levering

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

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

## 7 Conclusie

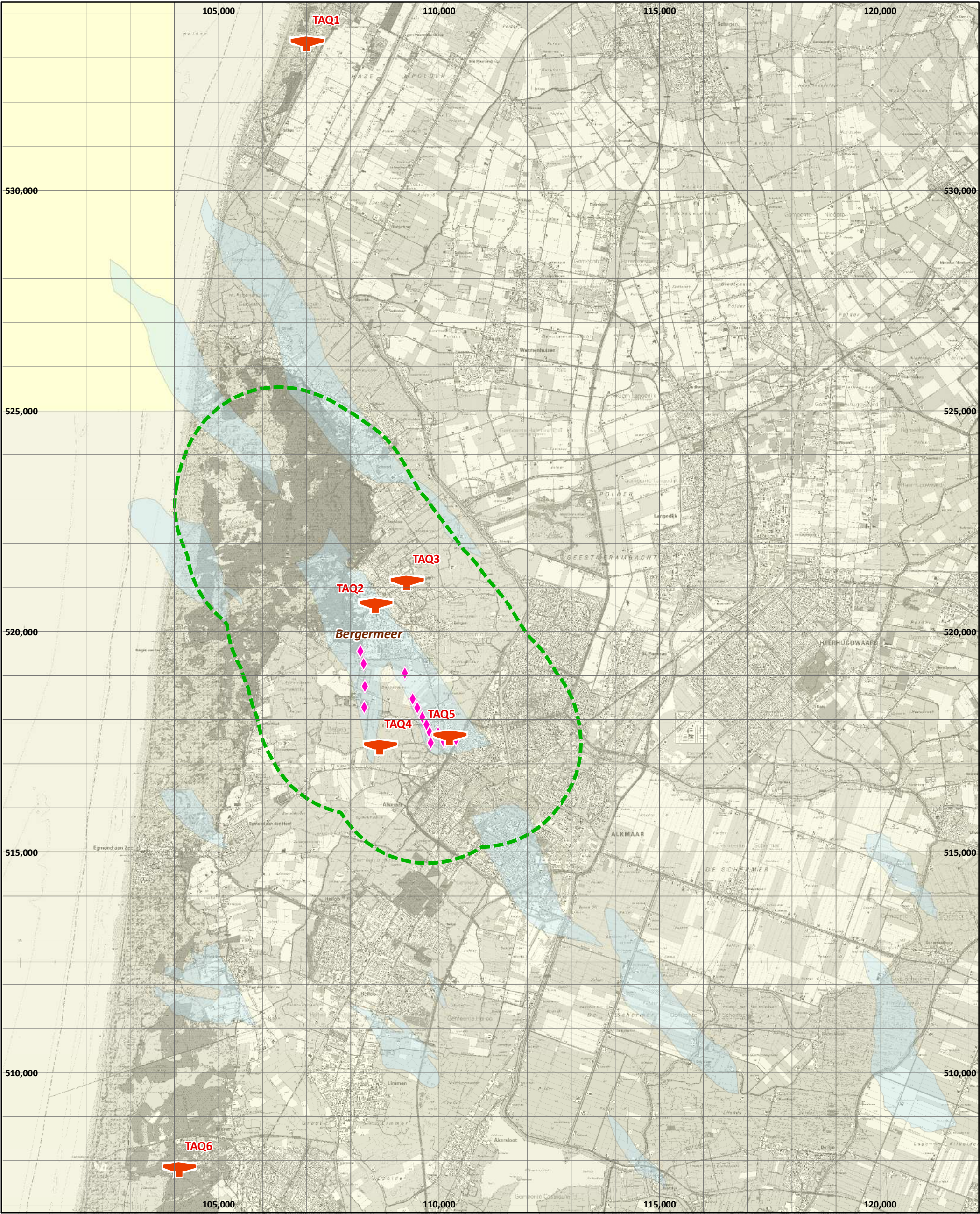
In de grafieken (bijlage 2) zijn de continue GNSS metingen per locatie weergegeven vanaf de start van de meting. Locatie TAQA 1 wordt vanaf mei 2014 als vast referentiestation gebruikt, hierdoor wordt dit station vanaf mei 2014 niet meer in grafiekvorm in deze rapportage gepresenteerd.

Op basis van de grafieken is over de gehele periode van monitoring een lichte beweging van de stations waarneembaar, variërend van -3 mm tot +19 mm (moving average lijn). De stations vertonen een min of meer vergelijkbaar gedrag waarbij over de gehele periode van waarnemingen een lichte stijging waarneembaar is.

## **Bijlage 1 Overzichtstekening GNSS stations**

**247164-BA-GPS-2013-0**





### Legenda

**Invloedsfeer en gasvelden**  
Invloedsfeer Bergermeer  
Gasvelden 1 februari 2011  
Bron: NLOG

**Overig**  
GPS locatie  
Injectieput

OPDRACHTGEVER  
**Taqa Energy B.V.**

PROJECTOMSCHRIJVING  
**GPS monitoring Bergermeer**

SCHAAL  
1:80,000

KAARTTITEL  
**GPS locaties**

PROJECTLEIDER  
P. Meinders

DATUM  
06-09-2013

KAARTNUMMER  
247164-BA-GPS-2013-0

STATUS  
**DEFINITIEF**

GIS-SPECIALIST  
S. Stamhuis

FORMAAT  
A3

WUZ.NR  
0

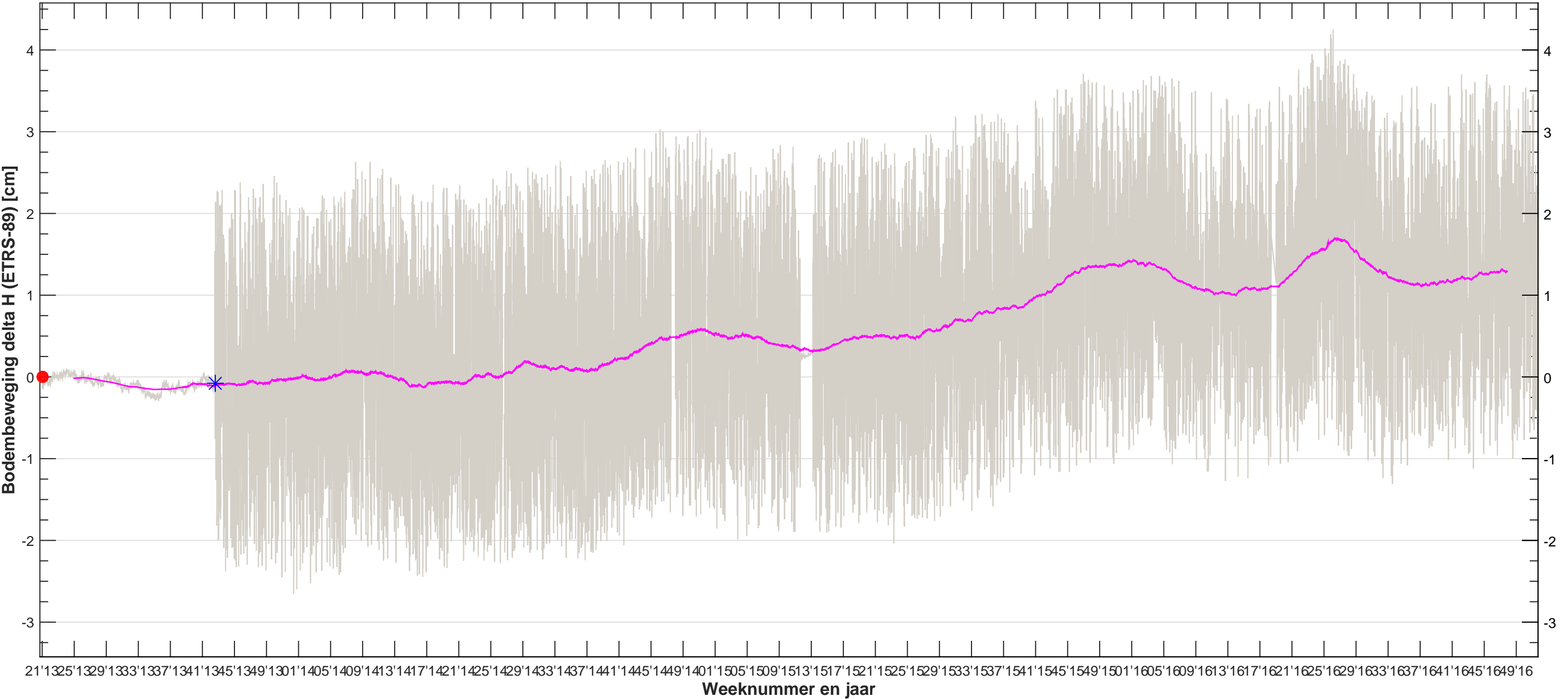
Top 25, 2009 © De auteursrechten en databankenrechten zijn voorbehouden aan Dienst voor het kadaster en de openbare registers, Apeldoorn, 2010

r:\00245000\00247164\Geo-info\ArcGIS\Kaarten\20130906-247164-BA-GPS-2013-0-0.mxd



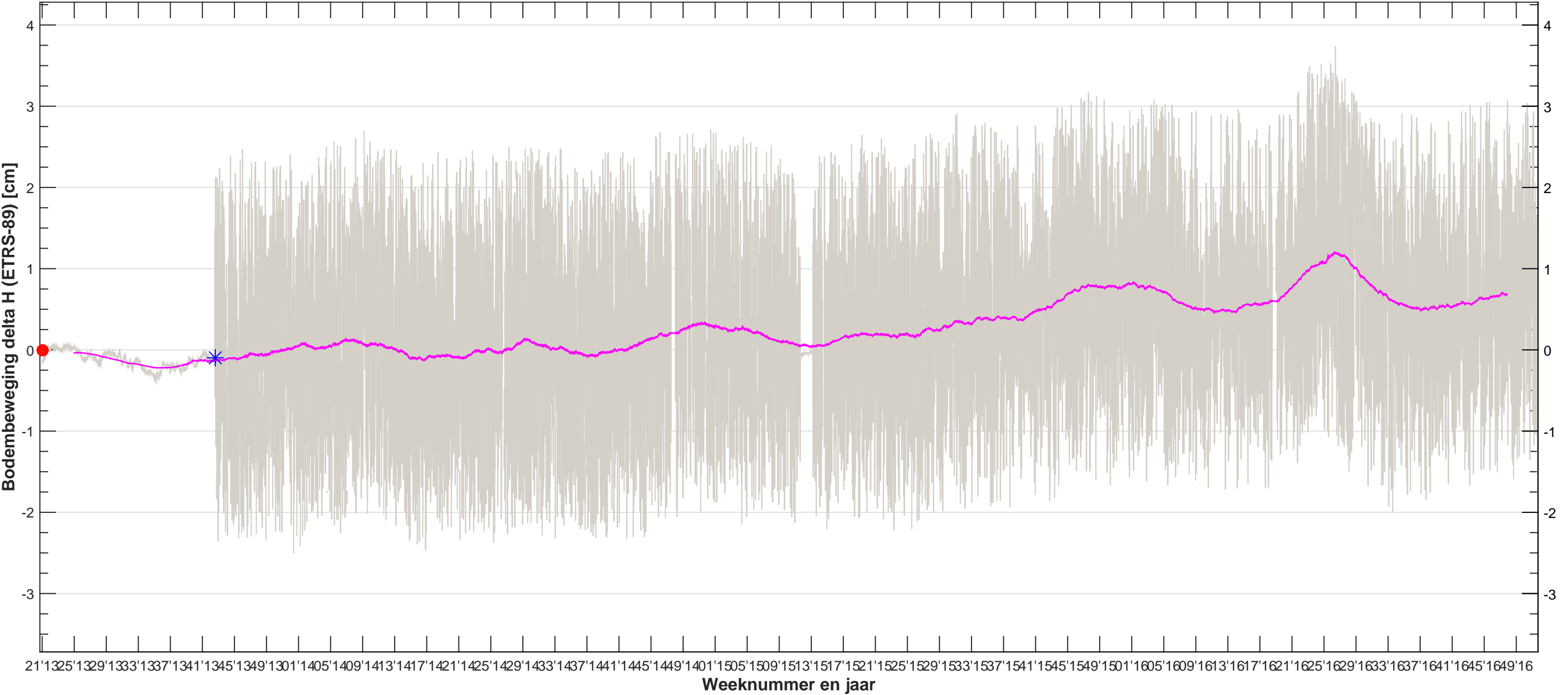
## **Bijlage 2 Grafieken**

**Bodembeweging Bergermeer TAQA2 t.o.v. referentiestation TAQA1**  
**Resultaten uit permanente GPS meting**



- GNSS observaties
- Moving Average 8 weken
- Start meting (multi baseline berekening)
- \* Start single baseline berekening

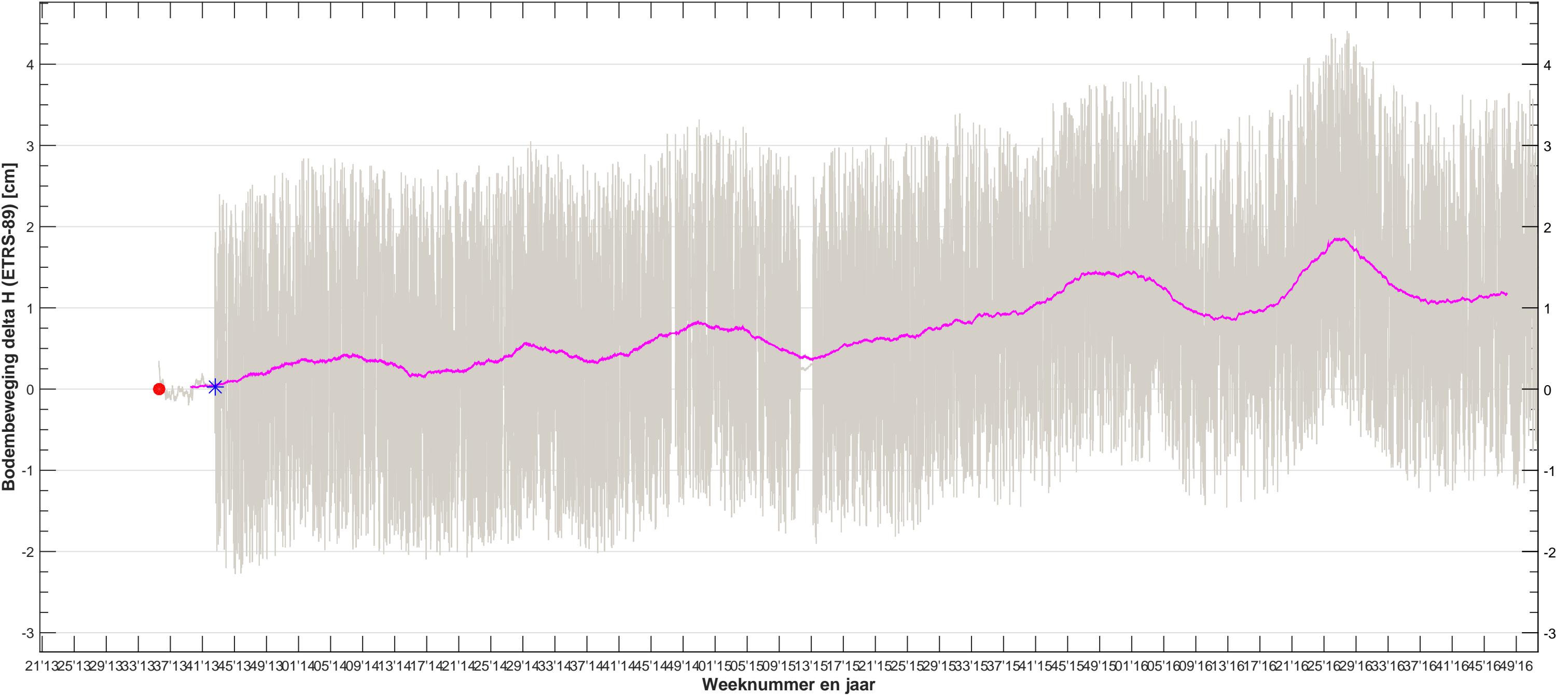
Bodembeweging Bergermeer TAQA3 t.o.v. referentiestation TAQA1  
Resultaten uit permanente GPS meting



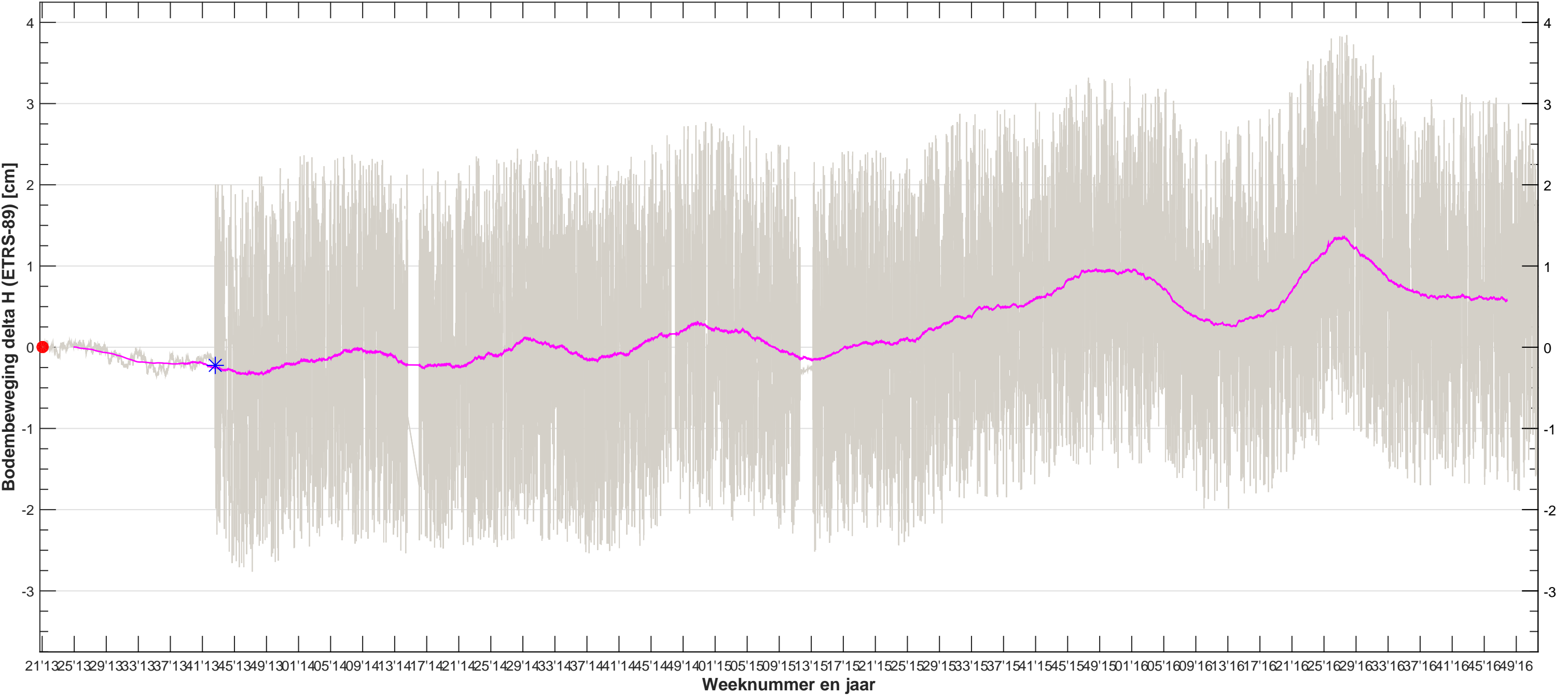
- GNSS observaties
- Moving Average 8 weken
- Start meting (multi baseline berekening)
- \* Start single baseline berekening



Bodembeweging Bergermeer TAQA4 t.o.v. referentiestation TAQA1  
Resultaten uit permanente GPS meting

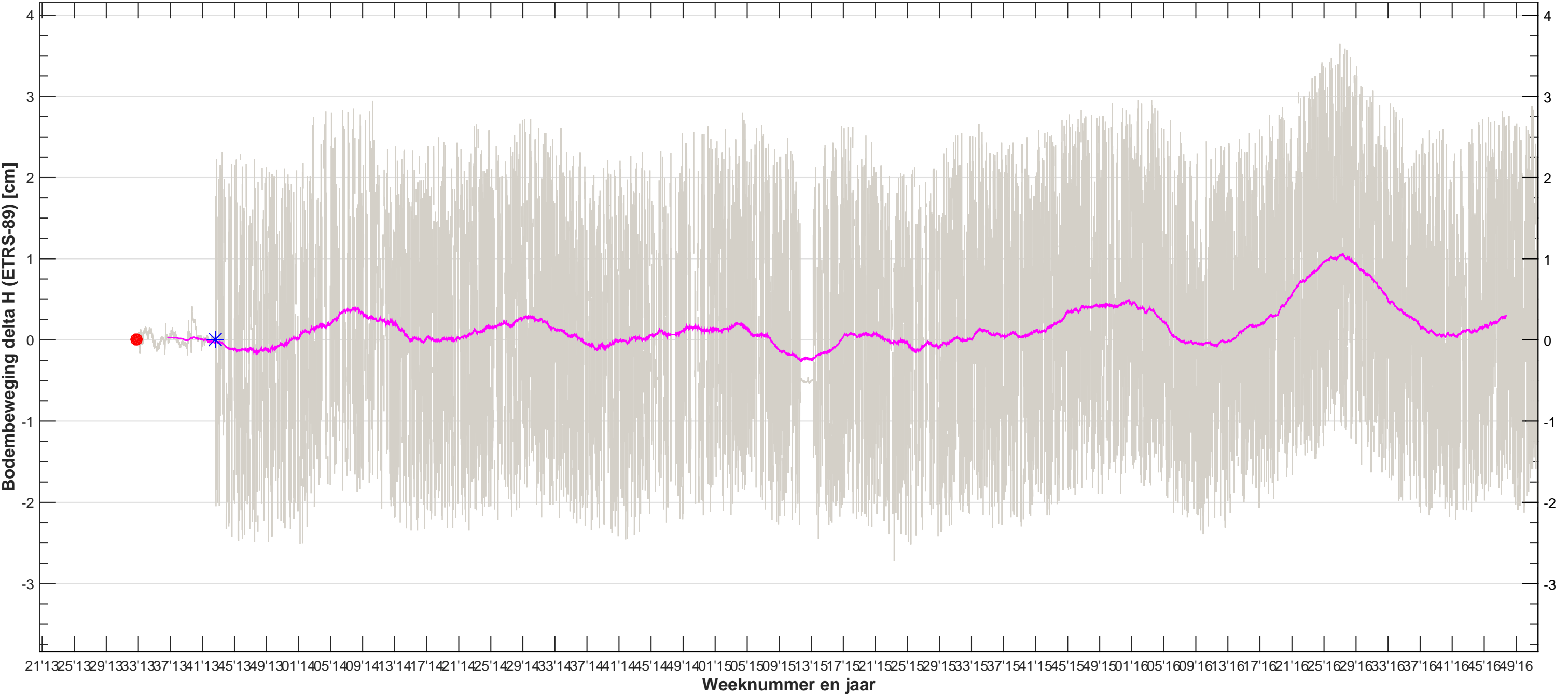


Bodembeweging Bergermeer TAQA5 t.o.v. referentiestation TAQA1  
Resultaten uit permanente GPS meting



- GNSS observaties
- Moving Average 8 weken
- Start meting (multi baseline berekening)
- \* Start single baseline berekening

Bodembeweging Bergermeer TAQA6 t.o.v. referentiestation TAQA1  
Resultaten uit permanente GPS meting





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

## Bijlage 3 Ruwe meetdata (XYZ) in Excelformaat

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

## **Bijlage 4 Logboek**



Datum	Locatie	Omschrijving
4-4-2013	TAQA 2	Installatie ontvanger
4-4-2013	TAQA 3	Installatie ontvanger
4-4-2013	TAQA 5	Installatie ontvanger
1-6-2013	TAQA 2	Start monitoring
1-6-2013	TAQA 3	Start monitoring
1-6-2013	TAQA 5	Start monitoring
13-8-2013	TAQA 1	Installatie ontvanger
13-8-2013	TAQA 4	Installatie ontvanger
22-8-2013	TAQA 6	Installatie ontvanger
24-8-2013	TAQA 6	Start monitoring
10-9-2013	TAQA 4	Antenne diefstalproof gemaakt (hiervoor is de antenne tijdelijk verwijderd)
13-9-2013	TAQA 1	Start monitoring (vanaf deze datum consistente waarnemingen)
13-9-2013	TAQA 4	Start monitoring (vanaf deze datum consistente waarnemingen)
1-11-2013	Alle	Start single-baseline berekening ten opzichte van basisstation TAQA 1 (berekening voor half jaar met zowel multi-baseline als single-baseline methode)
23-12-2013	TAQA 6	Router defect, data periode 23-12 / 9-1 wel gelogd, deze periode wordt in volgende levering berekend en gerapporteerd
18-02-2014	TAQA 6	Antenne kabel vervangen, kabel was lek met als gevolg corrosie en slechte ontvangst
18-05-2014	TAQA 5	Geen data gelogd 15-5-2014 / 27-5-2014 ivm interne opslag geheugenkaart / verzenden data. Probleem is opgelost evenals het niet signaleren van deze fout is verholpen.
1-05-2014	Alle	Alleen single-baseline berekening ten opzichte van basisstation TAQA 1. De hoogte is per locatie gekalibreerd ten opzichte van de berekening via het 06-GPS netwerk (multi-baseline berekening). Hierdoor wordt een sprong in de moving average voorkomen.
8-12-2014	TAQA 1	Er is geen data gelogd van 5-12-2014 tot 7-12-2014 i.v.m. niet gemelde werkzaamheden op locatie, waardoor de stroomvoorziening was onderbroken. Aangezien het hier het referentiestation betreft, is het niet mogelijk om voor die periode voor de overige stations een resultaat te berekenen.
14-4-2015	TAQA 1	Op 27 maart heeft er een stroomstoring plaatsgevonden in grote delen van Noord-Holland. Een aantal GPS stations zijn hierdoor die dag uitgevallen. Nadat de spanning automatisch hersteld was zijn de stations automatisch opnieuw opgestart. Na het downloaden van de GPS-data is gebleken dat er over een periode van 10 dagen geen correcte data is opgeslagen in het referentiestation Taqa 1. Voor de levering 'Maart 2015' heeft dit geen gevolgen voor de gepresenteerde moving average in de grafieken.
26-05-2015	TAQA 1	Van 27 maart tot 7 april is er geen correcte data opgeslagen (zie opm. logboek 14-04). Om over deze periode resultaten te kunnen presenteren is deze periode berekend door gebruik te maken van GPS data van landelijke referentiestations van 06-GPS. Deze berekening geeft als resultaat dat er in deze periode geen uitzonderlijke beweging is opgetreden.
25-10-2015	Alle	In verband met de omschakeling naar de wintertijd is als gevolg van een systeemfout in de GNSS ontvangers geen processing mogelijk. Betreft enkele waarnemingen op 25 oktober.

27-03-2016	Alle	In verband met de omschakeling naar de zomertijd is als gevolg van een systeemfout in de GNSS ontvangers geen processing mogelijk. Het betreft waarnemingen op 27 maart.
12-04-2016	Alle	<i>Onderbreking data ontvangst; storing verbinding; enkele uren dataverlies</i>
12-5-2016	Taqa 2	<i>Van 12 tot 15 mei onderbreking in de data ontvangst. Door systeemstoring / software problemen. Na resetten systeem en software zijn problemen opgelost.</i>
14-05-2016	Alle	<i>Van 14-5 tot 17-5 onderbrekingen in data ontvangst door problemen software. Na resetten systeem en software zijn problemen opgelost.</i>
08-06-2016	Taqa 1-5	<i>8-9 juni, onderbreking in data ontvangst, enkele uren dataverlies</i>
05-09-2016	Taqa 2	<i>Enkele uren onderbreking data ontvangst</i>
30-10-2016	Alle	In verband met de omschakeling naar de wintertijd is als gevolg van een systeemfout in de GNSS ontvangers geen processing mogelijk. Betreft enkele waarnemingen op 30 oktober.

---

## Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

---

## Contactgegevens

Tolhuisweg 57  
8443 DV HEERENVEEN  
Postbus 24  
8440 AA HEERENVEEN

**[www.anteagroup.nl](http://www.anteagroup.nl)**