

RAPPORTAGE SEISMICITEIT
GRONINGEN GASVELD
EERSTE HELFT 2026

Contents

RAPPORTAGE SEISMICITEIT GRONINGEN GASVELD EERSTE HELFT 2026.....	
1 Overzicht	2
1.1 Inleiding	2
1.2 Belangrijkste conclusies van dit rapport	2
2 Inleiding en leeswijzer.....	3
2.1 Inleiding	3
2.2 Monitoring van het Groningen gasveld in de Mijnbouwregeling	3
2.3 Leeswijzer	4
2.4 Meetnetwerk en meetnauwkeurigheid	4
2.5 Magnitude van compleetheid	4
3 Analyse van de trendparameters.....	6
3.1 Aantal aardbevingen ('activity rate')	6
3.2 Aardbevingsdichtheid.....	7
3.3 Distributie van aardbevingen over het Groningen gasveld	8
3.4 Aardbevingen met hoogste magnitude.....	9
3.5 Incidentparameters PGA en PGV.....	9
3.6 Vergelijking aantal geobserveerde en voorspelde aardbevingen	10
3.6.1 Kalibratie seismologisch model.....	10
3.6.2 Tellen van het aantal aardbevingen.....	10
3.6.3 Vergelijking van aantal geobserveerde aardbevingen met modelvoorspelling.....	11
Referenties.....	13
Appendix A – Overzicht periodieke en speciale rapportages seismiciteit Groningen	14

1 Overzicht

1.1 Inleiding

Deze rapportage is opgesteld om te voldoen aan artikel 1.3a.1 lid 3 van de Mijnbouwregeling, waarin staat dat de houder van de winningsvergunning Groningen gasveld twee keer per kalenderjaar een rapportage opstelt over ontwikkelingen in de seismiciteit. In dit rapport zal de seismiciteit in het Groningen gasveld voor de eerste helft van het kalenderjaar 2026 worden toegelicht.

In de artikelen 1.3a.2 en 1.3a.3 van de Mijnbouwregeling (Bijzondere regels over het Groningenveld) staat ook dat de seismiciteit wordt gemonitord door middel van het continu bijhouden van vier parameters. Deze vier parameters zijn onderverdeeld in twee zogenoemde trendparameters en in twee zogenoemde incidentparameters (Ref. 1). De maximale aardbevingsdichtheid en het aantal aardbevingen per jaar ('activity rate') zijn de trendparameters. Deze parameters worden gebruikt om vroegtijdig een lokale of veld-brede toename of afname van de seismiciteit te signaleren over de afgelopen 6 maanden¹. De trendparameters worden berekend over een periode van 6 maanden en gerapporteerd op jaarbasis. De piek grondversnellingen (PGA) en piek grondsnelheden (PGV) van de aardbevingen zijn de incidentparameters. Daarnaast is ook de aardbevingsmagnitude van belang in de Mijnbouwregeling (artikel 1.3a.4).

1.2 Belangrijkste conclusies van dit rapport

- In de eerste helft van 2026 zijn er 5 aardbevingen in het Groningen gasveld geregistreerd met een magnitude $M_L \geq 1,2$. Dat komt overeen met 10 aardbevingen met een magnitude $M_L \geq 1,2$ op jaarbasis en is gelijk aan het aantal aardbevingen in het voorgaande jaar.
- In de eerste helft van 2026 zijn er 2 aardbevingen in het Groningen gasveld geregistreerd met een magnitude $M_L \geq 1,5$. Dat komt overeen met 4 aardbevingen met een magnitude $M_L \geq 1,5$ op jaarbasis en is lager dan het aantal aardbevingen in het voorgaande jaar. In 2025 werden 7 aardbevingen geregistreerd met een magnitude $M_L \geq 1,5$.
- Alle aardbevingen in de eerste helft van 2026 hadden het epicentrum in het noorden van het Groningen gasveld. Dat komt overeen met de prognose door het model voor de dreiging- en risicoinschatting (HRA).
- De krachtigste aardbeving in de eerste helft van 2026 was de aardbeving bij Appingedam op 11 mei 2026. Deze had een magnitude van $M_L = 1,9$.
- Uit de vergelijking van het aantal geobserveerde aardbevingen in de eerste helft van 2026 met de prognose door de HRA blijkt dat het aantal geregistreerde aardbevingen zowel met magnitude $M_L \geq 1,2$ als met magnitude $M_L \geq 1,5$ gelijk is aan de prognose.

¹ De Mijnbouwregeling hanteert een observatieperiode van 6 maanden; dus bijvoorbeeld van 00:00 uur op 1 januari tot 00:00 uur op 1 juli. Door het jaar varieert hierdoor de duur van de observatieperiode. Als februari bijvoorbeeld binnen de observatieperiode valt dan is deze korter. De duur van de observatieperiode varieert tussen de 181 en 184 dagen.

2 Inleiding en leeswijzer

2.1 Inleiding

Dit halfjaarlijkse rapport bevat een analyse van de ontwikkeling in de seismiciteit in het Groningen gasveld zoals benoemd in artikel 1.3a (Bijzondere regels over het Groningenveld) van de Mijnbouwregeling. Hierin staat dat de houder van de winningsvergunning Groningen gasveld twee keer per kalenderjaar een rapportage opstelt over ontwikkelingen in de seismiciteit (Ref. 1). Ook na het insluiten van de gasproductie uit het Groningen gasveld gaat NAM door met het publiceren van deze rapportages, gebaseerd op alle aardbevingsgegevens in de zes maanden voorafgaand aan respectievelijk 1 juli en 1 januari. De seismiciteit gedurende een vol kalenderjaar wordt dus beschreven in twee seismische monitoringsrapportages. Seismische gegevens in dit rapport zijn bijgewerkt tot en met 30 juni 2026. De productiegegevens zijn bijgewerkt tot de wettelijke sluiting van het Groningen gasveld op 19 april 2024.

2.2 Monitoring van het Groningen gasveld in de Mijnbouwregeling

In artikel 1.3a.2 van de Mijnbouwregeling staat beschreven welke actie moet worden genomen, in het geval het waarnemingsniveau van een trendparameter wordt overschreden. Dit is samengevat in Tabel 2-1.

Tabel 2-1: Beschrijving van welke actie ondernomen wordt bij overschrijding van een waarnemingsniveau voor een trendparameter volgens artikel 1.3a.6. van de Mijnbouwregeling. Meldingen worden gedaan aan de Minister van Economische Zaken en Klimaat en de Inspecteur-generaal der Mijnen (SodM).

Trendparameter	Waarnemings-Niveau	Melding	Analyse
Aantal aardbevingen $M_L \geq 1,2$	30	Waarneming melden binnen 48 uren.	-
	40	Idem	Analyse van de ontwikkeling van seismiciteit binnen 14 dagen.
Aardbevingsdichtheid	0,30	Waarneming melden binnen 48 uren.	-
	0,40	Idem	Analyse van de ontwikkeling van seismiciteit binnen 14 dagen.

In artikelen 1.3a.3 van de Mijnbouwregeling is beschreven welke actie genomen moet worden bij overschrijding van het waarnemingsniveau van een signaalparameter, zie hiervoor Tabel 2-2.

Tabel 2-2 Beschrijving van welke actie ondernomen wordt bij overschrijding van een signaalparameter waarnemingsniveau volgens artikel 1.3a.3 van de Mijnbouwregeling (Grondversnelling en Grondsnelheid) en artikel 1.3a.4 van de Mijnbouwregeling (Magnitude). Meldingen worden gedaan aan de Minister van Economische Zaken en de Inspecteur-generaal der Mijnen (SodM).

Signaalparameter	Waarnemings-niveau	Melding	Analyse
Grondversnelling	> 0,08 g	Terstond waarneming melden	Eerste analyse binnen 48 uren, nadere analyse binnen 14 dagen.
Grondsnelheid	> 50 mm/s	Idem	Idem
Magnitude ²	$\geq 3,0$	Idem	Idem

² De sterkte van de aardbevingen worden in dit rapport aangeduid in Lokale Magnitude Scale of M_L (Ref. 3).

2.3 Leeswijzer

Voor het bepalen van de monitoringsparameters voor het aantal aardbevingen en aardbevingsdichtheid zijn aardbevingen met een magnitude $M_L \geq 1,2$ van belang. Het HRA model dat gebruikt wordt voor het inschatten van dreiging en risico is gekalibreerd op basis van de aardbevingen met een magnitude $M_L \geq 1,5$.

In dit rapport wordt een , (komma) gebruikt als scheidingsteken voor decimalen, en een . (punt) voor duizendtallen. In de figuren wordt soms een punt gebruikt als scheidingsteken voor de decimalen.

2.4 Meetnetwerk en meetnauwkeurigheid

Het seismisch meetnetwerk is eigendom van en wordt geopereerd en onderhouden door het KNMI. De meeste seismische meetstations bestaan uit een bovengronds geplaatste accelerometer voor het meten van grondversnellingen en vier ondergronds geplaatste geofoons voor een nauwkeurige bepaling van het epi- en hypocentrum en de bepaling van de aardbevingssterkte. Deze geofoons zijn m.b.v. een boring op 50, 100, 150 en 200 meter diepte geplaatst. Daarnaast is er ook een aantal oude stations van vóór de uitbreiding en nieuw-geplaatste stations (vooral ten westen en zuiden van het gasveld) die alleen grondversnelling meten. Alle in dit hoofdstuk gerapporteerde meetgegevens zijn ontleend aan het KNMI en terug te vinden op de website van het KNMI.

Het seismische meetnetwerk boven het Groningen gasveld is in 2014 uitgebreid met 69 nieuwe seismische meetstations. Hierdoor is de gevoeligheid van het meetnetwerk sterk toegenomen over het gehele veld. In de periode van 2003 tot en met 2014 werden alle aardbevingen in het Groningen gasveld met een magnitude groter dan $M_L \geq 1,5$ op de schaal van Richter geregistreerd. Vanaf 2014 worden door de uitbreiding van het monitoringsnetwerk alle aardbevingen met een magnitude groter dan $M_L \geq 1,0$ op de schaal van Richter in het Groningen gasveld geregistreerd. Vóór 2014 werden ook enkele aardbevingen met een magnitude boven de $M_L \geq 1,0$ geregistreerd, maar door de lagere gevoeligheid van het meetnetwerk is het niet zeker of alle aardbevingen in het Groningen gasveld met een magnitude tussen de $M_L = 1,0$ en de $M_L = 1,5$ geregistreerd zijn. Daardoor zal in die periode het werkelijke aantal aardbevingen vanaf $M_L = 1,0$ onderschat zijn.

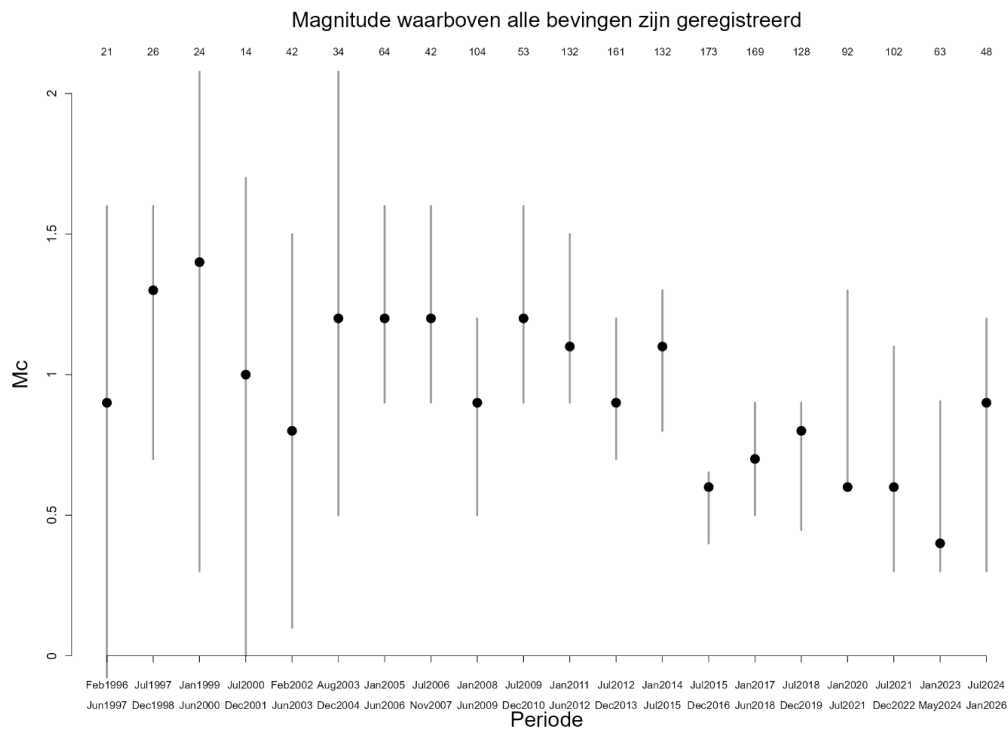
2.5 Magnitude van compleetheid

De magnitude van compleetheid (*magnitude of completeness* of ook wel MoC) is de laagste magnitude M_L waarvoor elke aardbeving waargenomen kan worden, ongeacht de locatie in het Groningen gasveld. Aardbevingen met een magnitude kleiner dan de MoC kunnen waargenomen worden wanneer deze zich voordoen op een voor het meetnetwerk 'gunstige' locatie. Wanneer de aardbeving zich voordoet op een minder gunstige locatie zou deze mogelijk niet worden waargenomen. Voor aardbevingen met een magnitude groter dan de MoC waarde geldt dat deze worden waargenomen, ongeacht de locatie in het gasveld. De MoC wordt afgeleid uit de waarnemingen en is onderhevig aan een bepaalde mate van onzekerheid (bepaald door b.v. de ruis in de omgeving van de meter).

Voor statistisch onderzoek is het van belang een goede MoC te bepalen. Is de veronderstelde MoC te hoog aangenomen dan wordt de dataset kleiner dan mogelijk en is het moeilijker statistisch relevante conclusies aan de data te verbinden. Is de MoC te laag aangenomen dan is de dataset incompleet en worden mogelijkwerwijs foutieve conclusies uit de dataset afgeleid.

De MoC is afgeleid volgens de *maximum curvature method* (Ref. 3 en 4) en de resultaten met het 95% betrouwbaarheidsinterval zijn weergegeven in Figuur 2-1. In het figuur is duidelijk zichtbaar dat vanaf 2014 de MoC afneemt (ook kleinere aardbevingen worden betrouwbaar geregistreerd). Dit is een direct gevolg van de uitbreiding van het seismisch monitoringsnetwerk. Vanaf 2014 zijn aardbevingen

met een magnitude $M_L \geq 1,0$ bruikbaar voor statistisch onderzoek. In de periode voorafgaand aan 2014 is de dataset waarschijnlijk compleet voor aardbevingen met een magnitude $M_L \geq 1,2$ en zeer waarschijnlijk compleet voor aardbevingen met een magnitude $M_L \geq 1,5$. Deze hogere MoC in de periode voor 2014 is de reden dat we voorzichtig moeten zijn wanneer we het aantal aardbevingen met $M_L \geq 1,2$ in 2026 vergelijken met die in jaren vóór 2014.



Figuur 2-1: Magnitude of Completeness met onzekerheidsintervallen voor verschillende periodes, met de stip wordt de P50 waarde aangegeven.

3 Analyse van de trendparameters

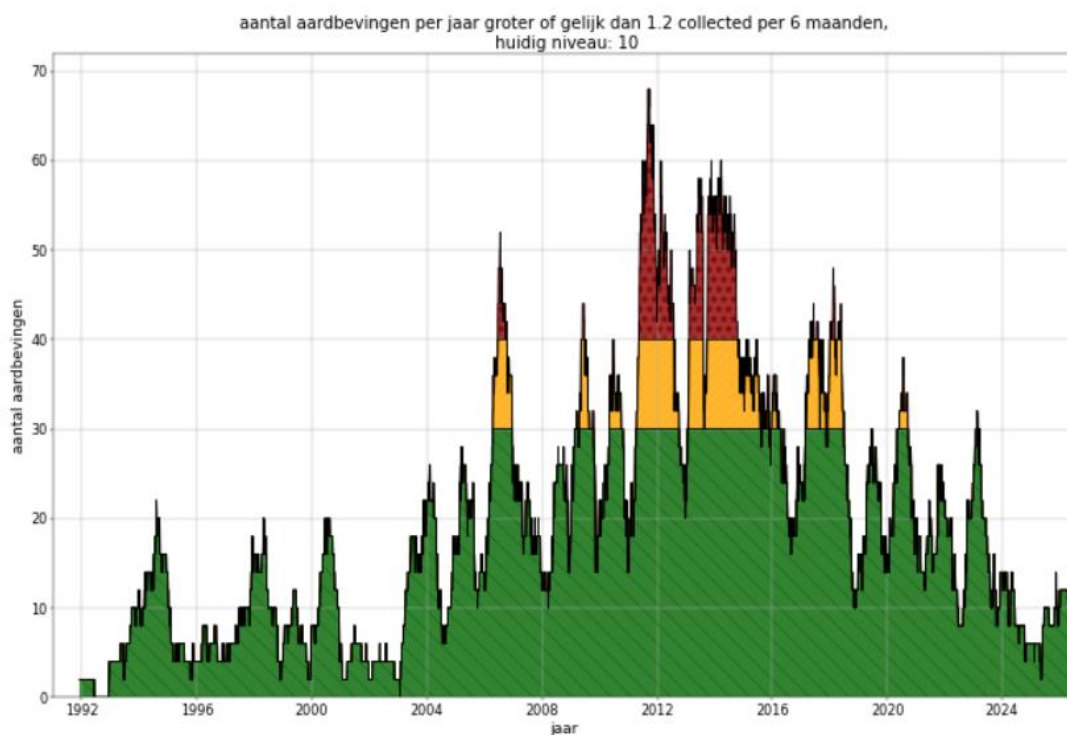
3.1 Aantal aardbevingen ('activity rate')

Het aantal aardbevingen in de eerste helft van 2026 met een magnitude groter dan of gelijk aan $M_L \geq 1,2$ was vijf (Tabel 3-1). Dat komt overeen met 10 aardbevingen met een magnitude $M_L \geq 1,2$ op jaarbasis en is gelijk aan het aantal aardbevingen in 2025. In de eerste helft van 2026 zijn er 2 aardbevingen in het Groningen gasveld geregistreerd met een magnitude $M_L \geq 1,5$. Dat komt overeen met 4 aardbevingen met een magnitude $M_L \geq 1,5$ op jaarbasis en is lager dan het aantal aardbevingen in het voorgaande jaar. In 2025 waren er 7 aardbevingen met een magnitude $M_L \geq 1,5$. Er zijn geen aardbevingen geregistreerd met $M_L \geq 2,0$.

Tabel 3-1: Aardbevingen in Groningen met een kracht $M_L \geq 1,2$ geregistreerd in de eerste helft van 2026 door het door het KNMI geopereerde seismisch monitoringsnetwerk. Locatie van het hypocentrum is gebaseerd op de KNMI-aardbevingencatalogus.

Plaats	Datum	Tijd uu:mm:ss UTC	Magnitude	Diepte km	RDX	RDY
Zeerijp	1 januari 2026	14:45:28	1,2	3	246951	596726
Zandweer	7 mei 2026	12:14:38	1,8	3	240731	601843
Appingedam	11 mei 2026	04:16:45	1,9	3	250673	593793
Garrelswaer	16 juni 2026	16:12:59	1,2	3	247262	590944
Meedhuizen	24 juni 2026	21:59:57	1,4	3	255027	592769

Figuur 3-1 toont duidelijk de dalende trend in het aantal geregistreerde aardbevingen sinds 2012. De 'activity rate' is midden 2026 tien aardbevingen/jaar.



Figuur 3-1: Aantal aardbevingen berekend per jaar zoals aangegeven in artikel 1.3a.5 van de Mijnbouwregeling. Dit betreft de aardbevingen met een kracht van $M_L \geq 1,2$ in de voorgaande 6 maanden.

Tabel 3-2 toont het aantal aardbevingen in de eerste helft van 2026 verdeeld over vier magnitudeklassen.

Tabel 3-2: Aantal waargenomen aardbevingen per maand in de eerste helft van 2026 verdeeld over vier magnitude klassen.

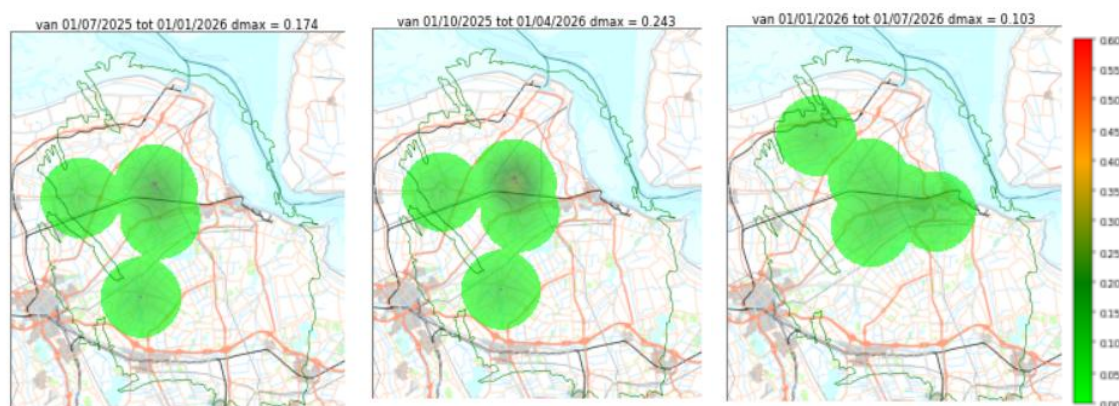
Maand	$1,2 \leq M_L < 1,5$	$1,5 \leq M_L < 2,0$	$2,0 \leq M_L < 2,5$	$M_L \geq 2,5$	Totaal $M_L \geq 1,2$
Januari 2026	1	0	0	0	1
Februari 2026	0	0	0	0	0
Maart 2026	0	0	0	0	0
April 2026	0	0	0	0	0
Mei 2026	0	2	0	0	2
Juni 2026	2	0	0	0	2
Eerste helft van 2026	3	2	0	0	5

3.2 Aardbevingsdichtheid

Aardbevingsdichtheid is gedefinieerd als het aantal geobserveerde aardbevingen per vierkante kilometer per jaar en wordt berekend voor het hele Groningen gasveld. Deze dichtheid is berekend (m.b.v. een Quartic Kernel functie) op basis van de aardbevingen, geregistreerd gedurende de voorafgaande 6 maanden, met een magnitude $M_L \geq 1,2$.

Figuur 3-2 toont een kaart met de aardbevingsdichtheid en de epicentra van de in de tweede helft van 2025 en eerste helft van 2026 geregistreerde aardbevingen. Alle geregistreerde aardbevingen met een magnitude van $M_L = 1,2$ en groter zijn hierin opgenomen. De berekende aardbevingsdichtheid wordt getoond door middel van een kleurschaal. Als trendparameter wordt de ruimtelijk hoogste waarde van de aardbevingsdichtheid, berekend over de voorgaande zes maanden, gebruikt.

De epicentra van de vijf aardbevingen in deze rapportage periode met een magnitude $M_L \geq 1,2$ liggen in het noorden van het Groningen gasveld. De aardbevingsdichtheid is in dit gebied daarom relatief hoog vergeleken met de rest van het gasveld. De hoogste aardbevingsdichtheid in het gasveld was aan het einde van de eerste helft van 2026 (de rapportage periode) 0,103 aardbevingen per ($\text{km}^2 \cdot \text{jaar}$).



Figuur 3-2: Kaarten van aardbevingsdichtheid gebaseerd op aardbevingen met magnitude $M_L \geq 1,2$ tijdens de eerste helft van 2026. De aardbevingsdichtheid is omgerekend naar jaarbasis.

Het aantal aardbevingen en de maximale aardbevingsdichtheid zijn de trendparameters gebruikt in het seismisch monitoren van het Groningen gasveld. Zowel het aantal aardbevingen als de maximale aardbevingsdichtheid vallen onder het laagste waarnemingsniveau. In Tabel 3-3 wordt voor 2026 de 'activity rate', het aantal aardbevingen op jaarbasis met een magnitude $M_L \geq 1,2$ en de maximale aardbevingsdichtheid in het Groningen gasveld voor de huidige rapportageperiode getoond.

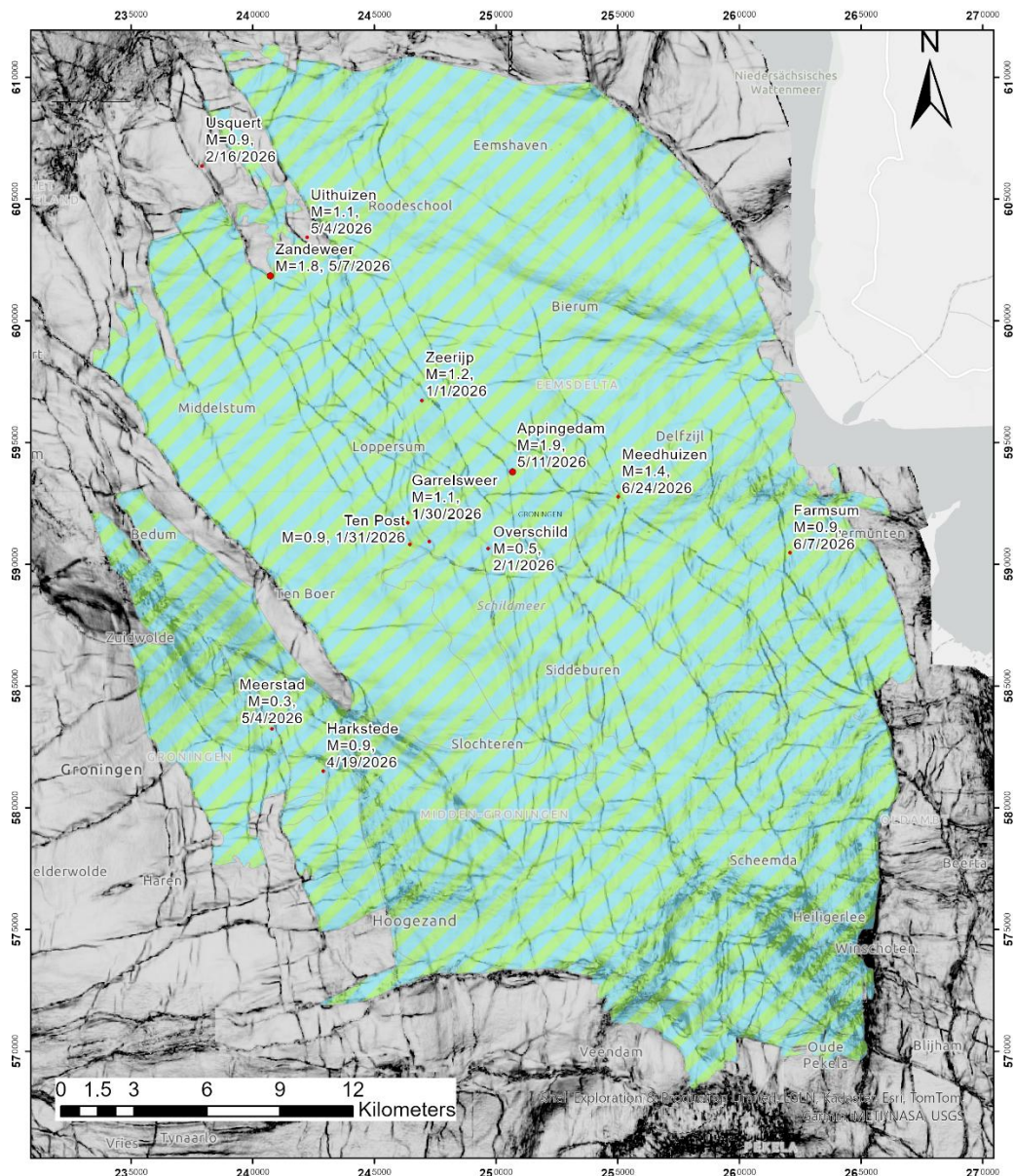
Tabel 3-3: Trendparameter overzicht voor 2026. Aantal aardbevingen ($M_L \geq 1,2$) in de maand, de 'activity rate' en aardbevingsdichtheid (aantal aardbevingen per jaar en vierkante kilometer) zijn berekend op het einde van de maand.

	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun
Aantal aardbevingen in de maand ($M_L \geq 1,2$)	1	0	0	0	2	2
Aardbevings-dichtheid	0,243	0,243	0,243	0,227	0,092	0,103
'activity rate': Aantal aardbevingen per jaar ($M_L \geq 1,2$)	6	6	6	5	4	5

Ter vergelijking, in 2023, 2024 en 2025 daalde de maximale aardbevingsdichtheid tijdens dat jaar steeds tot 0,08 aardbevingen per ($\text{km}^2 \cdot \text{jaar}$). De laatste keer dat de aardbevingsdichtheid daarvoor ook zo laag is geweest was in 2004.

3.3 Distributie van aardbevingen over het Groningen gasveld

Alle vijf aardbevingen in de eerste helft van 2026 hadden het epicentrum in het noorden van het Groningen gasveld. Dit komt overeen met de voorspelling, dat door de voortgaande drukvereffening in het Groningen gasveld de reservoirdruk in dit gebied nog steeds daalt. De distributie van aardbevingen over het Groningen gasveld wordt getoond op de kaart in Figuur 3-3. In deze figuur wordt de kaart van het gasveld met de epicentra van alle aardbevingen (dus ook de aardbevingen met een magnitude kleiner dan de MoC waarde) getoond die zijn geregistreerd in de eerste helft van het jaar 2026.



Figuur 3-3: Kaart van de diepe ondergrond met daarop in groen het Groningen gasveld en de omliggende gasvelden. Met rode stippen zijn alle in de eerste helft van 2026 geregistreerde aardbevingen aangegeven. De grootte van de cirkel is een maat voor de magnitude van de aardbeving.

3.4 Aardbevingen met hoogste magnitude

De aardbeving met de grootste magnitude in de eerste helft van 2026 was de aardbeving bij Appingedam op 11 mei 2026. Deze had een magnitude van $M_L = 1,9$.

3.5 Incidentparameters PGA en PGV

Het Rapport 'Defining criteria for semi-annual earthquake reporting of PGV and PGA in Groningen' (Ref. 2) bevat een analyse van de piek grondsnelheid en piek grondversnelling die zijn geobserveerd voor aardbevingen met verschillende magnitudes. De waargenomen magnitude van de aardbevingen in de eerste helft van 2026 geeft aan dat de piek grondversnellingen en piek grondsnelheden lager zijn dan de grenswaarden voor deze signaalparameters.

3.6 Vergelijking aantal geobserveerde en voorspelde aardbevingen

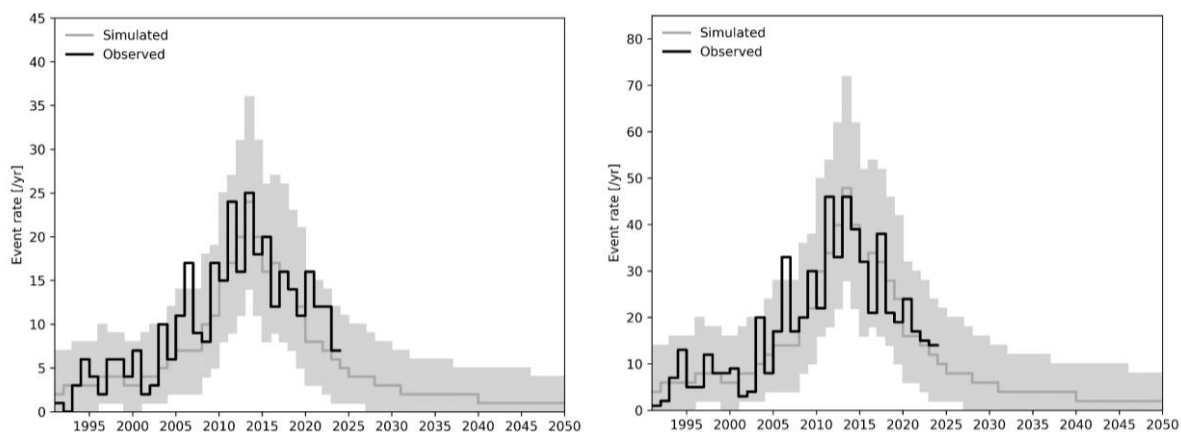
3.6.1 Kalibratie seismologisch model

Sinds begin 2023 heeft TNO geen seismische risico-inschatting voor Groningen gepubliceerd. De vergelijking (Figuur 3-4) van het geobserveerde aantal aardbevingen is daarom gebaseerd op de HRA, gemaakt na insluiting van het gasveld op 1 oktober 2023. Deze inschatting is geijkt aan de aardbevingencatalogus van alle aardbevingen in Groningen met een magnitude van $M_L \geq 1,5$ tot 1 januari 2024.

3.6.2 Tellen van het aantal aardbevingen

Het KNMI rapporteert twee versies van de waargenomen Groningse aardbevingsmagnitudes, de eerste is tot 5 cijfers achter de komma en dus zonder afronding. De tweede versie (beschikbaar als een tabel in pdf-format) geeft de magnitude van aardbevingen, na afronding tot 1 cijfer achter de komma. In de eerdere hoofdstukken (1 tot en met 3.5) van deze periodieke rapportage maakt NAM gebruik van de tweede versie van de KNMI-aardbevingencatalogus met afronding.

Echter voor de vergelijking tussen het opgetreden aantal aardbevingen met de voorspelling van het seismologisch model moet gebruik worden gemaakt van een aardbevingencatalogus waarin de waarden van de magnitude niet zijn afgerond (de eerste versie). Daardoor zal een aardbeving met een magnitude van $M_L = 1,50$ wel worden meegeteld als een aardbeving met $M_L \geq 1,5$ maar bijvoorbeeld een aardbeving met een magnitude van $M_L = 1,49$ niet.



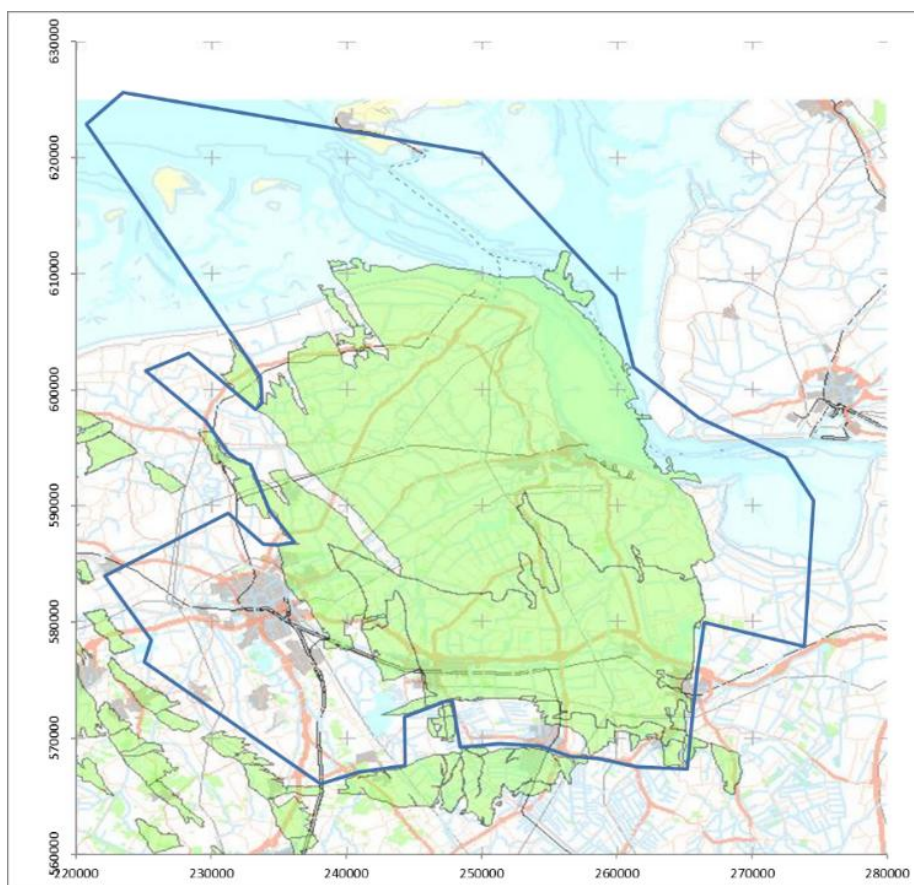
Figuur 3-4: Links: Kalibratie van het seismologisch model gebaseerd op de aardbevingen met een magnitude $M_L \geq 1,5$ tot 1 januari 2024. Rechts: Aantal geregistreeerde aardbevingen met een magnitude $M_L \geq 1,2$ vergeleken met het seismologisch model gebaseerd op de aardbevingen tot 1 januari 2024.

Afronding vertekent het aantal aardbevingen boven een overschrijdingswaarde (zoals bijvoorbeeld een overschrijdingswaarde van $M_L \geq 1,5$). Door deze afronding worden aardbevingen met een magnitude tussen 1,45 en 1,5 ($1,45 \leq M_L < 1,5$) ook meegeteld bij de aardbevingen met een magnitude $M \geq 1,5$. Sommige aardbevingen met een magnitude $M < 1,5$ worden door de afronding dus toch meegeteld als aardbevingen met $M \geq 1,5$. Voor een exacte vergelijking tussen het aantal geobserveerde aardbevingen en het aantal voorspelde aardbevingen wordt daarom de niet-afgeronde versie van de aardbevingencatalogus gebruikt.

Voor de aardbevingen in de eerste helft van 2026 is de afronding van belang voor de aardbevingen op 1 januari 2026 bij Zeerijp en bij Meedhuizen op 24 juni 2026. De afgeronde magnitude gerapporteerd voor deze twee aardbevingen door KNMI is $M_L = 1,2$. Echter de niet-afgeronde magnitude van de

Zeerijp aardbeving was $M_L = 1,2495$ en van de aardbeving bij Meedhuizen 1,16. De magnitude van de Zeerijp aardbeving is dus naar beneden afgerond, maar die van de Meedhuizen aardbeving naar boven. De magnitude van de Meedhuizen aardbeving was dus $M_L < 1,2$ en telt in deze vergelijking daarom niet mee.

Voor het tellen van het aantal aardbevingen voor de seismische rapportage van het Groningen gasveld is ook de toewijzing van aardbevingen aan het Groningen gasveld of aan een van de er omheen liggende gasvelden belangrijk. Een aardbeving kan bijvoorbeeld zijn oorsprong hebben in het Annerveen gasveld dat ten zuiden van het Groningen gasveld ligt. Hiervoor wordt door NAM de polygoon (in blauw) in Figuur 3-5 gebruikt. Aardbevingen met het epicentrum binnen deze polygoon worden toegewezen aan het Groningen gasveld.



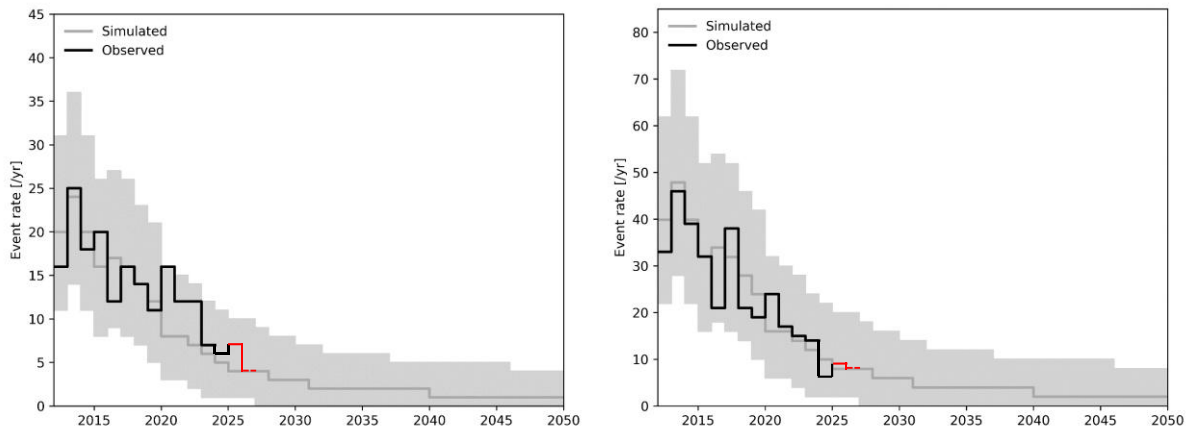
Figuur 3-5: De polygoon rond het Groningen gasveld. Aardbevingen met het epicentrum binnen deze polygoon worden toegewezen aan het Groningen gasveld. Ten zuiden van de polygoon is het Annerveen gasveld te zien.

3.6.3 Vergelijking van aantal geobserveerde aardbevingen met modelvoorspelling

Het HRA-model is geijkt aan de aardbevingen met een magnitude $M_L \geq 1,5$. Daarom tonen we de vergelijking tussen het model en het werkelijk opgetreden aantal aardbevingen met magnitude $M_L \geq 1,5$. Figuur 3-6 laat zien dat voor kalenderjaar 2026 er 4 aardbevingen op jaarbasis worden verwacht met een onzekerheidsband van 1 tot 10 aardbevingen. Het aantal aardbevingen met een magnitude $M_L \geq 1,5$ gedurende de eerste helft van 2026 omgerekend naar jaarbasis is 4 aardbevingen, en is dus gelijk aan de verwachtingswaarde van de modelvoorspelling voor kalenderjaar 2026.

De Mijnbouwregeling schrijft voor dat de aardbevingenrapportage wordt gebaseerd op aardbevingen met magnitude $M_L \geq 1,2$. Omdat het verwachte aantal aardbevingen met $M_L \geq 1,2$ groter is, is ook de vergelijking hiervoor tussen voorspelde en geobserveerde aantal aardbevingen betrouwbaarder.

Figuur 3-6 laat zien dat in kalender jaar 2026 er acht aardbevingen op jaarbasis worden verwacht met een onzekerheidsband van 2 tot 20 aardbevingen. Het aantal aardbevingen met een magnitude $M_L \geq 1,2$ gedurende de eerste helft van 2026 is omgerekend naar jaarbasis 8 aardbevingen, en dus ook gelijk aan de verwachtingswaarde van de modelvoorspelling.



Figuur 3-6: Links: Voorspelde aantal aardbevingen in het Groningen gasveld met een magnitude $M_L \geq 1,5$, in rood. Rechts: Voorspelde aantal aardbevingen in het Groningen gasveld met een magnitude $M_L \geq 1,2$. Het aantal geobserveerde aardbevingen in 2025 en de eerste helft van 2026 is steeds in rood aangegeven

Referenties

1. Advies over de actualisatie van de trendparameters en de bijbehorende grenswaarden in artikel 1.3a van de Mijnbouwregeling, SodM, 16 juni 2020.
2. Defining criteria for semi-annual earthquake reporting of PGV and PGA in Groningen, Michail Ntinalexis, April 2024.
3. Magnitude and Energy of Earthquakes. B. Gutenberg, C.F. Richter. *Annali di Geofisica*. 9: 1-15, 1956.
4. Minimum Magnitude of Completeness in Earthquake Catalogs: Examples from Alaska, the Western United States, and Japan. Wiemer, Stefan en Wyss, Max. 4, 2000, *Bulletin of the Seismological Society of America*, pp. 859-869.

Appendix A – Overzicht periodieke en speciale rapportages seismiciteit Groningen

Tabel A.1 *Rapportages van opmerkelijke seismische gebeurtenissen zoals aardbevingen met een grotere kracht of aardbevingszwermen.*

Titel	Datum
Rapportage recente aardbevingen Wirdum en Garsthuizen 2016/2017	mei 2017
Ground Motions from the M _L 2.6 Slochteren Earthquake of 27 th May 2017	juni 2017
Special Report on the earthquake density and activity rate following the earthquakes in Appingedam (M _L =1.8) and Scharmer (M _L =1.5) in August 2017	sept 2017
Special Report on the Loppersum earthquakes – December 2017	dec 2017
Special Report on the Zeerijp Earthquake	jan 2018
Short special report Exceedance Activity Rate - February 2018	feb 2018
Special Report - Westerwijtwerd Earthquake - 22 nd May 2019	mei 2019
Analyse overschrijding MRP-grenswaarde Aardbevingsdichtheid 9 september 2019	sept 2019
Analyse overschrijding aardbevingsdichtheid - 3 december 2019	dec 2019
Special Report on the Zijldijk M _L = 2.5 Earthquake of 2 nd May 2020	mei 2020
Special Report on the Loppersum M _L =2.7 earthquake of 14 th June 2020	aug 2020
Special Report on the Zeerijp Earthquake Swarm starting 4 th October 2021	okt 2021
Supplement to special Report on the Zeerijp Earthquake Swarm starting 4 th October 2021	nov 2021
Special Report on the Garrelsewerd Earthquake 16th November 2021 with Magnitude M _L = 3.2	nov 2021
Special Report on the Earthquakes near Uithuizen in August, September and October 2022	okt 2022
Special Report on the Wirdum Earthquake 8 th October 2022 with Magnitude M _L =3.1	okt 2022
Special Report on the two Zandweer Earthquakes on 15 th September 2023 with Magnitude M _L = 2.0 and M _L = 1.9 respectively	okt 2023
Special Report on the earthquake near Zeerijp on 11 th April 2024 with a magnitude M _L 2.1	mei 2024
Speciaal Rapport over de aardbeving bij Zeerijp op 14 november 2025	nov 2025

Tabel A.2 *Halfjaarlijkse monitoringsrapportages voor de seismiciteit in het Groningen gasveld.*

Title	Date
Analyse seismiciteit	nov 2016
Rapportage Seismiciteit Groningen – November 2017	nov 2017
Rapportage Seismiciteit Groningen – Juni 2018	juli 2018
Rapportage Seismiciteit Groningen – November 2018	nov 2018
Rapportage Seismiciteit Groningen – Mei 2019	mei 2019
Rapportage Seismiciteit Groningen – November 2019	nov 2019
Rapportage Seismiciteit Groningen – Mei 2020	apr 2020
Rapportage Seismiciteit Groningen – November 2020	nov 2021
Rapportage Seismiciteit Groningen – Mei 2021	juni 2021
Rapportage Seismiciteit Groningen – November 2021	nov 2021
Rapportage Seismiciteit Groningen – Mei 2022	juni 2022
Rapportage Seismiciteit Groningen – November 2022	dec 2022
Rapportage Seismiciteit Groningen – Mei 2023	juni 2023
Rapportage Seismiciteit Groningen – November 2023	dec 2023
Rapportage Seismiciteit Groningen – Mei 2024	juni 2024
Rapportage Seismiciteit Groningen – Eerste helft 2024	juli 2024
Rapportage Seismiciteit Groningen – November 2024	nov 2024
Rapportage Seismiciteit Groningen – Kalenderjaar 2024	jan 2025
Rapportage Seismiciteit Groningen – Eerste helft 2025	juli 2025
Rapportage Seismiciteit Groningen – Kalenderjaar 2025	jan 2026
Rapportage Seismiciteit Groningen – Eerste helft 2026	jul 2026