

Princetonlaan 6  
3584 CB Utrecht  
Postbus 80015  
3508 TA Utrecht

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 42 56  
F +31 88 866 44 75

## TNO-rapport

**TNO2022\_R10431**

# Publieke Seismische Dreigings- en Risicoanalyse Groningen gasveld; Herziene operationele strategie gasjaar 2021/2022 – Addendum GTS update februari 2022

Datum 14 maart 2022

Auteur(s)

Exemplaarnummer

Oplage

Aantal pagina's 17 (incl. bijlagen)

Aantal bijlagen

Opdrachtgever Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Projectnaam Publieke SDRA Groningen 2022

Projectnummer 060.51885

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2022 TNO

## Samenvatting

Een Seismische Dreigings- en Risicoanalyse (SDRA) geeft een prognose van toekomstige seismische groundbewegingen en het resulterende veiligheidsrisico voor de bewoners in het Groningse aardbevingsgebied als gevolg van de gaswinning. Dit rapport beschrijft de SDRA volgens de door NAM voorgestelde herziene operationele strategie voor gasjaar 2021/2022 waarop de winning uit het Groningenveld plaats zal vinden.

Op verzoek van EZK is, in aanvulling op eerdere doorgerkende herziene scenario's, dit addendum opgesteld. In dit addendum wordt rekening gehouden met een bijgesteld winningsvolume voor gasjaar 2021/2022 op basis van de meest recente GTS prognose.

Waar de initiële gasproductie voor gasjaar 2021/2022 op 3,9 miljard Nm<sup>3</sup> vastgesteld was, wordt het winningsvolume mogelijk bijgesteld naar 4,6 miljard Nm<sup>3</sup>. Deze hogere productie leidt tot een zeer beperkte toename van de seismiciteit ten opzichte van de initiële verwachting. In absolute zin kan gezegd worden dat het persoonlijk risico voor gasjaar 2021/2022 (en verder) met een winningsvolume van 4,6 miljard Nm<sup>3</sup> vergelijkbaar is met het initiële risico voor gasjaar 2021/2022 (en verder). Specifiek betekent dit dat alle gebouwen in het aardbevingsgebied voor dit scenario met de voorgeschreven modelkeuzes aan de veiligheidsnorm (verwachtingswaarde van het LPR van 10<sup>-5</sup>) voldoen. Risicoberekeningen volgens de meest recente wetenschappelijke inzichten (aanbevelingen van TNO) leiden in het algemeen tot hogere waarden van het persoonlijk risico. In lijn met de initiële SDRA 2021 rapportage leidt dit voor het gasjaar 2021/2022 tot meerdere honderden gebouwen (met name het schuurgedeelte van boerderijen) die niet aan de veiligheidsnorm voldoen.

# Inhoudsopgave

	<b>Samenvatting .....</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Uitgangspunten modelberekeningen .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Analyse van de seismiciteit.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Dreigingsanalyse .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Risicoanalyse.....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Schadeanalyse.....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>Resultaten risicoanalyse cf. laatste wetenschappelijke inzichten van TNO ...</b>	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>Conclusie.....</b>	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>Referenties .....</b>	<b>16</b>
<b>10</b>	<b>Ondertekening .....</b>	<b>17</b>

# 1 Inleiding

Dit rapport is een aanvulling op de publieke SDRA Groningen ten behoeve van de herziene operationele strategie voor gasjaar 2021/2022 (TNO, 2022). Het rapport beschrijft de resultaten van een extra scenario op basis van een geactualiseerde GTS scenario voor de gaswinning in gasjaar 2021/2022 en verder (GTS, 2022). De uitgangspunten en de gehanteerde modelversies voor de dreigings- en risicoanalyse zijn samengevat in Hoofdstuk 2. De resultaten voor de verwachte seismische activiteit, dreiging en risico op basis van de door EZK voorgeschreven modelversie staan respectievelijk in de Hoofdstukken 3, 4 en 5. Hoofdstuk 6 behandelt de jaarlijkse kans op schade als gevolg van de operationele strategie. Hoofdstuk 7 geeft de resultaten van de risicoanalyse op basis van de laatste wetenschappelijke inzichten. Hoofdstuk 8 sluit af met een conclusie.

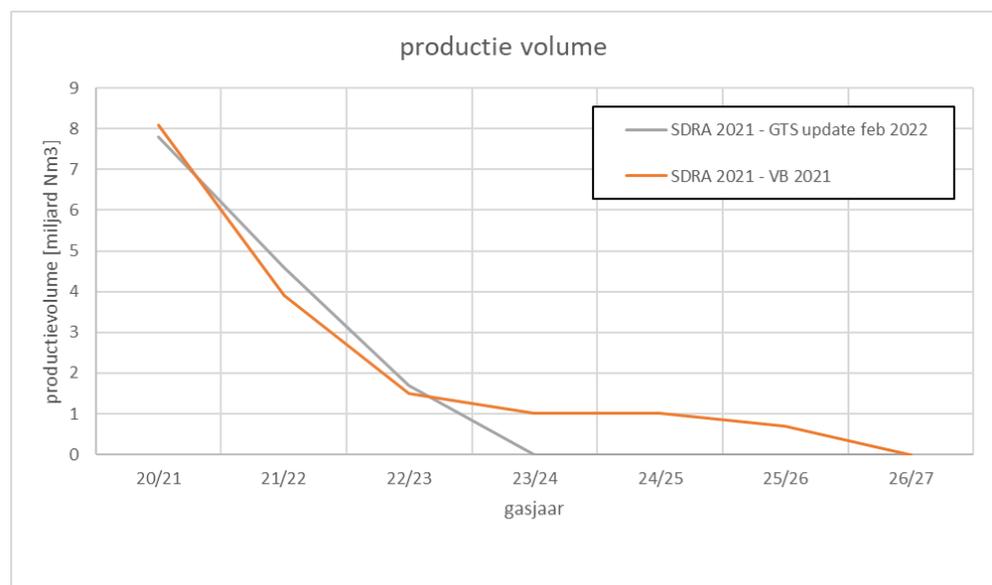
## 2 Uitgangspunten modelberekeningen

Deze aanvullende risicoanalyse voor gasjaar 2021/2022 en verder is uitgevoerd conform de uitgangspunten zoals geformuleerd in de verwachtingenbrief ten behoeve van de operationele strategie voor het gasjaar 2022/2023 (EZK, 2022).

De uitgangspunten met betrekking tot de gaswinning voor dit modelscenario zijn:

- Gerealiseerde gasproductie van gasjaar 2020/2021 (7,8 miljard Nm<sup>3</sup>).
- Geactualiseerde GTS raming voor gasjaar 2021/2022 van 4,6 miljard Nm<sup>3</sup> (GTS, 2022), op basis van een gemiddeld temperatuurverloop.
- Geactualiseerde GTS raming voor gasjaar 2022/2023 van 1,7 miljard Nm<sup>3</sup> (GTS, 2022).
- Volledige beëindiging van de productie uit het Groningenveld vanaf 1 oktober 2023.

Figuur 2.1 illustreert de bijgestelde productie raming in relatie tot de initiële raming ten behoeve van het Vaststellingsbesluit 2021.



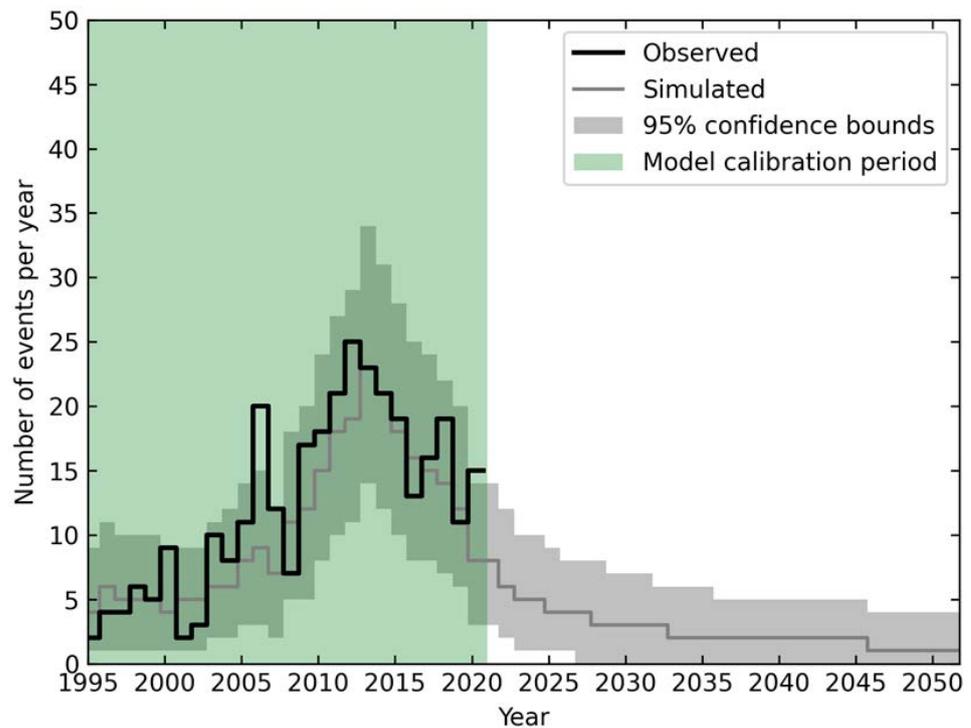
Figuur 2.1 Productievolumes cf. de initiële operationele strategie voor gasjaar 2021/2022 en verder (Vaststellingsbesluit 2021) weergegeven met de oranje lijn. De grijze lijn betreft de geactualiseerde GTS prognose (feb 2022) voor gasjaar 2021/2022 en verder.

De modelinstellingen zijn, zoals voorgeschreven in de verwachtingenbrief (EZK, 2022), gelijk aan de gebruikte instellingen van de SDRA 2021 ten behoeve van het Vaststellingsbesluit 2021. Voor meer informatie omtrent deze instellingen wordt verwezen naar de rapportage publieke SDRA Groningen 2021 (TNO, 2021).

De modelinstellingen zoals geadviseerd door TNO in het Statusrapport (TNO, 2020) reflecteren de laatste wetenschappelijke inzichten volgend uit een analyse en test van de aanbevolen modellen voor gebruik in de publieke SDRA Groningen door TNO. Ook deze zijn ongewijzigd ten opzichte van de SDRA 2021 (TNO, 2021).

### 3 Analyse van de seismiciteit

De historisch waargenomen en de totale verwachte jaarlijkse seismische activiteit en variabiliteit per gasjaar is weergegeven in Figuur 3.1 voor het scenario *GTS update februari 2022*. Alleen het jaarlijkse aantal bevingen met een magnitude gelijk aan of hoger dan 1,5 is weergegeven.



Figuur 3.1 Verwachte seismische activiteit en variatie per gasjaar voor het scenario *GTS update februari 2022*. Op de horizontale as staat het kalenderjaar. Op de verticale as staat het aantal bevingen met een magnitude gelijk aan of hoger dan 1,5 opgeteld per gasjaar. De zwarte lijn geeft het aantal observaties in het verleden weer. De donkergrijze lijn geeft het verwachte aantal bevingen weer. De lichtgrijze band om de grijze lijn is de onzekerheidsband. Het groene vlak geeft aan dat het model gekalibreerd is op de periode tot 1 januari 2021.

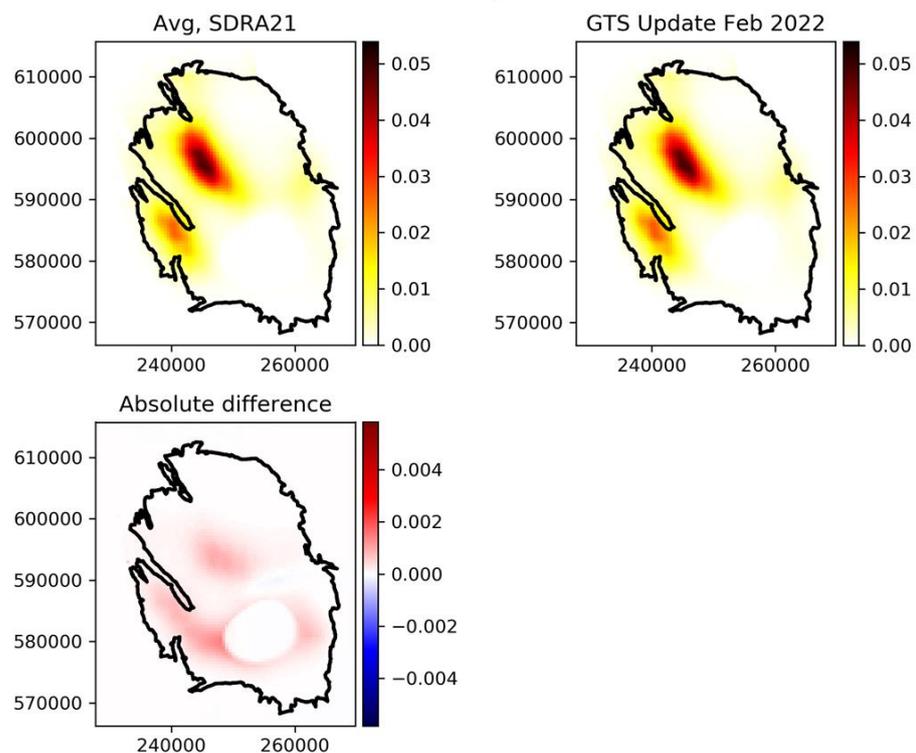
De overschrijdingskans op zwaardere bevingen (magnitude 3,5 en hoger) voor het scenario *GTS update februari 2022* is per gasjaar weergegeven in Tabel 3.1. De tabel geeft een overzicht van de tien komende gasjaren, beginnend met gasjaar 2021/2022.

De percentages in de tabel zijn de overschrijdingskansen per gasjaar. Het model geeft aan, dat in gasjaar 2021/2022 het aantal bevingen boven  $M = 1,5$  naar verwachting voor 1,5% zal bestaan uit bevingen met een magnitude van 4,0 of hoger.

Tabel 3.1 Jaarlijkse verwachting van het aantal bevingen met magnitude gelijk aan of hoger dan M1,5 ("Rate") en overschrijdingskansen voor een aantal geselecteerde magnitudes per gasjaar voor een gemiddeld temperatuurverloop voor het scenario *GTS update februari 2022*. De eerste kolom geeft het gasjaar (gas year – GY) weer.

	Rate	M3.5	M3.6	M4.0	M4.5	M5.0
GY2021/2022	5.82	6.99%	5.31%	1.50%	0.20%	0.03%
GY2022/2023	5.08	6.14%	4.66%	1.32%	0.18%	0.03%
GY2023/2024	4.54	5.48%	4.16%	1.18%	0.16%	0.02%
GY2024/2025	4.12	4.97%	3.77%	1.07%	0.15%	0.02%
GY2025/2026	3.78	4.56%	3.46%	0.98%	0.13%	0.02%
GY2026/2027	3.50	4.22%	3.19%	0.90%	0.12%	0.02%
GY2027/2028	3.26	3.93%	2.97%	0.83%	0.11%	0.02%
GY2028/2029	3.04	3.65%	2.76%	0.77%	0.10%	0.02%
GY2029/2030	2.85	3.42%	2.58%	0.72%	0.10%	0.01%
GY2030/2031	2.69	3.23%	2.44%	0.68%	0.09%	0.01%

In Figuur 3.2 is het verschil in jaarlijkse aardbevingsdichtheid tussen de initiële SDRA 2021 t.b.v. het Vaststellingsbesluit 2021 en scenario *GTS update februari 2022* weergegeven voor gasjaar 2021/2022.

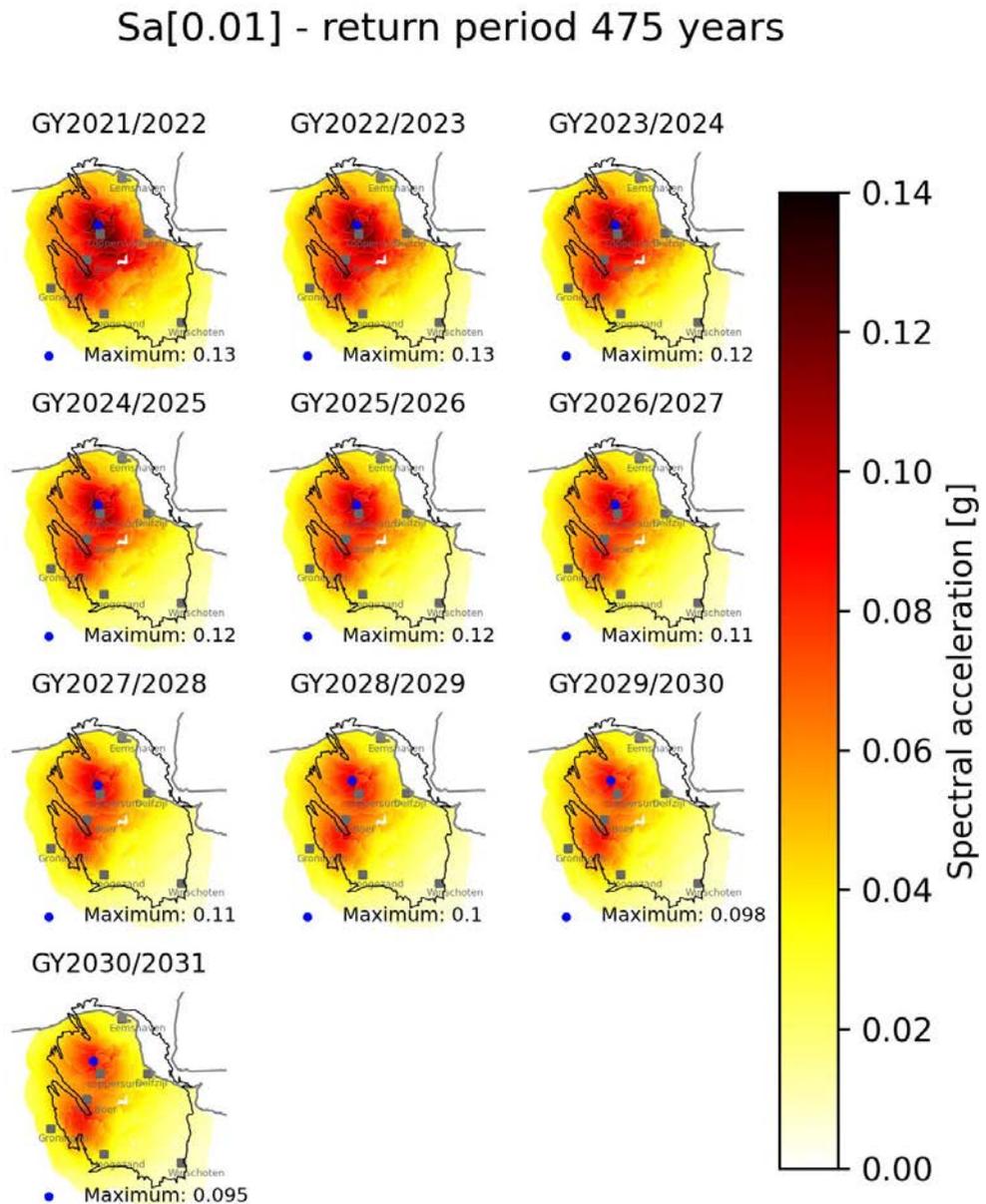


Figuur 3.2 Absolute verschil in jaarlijkse aardbevingsdichtheid (aantal aardbevingen per km<sup>2</sup>) tussen de initiële SDRA 2021 en scenario *GTS update februari 2022*.

Het verschil tussen de initiële SDRA 2021 t.b.v. het Vaststellingsbesluit 2021 en scenario *GTS update februari 2022* is zeer beperkt. Het aantal verwachte aardbevingen voor gasjaar 2021/2022 blijft gelijk (afgerond 6 bevingen hoger of gelijk aan 1,5). Ook de kans op zwaardere is vergelijkbaar.

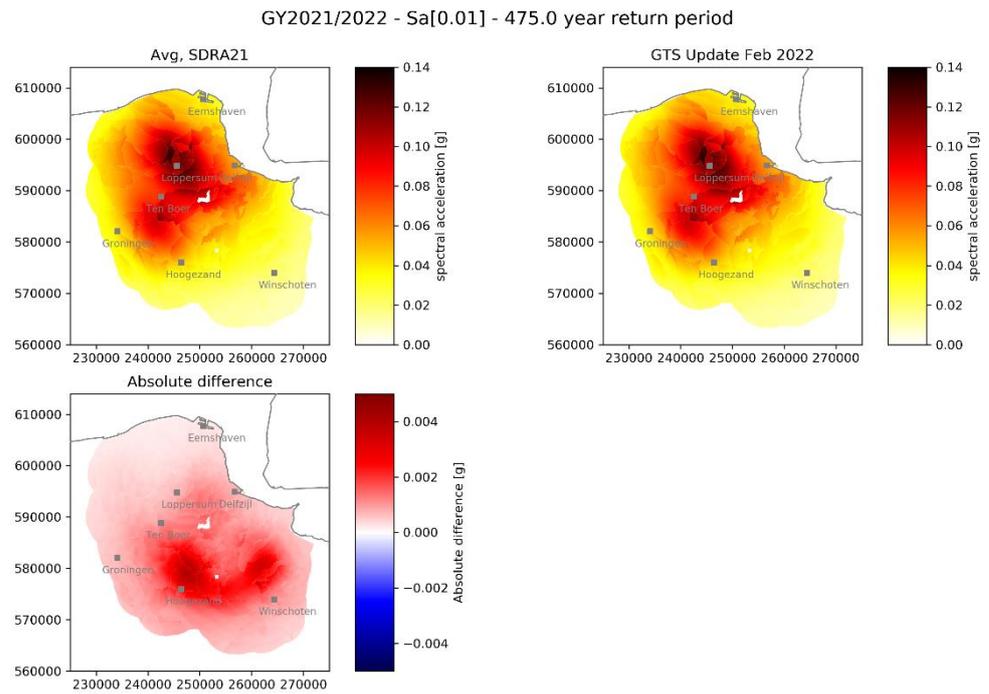
## 4 Dreigingsanalyse

De verwachte seismische dreiging (spectrale versnelling bij een trillingsperiode van 0,01s) bij een herhalings-tijd van 475 jaar voor gasjaar 2021/2022 tot en met gasjaar 2030/2031 is weergegeven in Figuur 4.1.



Figuur 4.1 Overzicht van de jaarlijkse seismische dreigingskaarten voor gasjaar 2021/2022 tot en met gasjaar 2030/2031 voor het scenario *GTS update februari 2022*.

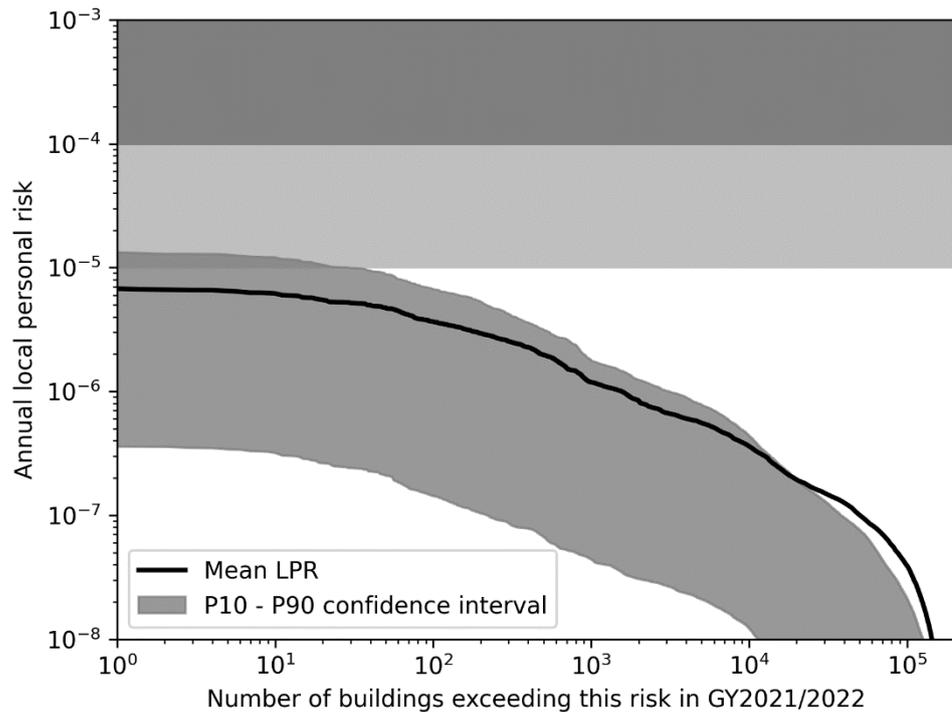
In Figuur 4.2 is het verschil in jaarlijkse seismische dreiging tussen de initiële SDRA 2021 en scenario *GTS update februari 2022* weergegeven voor gasjaar 2021/2022. Scenario *GTS update februari 2022* leidt lokaal tot licht hogere seismische dreiging tot ca. 10% vergeleken met de initiële SDRA 2021. Dit betreft met name het zuidelijk deel van het Groningenveld.



Figuur 4.2 Absolute verschil in jaarlijkse seismische dreiging bij een herhalingsstijd van 475 jaar tussen de initiële SDRA 2021 en scenario *GTS update februari 2022* voor gasjaar 2021/2022.

## 5 Risicoanalyse

Figuur 5.1 toont het aantal gebouwen dat een jaarlijkse verwachtingswaarde (mean) van het LPR overschrijdt voor het gasjaar 2021/2022 gebaseerd op scenario *GTS update februari 2022*. De grijze band in de LPR-grafiek geeft een onzekerheidsbereik aan. De permanente veiligheidsnorm is vastgesteld op een LPR-niveau van  $10^{-5}$ .



Figuur 5.1 LPR grafiek voor gasjaar 2021/2022 voor scenario *GTS update februari 2022*. Op de horizontale as staat het aantal als onveilig te beschouwen gebouwen; op de verticale as het LPR. De grafieken geven voor elk aantal op de horizontale as de LPR waarde die door deze groep overschreden wordt. De dikke zwarte lijn geeft de verwachtingswaarde (mean) van het LPR aan. De donkergrijze band geeft de spreiding in uitkomsten van de beslisboom voor modelonzekerheden weer voor een betrouwbaarheidsinterval van tussen percentielen P10 en P90. De twee horizontale vlakken in lichtgrijs geven het tijdelijke ( $10^{-4}$ ) en permanente ( $10^{-5}$ ) LPR-niveau van de Meijdamnorm aan.

In Tabel 5.1 is - zowel voor de verwachtingswaarde als voor P90 - het aantal gebouwen weergegeven dat per gasjaar niet aan de Meijdamnorm voldoet. In scenario *GTS update februari 2022* voldoen alle gebouwen aan de veiligheidsnorm (mean LPR  $10^{-5}$ ). Het schuurgedeelte van een boerderij (type URM1F\_B) is de meest kwetsbare bouwtypologie. In gasjaar 2021/2022 vallen 28 gebouwen van deze typologie in de zogenoemde P90 groep.

De aangepaste winningsprognose cf. scenario *GTS update februari 2022* leidt tot een kleine verhoging van het aantal gebouwen dat in de P90 groep valt.

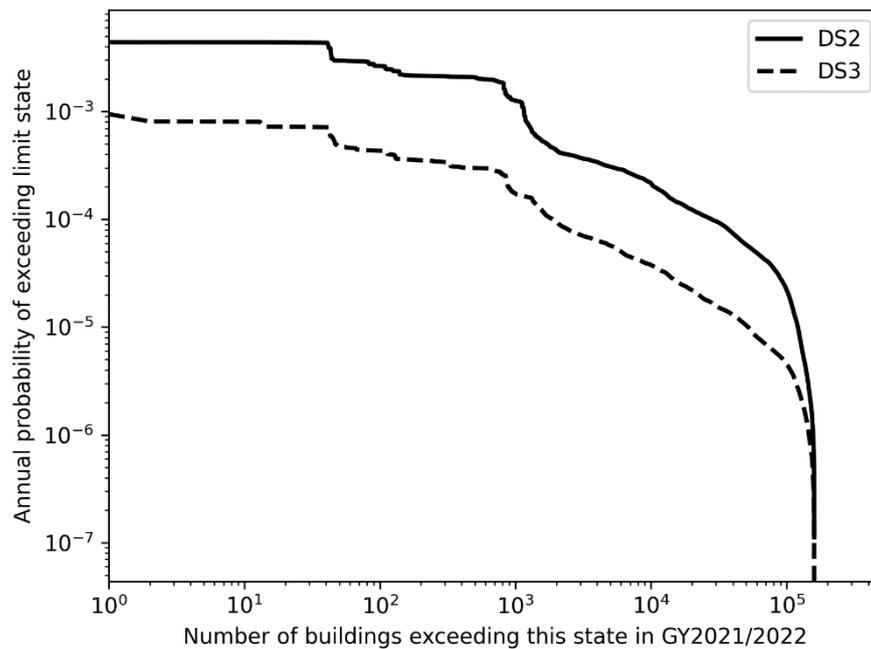
Tabel 5.1 Het aantal gebouwen per gasjaar waarvoor de verwachtingswaarde (en de afwijkende risicomaat P90) van het LPR niet aan de Meijdamnorm voldoet voor scenario *GTS update februari 2022*. De resultaten van de initiële SDRA 2021 zijn ter referentie ook weergegeven.

Gasjaar	SDRA 2021*		GTS update feb 2022	
	Mean LPR 1e-5	P90 LPR 1e-5	Mean LPR 1e-5	P90 LPR 1e-5
GY2021/2022	0	22	0	28
GY2022/2023	0	16	0	16
GY2023/2024	0	10	0	13
GY2024/2025	0	4	0	5
GY2025/2026	0	0	0	0

\*originele prognose.

## 6 Schadeanalyse

Figuur 6.1 toont de resultaten van de schadeprognose voor schadetoestanden DS2 en DS3 voor alle typologieën in de vorm van een jaarlijkse overschrijdingskans van die schadetoestand voor gasjaar 2021/2022.



Figuur 6.1 Jaarlijkse overschrijdingskans voor schadetoestand DS2 (doorgetrokken curve) en schadetoestand DS3 (onderbroken curve) voor gasjaar 2021/2022 voor alle gebouwen in scenario *GTS update februari 2022*.

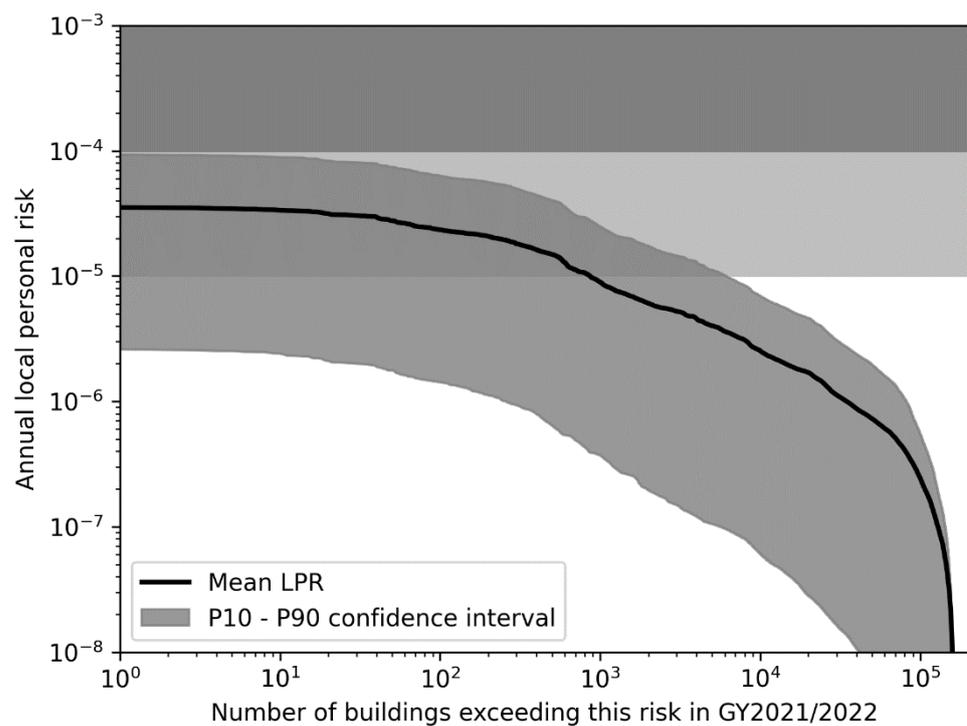
De verschillen in schadeprognose tussen de initiële SDR 2021 en scenario *GTS update februari 2022* zijn zeer klein. Scenario *GTS update februari 2022* leidt tot een relatieve toename van de jaarlijkse overschrijdingskans voor schadetoestanden DS2 en DS3 van 1-3%.

## 7 Resultaten risicoanalyse cf. laatste wetenschappelijke inzichten van TNO

De resultaten van de risicoanalyse van scenario *GTS update februari 2022*, uitgevoerd met de modelinstellingen zoals geadviseerd door TNO in het Statusrapport (TNO, 2020) worden hier beschreven. Deze modelinstellingen volgen de meest recente wetenschappelijke inzichten van TNO.

In lijn met eerdere risicorelaties op basis van deze instellingen (TNO, 2021; Tabel 7.1) leidt dit tot een significant hogere risico inschatting, en daarmee een groter aantal gebouwen dat niet aan de veiligheidsnorm voldoet dan weergegeven in Hoofdstuk 5.

Figuur 7.1 toont het aantal gebouwen dat een jaarlijkse verwachtingswaarde (mean) van het LPR overschrijdt voor het gasjaar 2021/2022 gebaseerd op scenario *GTS update februari 2022*. De permanente veiligheidsnorm is vastgesteld op een LPR-niveau van  $10^{-5}$ .



Figuur 7.1 LPR grafiek voor gasjaar 2021/2022 voor scenario *GTS update februari 2022* cf. door TNO voorgestelde modelinstellingen. Op de horizontale as staat het aantal als onveilig te beschouwen gebouwen; op de verticale as het LPR. De grafieken geven voor elk aantal op de horizontale as de LPR waarde die door deze groep overschreden wordt. De dikke zwarte lijn geeft de verwachtingswaarde (mean) van het LPR aan. De donkergrijze band geeft de spreiding in de beslisboom voor modelonzekerheden weer voor een betrouwbaarheidsinterval van tussen percentielen P10 en P90. De twee horizontale vlakken in lichtgrijs geven het tijdelijke ( $10^{-4}$ ) en permanente ( $10^{-5}$ ) LPR-niveau van de Meijdamnorm aan.

In scenario *GTS update februari 2022* voldoen 863 gebouwen niet aan de veiligheidsnorm (mean LPR  $10^{-5}$ ). Dit zijn vrijwel allemaal aanpalende schuren als onderdeel van vrijstaande boerderijen (URM1F\_B). De resterende groep bestaat uit gemetselde rijtjeshuizen met spouwmuren en betonnen vloeren met grote gevelopeningen op de begaande grond (typologie URM3M, URM3L en URM4L).

In Tabel 7.1 zijn de resultaten (aantal gebouwen dat niet aan de veiligheidsnorm voldoet) samengevat van scenario *GTS update februari 2022*, ter referentie zijn ook de initiële SDRA 2021 resultaten weergegeven.

Tabel 7.1 Het aantal gebouwen per gasjaar waarvoor de verwachtingswaarde van het LPR niet aan de Meijdamnorm voldoet voor scenario *GTS update februari 2022*. De resultaten van de initiële SDRA 2021 zijn ter referentie ook weergegeven conform door TNO voorgestelde modelinstellingen.

	SDRA 2021*	GTS update feb 2022
	Mean LPR 1e-5	Mean LPR 1e-5
GY2021/2022	842	863
GY2022/2023	659	674
GY2023/2024	567	574
GY2024/2025	502	488
GY2025/2026	414	385
GY2026/2027	288	263
GY2027/2028	176	152
GY2028/2029	68	58
GY2029/2030	42	38
GY2030/2031	25	23

\*originele prognose.

## 8 Conclusie

Waar de initiële gasproductie voor gasjaar 2021/2022 op 3,9 miljard Nm<sup>3</sup> vastgesteld was, is de GTS prognose voor dit gasjaar bijgesteld naar 4,6 miljard Nm<sup>3</sup> voor een gemiddeld temperatuurverloop. Deze hogere productie leidt tot een zeer beperkte toename van de seismiciteit ten opzichte van de initiële verwachting. Voor dit scenario met de voorgeschreven modelkeuzes voldoen alle gebouwen in het aardbevingsgebied aan de veiligheidsnorm (verwachtingswaarde van het LPR van 10<sup>-5</sup>). In algemene zin kan gezegd worden dat het aantal gebouwen in de P90 groep voor gasjaar 2021/2022 (en verder) met een winningsvolume van 4,6 miljard Nm<sup>3</sup> vergelijkbaar is met het risico zoals bepaald in de initiële SDRA 2021.

## 9 Referenties

EZK (2022). Verzoek tot het voorstellen van afwijkende operationele strategie voor het gasjaar 2022-2023, Kenmerk DGKE-PDG / 22052133.

GTS (2022). Aanvullend advies om de verhoging van de Groningenproductie in het huidige gasjaar zoveel mogelijk te beperken (finaal concept), Kenmerk L22.0111, 22 februari 2022.

TNO (2020). Status of the TNO Model Chain Groningen per October 1, 2020 and recommendations for the public Seismic Hazard and Risk Analysis 2021. TNO 2020 R11464, 9 oktober 2020.

TNO (2021). Publieke Seismische Dreigings- en Risicoanalyse Groningen gasveld 2021, TNO 2021\_R10441, 24 maart 2021.

TNO (2022). Publieke Seismische Dreigings- en Risicoanalyse Groningen gasveld; Herziene operationele strategie gasjaar 2021/2022. TNO 2022\_R10250, 14 februari 2022.

## 10 Ondertekening

Utrecht, 14-03-2022

TNO

Drs. J.A.J. Zegwaard  
Afdelingshoofd Advies Groep Economische Zaken