Vermilion Energy Netherlands B.V.

Actualisatie Winningsplan Noordwolde

Versie 3.1

22 augustus 2024

Samenvatting

Dit document betreft een actualisatie van het winningsplan 'Noordwolde'. Het meest recente winningsplan uit 2012 omvat productie uit de put NWD-01.

De reden voor de indiening van dit winningsplan is om instemming te vragen voor het volgende:

1. Verlenging van productieduur uit Noordwolde, middels put NWD-01, tot en met 31-Dec-2031.

De gasproductie van Noordwolde is regelmatig beperkt geweest sinds de start van productie in 1998 door verhoogde druk in de gasleiding. Er is daarom meer tijd nodig om het gas uit Noordwolde te produceren.

Vermilion heeft tot Januari 2024 in totaal 189 miljoen nm^3 aardgas geproduceerd uit het voorkomen Noordwolde en hoopt over de periode 2024-2031 nog eens 44 miljoen nm^3 aardgas te winnen. Het totale verwachte productievolume is 233 miljoen nm^3, dit volume is identiek aan het productievolume in het geldende winningsplan van 19 December 2012.

In dit document wordt ingegaan op de manier waarop het gas gewonnen wordt, de geologie en de eigenschappen van het ondergrondse gasvoorkomen en de voorspelde productiehoeveelheden, de mate van bodemdaling en het risico op aardbevingen.

In de onderstaande tabel staan de maximale productie van het voorkomen in dit winningsplan, de uiterlijke productiedatum, de maximaal verwachte bodemdaling en het seismisch risico.

Noordwolde		
Productieperiode tot en met:	31-december-2031	
Hoeveelheid productie Noordwolde	233	Miljoen nm^3
Waarvan na 1-1-2024:	44	Miljoen nm^3
Seismisch Risico Categorie:	Categorie I	
Samengestelde bodemdaling verwacht maximaal	<4	cm
Waarvan na 1-1-2024 verwacht maximaal	<2	cm

De maximaal te verwachten bodemdaling in het diepste punt van de bodemdalingskom door winning uit Noordwolde en de omliggende voorkomens in het invloedgebied van Noordwolde is minder dan 4 cm. De daadwerkelijke bodemdaling wordt gemonitord via een meetnet van Vermilion wat beschreven is in een meetplan. Het meetplan wordt beoordeeld door Staatstoezicht op de Mijnen en de resultaten van de meetgegevens worden met hen gedeeld.

Het seismische risico wordt in de laagste categorie ingeschaald (Categorie I). Het daadwerkelijk optreden van bodemtrillingen wordt gemonitord via het KNMI-meetnet dat in dit gebied door Vermilion is uitgebreid.

Van zowel bodemdaling als bodemtrillingen wordt geen significante impact verwacht. Mochten omwonenden een effect of schade ondervinden, dan kan dat gemeld worden bij Vermilion, en/of bij de Commissie Mijnbouwschade.

Het winningsplan behoeft de instemming van de minister van Klimaat en Groene Groei. Er wordt advies gevraagd aan de overheden binnen het gebied waar het winningsplan betrekking op heeft. Deze zijn weergegeven in de tabel hieronder.

Voorkomen	Gemeente	Waterschap	Provincie
Noordwolde	Weststellingwerf	Wetterskip Fryslân	Fryslân

Inhoud

Samenvatting 2
Inhoud 3
Formulier aanvraag instemming winningsplan 6
1 Inleiding 9
1.1 Doel van dit Winningsplan 9
1.2 Leeswijzer 9
2 Plaats van winning 10
2.1 Voorkomens in dit winningsplan 10
2.2 Overzicht ligging voorkomens en putten 10
2.3 Schematische weergave gas-behandeling en afvoer 11
3 Boringen 12
3.1 Inleiding: Algemene beschrijving van een put 12
3.2 Overzicht boringen in voorkomens 14
3.3 Schematische voorstelling putverbuizing(en) 14
3.4 Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden 14
3.5 Putbehandelingen 15
4 Ondergrond 16
4.1 Inleiding: hoe de ondergrond-eigenschappen worden gemeten 16
4.2 Geologie en gesteente-eigenschappen van de voorkomens 16
4.2.1 Reservoir-formaties en afsluitende lagen 16
4.2.2 Structuur 18
4.2.3 Bron koolwaterstoffen 18
4.2.4 Geologische doorsnede van het reservoir 18
4.3 Gesteente-eigenschappen van de bovenliggende lagen 20
4.4 Andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond 20
5 Ontwikkelingsvooruitzichten 22
5.1 Inleiding 22
5.2 Historische productie en productie-gedrag 22
5.3 Onzekerheden 22
5.4 Winningsstrategie en reservoir management 22
5.5 Vooruitzichten voor productievolumes per jaar voor het Noordwolde voorkomen 23
5.6 Duur van de winning 25
5.7 Jaarlijks eigengebruik bij winning 25
5.8 Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen 25
5.9 Gassamenstelling en stoffen die jaarlijks worden mee geproduceerd 25
5.10 Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen 26
6 Bodemdaling 27
6.1 Inleiding: hoe bodemdaling tot stand komt 28
6.1.1 Gaswinning 28
6.1.2 De oorzaken van bodemdaling 28
6.1.3 Autonome bodemdaling 28

6.1.4 Meten en voorspellen van bodemdaling 29
6.2 Bodemdalingsmodel 30
6.3 Historische bodemdaling 30
6.4 Bodemdalingsvooruitzichten en -onzekerheid 31
6.5 Monitoring van bodemdaling 33
6.6 Mogelijke gevolgen van de verwachte bodemdaling 33
6.6.1 Gevolgen voor gebouwen en infrastructuur 33
6.6.2 Gevolgen voor natuur en milieu en landbouw 34
6.7 Maatregelen om (gevolgen van) bodemdaling te voorkomen of te beperken 34
7 Bodemtrilling 35
7.1 Inleiding: hoe komen bevingen ten gevolge van gaswinning tot stand? 35
7.2 Historische bevingen in de deelvoorkomens van dit winningsplan 35
7.3 Opzet van de Seismische Risico Analyse 35
7.4 Resultaat Seismische Risico Analyse 36
7.5 Monitoring van bodemtrillingen 36
7.6 Mogelijke gevolgen van bevingen ten gevolge van gaswinning 37
7.6.1 Schade openbare infrastructuur door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning 37
7.6.2 Schade aan gebouwen en bouwwerken door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning 37
7.6.3 Gevolgen voor natuur en milieu door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning 37
7.7 Maatregelen om (gevolgen van) bodemtrillingen te voorkomen of te beperken 38
8 Overige Omgevingsaspecten 39
8.1 Inleiding 39
8.2 Schade-afhandeling 39
8.3 Gedragscode 39
8.4 Maatschappelijke verantwoordelijkheid 39
9 Verklarende woordenlijst 41
10 Referenties 42
11 Bijlage: Plotplannen van de aardgaswinningslocaties 43
12 Bijlage: Proces-schema van de winningslocaties 45
13 Bijlage: Putverbuizingen en perforaties 47
14 Bijlage: Geologische kaart 49
15 Bijlage: Analyse en Berekening Bodemdaling 50
15.1 Bodemdalingsmodel 50
15.2 Andere gasvoorkomens in de omgeving 50
15.3 Analyse bodemdalingsmetingen & regionale historische bodemdaling 51
15.4 Bodemdalingsverwachtingen en onzekerheden 53
16 Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden 57
16.1 Algemeen kader voor Seismische Risico Analyse 57
16.2 Seismische Risico Analyse voor de deelvoorkomens in dit winningsplan 57
16.2.1 Niveau 1: Screening Potentieel 57
17 Bijlage Gedetailleerde effectanalyse bodemdaling op natuur 61

Formulier aanvraag instemming winningsplan

Artikel 34 lid 1 Mijnbouwwet (Mbw) en artikel 24 Mijnbouwbesluit (Mbb)

Elektronisch in te dienen bij:
De Minister van Klimaat en Groene Groei
Directie Transitie Diepe Ondergrond
mijnbouwvergunningen@minezk.nl

Artikel	Onderwerp	Beschrijving
Mbw 34 lid 1	**Verzoek om instemming voor een winningsplan** Noordwolde	☐ een winningsplan voor voorkomens in het continentaal plat vanaf de 12 zeemijlszone ☒ een winningsplan voor voorkomens in Nederlands territoir tot 12 zeemijl uit de kust
	A) Algemene gegevens	
	A1.1) Naam indiener	Vermilion Energy Netherlands B.V.
	A1.2) Adres	Zuidwalweg 2 8861 NV Harlingen Nederland
	A1.3) Contactpersoon	[redacted]
	A1.4) E-mail	permittingnl@vermilionenergy.com
	A1.5) Telefoon	[redacted]
Mbw 34 lid 2 en Mbw 22	**A1.6) Indiener**	☒ is houder van de vergunning ☐ is uitvoerder cf. artikel 22 Mbw
	A2) Winningsvergunningsgebied(en)	Gorredijk
Mbw 34 lid 1 Mbb 24 lid 1a	**A2.1) Voorkomen(s) koolwaterstoffen**	Noordwolde
Mbb 24 lid 1a	**A2.2) Soort koolwaterstof die wordt gewonnen**	☐ olie ☐ hoog-calorisch gas ☐ Groningen kwaliteit gas ☒ laag-calorisch gas ☐ zwavelhoudend gas ☒ aardgascondensaat
Mbr 1.2.1 lid 3	**A3) Bestaande of nieuwe winning**	☒ winningsplan voor reeds bestaande winning, (inclusief voorziene uitbreiding) ☐ winningsplan voor nieuwe winning

	Bedrijfs- en productiegegevens	**Paragraaf**
Mbw 35 lid 1	Beknopte beschrijving van het winningsplan	1
Mbw 35 lid 1c Mbb 24 lid 1c,d	Beknopte beschrijving van wijze van winning alsmede daarmee verband houdende activiteiten	2, 3.4, 3.5
Mbb 24 lid 1a	Geologische beschrijving van voorkomen(s)	4.2
Mbb 24 lid 1a Mbb 24 lid 1b	Geologische doorsnede van voorkomen(s)	4.2
Mbw 35 lid 1a Mbb 24 lid 1d,e	Overzicht ligging voorkomens en putten	2.2
Mbb 24 lid 1d	Situering mijnbouwwerken situatietekening /eventueel foto	2.2
Mbb 24 lid 1e,f	Overzicht boringen in voorkomen(s)	3.2
Mbb 24 lid 1g	Schematische voorstelling putverbuizing(en)	3.3
Mbb 24 lid 1h	Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden	3.4
Mbb 24 lid 2	Productieontwikkeling strategie	5.4
Mbb 24 lid 2	Productiefilosofie	5.4
Mbb 24 lid 2	Reservoir management	5.4
Mbw 35 lid 1a,d Mbb 24 lid 1a	Omvang winning (hoeveelheden per voorkomen/per jaar)	5.5
Mbw 35 lid 1b	Duur van de winning (per voorkomen)	5.5
Mbb 24 lid 1i	Een opgaaf van de samenstelling en hoeveelheden van de stoffen, die jaarlijks onvermijdelijk bij de winning van koolwaterstoffen meekomen.	5.9
Mbb 24 lid 1j	Een opgaaf van de hoeveelheden gewonnen koolwaterstoffen die jaarlijks bij de winning wordt gebruikt, afgeblazen of afgefakkeld.	5.7, 5.8
Mbb 24 lid 1k	Een opgaaf van de samenstelling en hoeveelheden delfstoffen en andere stoffen die jaarlijks bij de winning in de ondergrond worden teruggebracht.	5.10
Mbw 36 lid 1 sub b	Planmatig gebruik of beheer van delfstoffen, aardwarmte, andere natuurlijke rijkdommen, waaronder grondwater met het oog op de winning van drinkwater, of mogelijkheden tot het opslaan van stoffen	4.4
Mbw 35 lid 1e, Mbb 24 lid1ℓ,	Jaarlijkse kosten onderverdeeld in investeringen, onderhoud, bedrijfsvoering, en de kosten van het verlaten en verwijderen van mijnbouwwerken.	Vertrouwelijke bijlage
Mbw 24 lid 1a	Verwachte samenstelling van de aanwezige koolwaterstoffen	5.9

	Gegevens inzake bodemdaling als gevolg van de winning van koolwaterstoffen.	**Paragraaf**
Mbw 35 lid 1f	Aard van de bodemdaling alsmede de daarmee verband houdende activiteiten	6.1
Mbb 24 lid 1m	Een kaart met daarop de contouren van de verwachte uiteindelijke mate van bodemdaling.	6.2
Mbb 24 lid 1n	Een overzicht met het verloop van de verwachte mate van bodemdaling in de tijd.	15
Mbb 24 lid 1o	Een opgaaf van de onzekerheid omtrent de verwachte mate van bodemdaling als bedoeld in de onderdelen Mbb 24 lid 1m en Mbb 24 lid 1n.	15
Mbb 24 lid 1q	Een beschrijving van de mogelijke omvang en verwachte aard van de schade door bodembeweging.	6.6
Mbb 24 lid 1r	Een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om bodembeweging te voorkomen of te beperken.	6.7
Mbb 24 lid 1s Mbw 35 lid 1f	Een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om schade door bodembeweging te voorkomen of te beperken.	6.7

	Gegevens inzake bodemtrilling als gevolg van de winning van koolwaterstoffen.	**Paragraaf**
Mbw 35 lid 1f	Aard van de bodemtrilling alsmede de daarmee verband houdende activiteiten	7.1
Mbb 24 lid 1p	Een risico-analyse omtrent bodemtrillingen als gevolg van de winning.	7.3
Mbb 24 lid 1q	Een beschrijving van de mogelijke omvang en verwachte aard van de schade door bodembeweging.	7.6
Mbb 24 lid 1r	Een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om bodembeweging te voorkomen of te beperken.	7.7
Mbb 24 lid 1s Mbw 35 lid 1f	Een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om schade door bodembeweging te voorkomen of te beperken.	7.7

	Overige aspecten	**Paragraaf**
Mbw 35 lid 1g	De risico's voor omwonenden, gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan met een risicobeoordeling, voor zover het winnen van delfstoffen niet geschiedt in het continentaal plat	8
Mbw 36 lid 1 subc	Gevolgen voor het milieu	6.62, 7.6.3
Mbw 36 lid 1 subd	Gevolgen voor de natuur	6.62, 7.6.3 en Bijlage 17
Mbw 36 lid 1 sube	Efficiëntie en verantwoordelijkheidszin, daaronder mede verstaan maatschappelijke verantwoordelijkheidszin	8.4

Ondertekening [redacted] [redacted] [redacted] Functie: Permitting Advisor	Datum: 22 augustus 2024 Plaats: Harlingen

1 Inleiding

1.1 Doel van dit Winningsplan

Vermilion Energy Netherlands B.V. (Vermilion, VEN) is houder van de winningsvergunning Gorredijk. Conform artikel 34 Mijnbouwwet (Mbw) dient de winning van koolwaterstoffen te gebeuren overeenkomstig een winningsplan. In het Mijnbouwbesluit (Mbb) is in artikel 24 aangegeven welke informatie het winningsplan moet bevatten.

Het Noordwolde winningsplan omvat het voorkomen Noordwolde dat met put Noordwolde-01 (NWD-01) is aangetoond. Put NWD-01 is geboord en gecompleteerd in 1985. De pijpleiding voor aansluiting van de productielocatie op het bestaande pijpleiding netwerk is aangelegd in 1998. Productie uit put NWD-01 is gestart in 1998.

De reden voor de indiening van dit winningsplan is om instemming te vragen voor het volgende:

1. Verlenging van productieduur uit Noordwolde tot 31-Dec-2031.

Tabel 1-1: Geschiedenis Winningsplan Noordwolde

Versie	Datum	Beschrijving
1.0	Januari 2003	Aanvraag instemming winningsplan Noordwolde (Total E&P Nederland)
2.0	19 December 2012	Addendum bij Winningsplan Noordwolde
3.0	12 Juli 2024	Actualisatie van het winningsplan Noordwolde verlenging productieperiode.
3.1	22 Augustus 2024	Verduidelijkingen toegevoegd aan versie 3.0 op verzoek van KGG

1.2 Leeswijzer

In dit document wordt ingegaan op de manier waarop het gas gewonnen wordt, de geologie en de eigenschappen van het ondergrondse voorkomen en de verwachte productiehoeveelheden, mate van bodemdaling en het risico op aardbevingen.

In Hoofdstuk 2 wordt aangegeven waar de winningslocatie, het voorkomen en de producerende put zich bevinden. Hoofdstuk 3 schetst hoe de put eruitziet.

De ondergrond, en met name de geologie, ter plaatse van het voorkomen wordt beschreven in Hoofdstuk 4. In Hoofdstuk 5 wordt de toekomstige gasproductie weergegeven.

Hoofdstuk 6 beschrijft de historische en verwachte bodemdaling in het gebied rondom het voorkomen. De gevolgen van de bodemdaling voor het watersysteem en de natuurwaarden worden onderbouwd in bijlage, Hoofdstuk 17.

Hoofdstuk 7 beschrijft de seismische risicoanalyse.

Het winningsplan behoeft de instemming van de minister van Klimaat en Groene Groei.

De berekeningen en inschattingen worden gecontroleerd door TNO-AGE en Staatstoezicht op de Mijnen (SodM). Betrokken overheden (provincie, gemeente, waterschap) brengen advies uit aan de minister van Klimaat en Groene Groei. Als laatste brengt de Mijnraad advies uit, gebaseerd op alle eerdere adviezen.

Eventuele toekomstige activiteiten op de winningslocatie (bijvoorbeeld toevoegen van compressie) zullen de gangbare vergunningprocedures volgen en maken geen deel uit van dit plan.

Een klein onderdeel van het winningsplan wordt apart toegezonden aan het ministerie van Klimaat en Groene Groei. Dit vertrouwelijke deel bevat bedrijfsgevoelige informatie en openbaarmaking kan VEN's concurrentiepositie in gevaar brengen. Dit onderdeel is daarom niet openbaar. Het onderdeel bevat informatie over de verwachte productiekosten en investeringskosten, alsmede concurrentiegevoelige details over gasvolume berekeningen.

2 Plaats van winning

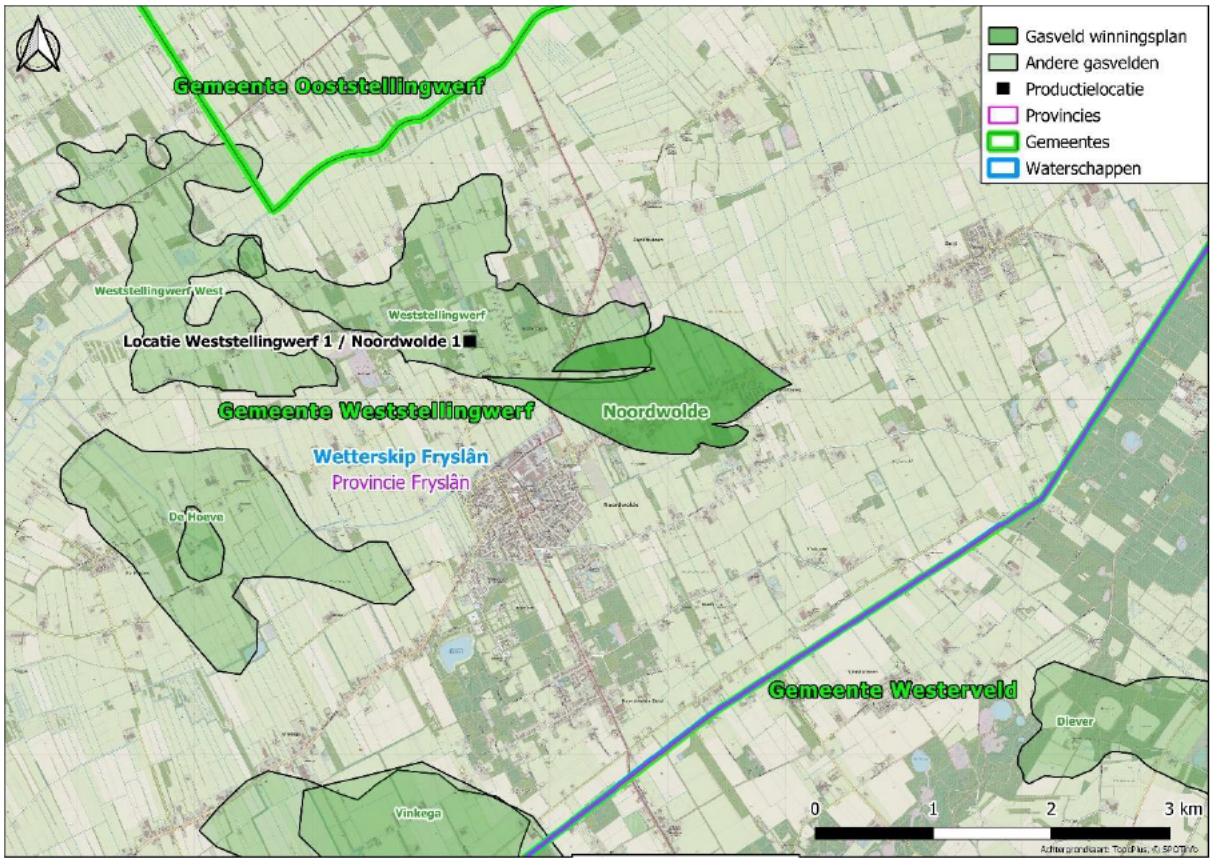
2.1 Voorkomens in dit winningsplan

Dit winningsplan beschrijft de productie uit het Noordwolde voorkomen.

Het voorkomen Noordwolde is aangetoond met put NWD-01 in 1985. Gas is gevonden in de Vlieland formatie. Productie is gestart in 1998. Het voorkomen Noordwolde wordt geproduceerd met één put, namelijk NWD-01.

2.2 Overzicht ligging voorkomens en putten

De ligging van het voorkomen in dit winningsplan is weergegeven in Figuur 2-1. Het voorkomen ligt in de provincie Fryslân en gemeente Weststellingwerf. Tabel 2-1 geeft aan binnen welke gemeente, waterschap en provincie het voorkomen ligt. Figuur 2-2 laat zien de locatie van het voorkomen Noordwolde ten opzichte van de grenzen van de winningsvergunning en pijpleidingen.



Figuur 2-1: Topografische kaart met locatie Weststellingwerf 1/ Noordwolde 1 (zwart vierkant), en het voorkomen Noordwolde (Donkergroen).

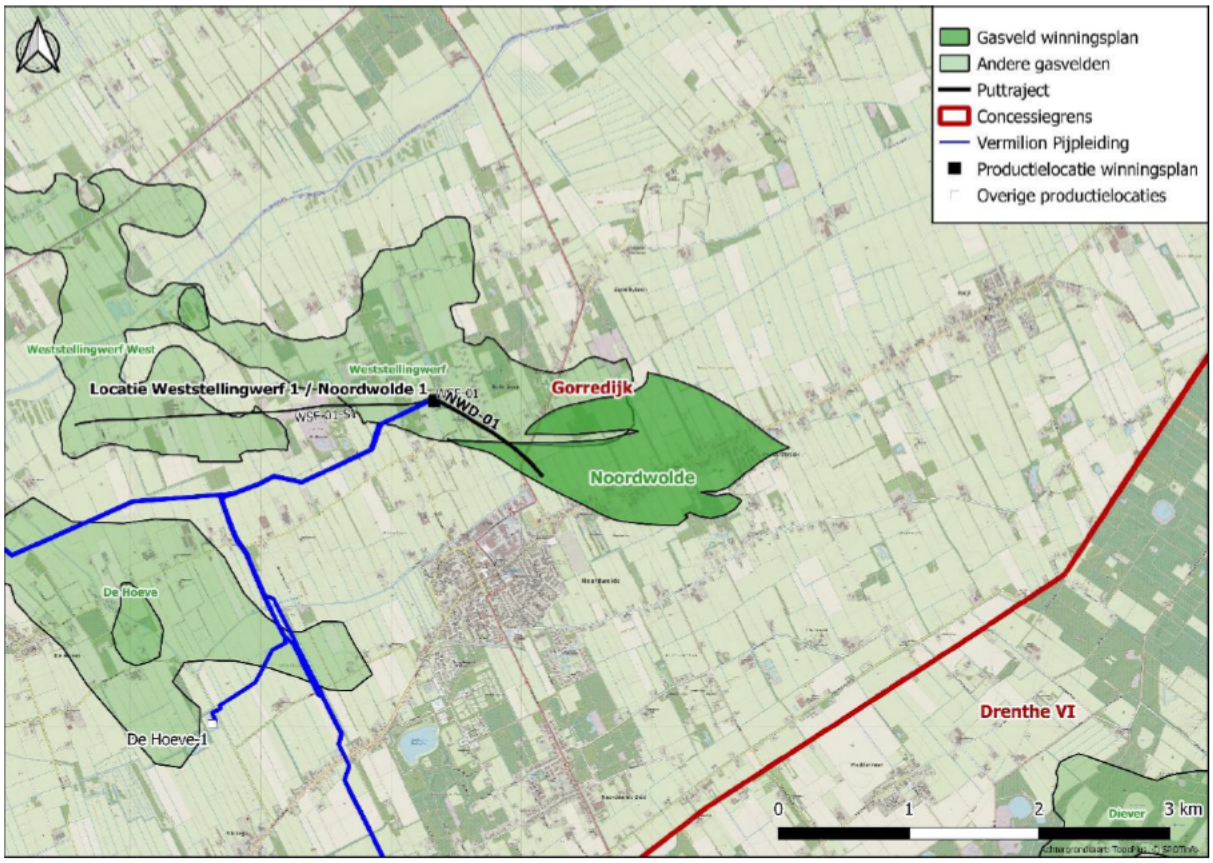
Tabel 2-1: Ligging van het voorkomen ten opzichte van gemeenten, provincies en waterschappen.

Voorkomen	Gemeente	Waterschap	Provincie
Noordwolde	Weststellingwerf	Wetterskip Fryslân	Fryslân

De kadastrale informatie van de aardgasproductie locatie is gegeven in de Tabel 2-2. In de bijlage, Hoofdstuk 11, is een plattegrond van locatie 'Noordwolde' opgenomen.

Tabel 2-2: Kadastrale informatie winningslocatie.

Mijnbouwlocatie	Weststellingwerf 1/ Noordwolde 1
Gemeente	Weststellingwerf
Sectie	N
Nummer	1067
Adres	Schapendrift 1 - Noordwolde



Figuur 2-2: Topografische kaart Noordwolde voorkomen met de bestaande NWD-01 put en Winningsvergunning grenzen (in de legenda genaamd met "concessiegrens').

2.3 Schematische weergave gas-behandeling en afvoer

Op de locatie wordt het gas van de mee-geproduceerde vloeistoffen gescheiden. Water wordt vanuit een bovengrondse opslagtank via vrachtwagens getransporteerd naar een externe locatie en daar teruggevoerd in de diepe ondergrond of het wordt aangeboden aan een erkende verwerker. Het aardgascondensaat wordt samen met het aardgas via de gasleiding naar het aardgasbehandelingsstation Garijp (GTC) getransporteerd. Hier wordt het gas na behandeling en meting via een ondergrondse transportleiding aan het leidingnet van de Gasunie geleverd.

In de bijlage, Hoofdstuk 11, is de huidige plattegrond (2024) van de mijnbouwlocatie geschetst. In de bijlage, Hoofdstuk 12, is het huidige proces-stroomdiagram (2024) van de winningslocatie Noordwolde te zien.

De mijnbouwlocatie Weststellingwerf 1/ Noordwolde 1 wordt op afstand gecontroleerd en gemonitord vanuit een permanent bemande controlekamer in het GTC bij Garijp. Operators bezoeken regelmatig de locatie voor controles en onderhoud.

3 Boringen

Dit winningsplan bevat geen nieuwe boringen. De boring van put NWD-01 is afgerond in 1985 en in productie gebracht in 1998. De put is vanaf de bestaande locatie Weststellingwerf 1/ Noordwolde 1 geboord.

3.1 Inleiding: Algemene beschrijving van een put

Figuur 3-1 geeft een schematische weergave van een gasproductie-put. De belangrijkste onderdelen worden hier besproken. Het gaat hier om een algemene beschrijving van een gasput; in specifieke gevallen zal het er iets anders uit zien, zonder dat dat het algemene functioneren verandert.

Een boorgat bestaat uit een telescopisch gevormd gat, waarvan de diameter afneemt met de diepte. Het boorgat wordt verstevigd door middel van een metalen buis: een *casing*. De casing wordt in het boorgat vast-gecementeerd. Hierdoor ontstaat een sterk en stabiel boorgat. Door het cement tussen de boorgatwand en de casing wordt voorkomen dat stroming van vloeistoffen optreedt tussen verschillende aardlagen. Tijdens het boorproces wordt de sterkte van het cement steeds geverifieerd alvorens naar het volgende stadium van het boorproces te gaan. Over het algemeen zijn er meerdere *casings* binnen elkaar. Het laatste deel van de put bestaat meestal uit een zgn. *liner*: een metalen verbuizing die niet helemaal tot aan de oppervlakte gaat maar eindigt in de laatste casing. Ook de liner wordt vast-gecementeerd in zowel de laatste metalen verbuizing als de boorgat-wand.

De bovenste verbuizing (*conductor*) is extra zwaar uitgevoerd en dient behalve voor de stabiliteit ook als fundering voor de putafsluiters.

De diepte waarop een nieuwe buizenserie wordt aangebracht, hangt af van de diepte van het gat, de eigenschappen en de dikte van de aardlagen, en van de druk van de vloeistoffen in die aardlagen. Nadat de laatste verbuizing is gecementeerd wordt de put afgewerkt (*gecompleteerd*). Bij het completeren worden er gaten gemaakt in de casing ter hoogte van het gasreservoir. Dit worden *perforaties* genoemd. Door deze perforaties stroomt het gas van het reservoir de productieput in.

Binnenin de put wordt een productie-stijgbuis, ook wel *tubing* genoemd, gemonteerd. Het gas stroomt door de tubing naar boven. In geval van meerdere reservoirs, kan een schuifdeur *(sliding side door)* worden geplaatst; hierdoor kan geregeld worden van welke formatie(s) het gas de tubing binnen kan stromen. Door het openen of sluiten van de schuifdeur is er controle of er één of meerdere reservoir(s) produceren. De productie-stijgbuis zit onder in de put vast met een productie *packer* aan de casing. De ruimte tussen de productie-stijgbuis en de casing wordt A-*annulus* genoemd. De packer sluit de annulus af van de reservoir druk. De druk in deze annulus wordt voortdurend gemonitord om de goede staat, de *integriteit,* van de put te kunnen waarborgen.

Boven op de put wordt een zogenaamd spuitkruis geplaatst om de put af te sluiten. Het spuitkruis wordt ook wel de *X-mas tree* genoemd. Het bevat de diverse kleppen die nodig zijn om de put te bedienen.

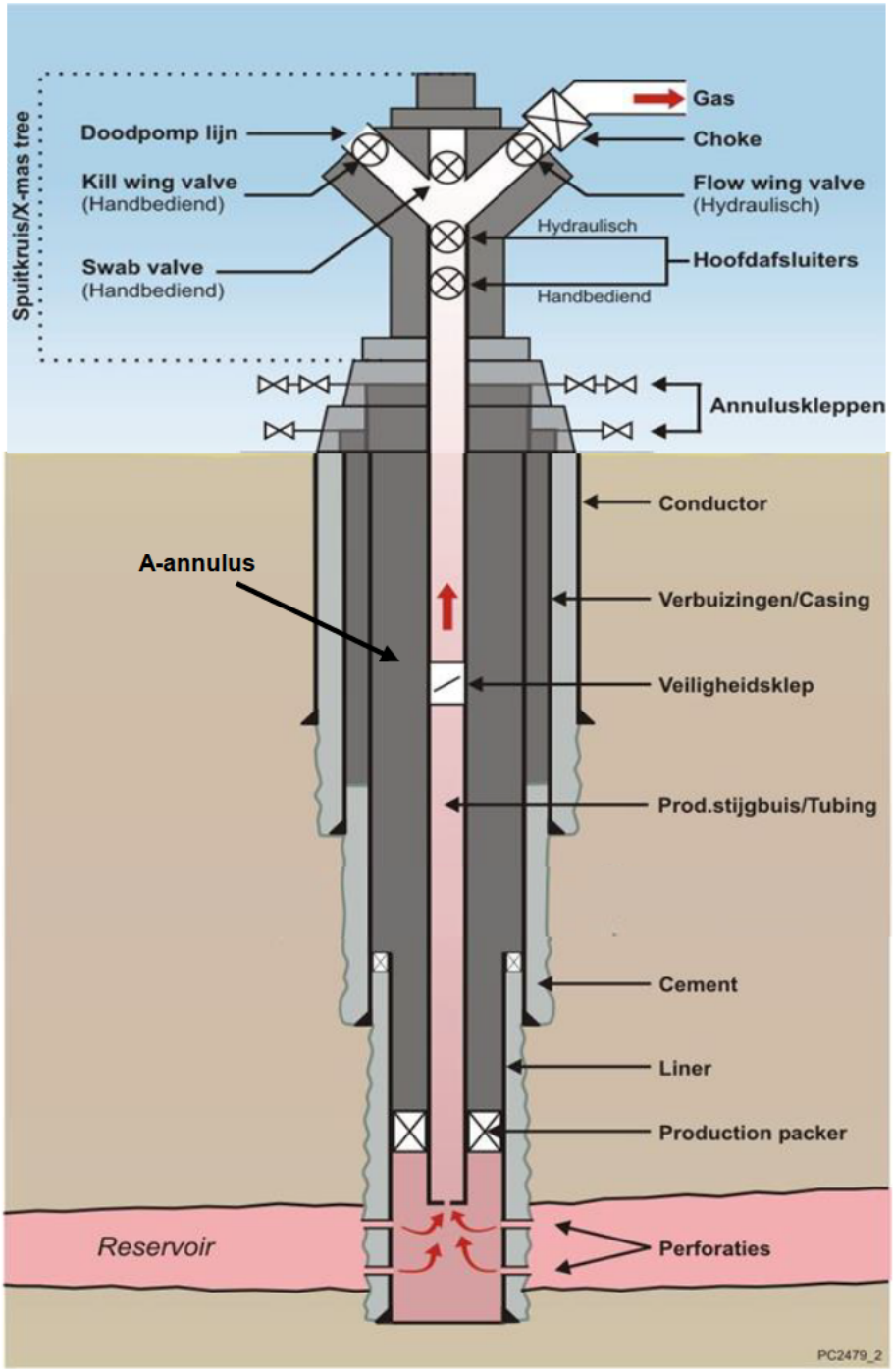
De put is voorzien van beveiligingskleppen. Die kunnen met behulp van hydraulische druk worden geopend, opengehouden en dicht gezet. Zonder hydraulische druk sluiten de kleppen. In de put zijn de volgende beveiligingskleppen aanwezig:

- een ondergrondse veiligheidsklep in de stijgbuis van de put;
- twee hoofdafsluiters op het spuitkruis van de put; de bovenste hoofdafsluiter wordt hydraulisch aangestuurd, de onderste hoofdafsluiter is handbediend.

De put heeft een aansluiting voor het doodpompen van de put, ook wel *Kill Wing Valve* genoemd. Dit doodpompen kan in uitzonderingsgevallen nodig zijn om een reparatie uit te voeren bij een storing aan de put.

Een put heeft een Flow Wing Valve. Met deze afsluiter wordt de productie aan- of uitgezet. Tenslotte is een put voorzien van een choke (of knijpstuk) waarmee de productie verhoogd en verlaagd kan worden.

In het algemeen zullen in het spuitkruis en in de installatie op de mijnbouwlocatie meters aanwezig zijn waarmee druk, temperatuur, en gas-stroomsnelheid gemeten kunnen worden.



Figuur 3-1: Schematische weergave van een generieke gasproductie-put. De tekening is niet op schaal, bovengronds is de X-mas tree sterk uitvergroot en ondergronds is de diepte sterk ingekort.

3.2 Overzicht boringen in voorkomens

Tabel 3-1 geeft een overzicht van de bestaande put in het Noordwolde voorkomen. De geologische formaties worden in paragraaf 4.2 besproken.

Deze actualisatie van het Noordwolde winningsplan omvat enkel de bestaande put NWD-01.

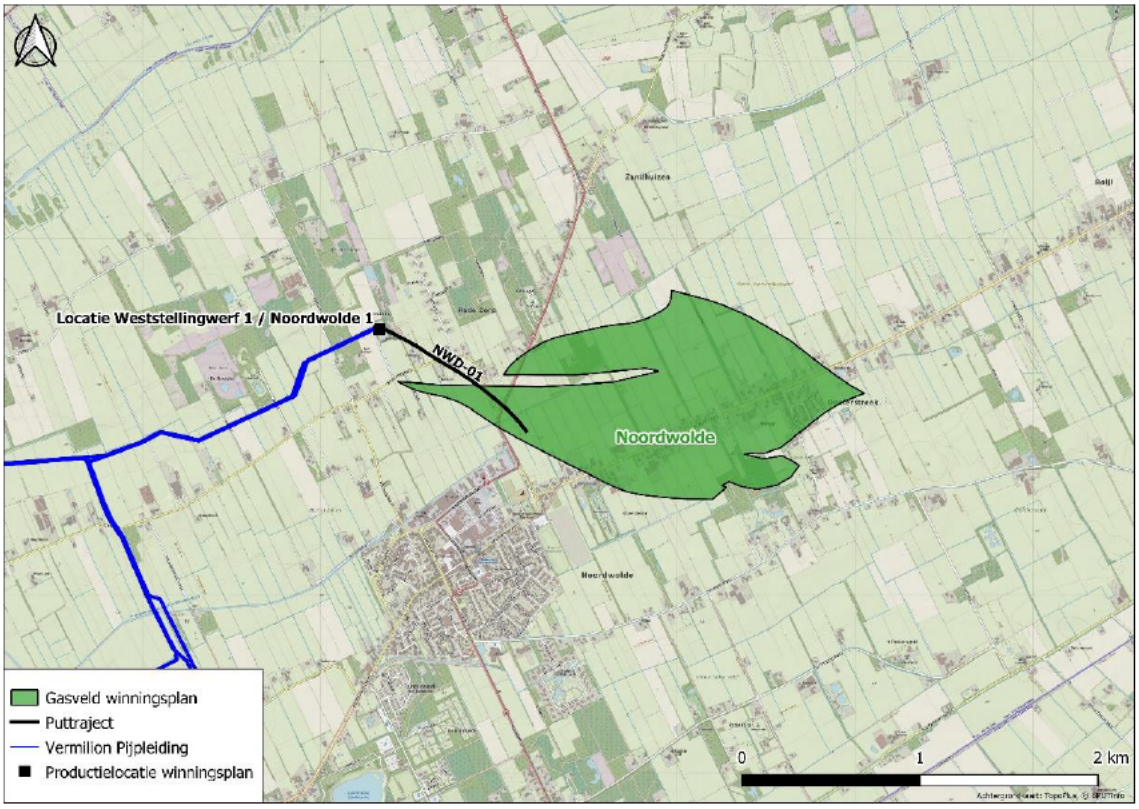
Tabel 3-1: Bestaande put in het voorkomen van dit winningsplan.

Locatie	Put	Jaar boring	Put vorm	Formatie(s)	Cumulatieve gasproductie per 1/januari/2024 [x10^6 nm^3]	Status (1/januari/2024)
Weststellingwerf 1/ Noordwolde 1	NWD-01	1985	Gedevieerd	Vlieland	189	Producerend

3.3 Schematische voorstelling putverbuizing(en)

In de bijlage Hoofdstuk 13, Bijlage: Putverbuizingen en perforaties, is de verbuizing van NWD-01 geschetst.

Figuur 3-2 toont het traject van NWD-01. Het traject van NWD-01 is aangegeven met een zwarte lijn.



Figuur 3-2: Noordwolde voorkomen met het NWD-01 puttraject. NWD-01 is een gedevieerde put geboord vanaf de locatie Weststellingwerf 1 / Noordwolde 1 (zwarte vierkant).

3.4 Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden

Bij het completeren worden er perforaties (gaatjes) gemaakt in de metalen verbuizing (de casing of liner) ter hoogte van het gasreservoir. Deze perforaties verbinden het reservoir met de productie-verbuizing. Door deze perforaties stroomt het gas van het reservoir de productieput in. Via de productie-verbuizing worden de koolwaterstoffen naar het oppervlak geproduceerd; zie ook Figuur 3-1.

In de bijlage Hoofdstuk 13, Bijlage: Putverbuizingen en perforaties, zijn de perforatie-intervallen aangeven op de schematische voorstelling van de putverbuizingen.

Tijdens de productieperiode van een put worden intervallen soms opnieuw geperforeerd, of intervallen die niet eerder zijn geperforeerd alsnog geperforeerd, om de verbinding met het gas te verbeteren en de productie te optimaliseren.

3.5 Putbehandelingen

Gedurende het leven van een put kan het voorkomen dat er aanslag (zgn. *scaling*, bijv. kalk of zout) optreedt aan de binnenkant van de verbuizing en in de perforaties. Om deze scaling te verwijderen kan het gebeuren dat de put met zuur behandeld wordt. Dit is een routinehandeling, waarbij geen overdruk gebruikt wordt. Dit duurt ongeveer een dag en wordt uitgevoerd door een kleine onderhoudsploeg (er is geen boortoren nodig).

Daarnaast kan het voorkomen dat er nieuwe perforaties gemaakt worden om een iets groter deel van de formatie met de put in communicatie brengen. Dit duurt ongeveer een dag of twee, en wordt uitgevoerd door een kleine onderhoudsploeg (er is geen boortoren nodig).

Verder kan het gebeuren dat een gedeelte van de perforaties geen gas meer produceren maar water. Deze perforaties kunnen dan afgesloten worden met behulp van een plug en/ of cement in de put. Dit duurt ongeveer een dag of twee en wordt uitgevoerd door een kleine onderhoudsploeg (er is geen boortoren nodig).

Tijdens het leven van de put kan het nodig zijn de diameter van de productie-verbuizing (*tubing*) aan te passen, groter als de productiviteit van de formatie beter is dan verwacht, kleiner tegen het eind van het putleven als de hoeveelheid formatiewater toeneemt. Deze operatie gebeurt met een kleine installatie (een zgn. *workover unit*, geen boortoren).

Gedurende de levensduur van een put vinden diverse andere onderhoudshandelingen plaats aan verbuizingen, kleppen en andere installaties op de mijnbouwlocatie.

Alle operationele handelingen, waaronder de hier genoemde, staan onder toezicht van SodM, en worden uitgevoerd overeenkomstig de daarvoor geldende regelgeving.

4 Ondergrond

4.1 Inleiding: hoe de ondergrond-eigenschappen worden gemeten

Aardgas bevindt zich op ongeveer 2 kilometer diepte onder druk in een poreuze gesteentelaag, zoals zandsteen. Doordat de vorm van het voorkomen alleen uit indirecte metingen kan worden vastgesteld, en doordat gesteente-eigenschappen alleen worden gemeten in en vlak bij de putten, bestaat er een onzekerheid over de grootte en de andere eigenschappen van het voorkomen. Voorspellingen zullen daardoor altijd door een onzekerheidsmarge omgeven zijn. De grootte van de onzekerheidsmarge verschilt van parameter tot parameter. Elke parameter zal dus een andere impact hebben op verschillende voorspellingen. In de volgende hoofdstukken worden deze onzekerheidsmarges nader besproken.

De vorm van het voorkomen wordt bepaald uit de analyse van geluidsgolven (zgn. seismiek). De seismiek heeft altijd een zekere mate van ruis. Bovendien zijn de exacte voortplantingssnelheden in de lagen boven de voorkomens onzeker. De exacte diepte van de voorkomens is alleen bekend waar een put het reservoir binnengaat, op een heel klein aantal plaatsen dus. Het gevolg daarvan is dat er een beperkte mate van zekerheid is over de vorm van de voorkomens.

De fysische eigenschappen van gesteente, zoals dichtheid en geluidssnelheid, zijn belangrijke parameters voor het bepalen van gesteente-eigenschappen als porositeit, saturatie en doorlaatbaarheid (permeabiliteit). Deze fysische eigenschappen worden gemeten door middel van boorgatmetingen (logs) die verkregen zijn door, na het boren van de putten in de voorkomens, meetinstrumenten in de boorgaten te laten zakken.

Uit deze boorgatmetingen worden de eigenschappen berekend van het gesteente rond de boorgaten. De eigenschappen van de gesteenten verder weg van de boorgaten worden verkregen door correlatie tussen de verschillende boorgaten, met behulp van een model van de ondergrond. Inherent hieraan zijn onzekerheden, omdat de eigenschappen van de gesteenten niet overal hetzelfde zijn, en metingen op een klein aantal locaties over een heel voorkomen geëxtrapoleerd moeten worden.

Het Noordwolde voorkomen heeft een lengte van ±2.7 km en een breedte van ±1.2 km. Een boorgat heeft een diameter van gemiddeld 8½ inch of 22 cm, van waaruit de instrumenten ongeveer een decimeter ver kunnen meten. Omdat de eigenschappen van maar een heel klein deel van het gesteente echt gemeten zijn, moge duidelijk zijn dat de inschatting van de eigenschappen van het voorkomen als geheel deels op extrapolatie gebaseerd is.

Het gevolg van deze omstandigheden is dat er onzekerheden bestaan over de diverse aspecten van het voorkomen, zoals de hoeveelheid gas, de mogelijke productiesnelheid, het verloop daarvan in de tijd, maar ook over de uiteindelijke bodemdaling. Dat leidt ertoe dat voorspellingen aangaande deze zaken van onzekerheidsmarges voorzien zijn.

4.2 Geologie en gesteente-eigenschappen van de voorkomens

Hieronder staat een beschrijving van de geologische opbouw van het gesteente in het gebied van het voorkomen. Een algemene beschrijving met nadere uitwerking van de gebruikte begrippen kan gevonden worden in Ref. 13.

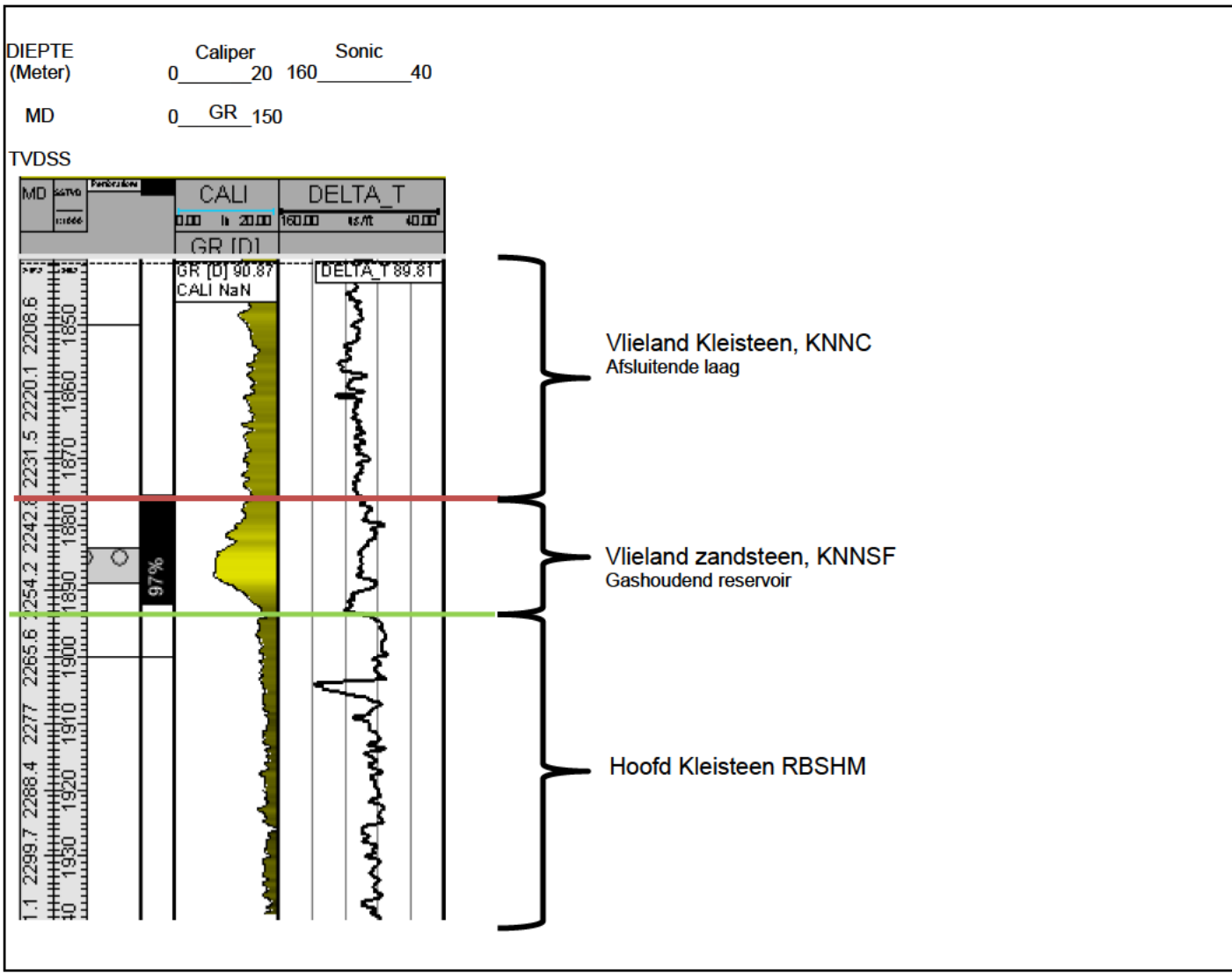
4.2.1 Reservoir-formaties en afsluitende lagen

Het gas houdende reservoir van Noordwolde behoort tot de stratigrafische groep genaamd Rijnland groep (Vlieland): 135-140 miljoen jaar geleden.

Figuur 4-1 toont de geologisch lagen en reservoirs die gevonden zijn met de boorput NWD-01.

In het Noordwolde voorkomen zit het gas in zandsteen, Vlieland zandsteen (KNNSF). Het gas voorkomen wordt afgedekt (en afgesloten) door een dikke kleisteenlaag, Vlieland kleisteen. Het reservoir en de afdeklaag zijn 135-140 miljoen jaar geleden afgezet in de geologische tijd genaamd Krijt.
Figuur 4-1 laat boorput NWD-01 zien met de gas houdende Vlieland formatie en de bovenliggende afsluitende Vlieland Kleisteen laag. Vlieland zandsteen en -Kleisteen formaties komen doorgaans

vertand voor, dit houdt in dat de formaties gelijktijdig vingervormig in elkaar grijpen. De Vlieland zandsteen is een strandwalzandsteen (coastal-barrier sand) die gerelateerd is aan een stijging van de zeespiegel tijdens het Vroeg-Krijt. Het reservoir wordt afgesloten door de Vlieland Kleisteen (KNNC). De Vlieland kleisteen is impermeabel en bewezen als een afsluitende laag in andere voorkomens in het gebied.



Figuur 4-1: NWD-01 type log met Vlieland zandsteen en Vlieland kleisteen.

4.2.2 Structuur

De lagen zijn in het algemeen over grote afstanden aanwezig. Door bewegingen van en botsingen tussen de aardplaten in de geologische geschiedenis zijn er golvingen ontstaan in de lagen. Omdat gesteente niet zo buigzaam is leidt dit tot breuken. In dit gebied is het resultaat dat het gesteente uit licht schuin liggende breukblokken bestaat. Het gas zal, omdat het lichter dan water is, zich verzamelen in de hoogste plaatsen; boringen zullen dan ook op zulke plaatsen gericht zijn.

Tijdens het late Trias opende de proto-Atlantische Oceaan tijdens een extensioneel spanningsveld wat het grote afgesloten bekken van het Perm veranderde in kleine afzonderlijke bekkens en hogen begrensd door breuken. Het Noordwolde voorkomen ligt op het Friesland platform ten noorden van het zogenaamde Texel-IJsselmeer hoog.

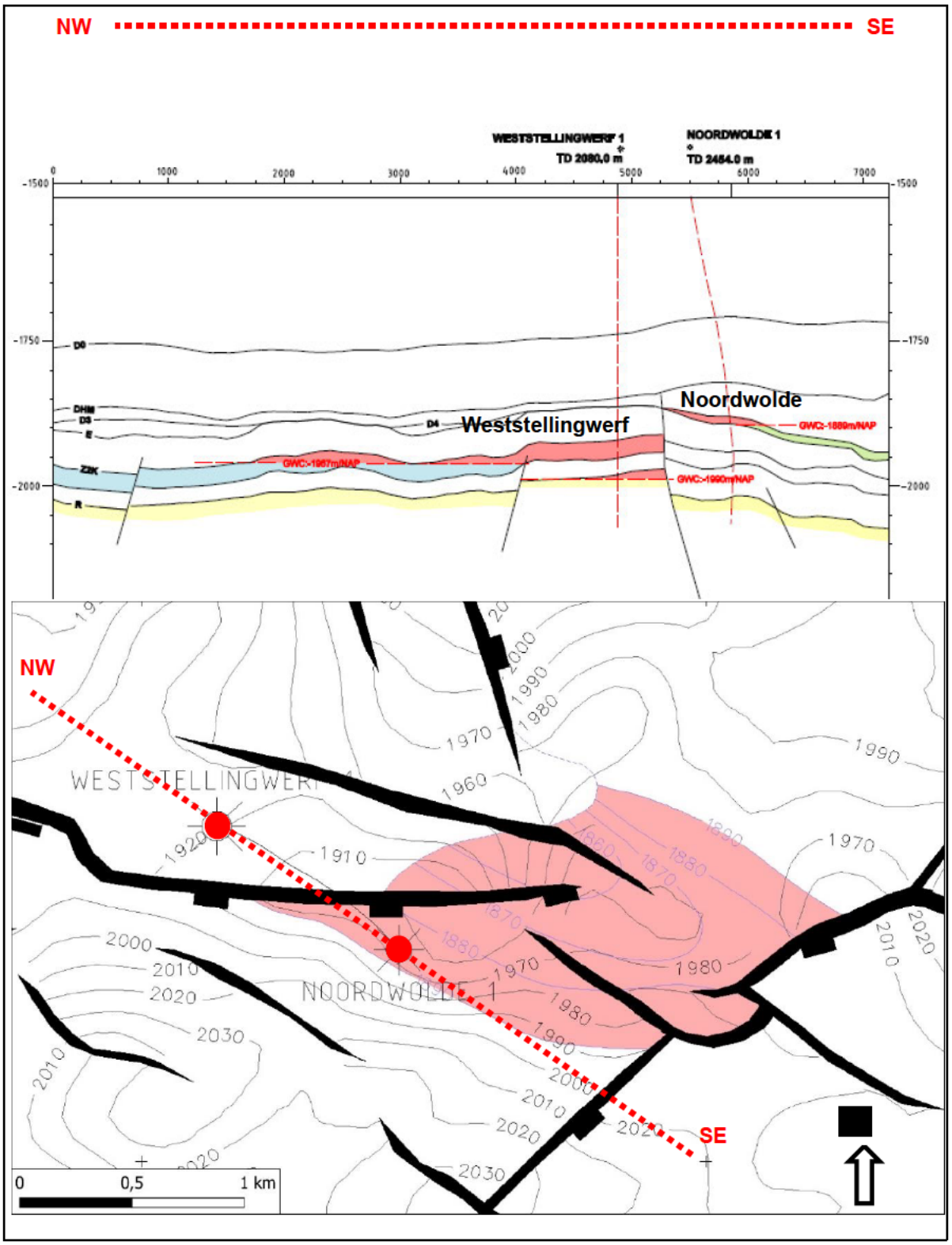
Deze tektonische bewegingen hadden tot gevolg dat het gebied omhoogkwam en daarmee startte een lange periode van erosie. Aanzienlijke hoeveelheden van de Zechstein en Trias afzettingen zijn weg ge-erodeerd. De Jura is niet aangetoond in de omringende putten. Na deze periode van omhoogkomen en erosie, volgde een daling, en een zee-overspoeling (transgressie) in het Krijt. De vorming van de Alpen aan het einde van het Krijt veranderde het spanningsveld naar een compressioneel regime. Dit had invloed op de structuren en het verzet van de breuken in dit gebied.

4.2.3 Bron koolwaterstoffen

Tijdens de geologische geschiedenis worden lagen die organische bestanddelen bevatten soms diep begraven. Dat kan leiden tot het genereren van gas of olie, beiden koolwaterstoffen. Hier gebeurde het genereren van gas in het Carboon pakket. Het gas is daarna naar boven gestroomd en in het Vlieland reservoir van het voorkomen Noordwolde terechtgekomen.

4.2.4 Geologische doorsnede van het reservoir

Figuur 4-2 is een Noordwest -Zuidoost doorsnede van het Noordwolde voorkomen met de NWD-01 put projectie.en een gecombineerde kaart van de vorm van het Vlieland zand reservoir en een Zechstein structuur kaart. Put NWD-01 weergegeven, deze put heeft gas gevonden in het Vlieland.



Figuur 4-2: Doorsnede van het Noordwolde deelvoorkomen; rode stippellijn op de structuurkaart toont de locatie van de doorsnede. De bestaande boorputten Weststellingwerf -01(verticaal) en Noordwolde-01 (gedevieerd) zijn aangegeven met rode cirkels.

4.3 Gesteente-eigenschappen van de bovenliggende lagen

Boven de Vlieland zandsteen bevindt zich het Vlieland kleisteen. Dit is een kleiformatie die impermeabel is. Het is een afdekkende en niet-doordringbare kleisteenlaag voor het Vlieland zandsteen reservoir en andere diepere reservoirs. Boven de Vlieland kleisteen bevindt zich nog ongeveer 1800 m gesteente. Dat bestaat uit de volgende groepen, van boven naar beneden:

- Tertiair
  - Boven-Noordzee
    Deze formatie bestaat uit niet-doorlatende (impermeabele) kleilagen afgewisseld met zandlagen en beslaat de bovenste 400 m. Eventueel grondwater bevindt zich hier.
  - Onder-Noordzee
    Deze formatie bestaat uit impermeabele kleilagen afgewisseld met zandlagen.
- Krijt
    Ommelanden: deze formatie bestaan uit krijtsteen
    Texel: deze formatie bestaan uit krijtsteen
  - Holland
    Deze formatie bestaat uit impermeabele kleilagen en mergel.

Het Noordwolde voorkomen is dus op grote diepte gelegen, bijna 1900m diep, en er bevindt zich een groot aantal impermeabele lagen tussen het voorkomen en het oppervlak.

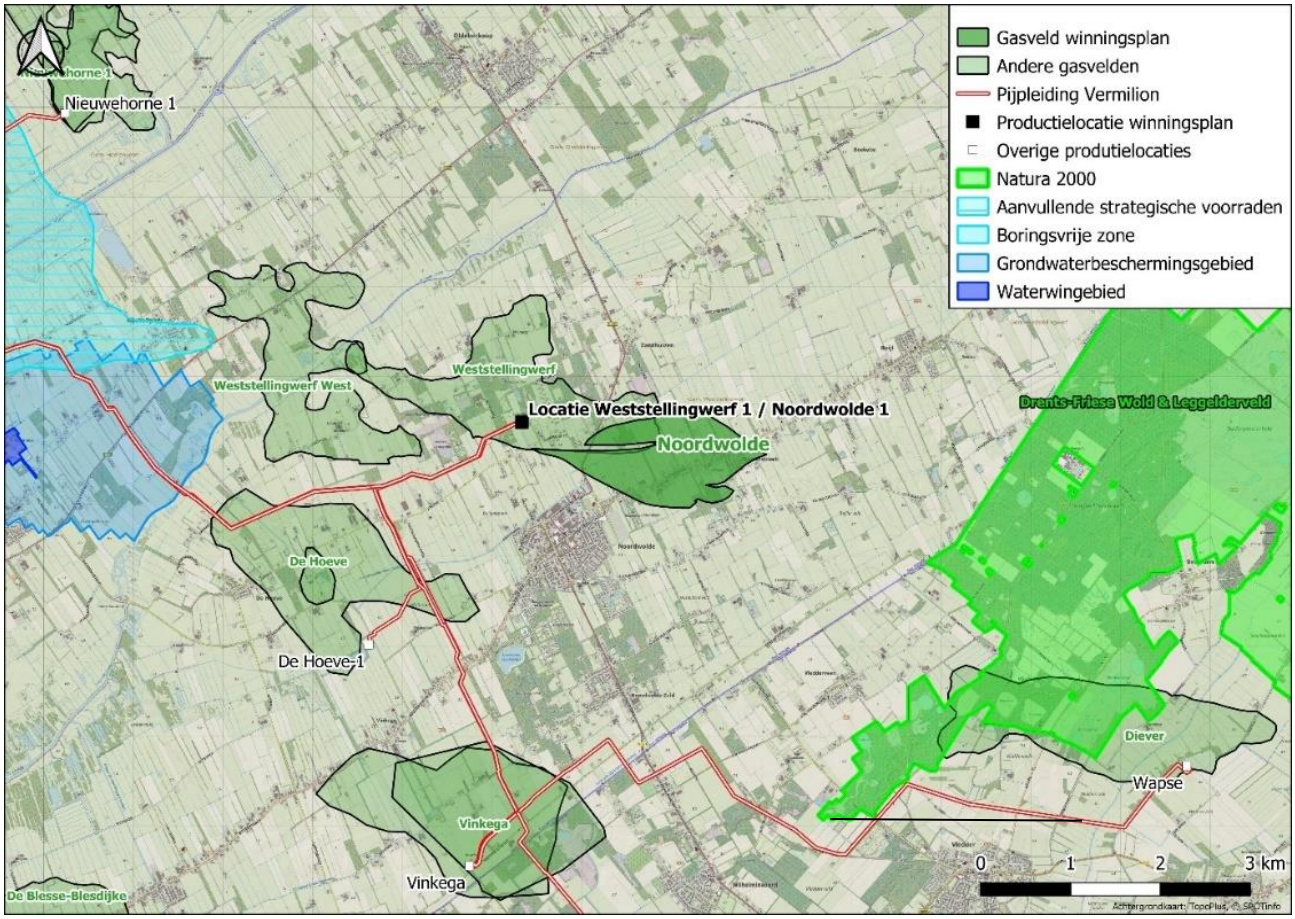
4.4 Andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond

Figuur 4-3 is een overzichtskaart met andere gebruiksmogelijkheden in de omgeving van het voorkomen in dit winningsplan. Er is momenteel geen geothermie project in de directe omgeving van het Noordwolde voorkomen.

In de buurt van Noordwolde locatie vindt geen grondwaterwinning plaats. De dichtstbijzijnde grondwaterwinning vindt plaats op een afstand van meer dan 3 km. Er is geen interactie met de gaswinning uit dit winningsplan.

Gasopslag en zoutwinning zijn niet voorzien.

Samenvattend geldt dat er geen sprake is van bestaand of voorzien overig gebruik van de diepe ondergrond ter plaatse.



Figuur 4-3: Overzicht van ligging van het Noordwolde voorkomen ten opzichte van grondwaterbeschermingsgebied (blauw) en Natura-2000 gebied (groen).

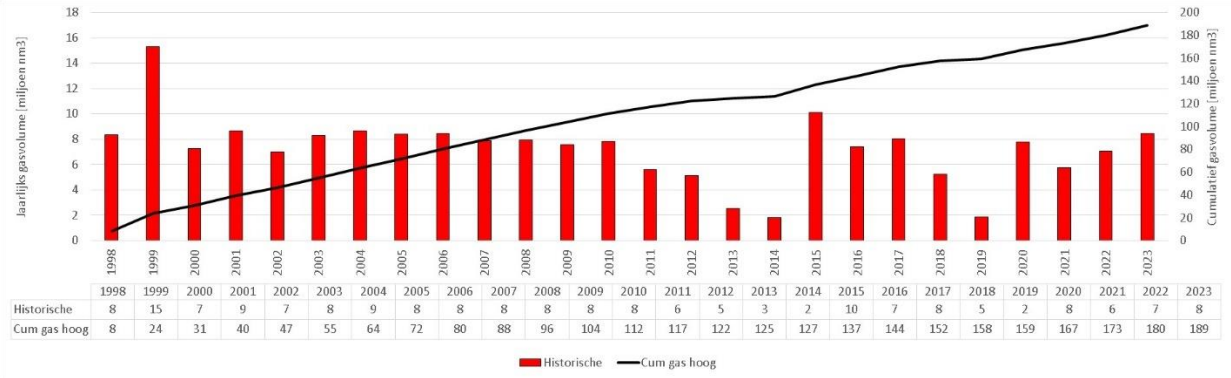
5 Ontwikkelingsvooruitzichten

5.1 Inleiding

Het Noordwolde voorkomen ligt in het gebied van de Gorredijk winningsvergunning. Het Noordwolde voorkomen is in 1985 aangeboord met de put NWD-01. De put NWD-01 is destijds getest over het gashoudende Vlieland reservoir maar werd op dat moment niet economisch winbaar bevonden. Het duurde tot 1998 voordat er gasproductie startte uit het voorkomen middels bestaande put NWD-01. In 2024 is de put NWD-01 nog steeds in productie. Het gas uit de Vlieland formatie wordt geproduceerd via een pijpleidingennetwerk van Noordwolde naar het Garijp gasbehandelstation (GTC).

5.2 Historische productie en productie-gedrag

De productie uit NWD-01 vindt plaats sinds 1998. Cumulatieve gasproductie uit NWD-01 tot en met 31 December 2023 is 189 x10^6nm^3. Productie uit NWD-01 is in de periode 2011 tot 2015 en de periode 2018 tot 2019 tijdelijk weggedrukt doordat de pijpleidingdruk toenam door gasproductie uit andere putten. Vanwege deze gereduceerde productie is meer tijd nodig om het gas uit Noordwolde te produceren.



	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Historische	8	15	7	9	7	8	9	8	8	8	8	8	8	6	5	3	2	10	7	8	5	2	8	6	7	8
Cum gas hoog	8	24	31	40	47	55	64	72	80	88	96	104	112	117	122	125	127	137	144	152	158	159	167	173	180	189

Figuur 5-1: Historische gasproductie van het voorkomen Noordwolde, productie periode 1998 -2024.

5.3 Onzekerheden

Ook al is het voorkomen al jaren in productie, toch zijn er nog onzekerheden. De onzekerheden die de te verwachten productie bepalen zijn:

- Het produceerbare gasvolume dat nog aanwezig is.
- De mate waarin waterproductie de gasproductie zal hinderen of uiteindelijk stoppen.
- Het produceerbare gasvolume en het haalbare productiedebiet uit het Noordwolde voorkomen.

De onzekerheden zullen afnemen door monitoring van het reservoirgedrag naarmate er meer geproduceerd wordt en nieuwe putgegevens beschikbaar komen.

5.4 Winningsstrategie en reservoir management

De winning vindt plaats door middel van natuurlijke stroming door de aanwezige reservoirdruk (zgn. depletion drive). Er wordt geen injectie van water of gas in het reservoir toegepast om de druk op peil te houden.

De verwachte uiteindelijke winningsfactor (geproduceerd gas als percentage van het aanwezige gas, ook ‘recovery factor’ genaamd) varieert voor de verschillende reservoirs in dit winningsplan. De verwachtte recovery factor voor het Noordwolde voorkomen is 60% tot 70%

De reservoir-prestaties worden gemonitord door:

- drukmeting in het spuitkruis;
- water-, condensaat- en gasproductiemetingen (volumes);
- indien nodig, drukmetingen beneden in de verbuizing;
- indien nodig, gas-verzadigings-logs (saturatie-logs*)* om veranderingen in het gas-water contact rond de put te monitoren;

- indien nodig, productielogs om veranderingen in gasproductie uit het reservoir te monitoren (volumes).

In het geval dat een reservoir verder uitgeput raakt, zou eventueel compressie toegepast kunnen worden op de Noordwolde 1 locatie. Compressie maakt het mogelijk het gas uit een voorkomen dat zelf niet genoeg druk meer heeft, toch naar het gasbehandelingsstation te laten stromen.

5.5 Vooruitzichten voor productievolumes per jaar voor het Noordwolde voorkomen

De NWD-01 put produceert uit de Vlieland formatie. De indicatieve productieprofielen van het Noordwolde voorkomen zijn in deze paragraaf weergegeven. *Figuur 5-2* toont de historische productie tot 2024 en het verwachtte productieprofiel (Laag, Midden, Hoog), dit geeft de onzekerheid in tijd en volume aan.

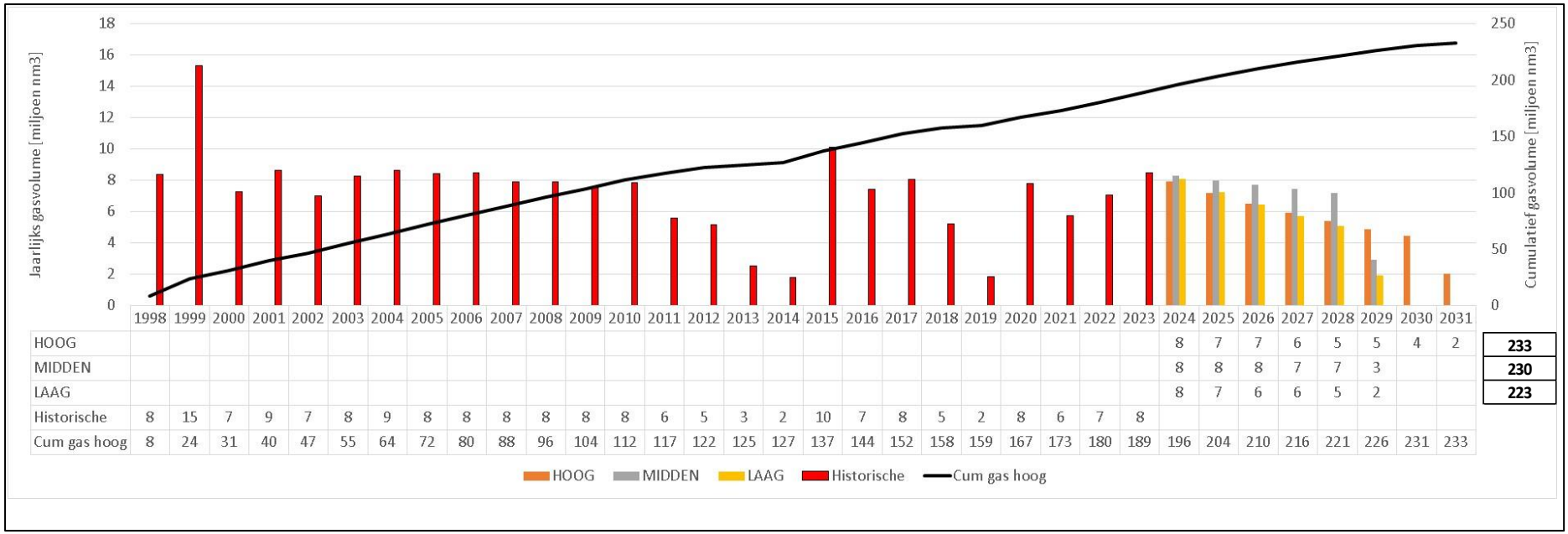
Het is belangrijk op te merken dat de werkelijk gerealiseerde productie niet zal overeenkomen met (één van) de hieronder geschetste profielen. Deze profielen zijn dus indicatief.

De productievoorspelling van een put is omgeven met onzekerheden (zie paragraaf 5.3). Verder kan het gedrag van andere putten die in dezelfde pijpleiding produceren de druk in die pijpleiding beïnvloeden, en dus ook de productiesnelheid van de putten die op de pijpleiding zijn aangesloten. Dit is bijvoorbeeld te zien in de periode van 2011 tot 2015. Toen werd NWD-01 weggedrukt door Vinkega productie. In 2019 is de NWD-01 put tijdelijk ingesloten geweest in afwachting van een nieuwe boring in Weststellingwerf. Vanaf 2020 is de NWD-01 gasproductie weer relatief stabiel.

Ook onderhoudshandelingen aan een put, op de mijnbouwlocatie, het gasbehandelingsstation (GTC), of aan de pijpleiding zullen de productie beïnvloeden. Dit zal invloed hebben op de geschetste profielen. Gasprijzen, beschikbaarheid van materiaal en beschikbaarheid van service-providers (gespecialiseerde aannemers) hebben impact op de start van onderhoudswerk aan bijvoorbeeld een put, gasproductie-installatie of pijpleidingen. Ook dit zal invloed hebben op de geschetste profielen.

De gegeven getallen in de tabellen zijn indicatieve jaartotalen. Op dag-basis zullen er variaties optreden, en kunnen dus andere waarden voorkomen. In de omgevingsvergunning voor de locatie Noordwolde is het maximale volume vastgelegd dat per dag vanaf de locatie geproduceerd mag worden. De totale dagproductie op de locatie zal binnen de grenzen blijven die door de omgevingsvergunning gesteld is (Hoofdstuk 8).

Zoals eerder aangegeven zal de werkelijk gerealiseerde productie niet overeenkomen met (één van) de geschetste profielen en dus ook niet met de jaartotalen in deze tabellen. Deze profielen zijn dus indicatief, bedoeld om te schetsen wat de verwachte totale winning kan zijn, en om aan te geven hoe een profiel er uit zou kunnen zien.



	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
HOOG																											8	7	7	6	5	5	4	2	**233**
MIDDEN																											8	8	8	7	7	3			**230**
LAAG																											8	7	6	6	5	2			**223**
Historische	8	15	7	9	7	8	9	8	8	8	8	8	8	6	5	3	2	10	7	8	5	2	8	6	7	8									
Cum gas hoog	8	24	31	40	47	55	64	72	80	88	96	104	112	117	122	125	127	137	144	152	158	159	167	173	180	189	196	204	210	216	221	226	231	233	

Figuur 5-2: Noordwolde historische productie en productie verwachting (laag-midden-hoog), inclusief de verwachting van de cumulatieve gas productie (233 miljoen nm³). De productie verwachting voor het Laag-Midden-Hoog productieprofiel is gebaseerd op de historische productie trend van Noordwolde. Ook al is het voorkomen al jaren in productie, toch zijn er nog onzekerheden. De onzekerheden die de te verwachten productie bepalen zijn o.a. het produceerbare gasvolume dat nog aanwezig is, de mate waarin waterproductie de gasproductie zal hinderen of uiteindelijk stoppen en de mate van tegendruk van de pijpleiding. De verschillende profielen tonen een variatie in de productie eindtijd (2029 tot en met 2031). Het totale productievolume van 233 miljoen nm³ is onveranderd en identiek aan het volume in het geldende winningsplan van 19 December 2012 (versie 2.0)l

5.6 Duur van de winning

De productie zal worden gestopt als de totale productiekosten de productieopbrengsten overstijgen. Op basis van de productieprofielen in paragraaf 5.5 is dat mogelijk tot en met ten minste Dec 2031. Er kunnen productie vertragingen optreden, waardoor de einddatum van het productieprofiel verschuift. Vermilion vraagt een productieperiode aan om ten minste tot en met Dec 2031 te produceren.

Het einde van de productie zou eerder of later kunnen plaatsvinden als gevolg van onverwachte technische of andere oorzaken. De einddatum van productie is dus onzeker, niet alleen vanwege onzekerheden in de analyse van de ondergrond, maar ook doordat toekomstige operationele ontwikkelingen niet allemaal voorspeld kunnen worden. Bovendien kan de termijn voor de afronding van de wettelijke procedures niet geheel voorspeld worden.

5.7 Jaarlijks eigengebruik bij winning

Er wordt geen gas verbruikt op de winningslocatie beschreven in dit winningsplan.

5.8 Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen

De hoeveelheid afgefakkeld en afgeblazen aardgas is marginaal en beperkt zich tot hoeveelheden die verloren gaan bij het drukvrij maken van het systeem in verband met geplande onderhouds- en inspectiewerkzaamheden.

5.9 Gassamenstelling en stoffen die jaarlijks worden mee geproduceerd

Tabel 5-1 toont een gascompositie-analyse van het geproduceerde Noordwolde gas uit de Vlieland formatie.

Tabel 5-1: Analyse van de gascompositie uit Noordwolde Vlieland, NWD-01 (puttest).

Gascompositie *Zechstein*	**Noordwolde-Vlieland (volume %)**
N2	4.01
CO2	0.06
CH4	89.59
C2H6	4.35
Andere Componenten	1.99

Met het aardgas worden water (condenswater en mogelijk formatiewater) en aardgascondensaat mee-geproduceerd. Condensaatproductie in NWD-01 is in 2024 is minder dan 1 m^3/d en neemt gestaag af samen met de afname in gasproductie. De waterproductie in NWD-01 in 2024 is ongeveer 0.3 m^3/d en bestaat uit condenswater. Dit is met een marge in Tabel 5-2 weergegeven als verwachting van de condenswaterproductie per jaar in de laatste kolom (300 m^3).

Er is nog geen formatiewater waargenomen bij put NWD-01. Tijdens de productie duur van een put kan formatiewater toenemen, bijvoorbeeld indien het gas-water contact omhoogkomt en de perforaties van de put bereikt. Er is geen nauwkeurige verwachting te maken van deze mogelijke en altijd zeer tijdelijke formatiewaterproductie. Als verwachting is gerekend met circa 15 m^3 per dag. Dit is in Tabel 5-2 weergegeven als verwachting van de waterproductie per jaar in de laatste kolom (5550 m^3). Indien mogelijk worden deze perforaties afgesloten zodat de formatiewaterproductie weer afneemt. Verhoogde waterproductie zal dus alleen voor korte periodes optreden, en in het algemeen aan het einde van het productieleven van een put.

In Tabel 5-2 is een schatting gemaakt van de mee-geproduceerde hoeveelheden.

De condenswaterproductie is meestal veel geringer dan de hieronder aangegeven grenzen, en varieert geleidelijk over het productieleven van een put.

Tabel 5-2: Water en condensaat productie-verwachtingen per locatie.

Locatie	Condensaatproductie [m^3/jaar/put]	Waterproductie [m^3/jaar/put]
Noordwolde	0 - 400	300 - 5500

5.10 Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen

Op de mijnbouwlocatie van dit winningsplan worden geen stoffen in de ondergrond teruggebracht. Water wordt vanuit een bovengrondse opslagtank naar een vrachtwagen overgepompt en per vrachtwagen afgevoerd en extern verwerkt.

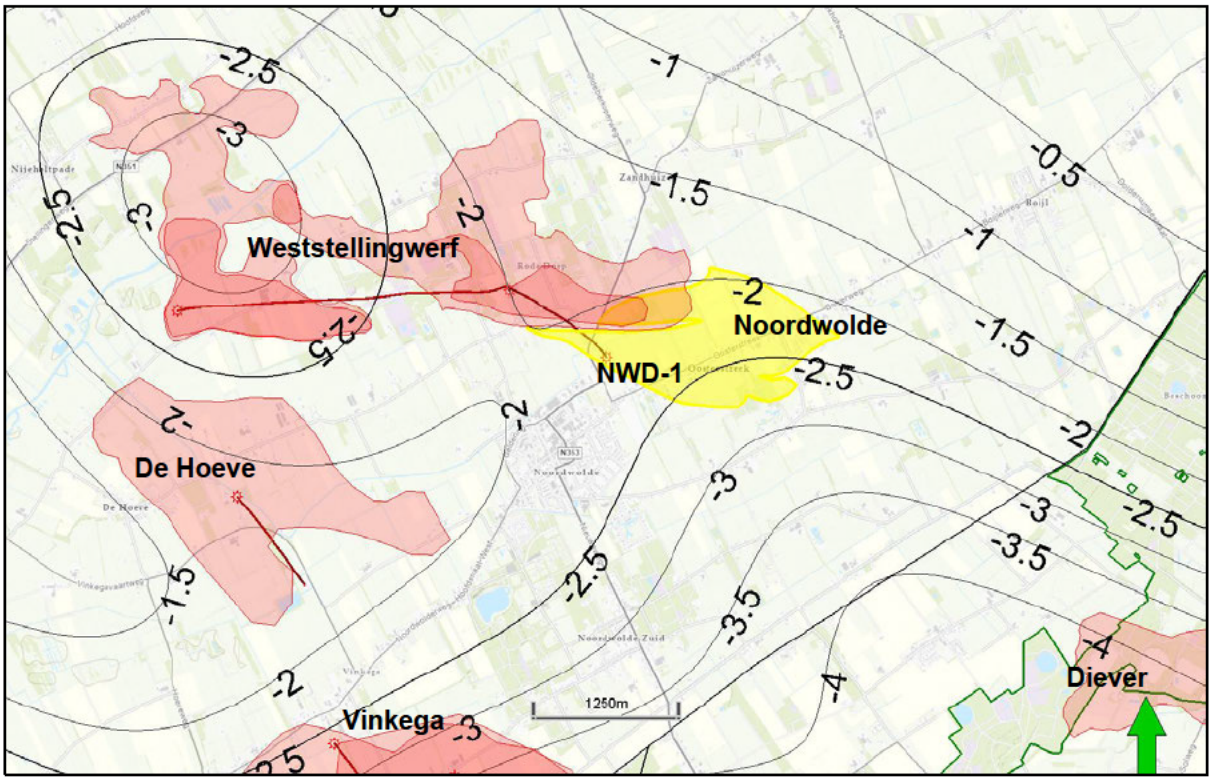
6 Bodemdaling

Door de winning van koolwaterstoffen uit olie- en gasvoerende gesteentelagen zal de druk in de poriën van het gesteente verminderen waardoor compactie van de gasvoerende lagen optreedt. Dit manifesteert zich aan de oppervlakte in de vorm van bodemdaling.

In het gebied rondom de locatie Weststellingwerf 1/ Noordwolde 1 is bodemdaling gemeten ten gevolge van historische winning uit het voorkomen Noordwolde en de voorkomens in de omgeving. De bodemdaling bij Noordwolde is deels veroorzaakt door winning uit de naburige (deel)voorkomens zoals Weststellingwerf, Vinkega en Diever. De samenstelling van die dalingen met de dalingskom door de winning in dit winningsplan en naburige voorkomens is berekend vanaf 1998 tot 2065 (Figuur 6-1). De zwarte lijnen zijn de gemodelleerde bodemdalingscontouren in cm voor de situatie eind 2065. Figuur 6-1 laat middels een dikke roze cirkelvormige lijn ook het invloed gebied zien van dit Noordwolde winningsplan. In dit invloed gebied is de uiteindelijke samengestelde maximale bodemdaling, ten gevolge van productie uit het verleden en toekomstige productie van de Noordwolde en de naburige (deel)voorkomens in de omgeving samen, minder dan 4 cm.

De bodemdaling verloopt zeer geleidelijk, met een uiterst geringe hellingshoek, en de opbouw duurt jaren zodat er geen plotselinge veranderingen plaatsvinden. De helling van de dalingskom is niet merkbaar, en heeft geen effecten op bouwwerken.

Er wordt geen impact op natuur of milieu verwacht.



Figuur 6-1: Toekomstige verwachte maximale samengestelde bodemdalingskom door gaswinning uit het voorkomen Noordwolde en de omliggende voorkomens in cm voor de situatie eind 2065. De bestaande voorkomens zijn weergegeven met rode ingekleurde vlakken. Totale bodemdaling in cm. Het gemodelleerde diepste punt in het Noordwolde invloedgebied is minder dan 4 cm.

6.1 Inleiding: hoe bodemdaling tot stand komt

6.1.1 Gaswinning

Aardgas zit op ongeveer 2000m diepte onder druk in een poreuze gesteentelaag, zoals zandsteen- of kalksteen. We noemen dit ook wel een reservoir. Het reservoir wordt afgesloten door een niet-doorlatend gesteente, bijvoorbeeld een kleisteen, anhydriet, of steenzout.

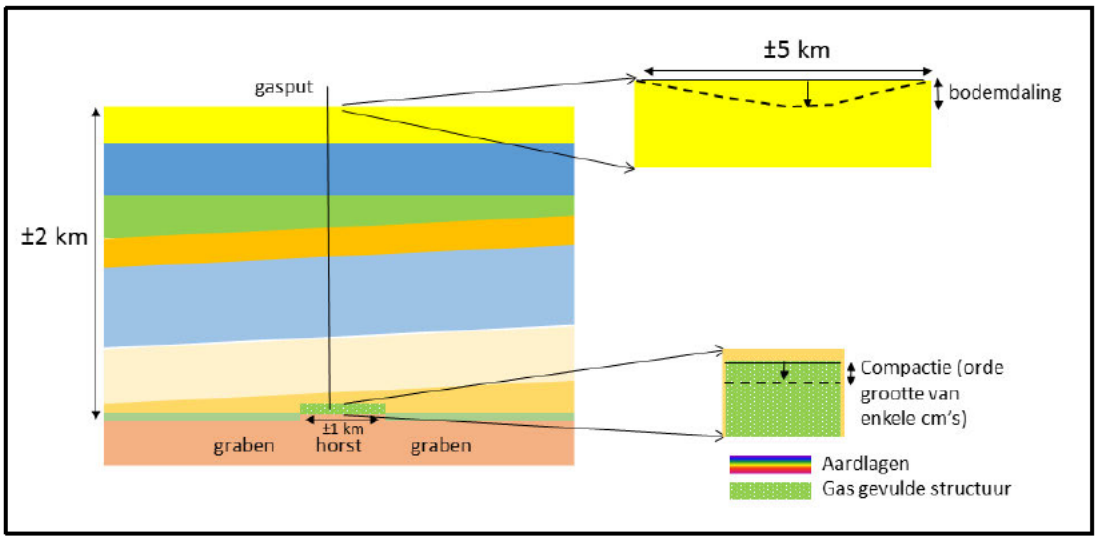
De gesteentelagen zijn in het algemeen over grote afstanden aanwezig. Door bewegingen van en botsingen tussen de aardplaten in de geologische geschiedenis is er reliëf ontstaan in de lagen. Het gas zal, omdat het lichter dan water is, zich verzamelen in de hoogste plaatsen; boringen zullen dan ook op zulke plaatsen gericht zijn.

Bij gaswinning laat men het gas ontsnappen door een put die naar het hoogste punt van het reservoir geboord wordt. Als gevolg van het ontsnappen van het gas zal de druk in het reservoir dalen. De winning stopt als de druk zo laag is dat er economisch onvoldoende gas door de put naar boven stroomt ten opzichte van de operationele kosten, of als de drukdaling ertoe leidt dat het reservoirgesteente rond de put volloopt met water.

6.1.2 De oorzaken van bodemdaling

Het gevolg van de drukdaling in het reservoir is dat het reservoir compacteert, d.w.z. dat de poriën een klein beetje inzakken als gevolg van het gewicht van de bovenliggende aardlagen doordat er minder gas in de poriën over is om tegendruk te leveren.

Als het reservoir compacteert op ±2 km diepte, zullen ook de lagen erboven een beetje inzakken. Bij dat dalingsproces verdeelt het volume van de compactie zich, zodat aan de oppervlakte een bodemdalingskom ontstaat. De dalingskom heeft de vorm van een heel platte schotel. Aan de randen gaat de daling geleidelijk naar nul, in het midden vindt de grootste daling plaats. Het volume van de kom is ongeveer even groot als de volumeverandering van het reservoir. Het oppervlak van de kom is echter groter dan het oppervlak van het reservoir: aan alle kanten komt er een afstand bij die ongeveer gelijk is aan de diepte van het reservoir. Hierdoor is de bodemdaling op het diepste punt van de kom aan de oppervlakte minder dan de compactie op ±2 km diepte in het reservoir.



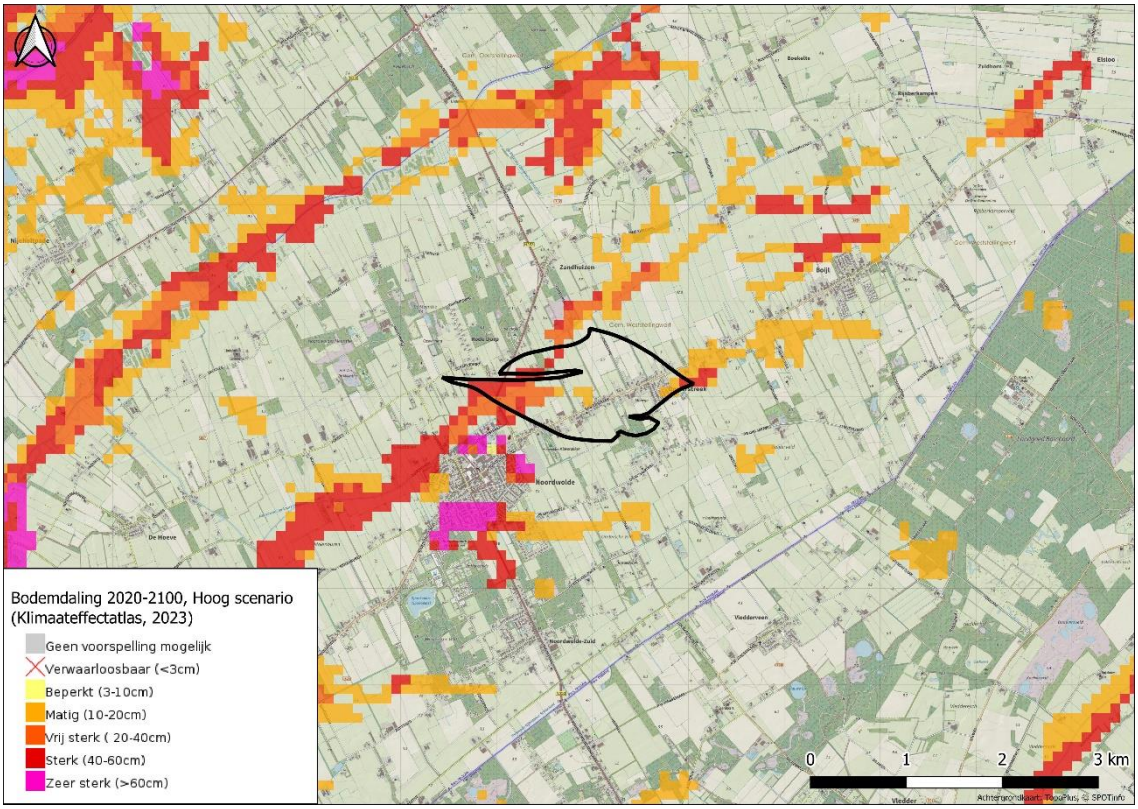
Figuur 6-2: Schetsmatige, generieke, doorsnede van de ondergrond, inclusief een gasreservoir.

6.1.3 Autonome bodemdaling

Naast bodemdaling door mijnbouwactiviteiten, vindt er ook zogenaamde autonome bodemdaling plaats. Die is onafhankelijk van de gaswinning. Dat gebeurt door verschillende mechanismen, waar veen- en klei-inklinking en het handhaven van grondwaterpeil er enkele van zijn. Voor meer achtergrondinformatie zie ook de Klimaateffectatlas [Ref. 12]. Op deze website staan bodemdalingsvoorspellingskaarten die zijn uitgewerkt voor verschillende scenario's. De daling is gerelateerd aan o.a. de samenstelling van de ondiepere ondergrond (bijvoorbeeld aan de aanwezigheid

van veen en klei), opwarming van de aarde en het peilbeleid (wel of niet handhaven van het grondwaterpeil). In Figuur 6-3 is de bodemdaling geprojecteerd voor het hoge scenario voor de periode 2020 – 2100, zoals deze is gepresenteerd in de Klimaateffectatlas. Dit laat zien dat de voorspelde autonome bodemdaling boven het Noordwolde voorkomen in de periode 2020 – 2100 vrij sterk tot sterk kan zijn, van 20 – 40 cm. Dit is een gemiddelde daling van 0.125 – 0.5 cm/jaar.

Er wordt naar gestreefd de peilmerken voor bodemdalingsmetingen door mijnbouwactiviteiten zo te plaatsen dat ze niet beïnvloed worden door autonome daling.



Figuur 6-3: Bodemdalingsvoorspellingskaart 2020 – 2100 voor het hoge scenario [Ref. 12] met daarop geprojecteerd het voorkomen Noordwolde.

6.1.4 Meten en voorspellen van bodemdaling

In het kader van de gaswinning moet er een meetplan opgesteld worden. Hierbij wordt de bodemdaling in een ruim gebied rondom de (deel)voorkomens gemeten. Dat gebeurt door waterpassing op een reeks punten in een meetnet, boven en rondom de (deel)voorkomens, soms aangevuld met GPS-metingen op specifieke locaties. Voor het opstellen van een meetplan bestaan wettelijke regels en de zogenaamde ‘Industrieleidraad – Geodetische basis voor Mijnbouw’ [Ref. 1]. De frequentie van de metingen, en de dichtheid en uitgebreidheid van het meetnet, worden gekozen in overleg met Staatstoezicht op de Mijnen (SodM). Het meetplan vereist de goedkeuring van de minister van Klimaat en Groene Groei.

De nauwkeurigheid van deze metingen hangt af van de specifieke vorm van het meetnet, en van de mogelijkheid goed gefundeerde peilmerken te plaatsen. In het algemeen zullen de metingen een onnauwkeurigheid van 5 mm hebben. Bij de analyse van de metingen moet dan nog bekeken worden in welke mate ze door autonome bodemdaling beïnvloed worden, m.a.w. in welke mate de gemeten dalingen bestaan uit gaswinningsbodemdaling.

Voorafgaand aan de winning wordt een model gemaakt om de bodemdaling te voorspellen. De complexiteit van het model hangt af van de complexiteit van de ondergrond-situatie. De parameters in het model zijn gebaseerd op ervaringen in eerdere, soortgelijke, (deel)voorkomens. De verwachtte bodemdaling wordt vastgelegd in het winningsplan (dit document).

Omdat het diepte-verloop van de lagen alleen indirect gemeten kan worden, en de eigenschappen van de gesteentelagen maar op enkele punten bekend zijn (uit eerdere boringen), zijn er onzekerheden in de berekeningen over de grootte van de (deel)voorkomens. In veel gevallen zal het voorafgaand aan de boring niet zeker zijn of er wel gas aanwezig is. Daarnaast zal er enige onzekerheid zijn over specifieke parameters (zoals samendrukbaarheid) van het gesteente. Het gevolg is dat de bodemdalingsberekening door onzekerheidsmarges omgeven is.

Mocht de gemeten bodemdaling onverhoopt niet verlopen overeenkomstig de in het winningsplan aangegeven voorspellingen, dan zal Vermilion de bodemdalingsmodellen en de parameters van het model evalueren om te achterhalen waarom de gemeten waarden niet overeenkomen met de voorspellingen. Vermilion zal SodM als toezichthouder hierover informeren.

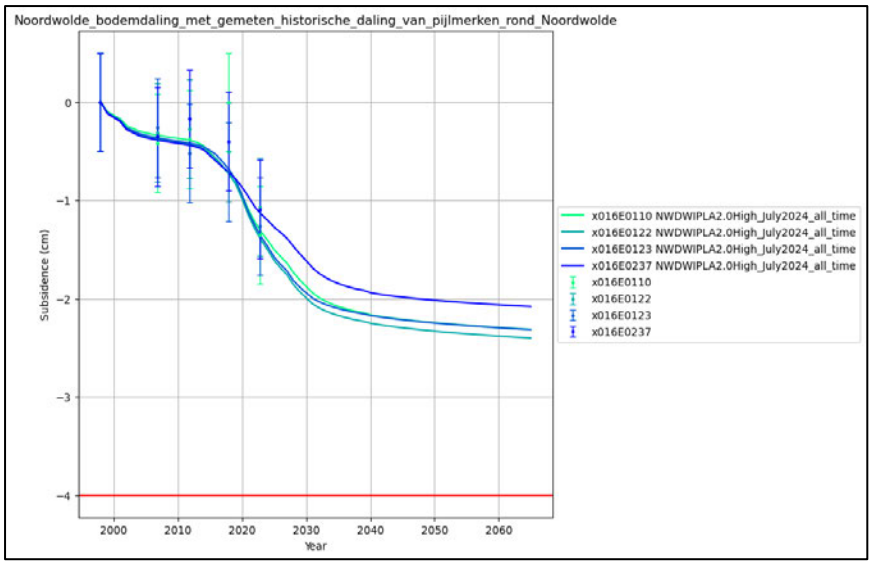
6.2 Bodemdalingsmodel

Productie uit een voorkomen leidt tot drukdaling, wat vervolgens compactie van het gesteente veroorzaakt. Compactie leidt vervolgens tot bodemdaling. Boven gasvoorkomens wordt waargenomen dat de bodemdaling langzaam begint (bodemdaling treedt niet direct op na start productie, er is een vertraging) en na-ijlt wanneer de productie stopt. Dit tijdseffect is beschreven met RTCiM (Rate Type Compaction isotach Model) [Ref 6]. RTCiM is momenteel het meest geschikte model dat gebruikt kan worden om een passing te vinden tussen de bodemdalingsmetingen en het compactiemodel. TNO heeft dit compactiemodel verwerkt in een applicatie en de naam PySub gegeven. Deze applicatie is beschikbaar via https://github.com/TNO/PySub [Ref 5].

Dit model is in dit winningsplan gehanteerd en de resultaten van de bodemdalingsberekening worden door SodM en TNO gecontroleerd. In de bijlage (Hoofdstuk 15) wordt het bodemdalingsmodel in meer detail besproken. Voor gedetailleerde informatie wordt verwezen naar Ref. 5 en Ref. 6.

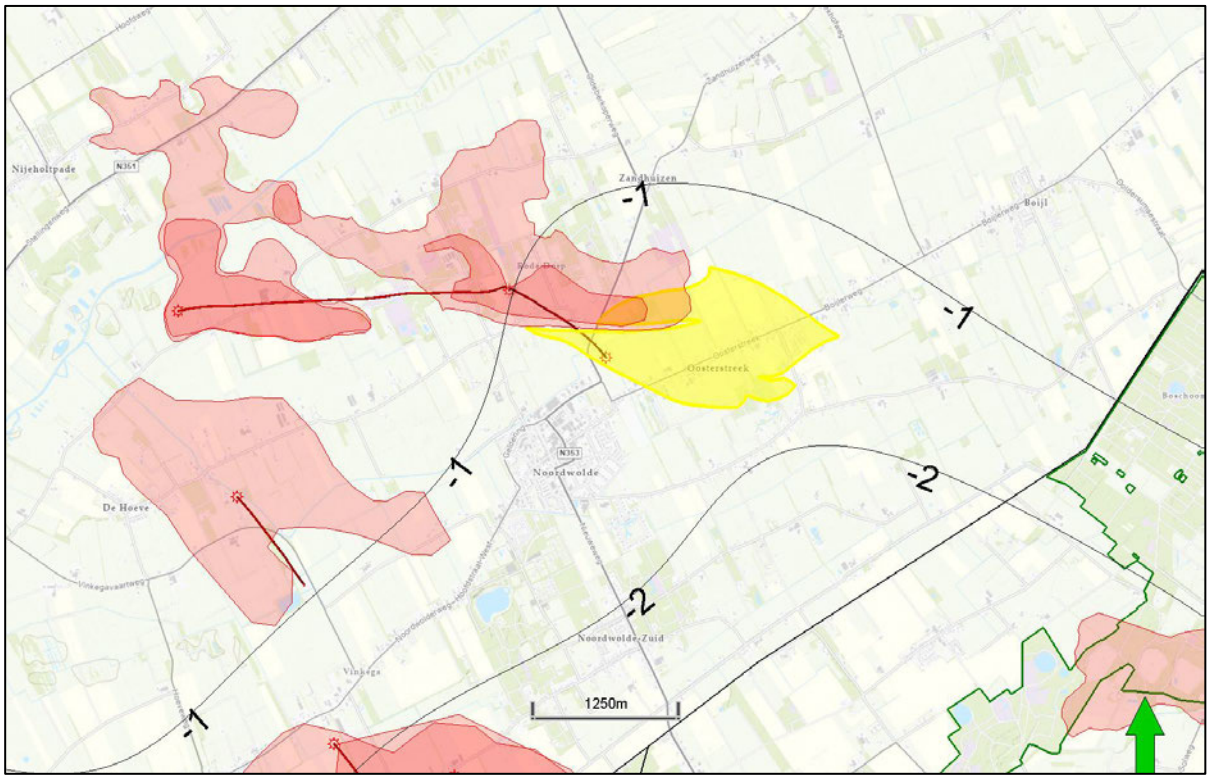
6.3 Historische bodemdaling

In 2022 is er een nauwkeurigheidswaterpassing uitgevoerd voor het bestaande meetnet, het betreft een herhalingsmeting (ref. 14). Het Noordwolde bodemdalingsmodel is gekalibreerd met de resultaten van deze meest recente meting. Voor het Noordwolde winningsplan is dit gekalibreerde bodemdalingsmodel gebruikt om de bodemdaling te berekenen rondom het invloedgebied van Noordwolde (Figuur 6-4). De bodemdaling wordt deels veroorzaakt door winning uit de naburige (deel)voorkomens, zoals Vinkega, Weststellingwerf en Diever.



Figuur 6-4: gemeten historische bodemdaling van peilmerken en een verwachte gemodelleerde bodemdaling.

De verwachte gemodelleerde bodemdaling in 2024 is weergegeven in Figuur 6-5. In 2024 is de maximale bodemdaling in het invloed gebied van Noordwolde (roze cirkel) minder dan 3 cm.

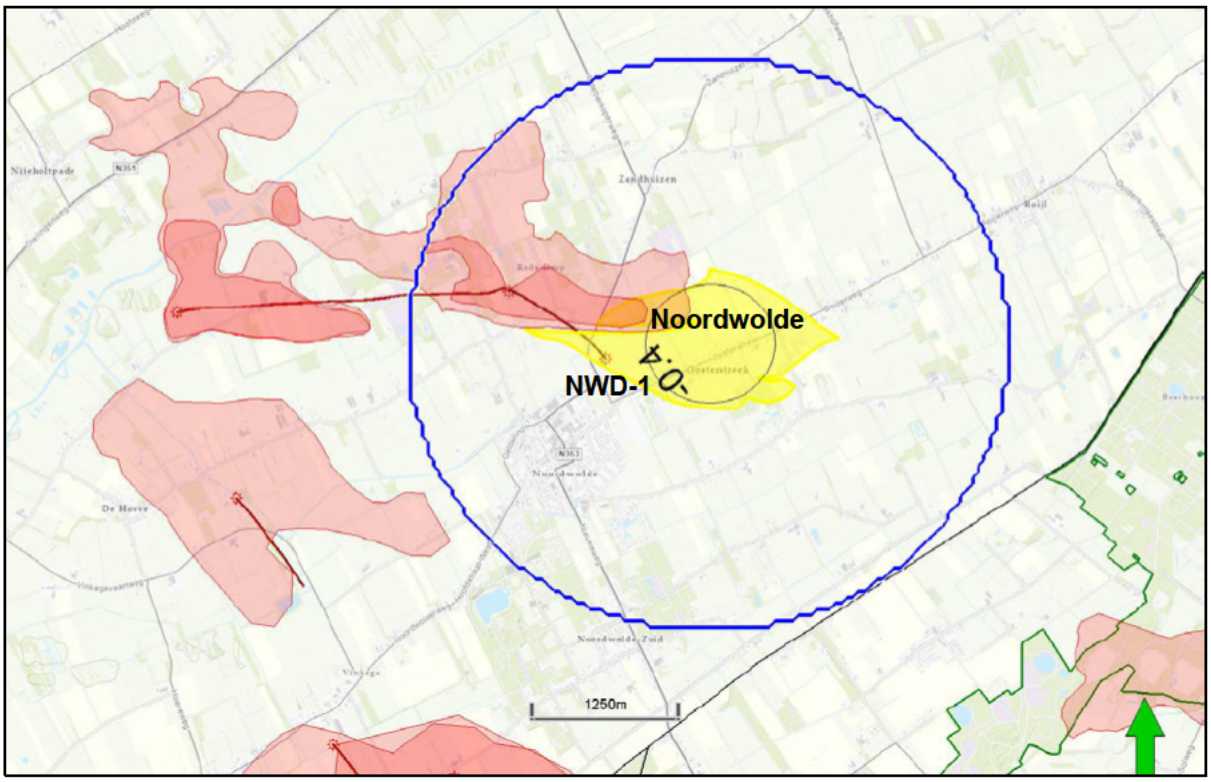


Figuur 6-5: Geschatte samengestelde bodemdaling in cm tot en met 2024 (zwarte contourlijnen). Noordwolde voorkomen is ingetekend met een geel vlak en de bestaande omliggende (deel)voorkomens zijn getoond middels rode ingekleurde vlakken. .

6.4 Bodemdalingsvooruitzichten en -onzekerheid

Op basis van een gekalibreerd bodemdalingsmodel en bodemdalingsmetingen is de toekomstige bodemdaling berekend voor Noordwolde. De verwachte totale maximale bodemdaling, die veroorzaakt wordt door de productie uit het voorkomen Noordwolde is weergegeven in Figuur 6-6. De figuur representeert de maximale verwachtte bodemdaling in 2065 door enkel gaswinning uit Noordwolde. De blauwe cirkel in Figuur 6-6 definieert het invloedgebied van de bodemdalingskom van Noordwolde voor de samengestelde bodemdaling. Het diepste punt is minder dan 2 cm. De vorm van het Noordwolde voorkomen (Vlieland) is ingetekend met een geel vlak. De locatie van de put NWD-01 is aangegeven in dit gele vlak.

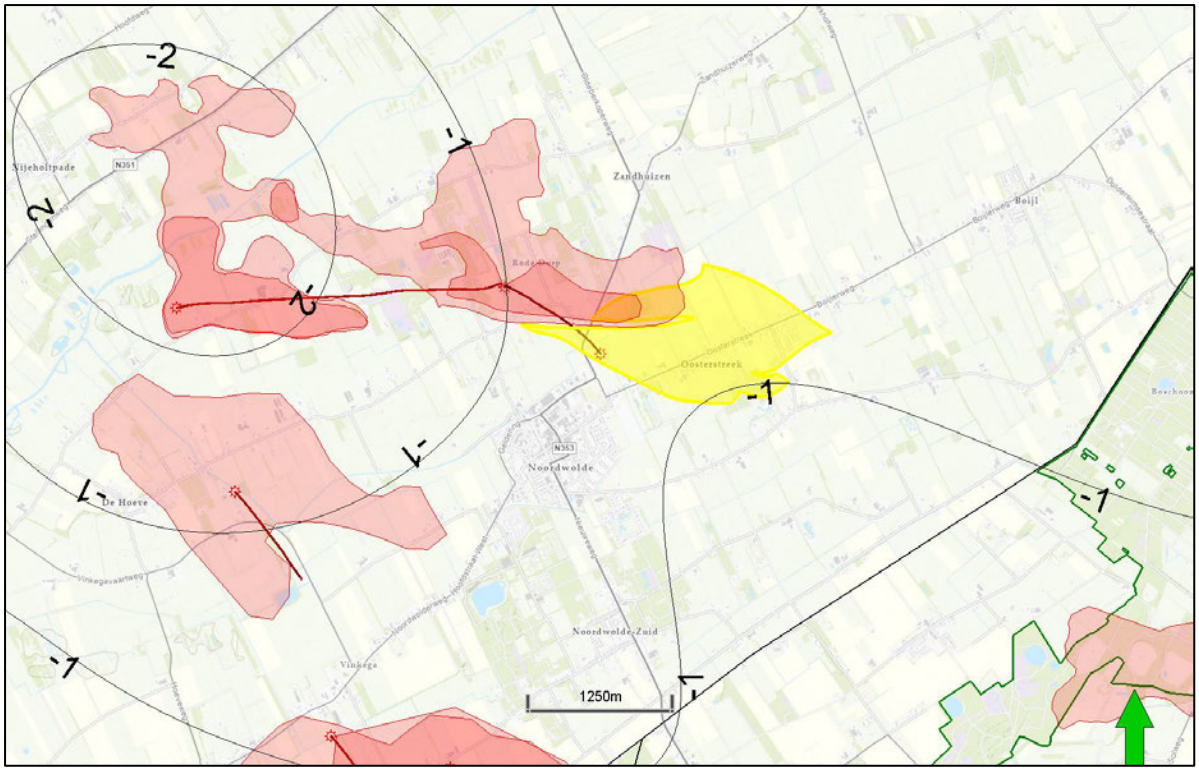
De details van de berekening zijn gegeven in Hoofdstuk 15 Bijlage: Analyse en Berekening Bodemdaling.



Figuur 6-6: Totale bodemdaling in cm van start winning tot einde productie als gevolg van de voorgestelde winningen uit het gasvoorkomen Noordwolde. De rand van de bodemdalingskom geeft het invloed gebied aan van het Noordwolde winningsplan (dikke blauwe cirkelvormige lijn).

De bodemdaling door Noordwolde en omliggende velden en de nog te verwachten samengestelde maximale bodemdaling vanaf 2024 tot 2065 is weergegeven in Figuur 6-7. Deze toekomstige verwachte samengestelde bodemdaling is minder dan 2cm in het invloedgebied.

De samengestelde uiteindelijke verwachte maximale gas-bodemdaling is weergegeven in Figuur 6-1. De verwachting is dat het diepste punt van de maximale samengestelde uiteindelijke bodemdalingskom binnen het invloedgebied minder wordt dan 4 cm. De figuur laat zien dat de uiteindelijk samengestelde bodemdaling varieert boven de voorkomens. De variatie wordt veroorzaakt door overlap met bodemdalingskommen van omliggende voorkomens. De details van de berekening zijn gegeven in Hoofdstuk 15 Bijlage: Analyse en Berekening Bodemdaling.



Figuur 6-7: *Toekomstige verwachte samengestelde bodemdaling door gaswinning uit Noordwolde en de omliggende voorkomens in cm voor de situatie vanaf 2024 tot eind 2065.*

6.5 Monitoring van bodemdaling

Het voorkomen Noordwolde valt onder het meetplan Diever, LDS, Eesveen, Nijensleek, Vinkega, De Hoeve, Noordwolde en Weststellingwerf.

De resultaten van de meetplannen, de meetregisters, worden gedeeld en besproken met SodM, en dat geldt ook voor de analyses die Vermilion van de resultaten maakt.

6.6 Mogelijke gevolgen van de verwachte bodemdaling

6.6.1 Gevolgen voor gebouwen en infrastructuur

Of een gebouw, bouwwerk, of infrastructuur schade oploopt door diepe bodemdaling door gaswinning wordt vooral bepaald door de afstands-schaal waarop die daling plaatsvindt. Bodemdaling heeft nauwelijks invloed als ze gelijk is over het hele funderingsoppervlak. Ook een beperkte scheefstand heeft meestal geen gevolgen. Schade aan gebouwen door bodemdaling ontstaat wanneer er verschilzakking optreedt, dat wil zeggen als de zakking ongelijkmatig is, en daardoor leidt tot kromming van een gebouw.

De bodemdalingskom door aardgaswinning is regelmatig. De dalingen verlopen immers geleidelijk, over meerdere kilometers. Er treden dus aan het terreinoppervlak slechts uiterst geringe hellingen op, en nog veel geringere ongelijkmatigheden.

De daling komt bovendien zeer langzaam tot stand, over een periode van jaren.

Daarom is het uitgesloten dat een gebouw schade oploopt door bodemdaling als gevolg van gaswinning, of het nu midden in de dalingskom staat of meer naar de rand. In onderzoek is dan ook steeds geconcludeerd dat er geen gebouwschade te verwachten is door bodemdaling als gevolg van gaswinning [Ref.15, 16].

6.6.2 Gevolgen voor natuur en milieu en landbouw

De bodemdaling verloopt zeer geleidelijk, met een uiterst geringe hellingshoek, en de opbouw duurt jaren zodat er geen plotselinge veranderingen plaatsvinden. Voor de periode vanaf 2024 tot einde productie wordt door de gaswinning zoals beschreven in dit winningsplan in de omgeving een maximale daling van minder dan 2 cm verwacht. De toekomstige effecten van bodemdaling op water en natuur zijn/worden beoordeeld middels een gedetailleerde effecten analyse, zie Hoofdstuk 17.

De bodemdaling heeft geen rechtstreekse effecten op natuur of milieu. Wel wordt het relatieve waterpeil beïnvloed door de bodemdaling, en het is mogelijk dat er op zeker moment additionele aanpassingen nodig zijn om vernatting te voorkomen. Bij de beoordeling van bodemdalingsgevolgen hanteert het waterschap in het algemeen een grens van vijf centimeter. Bij bodemdaling tot 5 centimeter is geen compensatie voor het watersysteem noodzakelijk, tenzij de veiligheid in het geding is.

6.7 Maatregelen om (gevolgen van) bodemdaling te voorkomen of te beperken

Vanwege de beperkte bodemdaling, worden er geen nadelige gevolgen voorzien, en wordt er niet voorzien in (extra) maatregelen om (gevolgen van) bodemdaling te voorkomen of te beperken, anders dan het periodiek monitoren van de bodemdaling volgens het meetplan.

Het waterschap neemt, indien nodig, maatregelen. De kosten van deze maatregelen worden binnen de afspraken met de Commissie Bodemdaling Aardgaswinning Friesland (CBAF) door Vermilion vergoed. Dit geldt ook voor kosten die gemeenten (die bij de CBAF zijn aangesloten) maken voor eventuele maatregelen.

De afhandeling van eventuele schade voor particulieren wordt besproken in paragraaf 8.2.

7 Bodemtrilling

De seismische risicoanalyse laat zien dat het voorkomen in dit winningsplan in de laagste seismische risicocategorie valt.

7.1 Inleiding: hoe komen bevingen ten gevolge van gaswinning tot stand?

Als gevolg van de compactie, het inzakken van het reservoirgesteente door drukdaling, ontstaan er kleine verplaatsingen (zettingen) in de diepe ondergrond. Als deze bij een breuk plaatsvinden, kunnen er zettingsverschillen aan weerszijden van de breuk optreden. Door de zettingsverschillen gebeurt het soms dat het gesteente aan weerszijden van de breuk ten opzichte van elkaar beweegt. Dit veroorzaakt een trilling. Zo'n trilling wordt een geïnduceerde beving genoemd om aan te geven dat hij door menselijk handelen is veroorzaakt. Als gevolg van het feit dat deze trillingen ontstaan door bewegingen langs de breukvlakken in of nabij aardgasreservoirs, zal het bronpunt van de beving, het zogeheten hypocentrum, op enkele kilometers diepte liggen. Natuurlijke bevingen hebben over het algemeen een veel dieper hypocentrum. Op basis van de diepte van de beving kan het KNMI onderscheiden of een beving veroorzaakt is door gaswinning of dat de beving een natuurlijke oorzaak heeft.

Voor de kans op bevingen is het dus van belang of en welk soort breuken in de gesteentelagen in (de buurt van) het reservoir aanwezig zijn. Tevens geldt: hoe groter de compactie van het reservoir, hoe groter de kans dat er significante zettingsverschillen over een breuk plaatsvinden. Bij het inschatten van de kans op bevingen wordt dan ook naar de drukdaling en de daaropvolgende compactie gekeken. Daarnaast wordt de breuk-configuratie geanalyseerd, en de stijfheid van het gesteente. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een analyse-protocol dat door SodM in samenwerking met TNO is ontwikkeld [Ref. 7].

Naast de ondergrond-situatie, wordt in dat protocol ook de situatie aan het oppervlak bekeken. De aard van de bebouwing en infrastructuur in de omgeving van het voorkomen wordt meegewogen. Bij de effecten die aan de oppervlakte merkbaar zijn, speelt niet alleen de sterkte en de diepte van de beving een rol, maar ook de samenstelling van de ondiepe ondergrond. Als een kans op significante bevingen aanwezig is, wordt daarom ook met de grondsamenstelling rekening gehouden bij het inschatten van aardbevingsrisico's.

7.2 Historische bevingen in de deelvoorkomens van dit winningsplan

Het KNMI beheert de dataset met aardbevingen in Nederland, zie https://www.knmi.nl/nederland-nu/seismologie/aardbevingen.

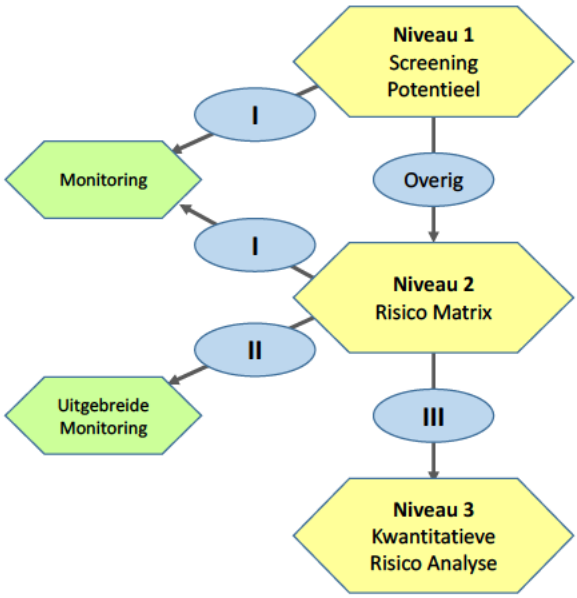
Er is in de omgeving van dit voorkomen één beving geweest, genaamd 'De Hoeve', in 2009. Deze is in verband gebracht met waterinjectie die tijdelijk plaatsvond in het Weststellingwerf voorkomen tussen 2008 en 2012. De waterinjectie in de Zechstein laag van het Weststellingwerf deelvoorkomen via WSF-01 is naar aanleiding van het onderzoek naar deze beving gestaakt. In de door TNO opgestelde risicoanalyse voor geïnduceerde seismiciteit die hier gebruikt wordt zijn bevingen ten gevolge van waterinjectie buiten beschouwing gelaten (Ref. 4). De mechanismen die bij waterinjectie een beving veroorzaken zijn anders dan die bij geïnduceerde bevingen door gaswinning. Daarom is het risico op een beving geïnduceerd door gaswinning niet gerelateerd aan het bevingsrisico door waterinjectie. Dus kan er uit het plaatsvinden van de beving ook geen conclusie getrokken worden over het risico bij de gasproductie.

Dit hoofdstuk beschrijft de seismische risicoanalyse van gaswinning uit het Noordwolde voorkomen en laat het seismisch risico geassocieerd met waterinjectie buiten beschouwing, omdat er geen waterinjectie meer plaatsvindt.

7.3 Opzet van de Seismische Risico Analyse

Het kader voor de Seismische Risico Analyse (SRA) en de hier beschreven methodiek wordt beschreven in: Methodiek Voor Risicoanalyse Omtrent Geïnduceerde Bevingen Door Gaswinning; Tijdelijke Leidraad Voor Adressering Mbb. 24.1.P, Versie 1.2, 1 februari 2016, Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) [Ref.7].

Om het seismisch risicoprofiel van een voorkomen vast te stellen wordt een risicoanalyse uitgevoerd volgens een getrapt model dat bestaat uit drie stappen. Deze drie stappen worden weergegeven in Figuur 7-1. Op basis van de uitkomsten van de verschillende individuele stappen worden vervolgstappen genomen.



Figuur 7-1: Weergave van de verschillende stappen in de Seismische Risico Analyse (SRA).

In de eerste stap (Niveau 1) wordt gekeken naar de kans op een trilling (met een magnitude groter dan 1.5 op de schaal van Richter). Daarbij wordt gekeken naar de breuk-configuratie in het voorkomen, en naar de stijfheidsverhouding tussen de reservoir-lagen en het afdekkende gesteente. Als er meer breuken zijn, neemt de kans op een trilling toe. Hetzelfde geldt als het afdekkende gesteente stijver is dan het gesteente van het reservoir.

Tenzij de kans op een trilling verwaarloosbaar is, wordt vervolgens de maximale magnitude uitgerekend. Daarbij speelt de lengte van de breuken waarlangs differentiële zettingen kunnen optreden, de breukhoogte, en de hoeveelheid compactie een rol. Als de maximale magnitude onder de 2.5 ligt, is een analyse op Niveau 2 niet nodig, en volgt een indeling in Categorie I. Er hoeven dan geen verdere maatregelen genomen te worden bovenop monitoring van het voorkomen met het bestaande KNMI-seismometer-meetnet.

Bij een Niveau 2 analyse wordt ook gekeken naar de effecten van een eventuele trilling aan het oppervlak, op gebouwen en infrastructuur. Als de kans/gevolg combinatie daartoe aanleiding geeft, zal het deelvoorkomen in Categorie-II worden ingedeeld. In Categorie-II worden extra eisen aan de monitoring gesteld, en moet een (generiek) beheersplan worden opgesteld.

Bij een Niveau 3 analyse wordt een aanvullende kwantitatieve risicoanalyse uitgevoerd in het geval dat een deelvoorkomen op basis van de risicomatrix als Categorie-III wordt gekwalificeerd.

7.4 Resultaat Seismische Risico Analyse

Het resultaat van het doorlopen van de methodiek voor het voorkomen Noordwolde is dat deze valt in Categorie I, de laagste seismische risicocategorie. De kans op bevingen voor het deelvoorkomen Noordwolde (Vlieland) is verwaarloosbaar.

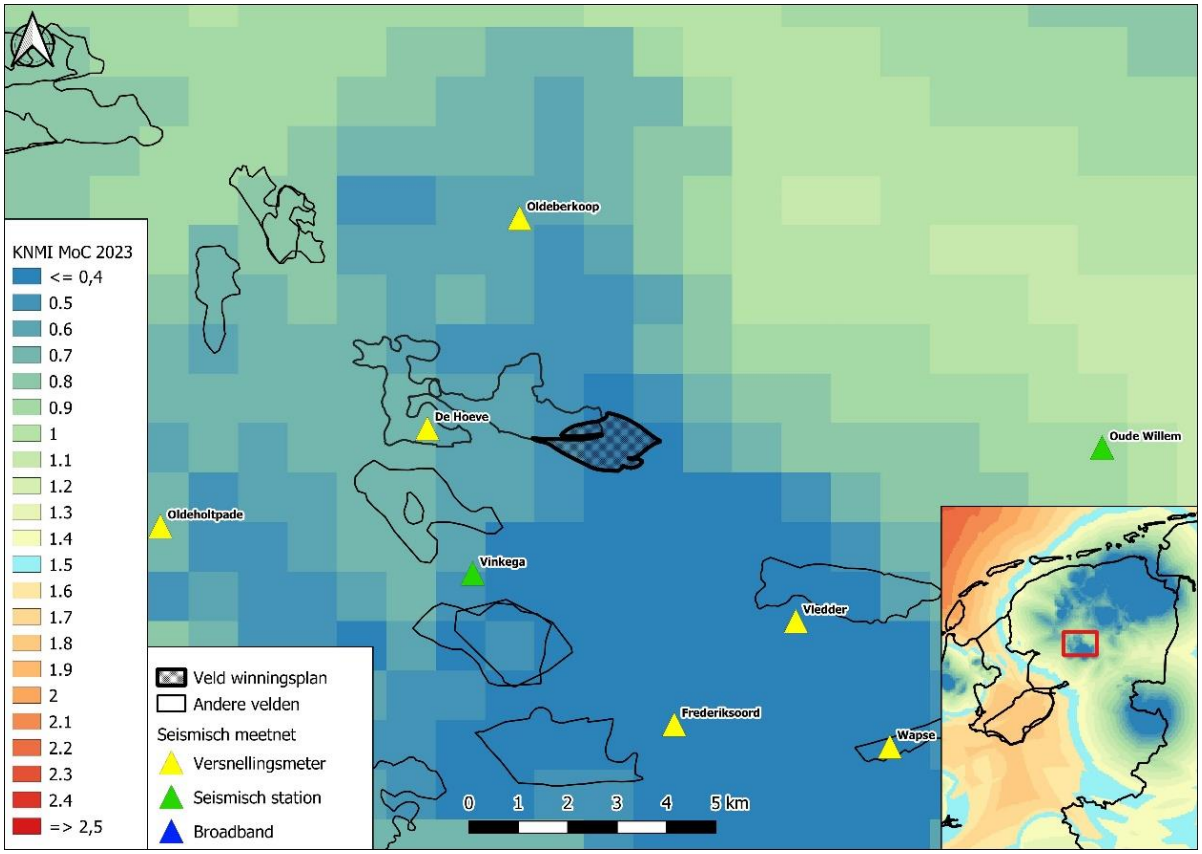
De SRA-analyse wordt in meer detail uitgewerkt in Hoofdstuk 16. Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden.

7.5 Monitoring van bodemtrillingen

Het monitoren van de seismische activiteit in de omgeving van het voorkomen in dit winningsplan zal worden gerealiseerd met behulp van het huidige KNMI-netwerk (KNMI - Seismologie - Nederlandse

stations). Vermilion heeft vrijwillig de dekkingsgraad van het seismometer-netwerk en het versnellingsmeter-netwerk herzien en verbeterd. De locaties van de stations zijn afgestemd in overleg met KNMI.

Figuur 7-2: laat het seismisch netwerk rond het voorkomen van dit winningsplan zien. In deze kaart zijn de gerealiseerde verbeteringen van Vermilion meegenomen. Deze kaart laat zien dat er een goede dekking is rondom het voorkomen in dit winningsplan.



Figuur 7-2: Seismisch meetnet rondom het voorkomen Noordwolde.

7.6 Mogelijke gevolgen van bevingen ten gevolge van gaswinning

Het voorkomen Noordwolde in dit winningsplan valt in Categorie I, de laagste risicocategorie.

7.6.1 Schade openbare infrastructuur door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning

Gezien de indeling in Categorie I, wordt er geen schade aan infrastructuur verwacht [Ref. 8].

7.6.2 Schade aan gebouwen en bouwwerken door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning

Mede gezien de indeling in Categorie I, wordt er geen schade aan gebouwen en bouwwerken verwacht [Ref. 9, 10,11].

7.6.3 Gevolgen voor natuur en milieu door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning

Er is geen oorzaak-effect relatie bekend waarmee bodemtrillingen van deze grootte kunnen leiden tot schade aan natuur of milieu (anders dan schade aan infrastructuur en bouwwerken, waarop hierboven is ingegaan). Daarom worden schadelijke effecten op natuur en milieu ten gevolge van bodemtrillingen niet verwacht.

7.7 Maatregelen om (gevolgen van) bodemtrillingen te voorkomen of te beperken

Gezien de indeling in Categorie I is er geen vereiste om maatregelen te treffen om (gevolgen van) trillingen te voorkomen of te beperken.

De afhandeling van eventuele schade wordt besproken in paragraaf 8.2.

8 Overige Omgevingsaspecten

8.1 Inleiding

De opsporing en winning van aardgas kunnen, vanwege activiteiten, mogelijk gevolgen aan het oppervlak hebben. Dit zijn gevolgen anders dan bodemdaling en trillingen zoals omschreven in dit winningsplan. Deze mogelijke gevolgen worden beoordeeld door het bevoegd gezag in andere vergunningen dan het winningsplan.

Het betreft hier mogelijke gevolgen voor de leefomgeving, zoals gevolgen voor de luchtkwaliteit, geluid, externe veiligheid, bodemkwaliteit en grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Deze mogelijke gevolgen worden beoordeeld in de omgevingsvergunning milieu van de betreffende mijnbouwlocatie. In Tabel 8-1 is de mijnbouwlocatie voor dit winningsplan met de vigerende omgevingsvergunning hiervoor opgenomen.

Tabel 8-1: Mijnbouwlocaties in onderhavig winningsplan en vigerende omgevingsvergunningen.

Locatie	Omgevingsvergunning
Weststellingwerf 1 / Noordwolde 1	Veranderingsvergunning 27 mei 2020, kenmerk DGKE-WO / 20153608

Als activiteiten, zoals onderhoudsactiviteiten, op de mijnbouwlocatie negatieve effecten kunnen hebben op de aanwezige flora en/of fauna dan dient een ecologisch onderzoek uitgevoerd te worden. Indien effecten niet uitgesloten kunnen worden dan dient een ontheffing op grond van de Wet natuurbescherming aangevraagd te worden. Dit wordt beoordeeld ten tijde van de voorbereiding van die betreffende activiteiten.

Indien activiteiten op de mijnbouwlocatie invloed kunnen hebben op de instandhoudingdoelstellingen van een Natura 2000-gebied dan dienen de effecten en gevolgen onderzocht te worden. Indien hieruit blijkt dat er negatieve effecten kunnen optreden, dan dient een passende beoordeling opgesteld te worden en is een vergunning nodig. Een en ander wordt geregeld in de Wet natuurbescherming.

8.2 Schade-afhandeling

Vermilion is aansprakelijk voor schade, als die het gevolg is van de mijnbouwactiviteiten van Vermilion. Vanaf 1 juli 2020 behandelt het centraal schadeloket van de Commissie Mijnbouwschade de mijnbouwschademeldingen van particulieren als gevolg van o.a. gaswinning in kleine voorkomens in Nederland. Vermilion is sinds de zomer van 2020 aangesloten bij de Commissie Mijnbouwschade. Het oordeel van de commissie is altijd bindend. Meer informatie is te vinden op de website: https://www.commissiemijnbouwschade.nl.

8.3 Gedragscode

Vermilion is één van de ondertekenaars van de Gedragscode Gaswinning Kleine Velden. De gedragscode geeft algemene richtlijnen aan voor het zorgvuldig betrekken van de omgeving bij olie en gasprojecten uit kleine velden op land in Nederland. Hierin is vastgelegd wat de omgeving van Vermilion mag verwachten (https://www.onsaardgas.nl/dossier/kleine-velden-gedragscode/).

8.4 Maatschappelijke verantwoordelijkheid

Vermilion Energy Netherlands (VEN) is een zelfstandig onderdeel van een Canadees bedrijf dat sinds 1994 in meerdere landen actief is, in Nederland sinds 2004. VEN beschikt over een ruime ervaring en gedegen kennis van de olie- en gasindustrie, van zowel de diepe ondergrond, van koolwaterstoffen als ook van de bovengrondse productiefaciliteiten. Als een betrouwbare operator van kleine gasvelden dragen wij met die kennis bij aan een optimale en stabiele binnenlandse gaswinning.

Vermilion is in Nederland alleen actief in de winning van aardgas uit kleine velden op land, dit doen wij in lijn met de wet- en regelgeving en vergunningsvoorwaarden die op onze activiteiten van toepassing zijn. Daarnaast hanteert Vermilion haar eigen basisprincipes op het terrein van HSE (Health, Safety and Environment), tezamen borgt dit een veilige en verantwoorde winning van aardgas. Wij zijn voor

de vergunningverlener, de toezichthouder en de omgeving aanspreekbaar op ons doen en laten. Wij hanteren binnen ons bedrijf strenge criteria als het gaat om integriteit en gedrag.

Wij realiseren ons ook dat wij met onze activiteiten gast zijn in een omgeving waarin mensen wonen, werken en verblijven en waar landschap, milieu en natuur zeer belangrijke waarden zijn. Enkele van onze kernwaarden hebben daar rechtstreeks mee te maken: vertrouwen, respect en verantwoordelijkheid. Wij dragen daarom waar het kan bij aan behoud en versterking van die omgeving, wij voorkomen negatieve effecten van onze aanwezigheid en als die wel ontstaan treffen wij passende maatregelen.

Maatschappelijke verantwoordelijkheidszin betekent ook deelnemen aan de samenleving en verantwoordelijkheid nemen. Dat doen wij onder meer met de inzet van vrijwilligerswerk door ons personeel maar vooral ook met ons Omgevingsfonds. Daarmee ondersteunen wij ieder jaar vele lokale projecten op de twee thema's duurzaamheid en biodiversiteit. Zo helpen wij de energietransitie op lokaal niveau te versnellen en zorgen wij dat de natuur versterkt en beschermd wordt. Daarmee geven wij letterlijk terug aan de omgeving om de leefbaarheid en het welzijn een extra steuntje in de rug te geven.

Gaswinning uit kleine velden kan bij de aanleg van nieuwe locaties en bij werkzaamheden op bestaande locaties tot tijdelijke hinder leiden voor de omgeving. Vermilion informeert de belanghebbenden daarom tijdig en voert daarvoor een pro-actief omgevingsmanagement. Schades door onze activiteiten worden door ons vergoed, dit geldt bijvoorbeeld voor gewas- of transportschade maar ook voor de eventuele gevolgen van bodemdaling en bodembewegingen.

Wij hebben een overeenkomst met de Commissie Bodemdaling Aardgaswinning Friesland (CBAF) en hebben ons ook gecommitteerd aan de werkwijze en uitspraken van de Commissie Mijnbouwschade (CM). In de aansprakelijkheden voor eventuele schades na beëindiging van onze activiteiten is voorzien door het Waarborgfonds Mijnbouwschade.

De CBAF behandelt claims van overheden en bedrijven die herstelwerkzaamheden moeten uitvoeren aan civieltechnische werken (veelal aan de waterhuishouding gerelateerd), deze claims worden altijd zonder reclamatie door ons betaald. De CM heeft tot op heden geen uitspraken gedaan die Vermilion betreffen omdat zich geen bodemtrillingen in de door ons geproduceerde velden hebben voorgedaan.

Vermilion biedt direct- en indirect aan honderden mensen in heel Nederland werk, vooral in Noord-Nederland. Zij werken op zowel kantoor als op onze productielocaties volgens strenge normen en met de best beschikbare technieken. Medewerkers, ook die van aannemers, zijn in staat adequaat uitvoering te geven aan ons uitgangspunt dat veiligheid voor mens en milieu in de omgeving waar wij werken voorop staat.

9 Verklarende woordenlijst

Aquifer	Watervoerend deel van het reservoir. Dat kan naast en/of onder het gasvoerende deel gelegen zijn.
C_m	Uni-axiale compactie-coëfficiënt; mate van samendrukbaarheid van het gesteente (eenheid: 1/bar).
Compactie	Het samendrukken van het reservoirgesteente als door productie de druk van het gas en/of water in de poriën daalt, en daardoor onvoldoende tegenwicht geeft aan het gewicht van bovenliggende gesteenten.
Compressibiliteit	Samendrukbaarheid
Depletie	Drukdaling door het onttrekken van gas (of olie of water) uit reservoirgesteente
NWD	Noordwolde, (deel)voorkomen, besproken in dit winningsplan
KGG	Ministerie van Klimaat en Groene Groei
GIIP	Volume gas initieel aanwezig in het voorkomen (in nm^3)
GPS (of GNSS)	Global Positioning System: systeem voor plaats- en hoogtebepaling met behulp van satellieten
GTC	Garijp Treatment Centre
GWC	Gas-water contact diepte (in m onder NAP)
Kern	Gesteentemonster uit de ondergrond verkregen bij het boren van een boorgat
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KN, KNNS	Vlieland formatie, Vlieland Zandsteen
Magnitude	Een (logaritmische) maat voor de hoeveelheid energie die bij een beving vrij komt
m RT, m RKB	Diepte gemeten in m langs het boortraject, vanaf de boortafel (RT)
Mbb	Mijnbouwbesluit
Mbr	Mijnbouwregeling
Mbw	Mijnbouwwet
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij
nm^3	m^3 bij 0 ^{0}C en 1.01325 bara
Permeabiliteit	De mate waarin een (poreuze) vaste stof een andere stof (gas of vloeistof) doorlaat. Indien een materiaal een andere stof niet doorlaat heet het materiaal voor die stof impermeabel.
Porositeit	Verhouding tussen het poriënvolume en het totale volume van het gesteente.
RD-coördinaat	Coördinaten in het topografische kaartmateriaal zijn vermeld in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting (RD). De auteursrechten en databankrechten zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2006
RO	Rotliegend
Seal	Afsluitende laag boven op het gesteente dat het gas bevat
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
SRA	Seismische Risico Analyse
TNO	Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek
VEN	Vermilion Energy Netherlands B.V.
Vermilion	Vermilion Energy Netherlands B.V.
ZE	Zechstein

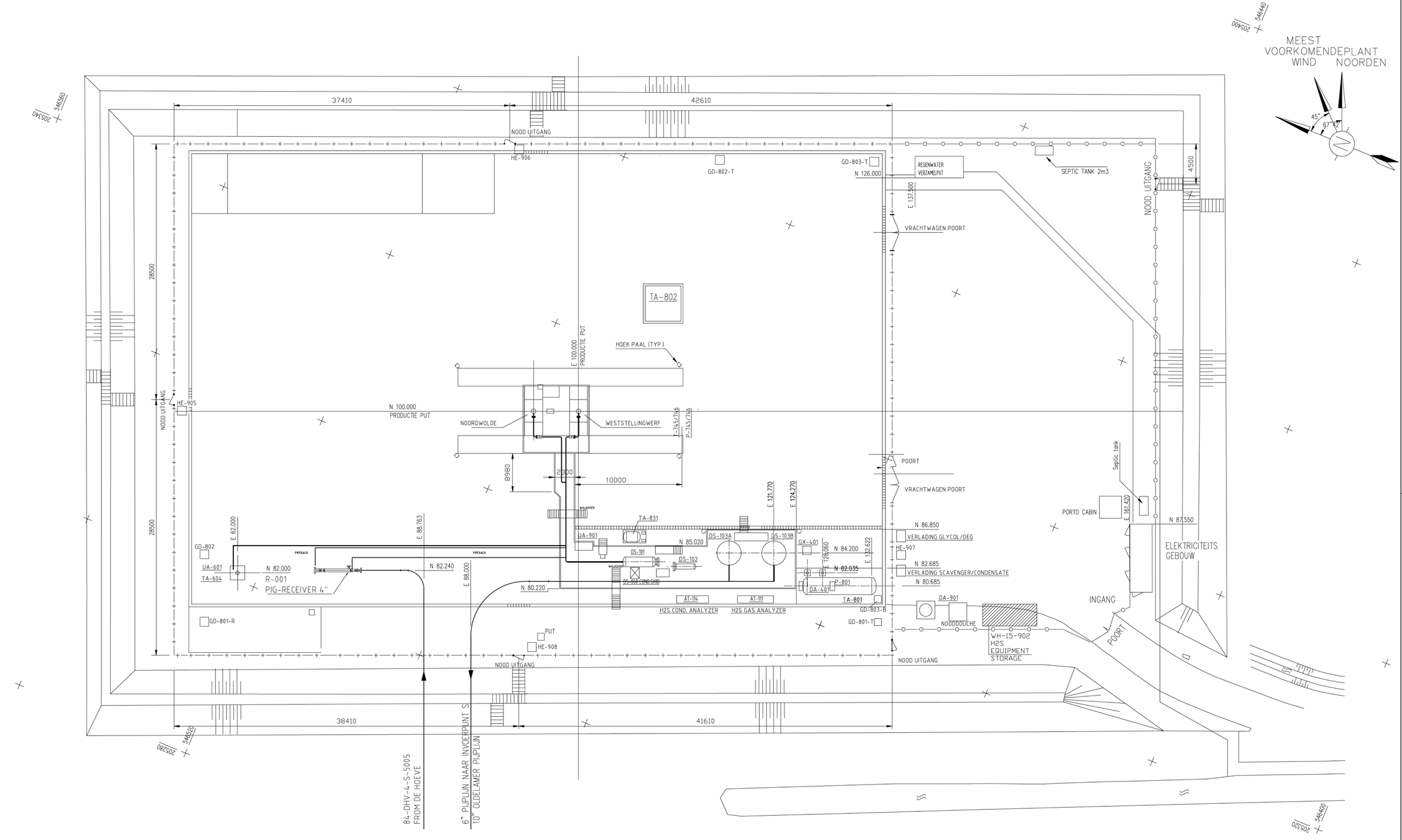
10 Referenties

1. Tcbb, Industrieleidraad ter Geodetische bepaling van bodembeweging als gevolg van mijnbouwactiviteiten, 2014.
2. TNO, Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland, 2004 (NITG 04-171-C),
3. TNO, Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland, update 2012 (R10198).
4. TNO, Deterministische hazard analyse voor geïnduceerde seismiciteit (DHAIS), actualisatie 2021, TNO-rapport 2021 R10977.
5. The PySub Subsidence Framework: Technical Reference, TNO Report, TNO2022_R11962, datum 14 Maart 2023.
6. Pruiksma, J.P., Breunese, J.N., Thienen-Visser, K., & De Waal, H. (2015) Isotach formulation of the rate type compaction model for sandstone. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 78. 127-132.
7. SodM, Methodiek voor Risico-Analyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning (Tijdelijke Leidraad), Februari 2016.
8. Schade aan buisleiding door aardbeving, fase 1 inventarisatie, Deltares Project report 1001649-000, 2010.
9. Seismisch hazard van geïnduceerde aardbevingen Integratie van deelstudies, Wassing, B.B.T. (TNO) & Dost, B. (KNMI), Report nummer TNO 2012 R11139, 24 december 2012.
10. De relatie tussen schade aan gebouwen en lichte, ondiepe aardbevingen in Nederland: inventarisatie, TNO Rapport 97-CON-R1523-1, door Van Staalduinen & Geurts, 1998.
11. Seismisch Risico in Noord-Nederland, Th. de Crook & H.W. Haak & B. Dost, februari 1998, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, Afdeling Seismologie
12. www.klimaateffectatlas.nl
13. Geology of the Netherlands, Wong et al. (eds), Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, 2007 / Amsterdam University Press, 2007
14. Meetregister bij de meetplannen LDS, Diever, Eesveen, Nijensleek, Vinkega, De Hoeve, Noordwolde, Weststellingwerf 2022, Versie definitief, 18 januari 2019, Antea, projectnummer 0471364.100
15. www.commissiebodemdaling.nl
16. “Bodemdaling door gaswinning veroorzaakt geen schade”, TNO, *Bodem,* nummer 3 van juni 2020, http://www.nlog.nl/sites/default/files/2020-07/bodemdaling_door_gaswinning.pdf.
17. Addendum bij Winningsplan Noordwolde, 19 December 2012
18. https://www.knmi.nl/nederland-nu/seismologie/aardbevingen.

11 Bijlage: Plotplannen van de aardgaswinningslocaties

Deze bijlage bevat het plotplan van de winningslocatie Weststellingwerf 1 / Noordwolde 1 zoals benodigd voor de winning zoals beschreven in dit winningsplan, ten tijde van dit schrijven in 2024.
Er kunnen in de toekomst mogelijk veranderingen plaatsvinden welke, indien nodig, de noodzakelijke vergunningprocedure zullen doorlopen. Deze plotplannen kunnen dus veranderen in de tijd.

Locatie: Weststellingwerf 1 / Noordwolde 1
Tekeningnummer: 1-32-WS001-3-52-200



REFERENCE DRAWINGS

DRAWING NR	DESCRIPTION

NOTES

1. PREFIX -15 TO BE ADDED TO TAGNUMBERS.
2. LOCATION OF THE CONDENSATE DESULPHURIZATION COLUMS

LEGEND

- CONCRETE
- ASPHALT
- CRUSHED STONE
- FENCE MINING INSTALLATION
- FENCE PARKING AREA
- GUTTER
- SKID

EQUIPMENT

DS-101	GAS/LIQUID SEPERATOR
DS-102	COALESCER
DS-103A/B	H2S ABSORBER
D-165A/B/D/E	WATER STORAGE TANK
DA-401	GLYCOL TANK
GX-401	GLYCOL PUMP
UA-901	WELLHEAD CONTROL PANEL
TA-801	FORMATION WATER PIT
UA-101	FLARE
TA-104	FLARE PIT
AT-111	H2S GAS ANALYZER
AT-114	H2S COND ANALYZER
DS-860	CONDENSATE TANK
TA-831	SCAVENGER TANK

REV.	DATE	DESCRIPTION	DRWN	CHK'D	APPR.
10	05-05-2018	As-built after removal Water Injection facilities	KG	.	.
9	01-09-2014	AS BUILT 2014	RDE	PTO	.
8	22-04-2013	ADDED CONTAINER WH-15-902 FOR H2S EQUIPMENT STORAGE	.	.	.
7	07-05-2012	ADDED SPHERE RECEIVER FROM DE HOEVE PIPELINE	.	.	.
6	12-10-2011	ADAPTED FOR WATERINJECTION	.	.	.
5	01-07-2002	AS BUILT MSR B99.045	DHV	.	.
4	29-09-1999	AS BUILT MSR B98.024	RK	.	.
0	24-02-1997	ORIGINAL ISSUE	WLA	RKO	THE

LOCATION: WESTSTELLINGWERF/NOORDWOLDE

VERMILION ENERGY

TITLE: PLOTPLAN

REF. No.: . . .

CAD No.: 192-1258

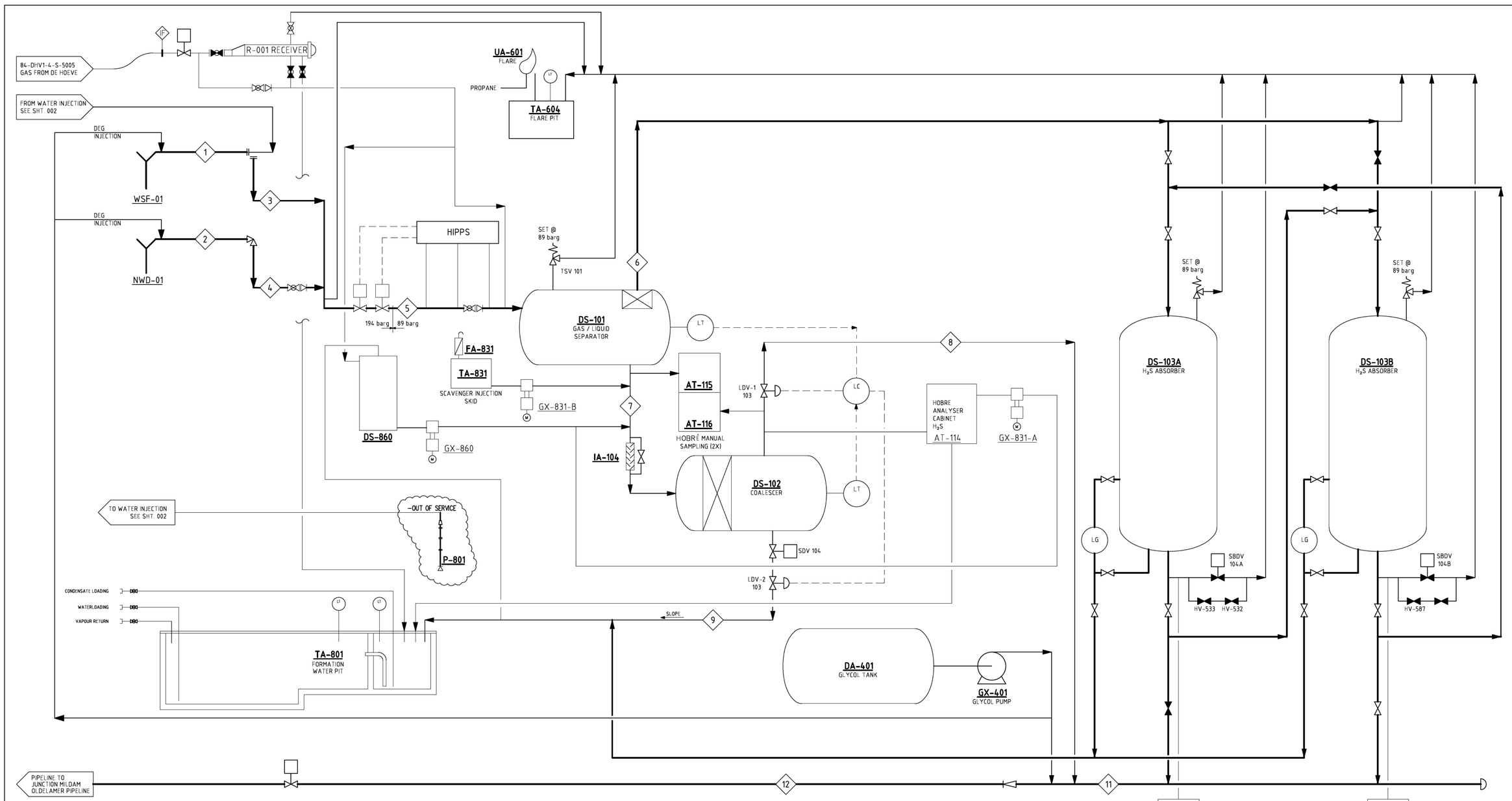
SCALE:	SIZE	DRAWING NUMBER:	SHEET:
1:200	A1	1-32-WS001-3-52-200	001

12 Bijlage: Proces-schema van de winningslocaties

Deze bijlage bevat het proces-stroomdiagram van de winningslocatie Weststellingwerf 1 / Noordwolde 1 zoals benodigd voor de winning zoals beschreven in dit winningsplan, ten tijde van dit schrijven in 2024.

Er kunnen in de toekomst mogelijk veranderingen plaatsvinden (bijvoorbeeld toevoegen van compressie of een installatie welke, indien nodig, de noodzakelijke vergunningprocedures zullen doorlopen. Het proces-stroomdiagram kan dus veranderen in de tijd.

Locatie: Noordwolde
Tekeningnummer: 1-32-WS001-3-31-100



	UNIT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	UNIT
PRESSURE	bara	100	100	54.8	54.8	54.8	54.8	54.8	54.8	1.01	1.01	54.8	54.8	1.01	bara
TEMPERATURE	?C	64	64	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	°C
MOLECULAR WEIGHT (NOTE 1)	kg/kmol	17.9	18.0	17.9	17.9	17.9	17.9	134	134	18.0	20.2	17.9	17.9	20.2	kg/kmol
GAS STANDARD FLOW RATE	1000 nmÛ/d	245.3	38.8	245.2	38.8	284.0	284.0	-	-	$2.8x10^{-4}$	$2.8x10^{-4}$	283.8	283.8	$2.8x10^{-4}$	1000 nm ?/?
GAS ACTUAL FLOW RATE	mÛ/h	19.8	18.9	20.9	33.3	244.2	244.2	-	-	0.014	0.014	244.2	244.2	0.014	m ?/h
GAS DENSITY	kg/mÛ	68.2	68.6	39.6	38.8	38.7	38.7	-	-	0.76	0.76	38.6	38.6	0.76	kg/m ³
CONDENSATE FLOW RATE	mÛ/d	0.0	0.114	0.692	0.260	0.928	-	0.928	0.928	0	-	-	0.927	-	m ?/d
WATER FLOW RATE	mÛ/d	0.174	0.014	0.203	0.019	0.221	-	0.221	-	0.220	-	-	-	-	m ?/d
LIQUID DENSITY (NOTE 1)	kg/mÛ	980	631	687	664	683	-	683	683	988	-	-	685	-	kg/m ³
LIQUID VISCOSITY (NOTE 1)	mPas	0.36	0.23	0.37	0.31	0.36	-	0.36	0.36	0.35	-	-	0.36	-	mPas
H_2S CONTENT (NOTE 1)	ppm(mol)	600	0	600	0	517	517	586	586	14	13678	1	1.2	13678	ppm(mol)

REFERENCE DRAWINGS

NOTES

1. DATA OF LARGEST STREAM
2. PREFIX -15 WILL BE ADDED TO TAG NUMBERS
3. STREAM DATA FROM PRO2-RUN: W04PFD

REV.	DATE	DESCRIPTION	DRWN	CHK'D	APPR.
13	10-10-2019	AS BUILT	KG		
12	28-08-2019	AFC for tie-in WSF-01-S1	KG		
11	01-09-2014	AS BUILT	MWTN	PTRS	
10	05-06-2013	AS BUILT FILTERS/VAPOUR RETURN WATER LOADING			
9	08-05-2012	ADDED TIE-IN DE HOEVE			
8	03-04-2012	ADAPTED FOR WATER INJECTION			
7	13-12-2010	ADDED TAG NO's ZINK OXIDE FILTERS			
6	01-07-2002	AS BUILT MSR B99.045	DHV		
5	27-02-1998	AS BUILT	DHV		
4	05-1997	APPROVED FOR CONSTRUCTION	RvP	RKO	
3	25-04-1997	UPDATED ACCORDING REMARKS	RvP	RKO	THE
0	17-01-1997	ORIGINAL ISSUE	WLA	RKO	THE

VERMILION ENERGY

LOCATION: WELLSITE NWD 1 / WSF 1

TITLE: PROCESS FLOW DIAGRAM
WELL NWD-01

CAD NR.: 192-1212

DRAWING NUMBER: 1-32-WS001-3-31-100

SHEET: 001

13 Bijlage: Putverbuizingen en perforaties

Deze bijlage schetst de huidige putverbuizing en de perforaties in NWD-01.

Tijdens de productie-periode kan een put aangepast worden. Dit kan zijn omdat er een onderdeel van de verbuizing vervangen moet worden of omdat er een nieuwe verbuizing wordt geïnstalleerd om de productie te optimaliseren.

Soms worden bepaalde intervallen opnieuw geperforeerd of extra perforaties gedaan in intervallen die voorheen nog niet waren geperforeerd om de productie te optimaliseren.

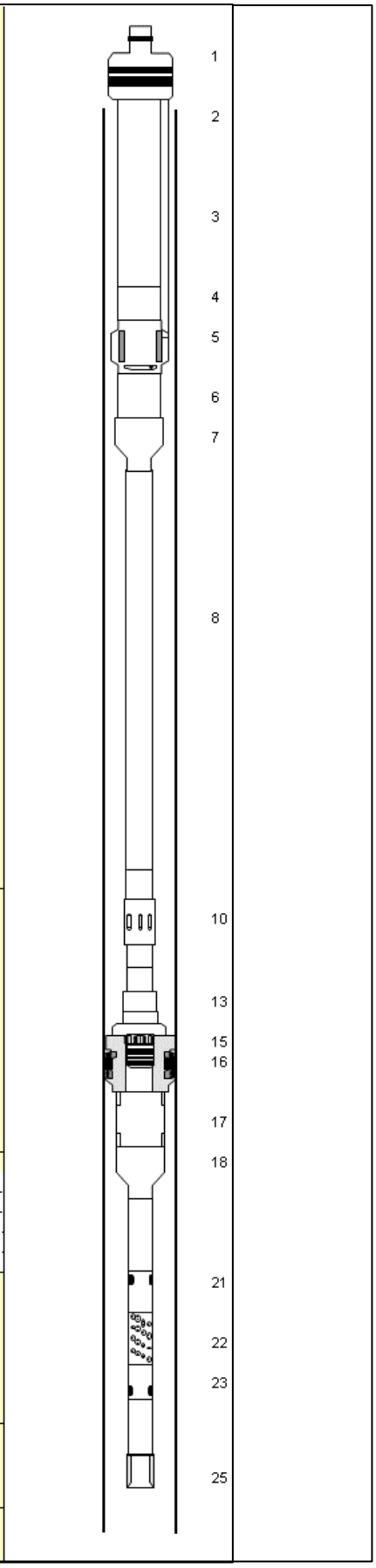
De gegevens in deze bijlage kunnen dus veranderen in de tijd.

N°	Bottom hole equipment	ID	OD	Depth	Length
	DST N80B elevation to tubing head spool top flange			4.87	4.87
1	Tubing hanger FMC type 7" TC1AEN - 3"1/2 EUE box	2.992	7.000	5.21	0.34
	3"1/2 New Vam box down w/ 3" CIW "H" BPV profile				
2	Pup joint 3.50" New Vam 9.20# L80	2.992	3.500	6.48	1.27
3	Tubings 3.50" New Vam 9.20# L80	2.992	3.500	44.75	38.27
4	Pup joint 3.50" New Vam 9.20# L80	2.992	3.500	46.24	1.49
5	Baker TRSCSSV model TE-5 w/ 2.81" BA profile	2.810	5.378	47.95	1.71
6	Pup joint 3.50" New Vam 9.20# L80	2.992	3.500	49.43	1.48
7	X-Over 3.50" New Vam box x 2.875" New Vam pin	2.374	3.913	49.81	0.38
8	Tubings @ Pup joint 2.875" New Vam 6.40# L80	2.441	2.875	2193.68	2143.87
9	Pup joint 2.875" New Vam 6.40# L80	2.441	2.875	2195.17	1.49
10	Baker SSD 2.31" CMU 2.875" New Vam 6.40# L80	2.310	3.755	2196.37	1.20
11	Pup joint 2.875" New Vam 6.40# L80	2.441	2.875	2198.36	1.99
12	Pup joint 2.875" New Vam 6.40# L80	2.441	2.875	2200.35	1.99
13	X-Over 2.875" New Vam box x 3.50" New Vam pin	2.371	3.503	2200.68	0.33
14	Pup joint 3.50" New Vam 9.20# L80	2.992	3.500	2202.61	1.93
15	Baker KC-22 anchor size 80-40 3.50" New Vam box	2.984	5.173	2202.90	0.29
16	Baker packer size 84 SAB 40-32 5" New Vam box	3.252	5.681	2204.40	1.50
17	Baker Millout extension 5" New vam pin x pin 18#	4.307	5.039	2205.98	1.58
18	X-Over 5" New vam box x 2.875" New Vam pin	2.393	5.685	2206.52	0.54
19	Pup joint 2.875" New Vam 6.40# L80	2.441	2.875	2207.53	1.01
20	Tubing 2.875" New Vam 6.40# L80	2.441	2.875	2217.09	9.56
21	Baker 2.25" F landing ported nipple 2.875" New Vam	2.250	3.240	2217.44	0.35
22	Perforated tube 2.875" New Vam 6.40# L80	2.441	2.875	2227.01	9.57
23	Baker 2.25" R landing ported nipple 2.875" New Vam	2.197	3.220	2227.33	0.32
24	Tubing 2.875" New vam 6.40# L80	2.441	2.875	2236.90	9.57
25	Wire Line Entry Guide 2.875" New Vam 6.40# L80	2.409	3.232	2237.13	0.23

	Miscellaneous (Casing, Plug, Fish...)	ID	Lbs/ft	Bot depth	Top depth
I	13 3/8" BTC K55 68# surface casing		68.00	388.00	
II	9 5/8" VAM N80 43.5# protection casing		43.50	1226.40	
III	7" VAM L80/C95 29/32# production casing		29 @ 32	2325.00	
IV	Open hole (cemented)			2454.00	
V	Bridge plug				2257.78

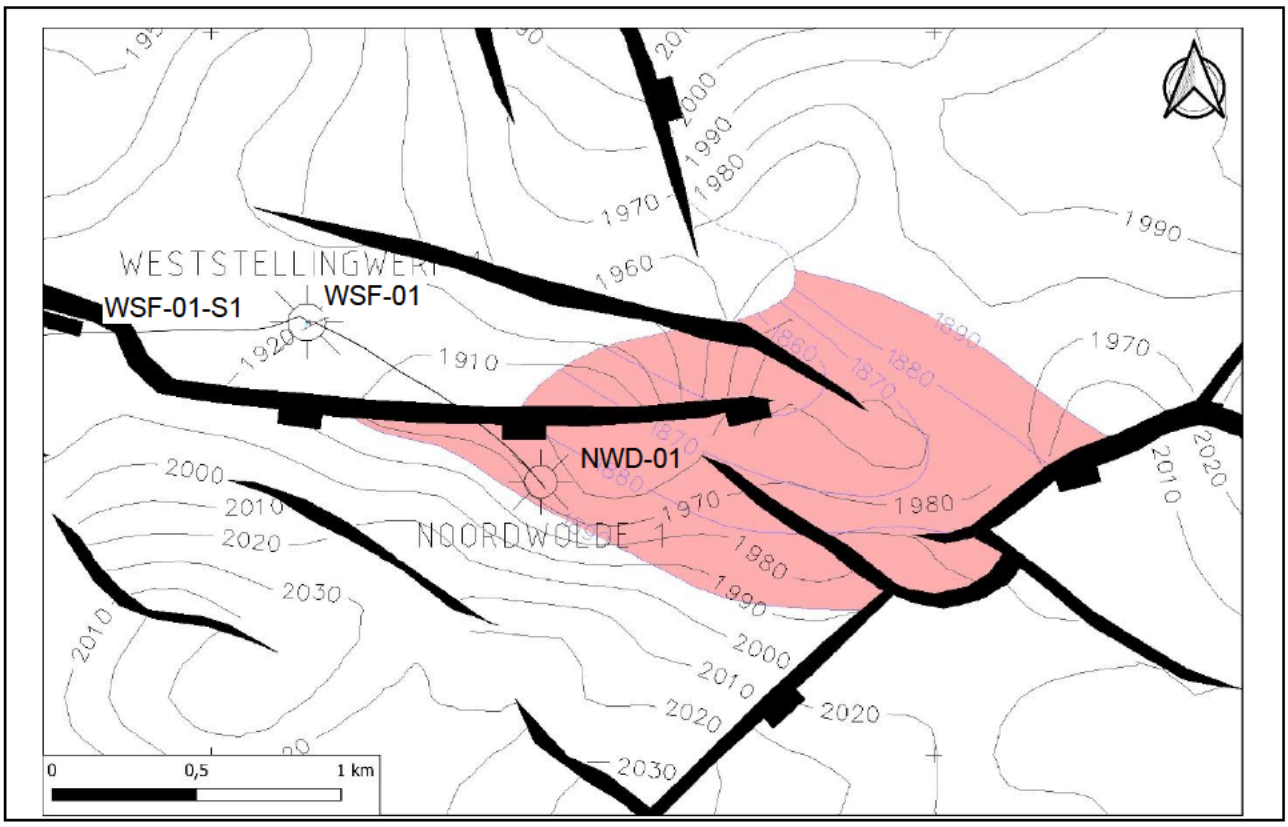
	Perforation intervals				Comments
	Depth		Type	Status	Ref. for perforation depths : log from 05/09/1985
1	2247.00	2253.00	5"	open	DRESSER ATLAS run 3 CBL/VDL/CCL

Max inclination	51 deg. at 2004 m/RKB		
Packer fluid Type	DRW	SG	1.00
Completion type	Simple		
Type of SCSSV	Tubing retrievable valve	Weight ↗	↘
Type of Packer	Permanent		
Bottom gauge	○ Yes ◉ No	Weight/Height on PKR	
Tubing OD	2.875"	Rig	
Production casing OD	7.000"	Reference depth	DST N80B RKB
Activation type	Eruptive	Final depth	



Figuur 13-1: Verbuizingsschema NWD-01.

14 Bijlage: Geologische kaart



Figuur 14-1: Noordwolde Top structuur kaart. De bestaande boorputten zijn aangegeven: WSF-01 (verticaal) en WSF-01-S1 (gedevieerd) en NWD-01 (gedevieerd).

15 Bijlage: Analyse en Berekening Bodemdaling

Hieronder wordt allereerst het bodemdalingsmodel beschreven, gevolgd door een analyse van de gemeten bodemdaling en de berekende historische en toekomstige bodemdaling ter plaatse van het voorkomen in dit winningsplan.

Het voorkomen van Noordwolde valt onder het Meetplan "*LDS, Diever, Eesveen, Nijensleek, Vinkega, De Hoeve, Noordwolde, Weststellingwerf*". In dit meetplan vallen diverse voorkomens met overlappende dalingskommen.

Voor de bodemdalingsanalyse in dit winningsplan is gebruik gemaakt van de waterpasmeting uitgevoerd eind 2022 [Ref. 14].

Hieronder wordt allereerst het bodemdalingsmodel beschreven, gevolgd door een analyse van de gemeten bodemdaling en de berekende historische en toekomstige bodemdaling ter plaatse van het voorkomen in dit winningsplan

15.1 Bodemdalingsmodel

Het bodemdalingsmodel wordt gebruikt om de historische (gemeten) bodemdaling te reproduceren met de modelberekening en de toekomstige bodemdaling te voorspellen. Het model wordt gekalibreerd aan de gemeten historische bodemdaling, wat bijdraagt aan de betrouwbaarheid van de voorspelde bodemdaling.

Productie uit een voorkomen leidt tot drukdaling, wat vervolgens compactie van het gesteente veroorzaakt. Compactie leidt vervolgens tot bodemdaling. Boven gasvoorkomens wordt waargenomen dat de bodemdaling langzaam begint (bodemdaling treedt niet direct op na start productie, er is een vertraging) en na-ijlt wanneer de productie stopt. Dit tijdseffect is beschreven met RTCiM (Rate Type Compaction isotach Model). RTCiM is momenteel het meest flexibele model dat gebruikt kan worden om een passing te vinden tussen de bodemdalingsmetingen en het compactiemodel. TNO heeft dit compactiemodel verwerkt in een applicatie en de naam PySub gegeven. Deze applicatie is beschikbaar via https://github.com/TNO/PySub [Ref 5]. Hier wordt meer uitleg gegeven over de belangrijkste input-parameters van het model. Voor gedetailleerde informatie over het model wordt verwezen naar Ref 5 en Ref.6.

De grootste onzekerheid in de bodemdaling door gaswinning zit in de einddruk van de Vlieland formatie in de breukblokken en de compactie-coëfficiënt van de formatie. Deze onzekerheid is meegenomen in de analyse. De verschillende cases hebben verschillende compactie-coëfficiënten. De impact-analyse in dit winningsplan is gedaan op basis van de maximale bodemdalingskom. Deze input parameters zijn weergegeven in Tabel 15-1.

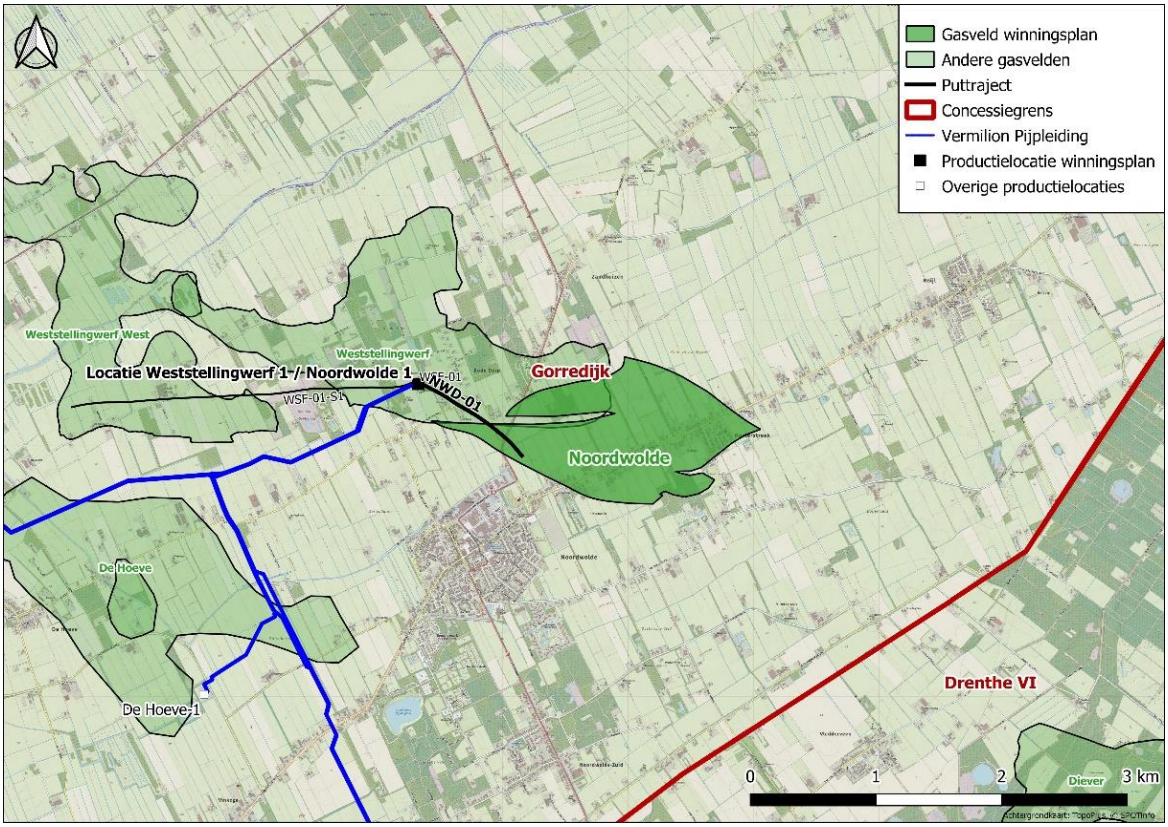
Het uiteindelijke resultaat is de bodemdaling als functie van de tijd, gekalibreerd aan de gemeten bodemdaling. Figuur 15-2 laat het tijdsprofiel zien met historische (gemeten) bodemdaling met peilmerken rond Noordwolde en ook de uiteindelijke verwachte maximale samengestelde gasbodemdaling.

In dit gebied zijn er vele overlappende kommen, en vond/vindt er op een aantal plaatsen bovendien winning plaats uit boven elkaar gelegen (deel)voorkomens. Als gevolg daarvan zijn er hier specifieke onzekerheden bij het verdelen van de gemeten bodemdaling over de (deel)voorkomens.

De verwachtingen en de bodemdalingskaarten in dit winningsplan zijn gebaseerd op een conservatieve (lees: grote) daling. Figuur 15-3 toont dit conservatieve in het diepste punt van het invloedgebied van de bodemdalingskom in het Noordwolde winningsplan.

15.2 Andere gasvoorkomens in de omgeving

In de omgeving van het voorkomen Noordwolde liggen een aantal andere gasvoorkomens die zijn meegenomen in de bodemdalingsanalyse, zie Figuur 15-1 en Figuur 15-4 voor voorkomens met een overlappende bodemdalingskom. De samenstellingseffecten in de bodemdaling door al deze winningen wordt meegenomen, zowel in de metingen als in de analyses.



Figuur 15-1: Omliggende velden rond het voorkomen Noordwolde in de Vlieland, Zechstein en Rotliegend formatie.

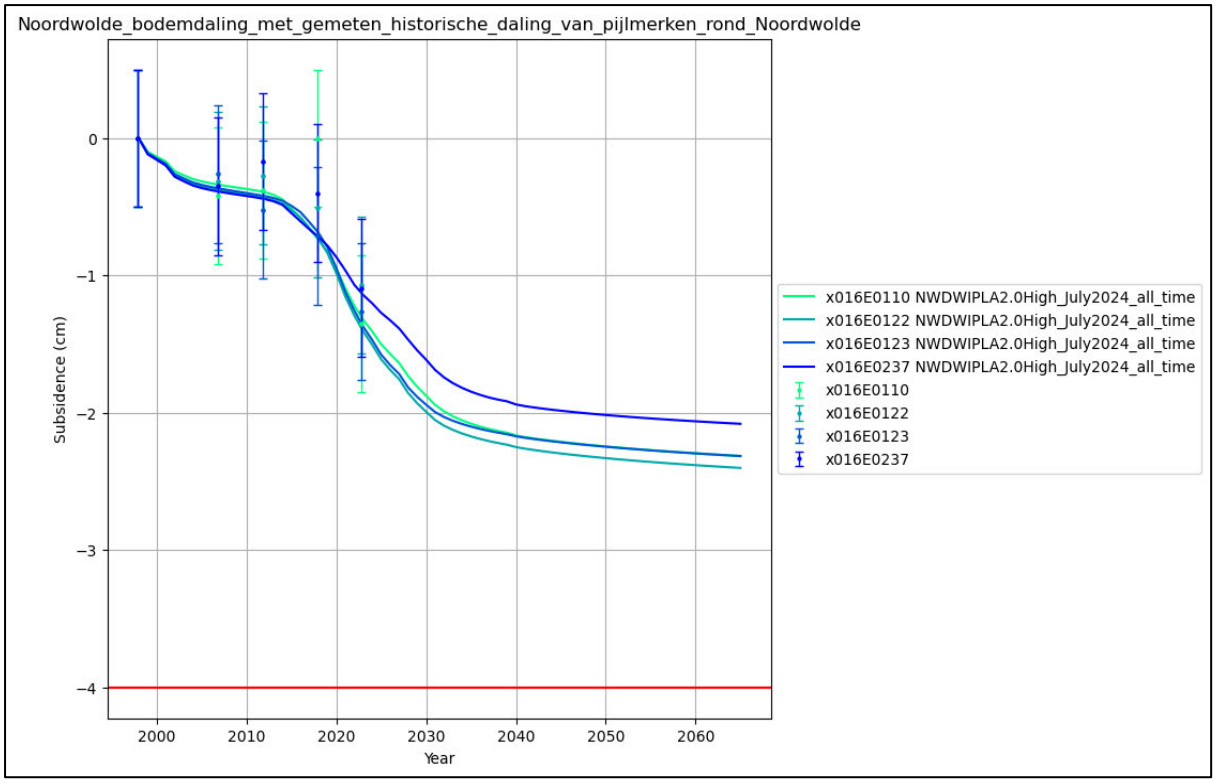
15.3 Analyse bodemdalingsmetingen & regionale historische bodemdaling

Het meetplan '*Meetnet LDS, Diever, Eesveen, Nijensleek, Vinkega, De Hoeve, Noordwolde, Weststellingwerf'* bestrijkt een reeks voorkomens die produceren of geproduceerd hebben en waarvan de bodemdalingskommen overlappen met Noordwolde zoals besproken in de vorige paragraaf.

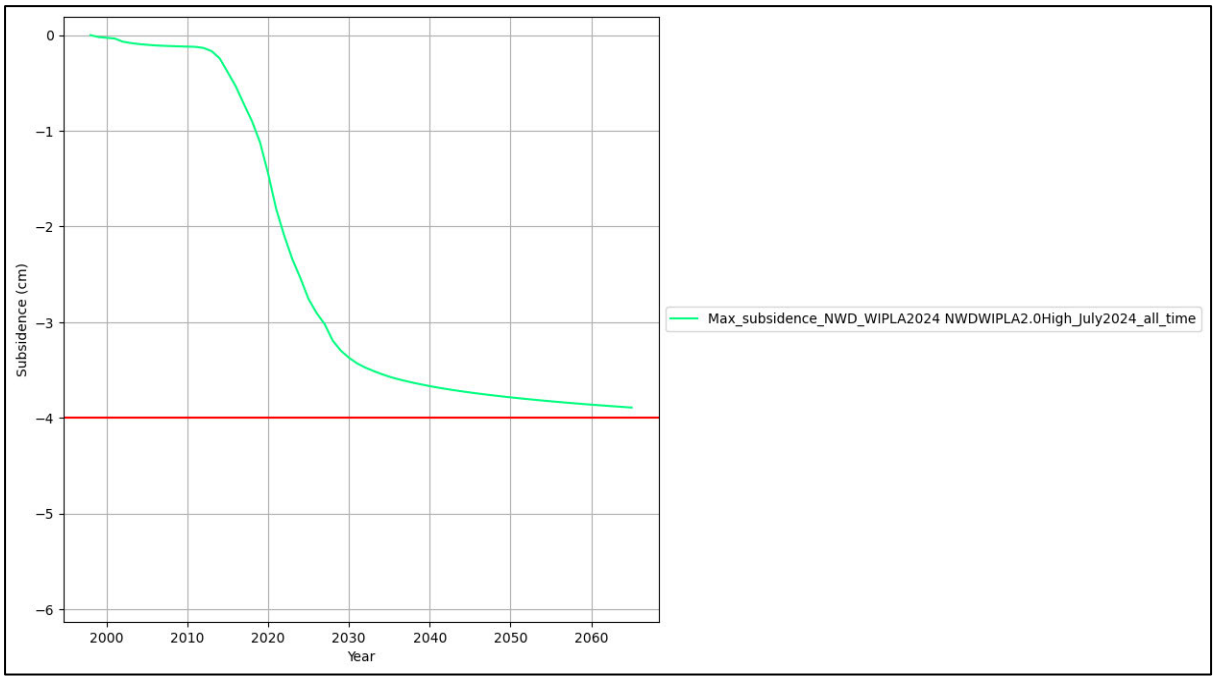
De voorkomens in dit gebied liggen dicht bij elkaar. Daarom wordt de samengestelde bodemdaling gemonitord en gerapporteerd (en hier besproken). De winningen zijn niet tegelijk gestart. Daar wordt gebruik van gemaakt om (binnen bepaalde nauwkeurigheidsgrenzen) bodemdalingen aan voorkomens toe te wijzen.

Het meetplan '*Meetnet LDS, Diever, Eesveen, Nijensleek, Vinkega, De Hoeve, Noordwolde, Weststellingwerf"* is eind 2022 voor het laatst gewaterpast [Ref. 14]. Vermilion heeft metingen in dit gebied geanalyseerd en de meetpunten gebruikt in de analyse. Het tijdsprofiel in Figuur 15-2 toont de gemodelleerde bodemdaling met de historische bodemdaling van de peilmerken rond Noordwolde. Het tijdsprofiel laat zien dat de reeds opgetreden samengestelde bodemdaling wordt gemeten sinds de start van productie in 1998. Het bodemdalingsmodel is gekalibreerd aan de metingen. Vervolgens is er een verwachte bodemdaling berekend met het model die loopt van 2024 tot 2065.

Figuur 15-3 is een tijdsprofiel op diepste punt binnen het invloedgebied van Noordwolde met de uiteindelijke verwachte samengestelde maximale gasbodemdaling, deze is minder dan 4 cm



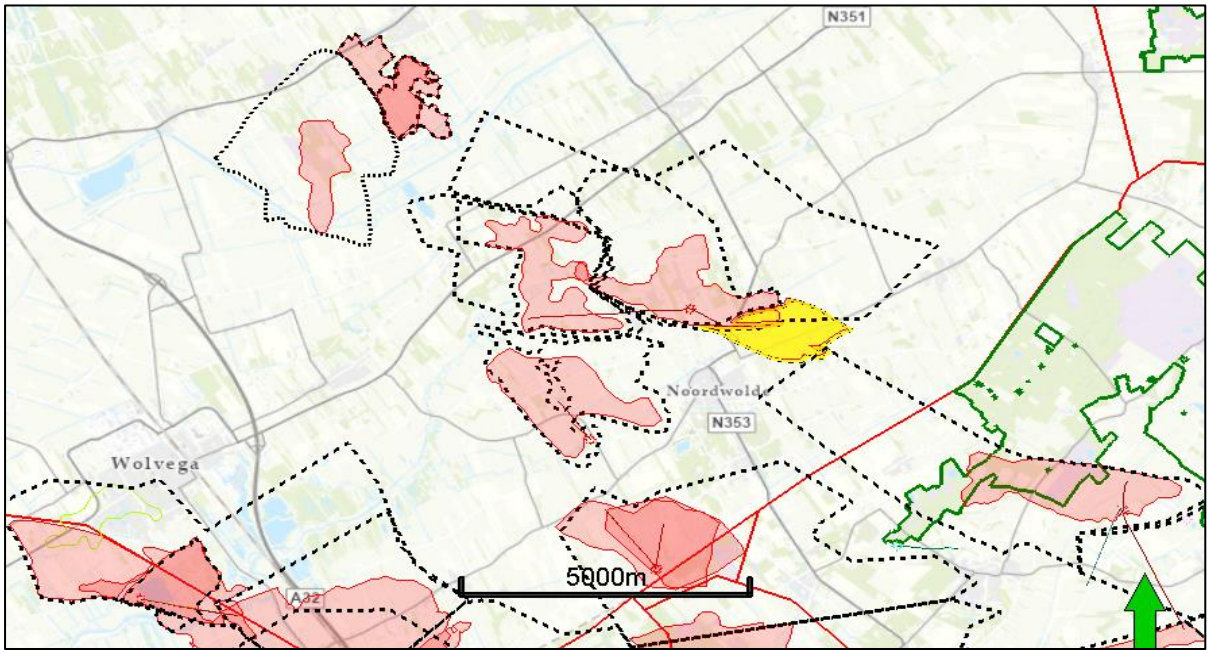
Figuur 15-2: Tijdsprofiel met de uiteindelijke verwachte samengestelde maximale gasbodemdaling van pijlmerken rond Noordwolde. Het is een samengestelde bodemdaling waarin de overlap van bodemdalingskommen van omliggende velden is inbegrepen. Er is onzekerheid in de meetpunten, maar ook in de parameter set om de bodemdaling te berekenen en de productieverwachtingen. De historische data is gebruikt om de onzekerheid te begrenzen



Figuur 15-3: Tijdsprofiel met de uiteindelijke verwachte samengestelde maximale gasbodemdaling binnen het invloedgebied van Noordwolde.

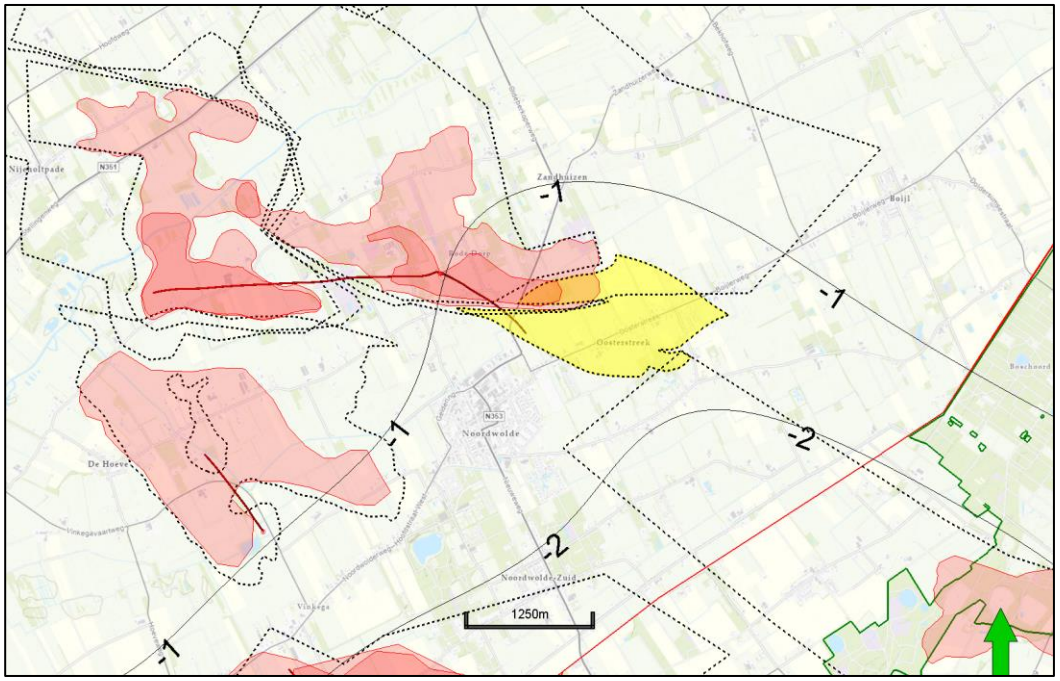
15.4 Bodemdalingsverwachtingen en onzekerheden

De omtrek van de breukblokken die gebruikt zijn voor de bodemdalingsberekeningen is weergegeven in Figuur 15-4 met een zwarte stippellijn. Binnen deze omtrek (dit zijn de breukblokken) vindt de drukdaling plaats en daardoor de bodemdaling.



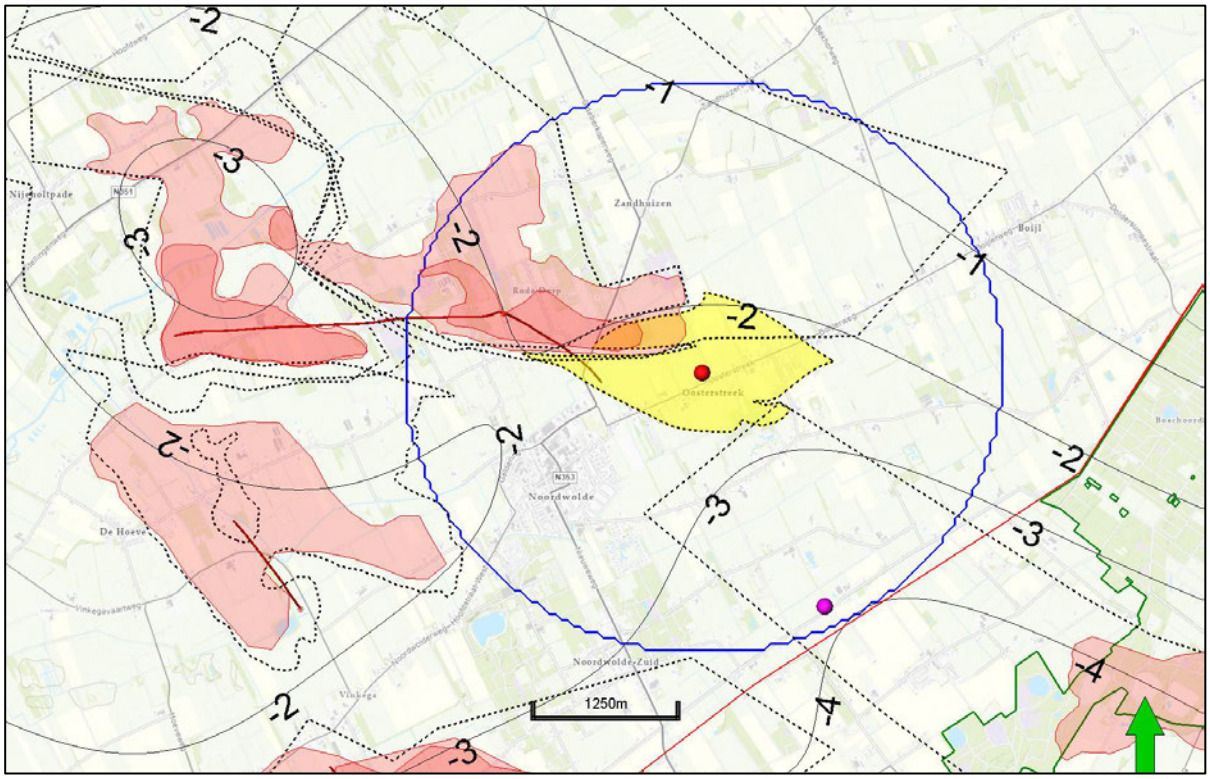
Figuur 15-4: Contouren van de breukblokken (zwarte stippellijn), behorende bij de diverse voorkomens, die gebruikt zijn om het depletiegebied te definiëren voor de bodemdalingsberekening.

De verwachte gemodelleerde bodemdaling 2024 is weergegeven in Figuur 15-5.



Figuur 15-5: Samengestelde bodemdaling in centimeters door gaswinning uit Noordwolde en de omliggende voorkomens voor de situatie 2024. De zwarte gestippelde omlijningen zijn de gedefinieerde breukblok oppervlaktes, behorende bij het deelvoorkomen, waarmee het depletiegebied is bepaald.

De uiteindelijke maximale bodemdaling door gaswinning uit het voorkomen in dit winningsplan in 2065 is weergegeven in Figuur 15-6. Het diepste punt bevindt zich aan de zuidkant van het Noordwolde, vanwege naburige gasvoorkomens. In 2065 is de bodemdaling minder dan 4 cm



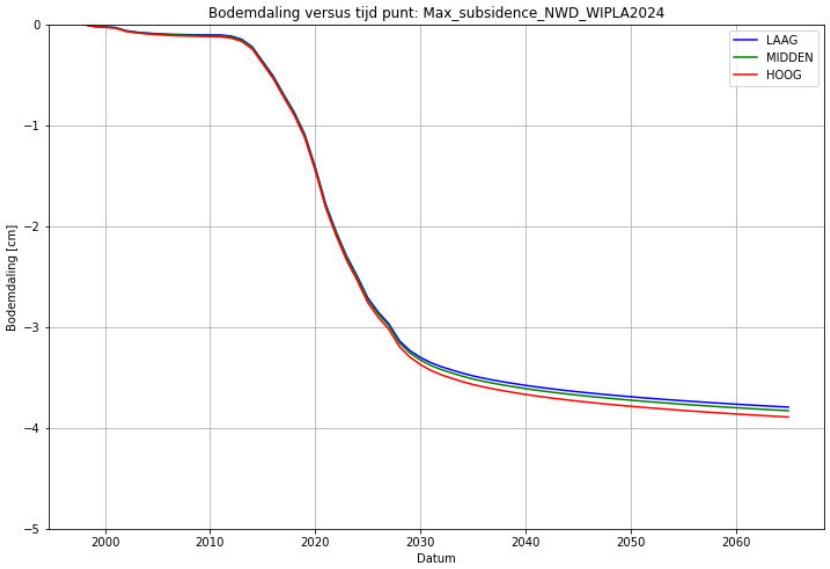
Figuur 15-6: Uiteindelijke verwachte samengestelde maximale bodemdaling door gaswinning uit Noordwolde in cm voor de situatie eind 2065. De zwarte contourlijnen laten de maximale toekomstige bodemdaling zien. Het roze punt geeft de locatie aan waar de bodemdaling het diepste is in het invloedgebied van Noordwolde (blauwe cirkel). Het rode punt geeft het centrum van het Noordwolde voorkomen aan.

Zoals besproken is er onzekerheid in de input parameters voor de bodemdalingsberekeningen. De onzekerheid in de gemodelleerde bodemdaling wordt getoetst aan de historisch gemeten bodemdaling. Tabel 15-1 laat de input-parameters zien van Noordwolde Vlieland die gebruikt is voor de modellen. Voor de maximale bodemdaling is de hoge compactie-coëfficiënt (C_m)gebruikt en de hoogste dikte van het voorkomen. De midden en lage waarden geven de range aan voor deze parameters. Figuur 15-6 toont behalve de bodemdalingskom ook de breukblokken (gestippelde lijnen) die het depletiegebied aangeven. Het depletiegebied is aanzienlijk groter dan de (deel)voorkomens zelf. Deze depletiegebieden zijn gebruikt om de samengestelde maximale gasbodemdaling te bepalen. Figuur 15-7 toont over de periode van 1998 tot 2065 de berekende range van de samengestelde bodemdaling op het diepste punt van de bodemdalingskom van het invloedgebied van Noordwolde middels een verwacht laag-midden-hoog tijdsprofiel.

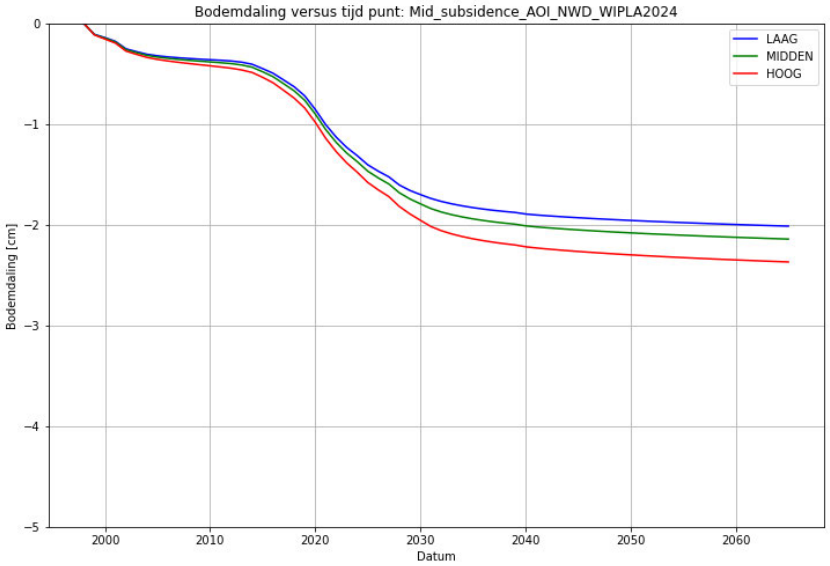
In 2065 is de verwachte maximale samengestelde bodemdaling boven het voorkomen Noordwolde minder dan 4 cm.

Tabel 15-1: Parameter set voor deelvoorkomen Noordwolde (Vlieland), dit is geen unieke parameter-set, er zijn ook andere mogelijke parameter-sets die bijna dezelfde bodemdaling opleveren. De maximale samengestelde bodemdaling gebruikt de hoge compactie coëfficiënt van het voorkomen in dit winningsplan.

Reservoir naam	Noordwolde (Vlieland)		
Depletie gebied	Noordwolde omtrek		
Initiële druk [bara]	216		
Eind druk [bara]	68		
Poisson's Ratio	0.25		
Formatie diepte	1884		
Dikte voorkomen [m] Hoog Midden Laag	4	7	11
$C_{m,ref,}$ [1/bar] Hoog-Midden-Laag	2.0E-6	3.0E-5	4.00E-5
$C_{m,d}$ [1/bar] Hoog Midden Laag	5.26E-6	7.89E-6	1.05E-6
b-factor	0.025		



Figuur 15-7: Tijdsprofielen met de uiteindelijke verwachte samengestelde laag-midden-hoog gasbodemdaling op het diepste punt (zie locatie van het roze punt Figuur 15-6) van het invloedgebied van Noordwolde. Dit profiel representeert de bodemdaling over de periode van 1998 tot 2065. De laag-midden-hoog profielen zijn gebaseerd op onzekerheid in de parameter set van Tabel 15-1 .



Figuur 15-8: Tijdsprofielen met de uiteindelijke verwachte samengestelde laag-midden-hoog gasbodemdaling in het midden van de vorm van het Noordwolde voorkomen (zie locatie van het rode punt Figuur 15-6)). Dit profiel representeert de bodemdaling over de periode van 1998 tot 2065. De laag-midden-hoog profielen zijn gebaseerd op onzekerheid in de parameter set van Tabel 15-1.

16 Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden

Winning uit het voorkomen Noordwolde valt in risicocategorie I; dit is de laagste risicocategorie. Dit betekent volgens de gepubliceerde SRA richtlijn (Ref. 5) dat alleen monitoring van seismische activiteit via het bestaande seismisch monitoring netwerk van het KNMI noodzakelijk is.

Deze bijlage bevat de details omtrent de seismische risicoanalyse. Hierbij is gebruik gemaakt van alle beschikbare reservoir-gegevens die belangrijk zijn bij het inschatten van het seismisch risico.

16.1 Algemeen kader voor Seismische Risico Analyse

Het kader en de hier beschreven methodiek is beschreven in: *Methodiek Voor Risicoanalyse Omtrent Geïnduceerde Bevingen Door Gaswinning*; Tijdelijke Leidraad Voor Adressering Mbb. 24.1.p, Versie 1.2, 1 februari 2016, Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) [Ref. 5].

Om het seismisch risicoprofiel van een deelvoorkomen vast te stellen wordt een risicoanalyse uitgevoerd volgens een getrapt model dat bestaat uit drie stappen. Deze drie stappen worden weergegeven in Figuur 7-1. Op basis van de uitkomsten van de verschillende individuele stappen worden vervolgstappen genomen.

Niveau 1: Screening Potentieel
In deze stap wordt het potentiële vermogen van het deelvoorkomen om aardbevingen te genereren bepaald. Dit potentiële vermogen wordt bepaald aan de hand van de correlatie die is opgesteld door TNO in de studie *Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland* [Ref. 2 en 3].

Voor deelvoorkomens die op basis van deze initiële analyse een verwaarloosbare kans hebben om geïnduceerde bevingen te genereren, is het niet noodzakelijk om aansluitend niveaus 2 en 3 te doorlopen.

Indien de kans op een geïnduceerde beving niet verwaarloosbaar is, zullen er aanvullende berekeningen worden uitgevoerd om de sterkte van een potentiële geïnduceerde beving te kunnen bepalen. Als de sterkte (seismisch moment, M) van een potentiële geïnduceerde beving boven de 2.5 ligt, dan zal de risicoanalyse verder worden uitgebreid met de risicomatrix (niveau 2).

Niveau 2: Risico Matrix
In deze stap wordt op basis van een risicomatrix-benadering het risico ten gevolge van geïnduceerde aardbevingen verder gekwalificeerd.

De inschattingen van het risiconiveau (I, II, III) bepaalt of er aanvullende monitoringsverplichtingen of maatregelen moeten worden genomen met betrekking tot de productie uit het deelvoorkomen.

Niveau 3: Kwantitatieve Risico Analyse
Er zal een aanvullende kwantitatieve risicoanalyse worden uitgevoerd in het geval dat een deelvoorkomen op basis van de risicomatrix als Categorie III wordt gekwalificeerd.

16.2 Seismische Risico Analyse voor de deelvoorkomens in dit winningsplan

16.2.1 Niveau 1: Screening Potentieel

De studie *Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland* [TNO, Ref. 2, 3 en 5] (*DHAIS)* gebruikt gegevens over seismiciteit (bron: https://www.knmi.nl/), drukdata en eigenschappen van de verschillende (deel)voorkomens. Aan de hand van de volgende parameters van een olie- of gas(deel)voorkomen wordt de kans bepaald dat zich, op enig moment gedurende de productie van een voorkomen, een beving voordoet:

- $\Delta P/P_{ini}$ = de ratio van drukval (ΔP) en initiële druk (P_{ini}) in het reservoir;
- E = de verhouding tussen de Young's moduli (stijfheidsmoduli) van de 'overburden' en het reservoirgesteente;
- Parameter B wordt gedefinieerd door de volgende vergelijking:

$$B = \frac{Fault_surface^{3/2}}{gross_rock_volume} = \frac{l_b^{3/2} \cdot h^{3/2}}{A \cdot h} = \frac{l_b^{3/2} \cdot \sqrt{h}}{A}$$

Waarbij:
l_b = De totale breuklengte van de intra-reservoir breuken en de randbreuken van het voorkomen in meters;
h = De maximale dikte van de gaskolom van het (deel)voorkomen in meters;
A = De oppervlakte van het (deel)voorkomen gemeten binnen de GWC dieptecontour (in vierkante meters);

De DHAIS kans-klassen worden hieronder weergegeven in Tabel 16-1. Er zijn 2 kans-klassen: "verwaarloosbare kans op beven" en "kans op beven". Voor voorkomens die in het verleden reeds gebeefd hebben bepalen het aantal geïnduceerde aardbevingen en de maximale sterkte van de geïnduceerde bevingen de DHAIS score.

Tabel 16-1: DHAIS kans-classificatie [TNO, Ref. 4] voor (deel)voorkomens.

Reeds bevende voorkomens	
$\Delta P/P_{ini} \geq 20\%$	B ≥ 0,84 en E ≥ 1,07: kans op beven
	B < 0,84 en/of E < 1,07: verwaarloosbare kans
$\Delta P/P_{ini} < 20\%$	Verwaarloosbare kans

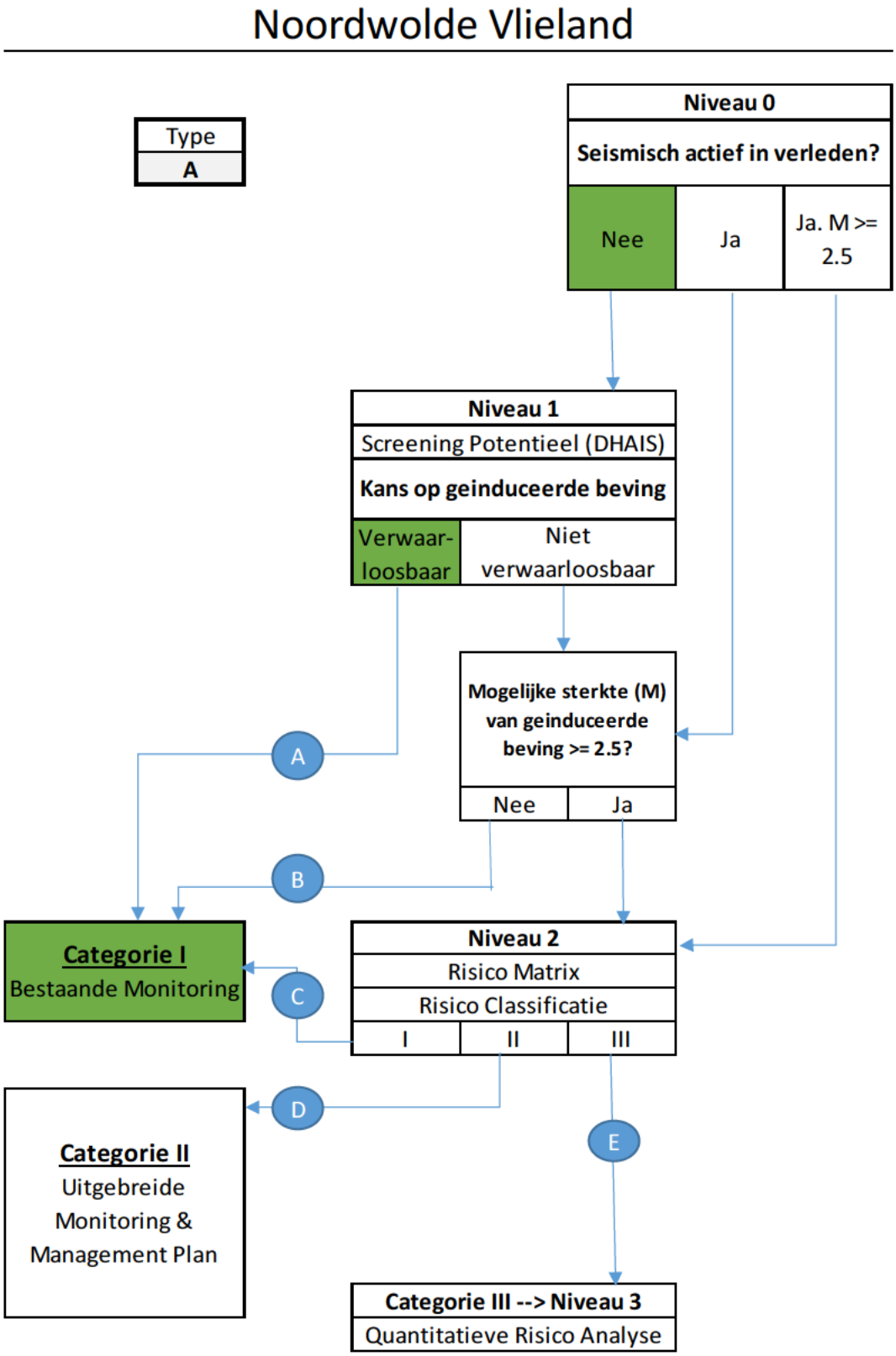
De grenswaarde voor de drukval als gevolg van gaswinning waaronder geen geïnduceerde bodemtrillingen zijn gemeten, is 20% van de initiële reservoirdruk. De verwachte drukval in het voorkomen Noordwolde is groter dan 20%, waardoor voor het voorkomen de B- en E-factoren berekend zijn.

Het resultaat van het doorlopen van de SRA voor het Noordwolde voorkomen in dit winningsplan is weergegeven in Tabel 16-2. Het Noordwolde voorkomen heeft enkel het Vlieland reservoir waarvan de seismisch risicoanalyse valt in Categorie I; de laagste risicocategorie. Deze conclusie is schematisch weergegeven in beslissingsbomen van Figuur 16-1.

De B-factor voor het voorkomens Noordwolde (Vlieland), komt niet boven de drempelwaarde uit. Ook de E factor ligt niet boven de drempelwaarde. Een Niveau-2 analyse is daarom niet nodig. De maximale sterkte van een eventuele geïnduceerde beving komt uit onder de M factor 2.5.

Tabel 16-2: Resulterende categorie en type aanduiding voor de deelvoorkomens in dit winningsplan. Zie ook Figuur 16-1.

Deelvoorkomen	E factor	B factor	Cat.	Mmax	Type	Opmerking
Noordwolde (Vlieland)	0.11	0.65	1	1.99	A	M factor is onder de drempelwaarde van 2.5, De SRA analyse voor Noordwolde resulteert in Categorie I.



Figuur 16-1: SRA-beslisboom toegepast voor voorkomen Noordwolde, de uitkomst is Categorie-I, type A

Tabel 16-3: Parameters voor SRA Niveau-1 analyse Noordwolde.

Accumulation		**Noordwolde (Vlieland)**
Reservoir Zone		**KNNS**
Seal/Overburden		**KNNC**
Depth (GWC)	[mTVDss]	**1910**
Initial pressure	[bar]	**215**
Dp/Pini	[-]	**68%**
Total Fault Length	[m]	**4440**
Longest Fault	[m]	**1450**
Area @ GWC	[km2]	**1.52**
h gas column	[m]	**11.00**
B factor	**[-]**	**0.65**
Reservoir/Seal pair used for TNO lookup	[-]	Vlieland zandsteen Laagpakket --- Vlieland Kleisteen Laagpakket
E-factor	**[-]**	**0.110**
Historic Seismicity?		**N**
M_hist		**0**
Num events > 1.5		**0**
DHAIS label		**Negligible***
DHAIS threshold for Mmax calculation exceeded?		**N**
Height longest fault	[m]	**11.0**
Poisson ratio reservoir	[-]	**0.308**
Height (for compaction)	[m]	**11.00**
Mmax	*(flt)*	**1.94**
	(comp)	**1.94**
SRA analyse		**Categorie I**
		Type A

* Negligible = Verwaarloosbaar

17 Bijlage Gedetailleerde effectanalyse bodemdaling op natuur

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water & Maritime

Aan:	Vermilion
Van:	RHDHV
Datum:	11 juli 2024
Kopie:	Click to enter "CopyTo"
Ons kenmerk:	BH2117-150-100-RHD-XX-ZZ-ME-Z-0001
Classificatie:	Projectgerelateerd
Gecontroleerd door	Click or tap here to enter text.

Onderwerp: **Effectbeoordeling bodemdaling op water en natuur als gevolg van toekomstige gaswinning uit Noordwolde gasvoorkomen**

Inleiding

In de provincie Fryslân is Vermilion Energy Netherlands B.V. (hierna Vermilion) voornemens langer gas te gaan winnen uit het Noordwolde gasvoorkomen. Deze gaswinning leidt in de toekomst tot verdere bodemdaling en kan mogelijke gevolgen hebben voor de waterhuishouding (grondwater, oppervlaktewater en waterveiligheid) en natuur.

Vermilion heeft ten behoeve van de actualisatie van het winningsplan berekeningen uitgevoerd voor de bepaling van de toekomstige bodemdaling door winningen uit de gasvoorkomens bij Noordwolde. Deze berekeningen zijn zowel gedaan voor de winning uit alleen het gasvoorkomen van Noordwolde zelf als ook voor winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving tezamen.

Doordat in de omgeving al gas werd gewonnen is er binnen de invloedssfeer van Noordwolde, het gebied waar de gaswinning van Noordwolde bodemdaling veroorzaakt, al een bodemdaling opgetreden van 0 tot 3 cm. De reeds opgetreden bodemdaling door de winning uit het Noordwolde gasvoorkomen bedraagt minder dan 1 cm. Voor de periode vanaf nu tot einde productie in 2065 wordt binnen de invloedssfeer van Noordwolde nog een bodemdaling van 0 tot 2 cm verwacht door alle winningen in de omgeving. Hiervan wordt minder dan 1 cm bodemdaling veroorzaakt door de toekomstige winning uit het Noordwolde gasvoorkomen. De samengestelde bodemdaling van begin productie tot einde winning door winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving tezamen varieert binnen de invloedssfeer van Noordwolde van 0 tot 4 cm. Minder dan 1 cm van deze bodemdaling wordt veroorzaakt door de winning uit alleen het Noordwolde gasvoorkomen.

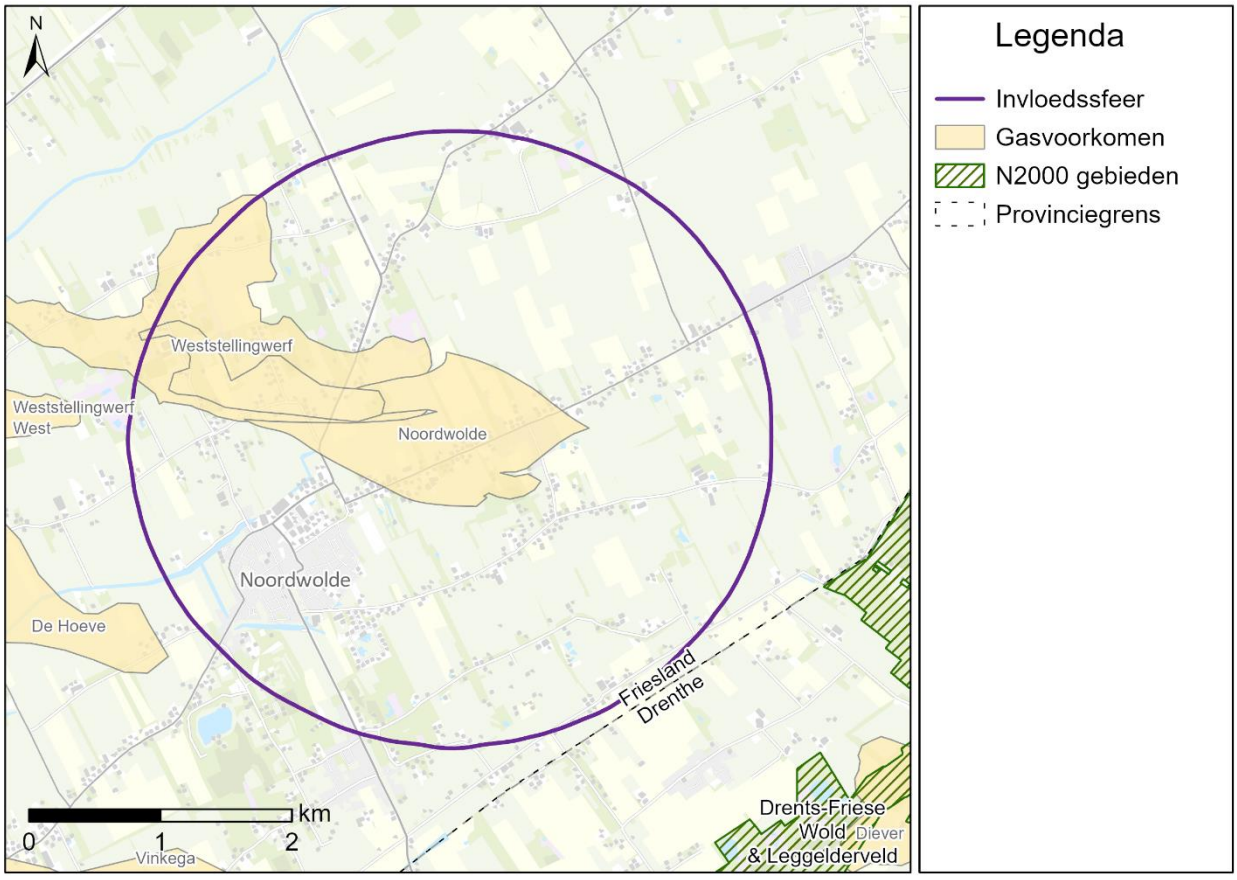
Ten zuidoosten van het Noordwolde gasvoorkomen ligt Natura-2000 gebied het Drents Friese Wold en Leggelderveld. De invloedssfeer van de winning uit het Noordwolde gasvoorkomen overlapt niet met dit Natura 2000-gebied.

Vermilion heeft Royal HaskoningDHV gevraagd een beoordeling te geven van de toekomstige effecten van bodemdaling op water en natuur door de voorgestelde winning uit het Noordwolde gasvoorkomen. Hierbij wordt gekeken naar de effecten van toekomstige bodemdaling door winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving tezamen binnen de invloedssfeer van Noordwolde. De beoordeling van reeds opgetreden effecten in dit gebied valt buiten de scope van voorliggende memo.

Gebiedsbeschrijving

Figuur 1 toont de locatie van het Noordwolde gasvoorkomen en andere gasvoorkomens in de directe omgeving: Weststellingwerf, De Hoeve (westen), Vinkega (zuidwesten) en Diever (zuidoosten). Ook getoond in Figuur 1 is de invloedssfeer van de winning uit het Noordwolde gasvoorkomen, i.e. het gebied waar de voorgestelde winning bodemdaling veroorzaakt.

Het Noordwolde gasvoorkomen ligt in de provincie Fryslân en daarmee in het beheersgebied van Wetterskip Fryslân. Het gebied binnen de invloedssfeer van Noordwolde is ingericht voor de functies landbouw, bebouwing en natuur. In de omgeving van het Noordwolde gasvoorkomen liggen o.a. de dorpen Noordwolde, Noordwolde-Zuid, Zandhuizen en Oosterstreek. Deze dorpen worden omringd door argrarische percelen en bebossing. Binnen de invloedssfeer van de winning liggen geen Natura 2000-gebieden. Het dichtstbijzijnde Natura 2000-gebied is het Drents-Friese Wold en het Leggelderveld dat op een afstand van circa 1 km ten zuidoosten van de invloedssfeer van Noordwolde ligt.



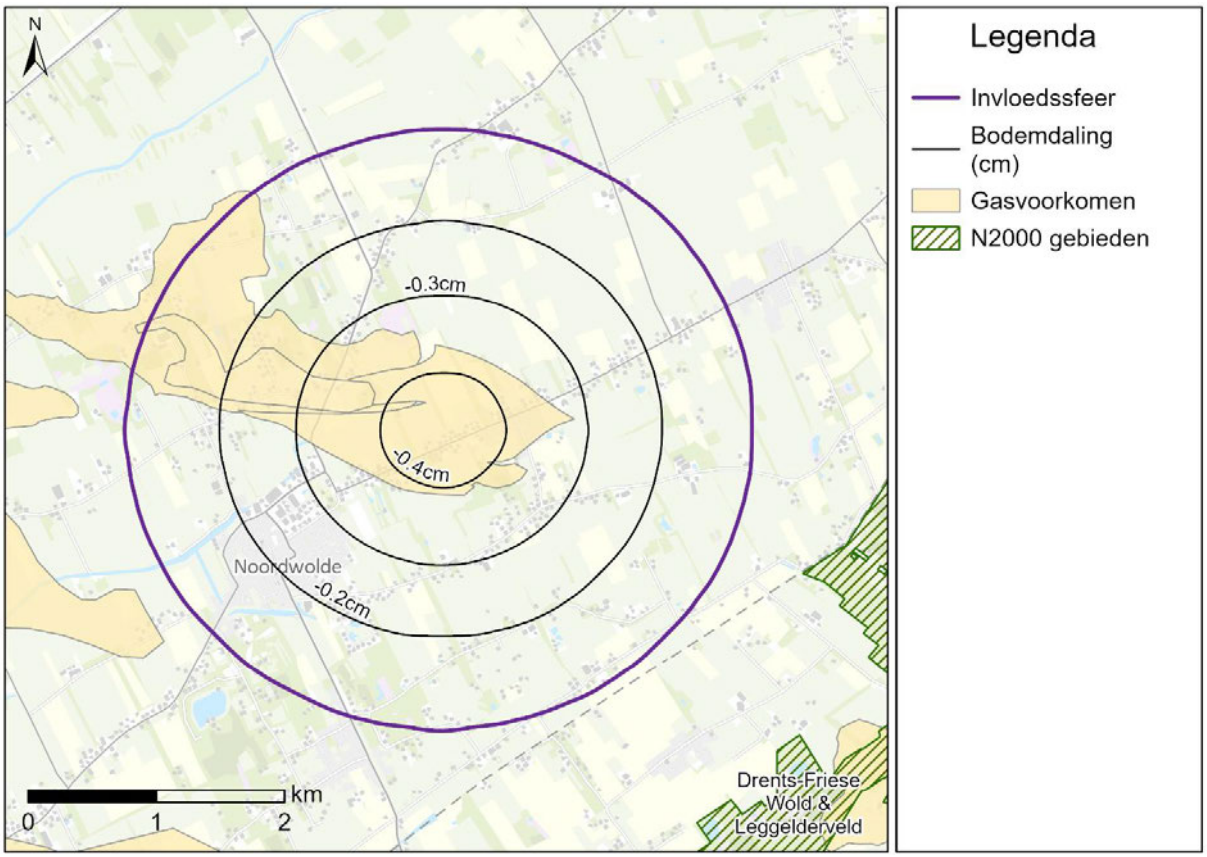
Figuur 1. Locaties van gasvoorkomens en Natura 2000-gebieden in de omgeving van Noordwolde. De invloedssfeer waarbinnen de winning uit het Noordwolde gasvoorkomen bodemdaling veroorzaakt is weergegeven in paars.

Bodemdaling

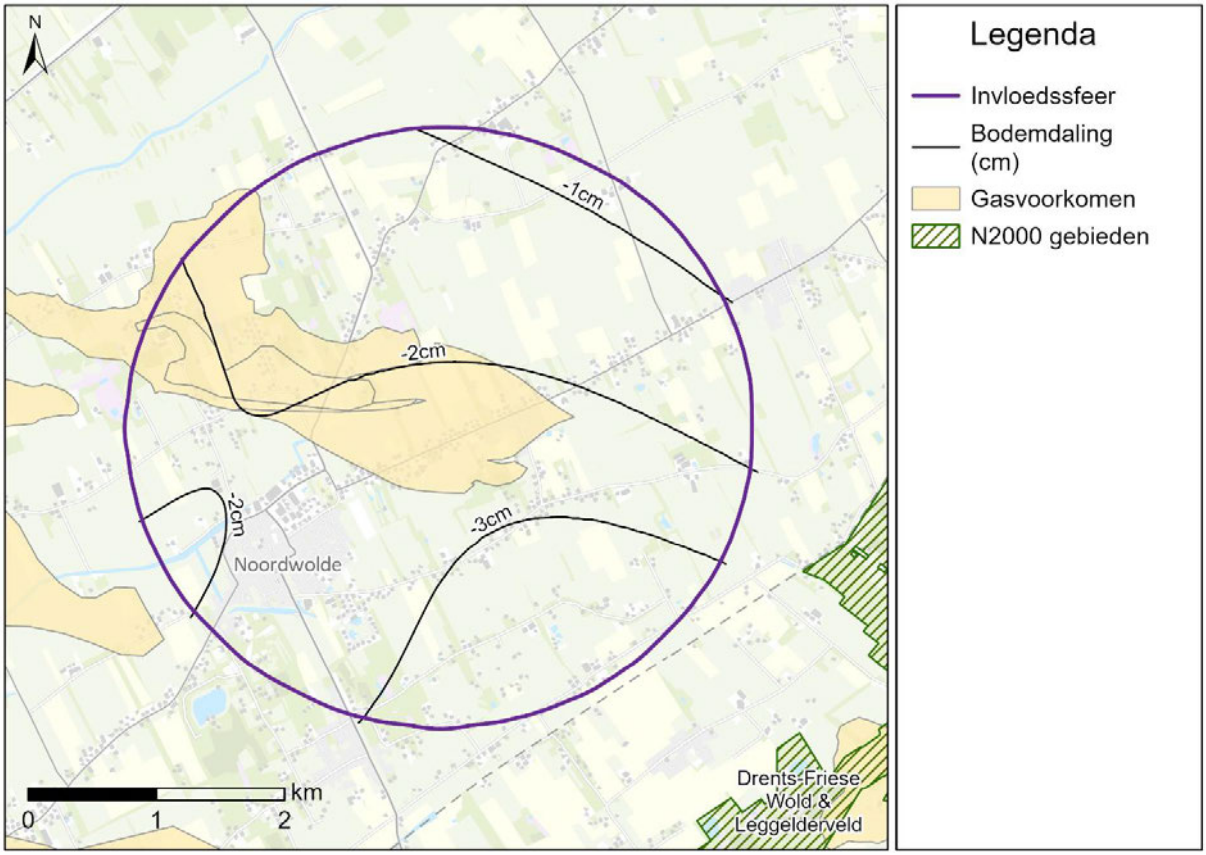
Totale bodemdaling van start winning tot einde productie

De verwachte totale bodemdaling van start winning tot einde productie in 2065 die veroorzaakt wordt door de huidige winning uit het Noordwolde gasvoorkomen is weergegeven in Figuur 2. Eenzelfde figuur, alleen dan gebaseerd op de bodemdaling die wordt veroorzaakt door winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving tezamen, is weergegeven in Figuur 3. Ter referentie is in deze figuren de invloedssfeer van de voorgestelde winning weergegeven.

- De verwachte bodemdaling van start tot einde winning als gevolg van de winning uit het Noordwolde gasvoorkomen is minder dan 1 cm (Figuur 2).
- De totale bodemdaling binnen de invloedssfeer van Noordwolde ten gevolge van alle gaswinningen in de omgeving tezamen bedraag 0 tot 4 cm. Een groot deel van deze bodemdaling wordt veroorzaakt door winningen uit andere gasvoorkomens in de omgeving (Figuur 3).
- Binnen de invloedssfeer van het Noordwolde gasvoorkomen liggen geen Natura 2000-gebieden.



Figuur 2. Totale bodemdaling (in cm) van start winning tot einde productie als gevolg van gaswinning uit het Noordwolde gasvoorkomen.

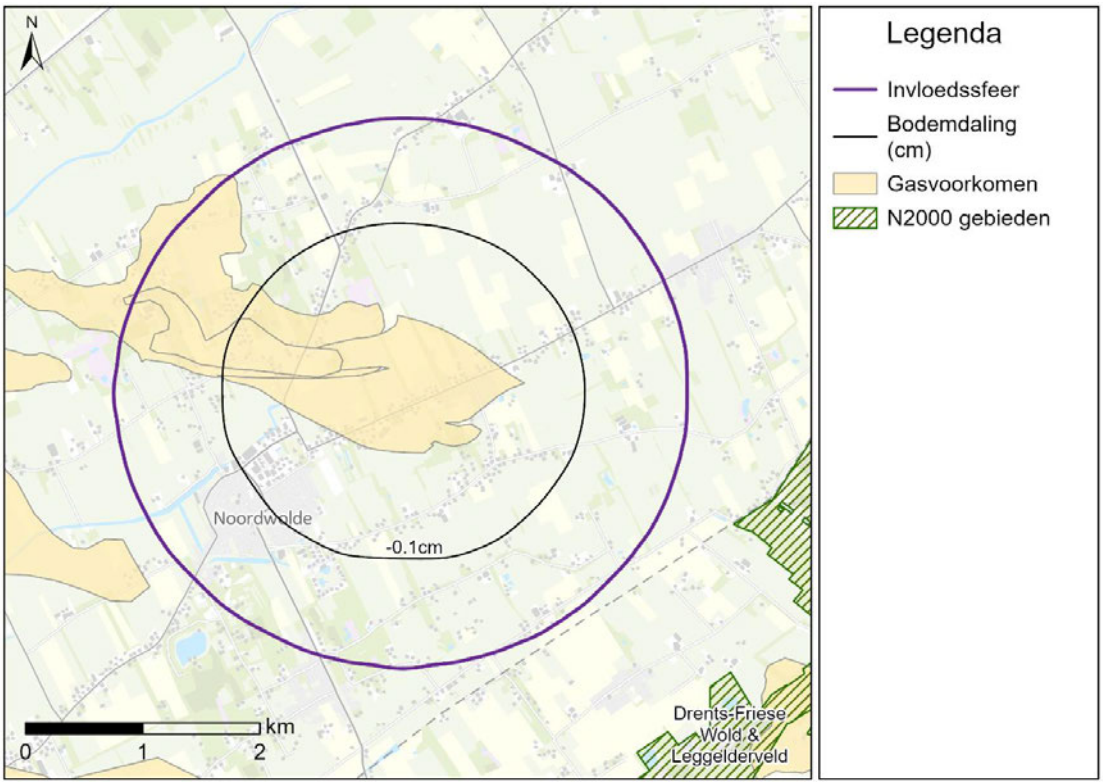


Figuur 3: Totale bodemdaling (in cm) van start winning tot einde productie binnen de invloedssfeer van het Noordwolde gasvoorkomen als gevolg van huidige en toekomstige winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving.

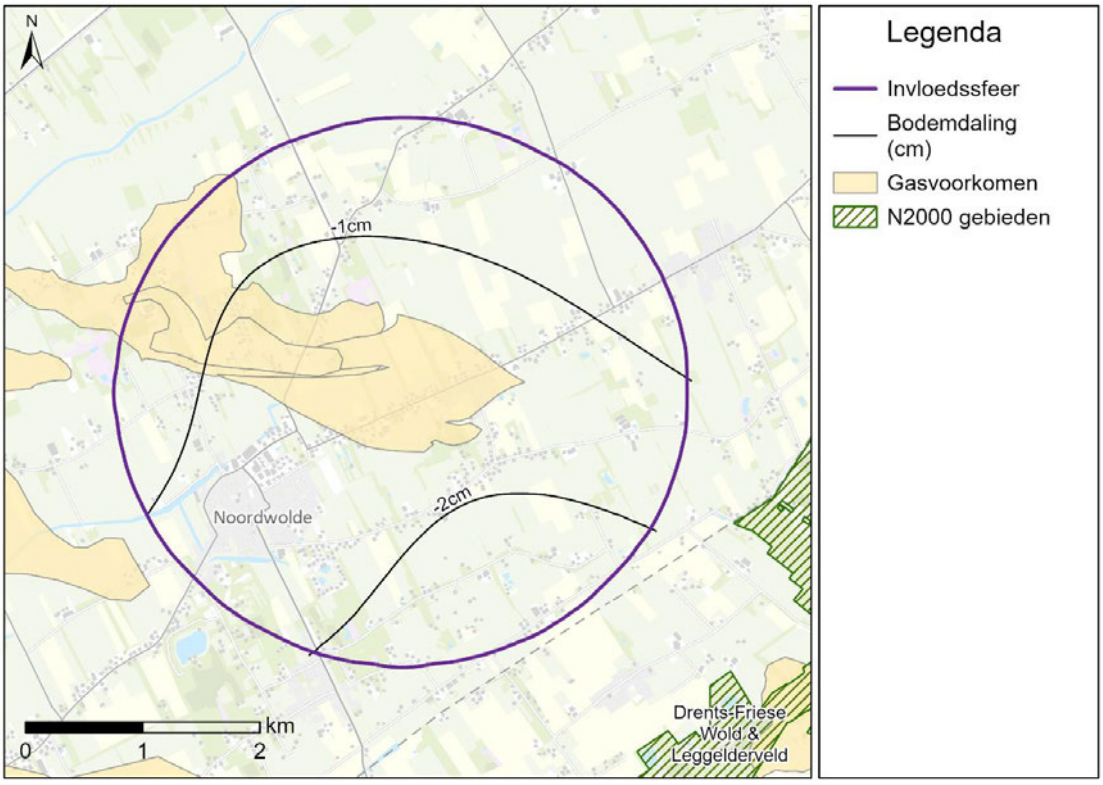
Reeds opgetreden bodemdaling tot eind 2024

Een deel van de totale bodemdaling is reeds opgetreden in de periode vanaf de start van de winningen uit de verschillende gasvoorkomens in de omgeving tot en met heden (januari 2024).

- De reeds opgetreden bodemdaling door winning uit het Noordwolde gasvoorkomen bedraagt minder dan 1 cm (Figuur 4).
- De reeds opgetreden bodemdaling binnen de invloedssfeer van het Noordwolde gasvoorkomen door winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving tezamen varieert van 0 tot 3 cm (Figuur 5).
- Binnen de invloedssfeer van het gasvoorkomen van Noordwolde liggen geen Natura 2000-gebieden.



Figuur 4: Reeds opgetreden bodemdaling in cm van start winning tot heden (januari 2024) als gevolg van huidige winning uit het Noordwolde gasvoorkomen.

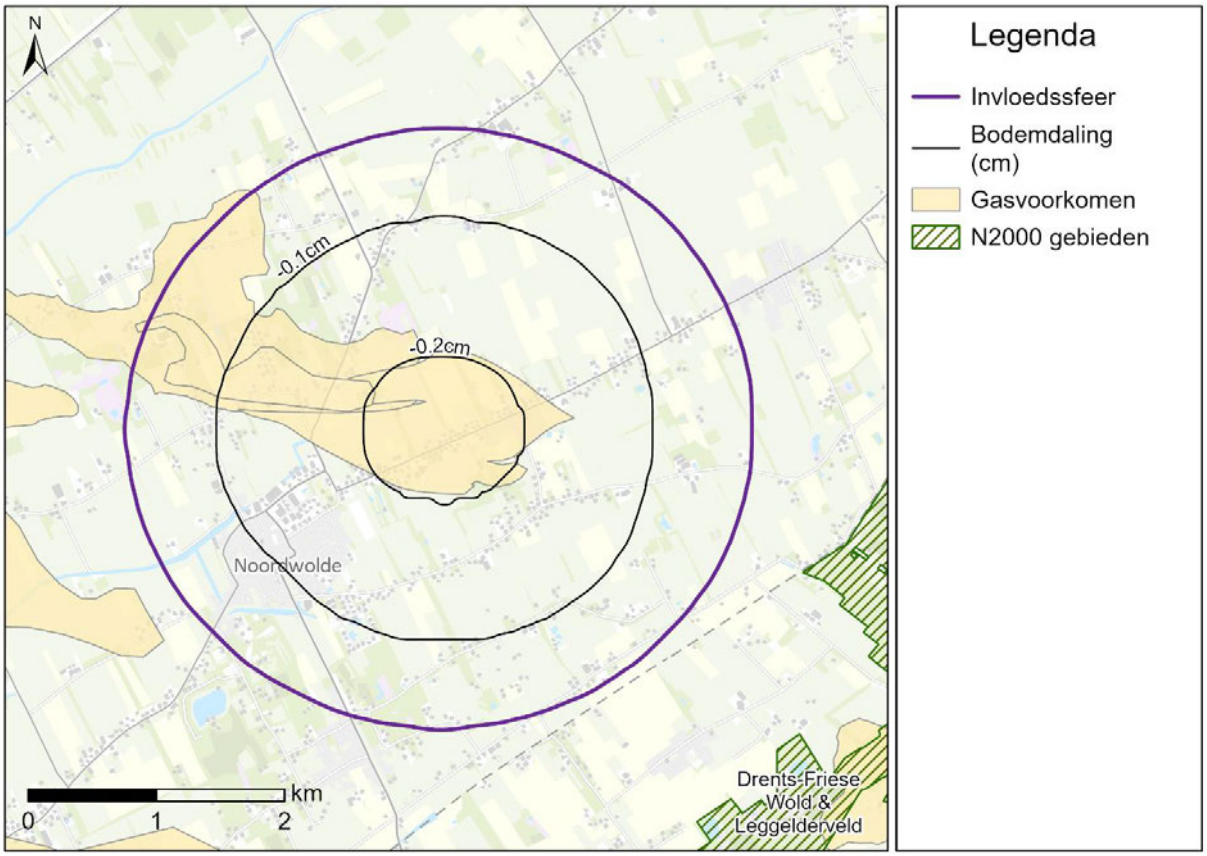


Figuur 5: Reeds opgetreden bodemdaling (in cm) van start winning tot heden (januari 2024) binnen de invloedssfeer van het Noordwolde gasvoorkomen als gevolg van winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving.

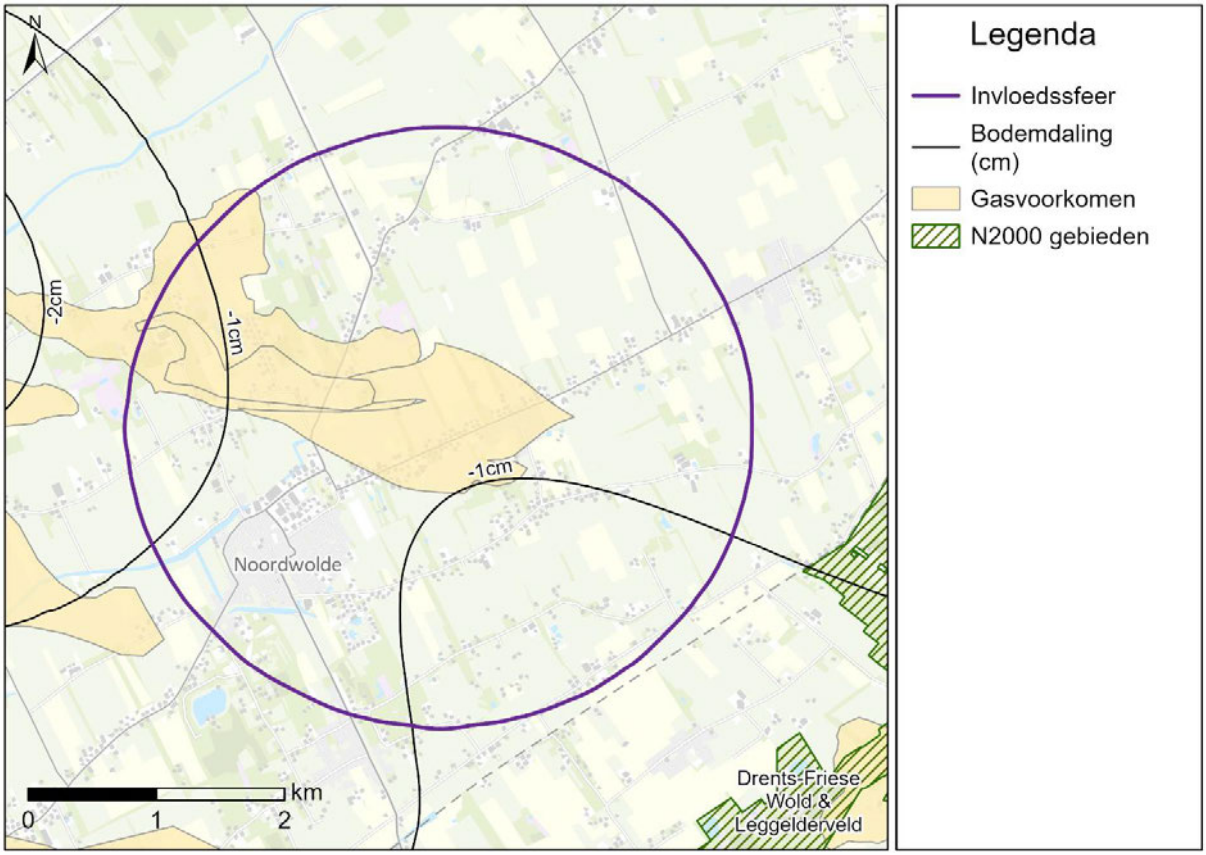
Toekomstige bodemdaling vanaf heden tot einde productie

In de periode van januari 2024 tot einde productie wordt volgens de bodemdalingsprognose nog een bodemdaling verwacht als gevolg van de winning uit het Noordwolde gasvoorkomen en als gevolg van winningen uit andere gasvoorkomens in de omgeving.

- De verwachte toekomstige bodemdaling die wordt veroorzaakt door de toekomstige winning uit het Noordwolde gasvoorkomen is minder dan 1 cm (Figuur 6).
- De totale verwachte toekomstige bodemdaling binnen de invloedssfeer van Noordwolde als gevolg van alle winningen in de omgeving bedraagt 0 tot 2 cm (Figuur 7).
- Binnen de invloedssfeer van de gaswinning uit het Noordwolde gasvoorkomen liggen geen Natura 2000-gebieden.



Figuur 6: Toekomstige bodemdalingsprognose in cm vanaf heden (januari 2024) tot einde productie als gevolg van alleen de voorgestelde nieuwe winning uit het Noordwolde gasvoorkomen.

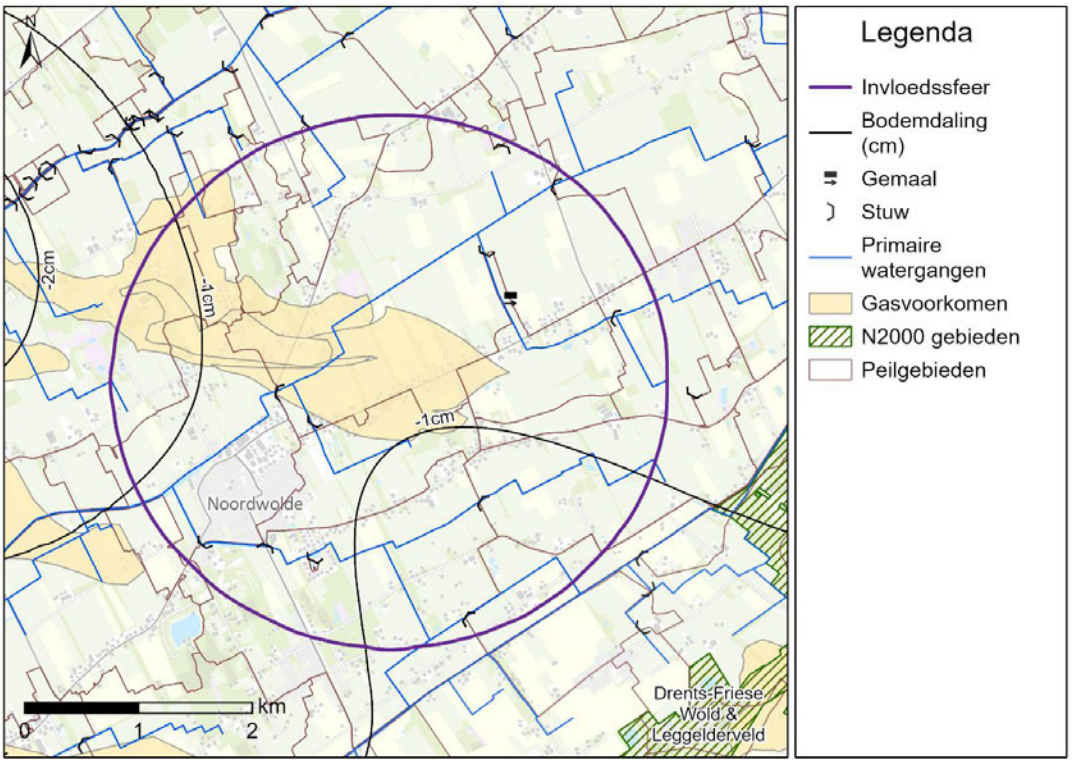


Figuur 7: Toekomstige bodemdalingsprognose (in cm) vanaf heden (januari 2024) tot einde productie binnen de invloedssfeer van Noordwolde als gevolg van alle toekomstige winningen.

Het watersysteem

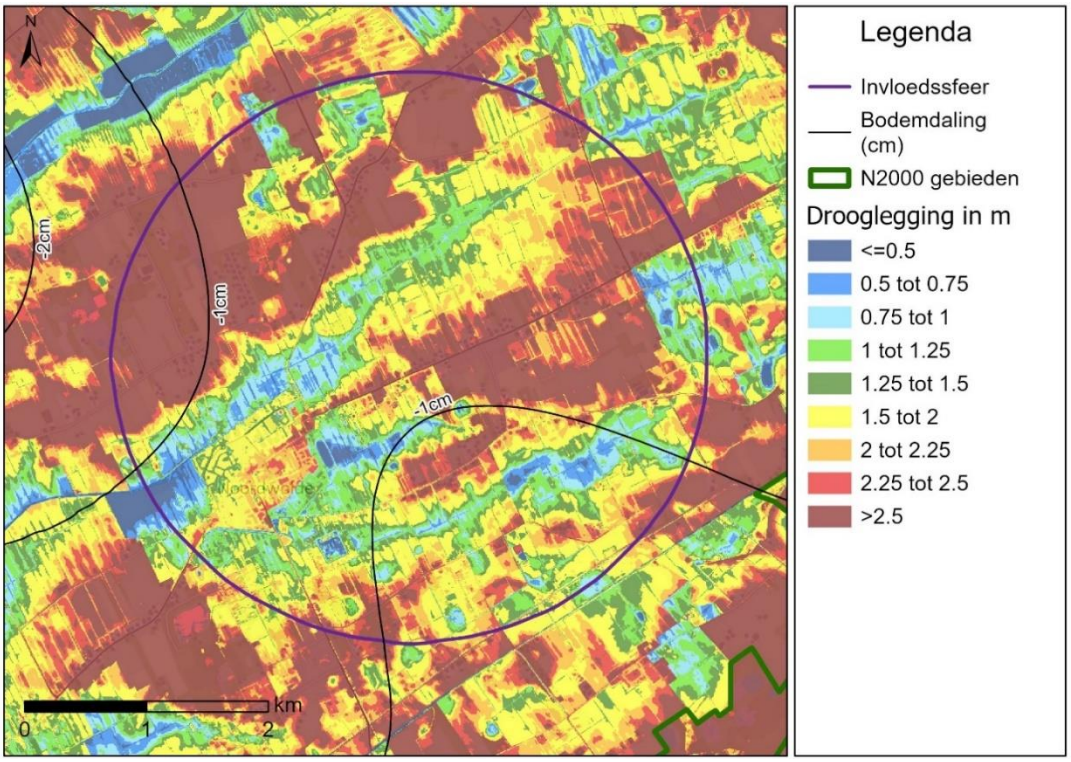
Figuur 8 geeft een globaal overzicht van het watersysteem in het interessegebied. De primaire watergangen zijn weergegeven met blauwe lijnen. Centraal door het gebied loopt de Noordwoldervaart, die in oostelijke richting naar de Linde afwatert. De Linde bevindt zich ten noorden van het gebied, en ligt buiten de invloedssfeer van de winning uit het Noordwolde gasvoorkomen.

Het gebied is onderverdeeld in peilvakken (aangeduid met de bruine omlijningen in Figuur 8). Afhankelijk van o.a. het maaiveldniveau en de gebiedsfunctie worden verschillende waterpeilen gehanteerd. Binnen de invloedsfeer van de voorstelde winning zijn stuwen vaak de peilscheidende kunstwerken tussen de peilvakken. Er ligt één gemaal in het gebied.



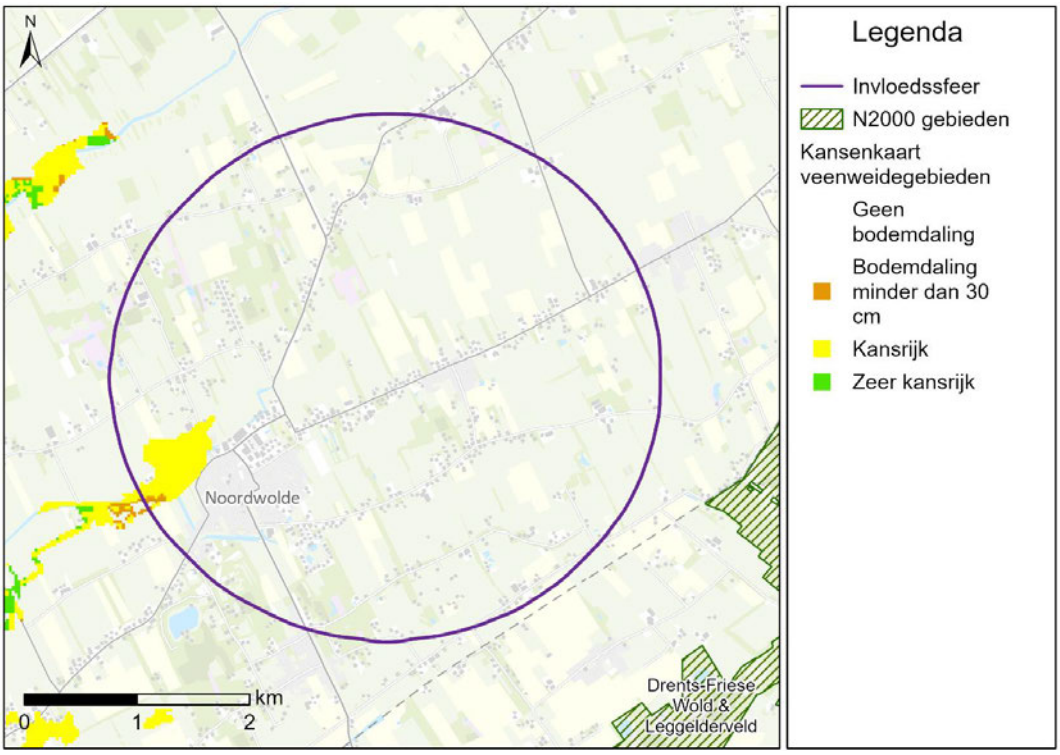
Figuur 8: hoofdwatergangen en kunstwerken (stuwen en gemalen) in het interessegebied (Bron: Legger Wetterskip Fryslân). Contourlijnen tonen de toekomstige samengestelde bodemdaling

Drooglegging is het verschil tussen de maaiveldhoogte en het waterpeil. Figuur 9 toont de drooglegging in het gebied op basis van het streef winterpeil en de huidige maaiveldhoogte. Het gebied rond de Noordwoldervaart en het beekdal van de Linde in het Noorden zijn te herkennen aan een kleinere drooglegging. Gebieden met een grotere drooglegging zijn te vinden in de hoger gelegen delen.



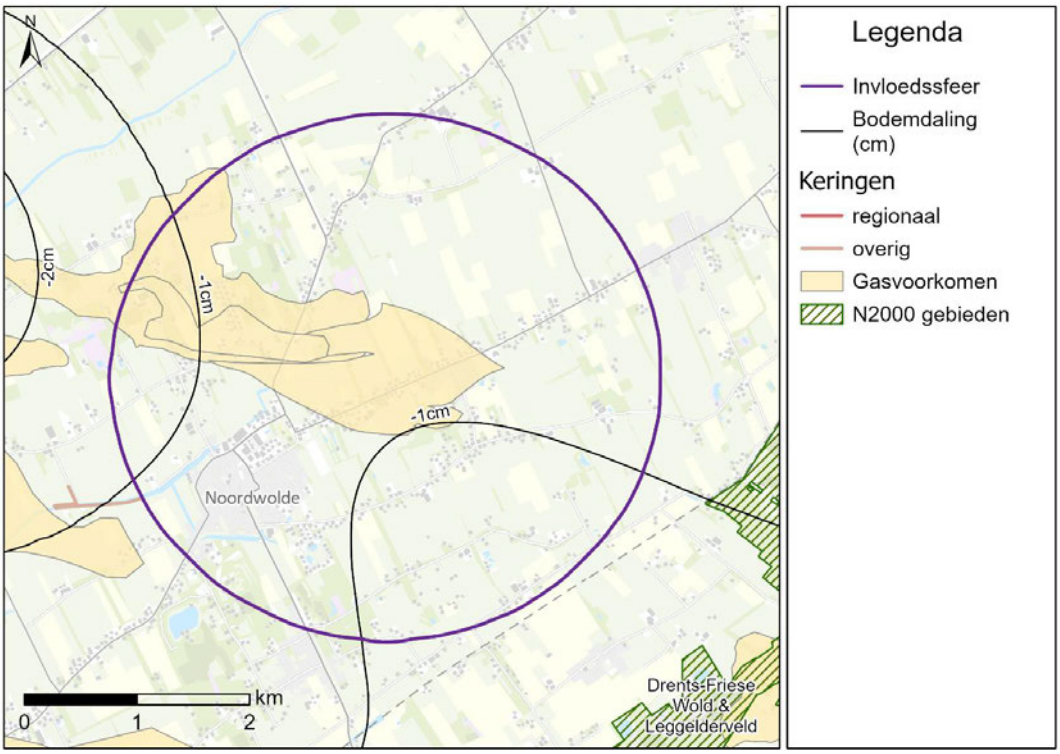
Figuur 9 Drooglegging op basis van de huidige maaiveldhoogte en het streef winterpeil. Contourlijnen tonen de toekomstige samengestelde bodemdaling

Het gebied rond de Noordwoldervaart is aangeduid als veenweidegebied (Figuur 10). Dit is een uniek landschapstype met veelal een landbouwfunctie. Door toenemende ontwatering kwamen delen van het veenpakket (tijdelijk) droog te liggen en konden daardoor oxideren. Deze veenoxidatie heeft geleid tot bodemdaling en de uitstoot van broeikasgassen. Het doel van Provincie en Wetterskip is om veenoxidatie en de bodemdaling ten gevolge daarvan zoveel mogelijk te vertragen en voorkomen. Het verhogen van de peilen ten opzichte van maaiveld is een belangrijke maatregel om dit doel te realiseren.



Figuur 10: Veenweidegebieden (aangeduid door oranje/geel/groene gebieden op de kaart, waarbij de kleur indicatief is voor de potentie van maatregelen om bodemdaling door veenoxidatie tegen te gaan). Bron: kansenkaart veenweidegebied

Binnen de invloedssfeer van de winning bevinden zich geen keringen (Figuur 12). De enige kering die op het kaartbeeld zichtbaar is, is een overige kering bij de Noordwoldervaart die net buiten het bodemdalingsgebied van Noordwolde ligt.



Figuur 12: keringen in het interessegebied. Contourlijnen tonen de toekomstige samengestelde bodemdaling.

Effecten toekomstige bodemdaling

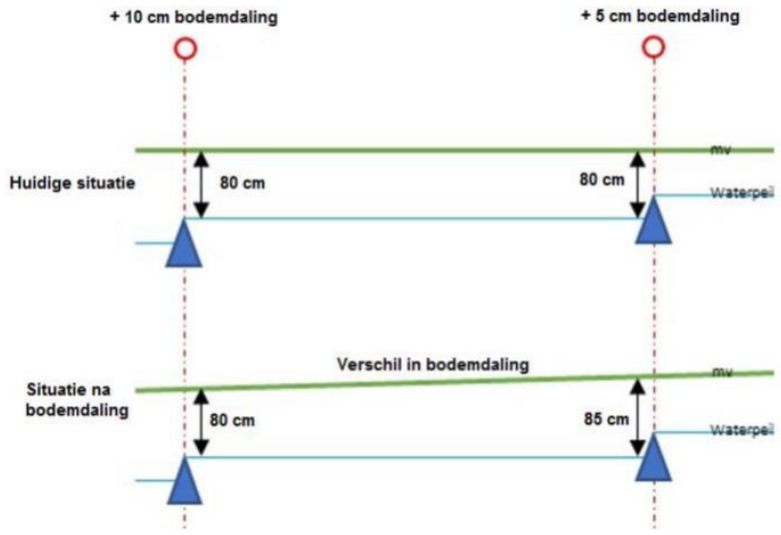
Beoordelingsmethodiek

Gaswinning vindt plaats in de diepe ondergrond. Door gaswinning neemt de druk in de ondergrondse laag waaruit gas wordt gewonnen af. Deze ondergrondse laag kan daardoor ingedrukt worden. Dit veroorzaakt een integrale gelijkmatige daling van de bovenliggende ondergrond en bodem. Autonome bodemdaling door o.a. de oxidatie van veen en het inklinken van andere zettingsgevoelige materialen in de ondergrond verschilt van bodemdaling door gaswinning. Deze autonome bodemdaling vindt plaats in de ondiepe ondergrond en wordt veroorzaakt doordat veen of andere zettingsgevoelige bodemlagen (tijdelijk) boven het grondwater komen te liggen.

In principe leidt bodemdaling als gevolg van gaswinning niet tot een afname van de drooglegging binnen een peilgebied. Het peil-regulerende kunstwerk daalt immers gelijkmatig mee met het maaiveld, waardoor het verschil tussen peil en maaiveld ongewijzigd blijft. Dit principe geldt niet als er verschillen zijn in bodemdaling binnen een peilgebied. In dit geval kan er sprake zijn van vernatting of verdroging, afhankelijk of het peil-regulerende kunstwerk meer of minder daalt dan het maaiveld. Vernatting treedt op als het peil binnen het peilvak minder zakt dan een deel van het maaiveld. Voor verdroging geldt het omgekeerde. Deze situaties doen zich veelal voor bij peilgebieden van een aanmerkelijke omvang en/of bij peilgebieden met steile bodemdalingscontouren (zie ook toelichtende kader). De Commissie Bodemdaling Aardgaswinning Fryslân hanteert als uitgangspunt dat er sprake is van negatieve effecten op de waterhuishouding in bebouwd- en landbouwgebied bij een bodemdalingsverschil van 5 cm of meer (zie rapport van Ingenieursbureau voor Cultuurtechniek, 1996).

Kader toelichting verdroging/vernatting als gevolg van bodemdaling

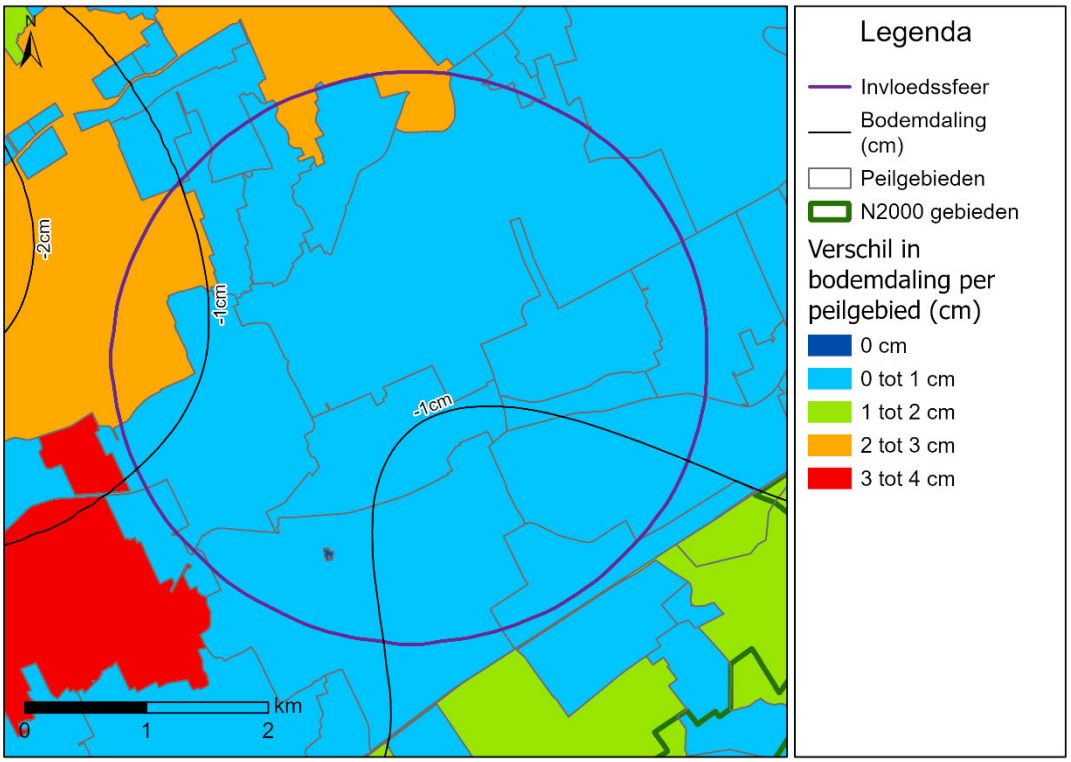
In onderstaand figuur wordt het effect van een verschil in bodemdaling binnen een peilgebied gevisualiseerd. Bovenaan wordt de huidige situatie weergegeven met een drooglegging (de afstand tussen het maaiveld en het waterpeil) van 80 cm (indicatie). Door ongelijkmatige bodemdaling, onderste plaatje, verandert de drooglegging in een deel van het peilvak. De linker stuw en het maaiveld zakken gezamenlijk 10 cm, hierdoor blijft op dit punt de drooglegging hetzelfde. Aan de rechterkant zakken de stuw en het maaiveld slechts 5 cm, daardoor wordt de drooglegging daar 85 cm (5 cm verschildaling). Aangezien het waterpeil in het gehele peilvak gelijk blijft, treedt er aan de rechterkant verdroging op.



In een reactie op een recente effectbepaling water en natuur heeft het Wetterskip aangegeven dat dit uitgangspunt met de huidige inzichten niet meer van toepassing is. Het is vanuit de visie Fryslân Klimaatbestendig 2050+ ongewenst om peilen verder te verlagen en de bodemdaling te laten volgen. In plaats daarvan is het beleid om peilen t.o.v. NAP zoveel mogelijk te handhaven. Het instandhouden van de peilen t.o.v. NAP leidt tot een afname in berging en drooglegging en daarmee mogelijk tot een verslechtering van de doelrealisatie (de mate waarin de waterhuishouding en het waterpeil past bij de gebiedsfunctie).

Leidend voor de effectbepaling op de waterhuishouding is het uitgangspunt dat peilen t.o.v. NAP gelijk blijven. Op basis van dit uitgangspunt worden o.a. afname in berging en drooglegging beschouwd. Omdat er voor enkele peilgebieden een uitzondering zou kunnen worden gemaakt is ook de situatie met mogelijk dalende peilen beschouwd. Voor deze situatie is het bodemdalingsverschil binnen een peilvak bepalend voor de mogelijke verandering in berging en drooglegging (zie toelichtende kader).

Figuur 12 geeft het bodemdalingsverschil per peilvak dat veroorzaakt wordt door de toekomstige winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving van het Noordwolde gasvoorkomen. Dit bodemdalingsverschil varieert binnen de invloedssfeer van Noordwolde van kleiner dan 1 cm tot 3 cm. Het bodemdalingsverschil per peilvlak is nergens groter dan de voor landbouw en bebouwing gestelde grenswaarde van 5 cm.



Figuur 11: Bodemdalingsverschil in cm per peilgebied (verschil tussen minimale en maximale bodemdaling binnen een peilgebied). Contourlijnen tonen de toekomstige bodemdalingsprognose in cm vanaf heden (januari 2024) tot einde productie als gevolg van winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving. Paarse cirkel toont de invloedssfeer van Noordwolde.

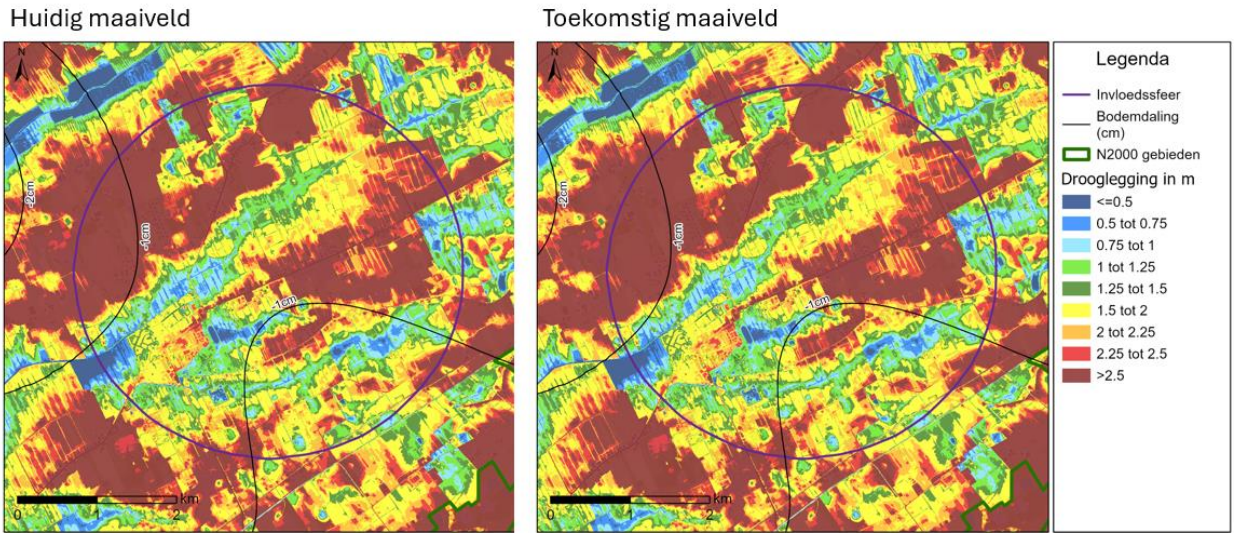
Effecten landbouw, bebouwing, waterveiligheid of waterberging - algemeen

In gebieden waar bodemdaling optreedt kan de verandering van drooglegging in (delen van) peilgebieden gevolgen hebben voor de landbouw, bebouwing, waterveiligheid en waterberging. In de landbouwgebieden speelt vernatting van percelen door verminderde drooglegging en doelrealisatie. In

bebouwd gebied heeft een verandering van drooglegging mogelijke gevolgen door zetting van de ondergrond ten opzichte van de fundering, ongelijkmatige zetting op gebouwniveau of verandering van verhang van riolering. Tevens kan door bodemdaling de (kerende) hoogte van keringen (dijken), de opvoerhoogte van gemalen en de doorvaarhoogte van vaste bruggen verminderen. Verder kan door bodemdaling de dikte van de onverzadigde zone afnemen. De onverzadigde zone is het deel van de bodem dat boven de grondwaterspiegel ligt en waarin bij regenval tijdelijk water wordt geborgen. Tot slot neemt ook het verschil tussen het waterpeil en de hoogte van de boveninsteek van de watergangen af, waardoor ook hierin minder water kan worden geborgen.

Effect op landbouw

Op de gronden in gebruik voor de landbouw treedt een toekomstige samengestelde bodemdaling op van 0 tot 2 cm vanaf start winning tot einde productie. Bij gelijkblijvend peil t.o.v. NAP zal deze bodemdaling zorgen voor een afname van de drooglegging van een gelijke grote (0 tot 2 cm; ter vergelijking zijn de huidige en toekomstige drooglegging weergegeven in Figuur 12). Op de plekken die in de huidige situatie al een grote drooglegging hebben zal de afname in de drooglegging waarschijnlijk geen effecten veroorzaken op de doelrealisatie en landbouw. Op plaatsen waar de drooglegging in de huidige situatie al gering is kan een verdere afname in de drooglegging wel effect hebben op de doelrealisatie en de landbouw. Het peil gaat minder goed passen bij de agrarische gebiedsfunctie en er kan overlast ontstaan, bijvoorbeeld omdat gronden in de winter niet meer goed begaanbaar zijn met zwaar materieel. Voor het behoud van het veen in het veenweidegebied is een vermindering van drooglegging positief maar dit heeft ook een keerzijde (zie kader). Voorstel is om gedurende de bodemdaling te monitoren of er door bodemdaling vernattingsproblemen ontstaan. Als dit het geval is dient nader bepaald te worden welke maatregel het meest doeltreffend is. Advies is om bij het nemen van maatregelen waar mogelijk aan te haken bij nieuwe provinciale en landelijke beleidsprogramma's en visies zoals het Fries Programma Landelijk Gebied (FPLG), de Blauwe Omgevingsvisie (BOVI), en Water Bodem Sturend (WABOS). Bij het gezamenlijk optrekken in projecten kunnen mogelijk kosten worden bespaard en kan werk met werk gemaakt worden.



Figuur 12. Huidige drooglegging op basis van huidige streef winterpeil en maaiveld (links) en toekomstige drooglegging op basis van huidig streef winterpeil en het toekomstige maaiveld na bodemdaling (rechts).

Bodemdaling en veenweidegebied
Bij een gelijkblijvend peil zorgt de bodemdaling door gaswinning ervoor dat de drooglegging afneemt. Dit kan leiden tot een vermindering van de oxidatie van veen en de daarmee gepaard gaande vermindering in bodemdaling en uitstoot van broeikasgassen. Aan de andere kant verminderd de bodemdaling door gaswinning de ruimte om peilen t.o.v. NAP te verhogen, omdat het relatieve peilverschil t.o.v. maaiveld afneemt. Dit beperkt de ruimte voor peil-verhogende maatregelen, die nodig kunnen zijn om de toestroom van kwelwater uit hoger gelegen (natuur)gebieden te beperken.

Mochten er peilgebieden zijn waarvoor het huidige peil t.o.v. NAP niet wordt gehandhaafd maar daalt met de bodemdaling dan kan er zowel een afname als toename van de drooglegging ontstaan. Op plekken waar het gereguleerde peil minder daalt dan het maaiveld zullen peilen t.o.v. maaiveld dalen en op plekken waar het gereguleerde peil meer daalt dan het maaiveld zullen peilen t.o.v. maaiveld stijgen (zie kader in de beoordelingsmethodiek). Voor geen van de peilgebieden is er sprake van bodemdalingsverschillen van meer dan 5 cm, waaruit conform beoordelingsmethodiek van de Commissie Bodemdaling Aardgaswinning Fryslân opgemaakt kan worden dat de bodemdaling naar verwachting geen negatief effect zal hebben op de landbouwgronden. Een vermindering van de doelrealisatie zou nog wel kunnen plaatsvinden, maar in mindere mate dan bij een gelijkblijvend peil, omdat zowel peil als maaiveld dalen en daardoor de verandering in drooglegging kleiner blijft.

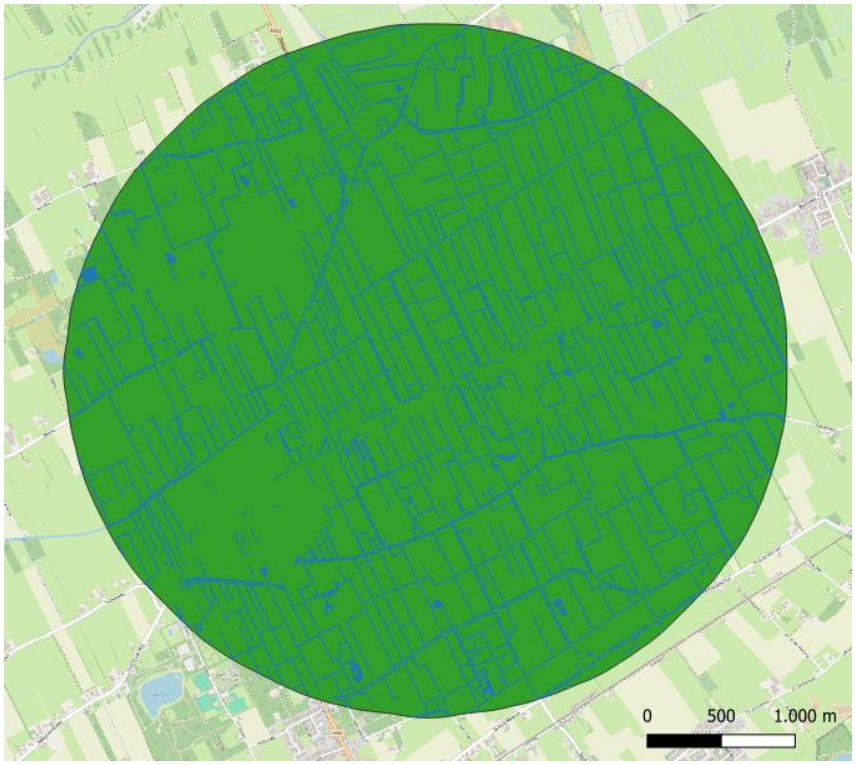
Effect op bebouwingen
Binnen de invloedssfeer van de voorgenomen winning uit het Noordwolde gasvoorkomen liggen verschillende bebouwde gebieden waaronder Noordwolde, Noordwolde-Zuid, Zandhuizen en Oosterstreek. Voor deze bebouwde gebieden wordt een bodemdaling van 0 tot 2 cm verwacht. Bij gelijkblijvend peil zullen de peilen t.o.v. maaiveld en de drooglegging met 0 tot 2 cm afnemen. Dit leidt niet tot zetting van de ondergrond (er is geen toename van de drooglegging).

Mocht er voor bepaalde peilvakken een peilindexatie plaatsvinden die de bodemdaling of de daling van het peilregulerend kunstwerk volgt dan kan de drooglegging binnen een peilgebied ook afnemen. In welke mate dit speelt is afhankelijk van het bodemdalingsverschil binnen een peilvak en in hoeverre het gereguleerde peil mee-daalt met deze bodemdaling (zie kader in de beoordelingsmethodiek). Het bodemdalingsverschil binnen een peilvlak varieert binnen de invloedsfeer van Noordwolde tussen de 0 en 3 cm. De variatie aan bodemdaling binnen een peilgebied is daarmee altijd kleiner dan de grenswaarde van 5 cm. Bodemdaling zal in deze situatie niet zorgen voor een noemenswaardige afname van de drooglegging en daarom naar verwachting geen risico geven op zetting van de ondergrond ten opzichte van de fundering of ongelijkmatige zetting op gebouwniveau. Hierdoor ontstaan naar verwachting geen schadelijke effecten op bebouwing.

Waterveiligheid –keringen en gemalen
Binnen de invloedsfeer van het Noordwolde gasvoorkomen liggen geen keringen. Wel ligt er een gemaal of onderbemaling. Bij het handhaven van peilen t.o.v. NAP (beleid Wetterskip) zal de opvoerhoogte van dit gemaal niet veranderen: zowel het peil aan de hoog- en laagwaterzijde blijven hetzelfde en daarmee ook het peilverschil.

Verlies aan waterberging
Bij het handhaven van peilen t.o.v. NAP heeft bodemdaling invloed op het waterbergend vermogen van de bodem en watergangen. Als de bodem zakt en de waterpeilen gelijk blijven komt een groter deel van de bodem onderwater te staan (het verzadigde deel) en wordt het onverzadigde deel van de bodem kleiner. Ook wordt de afstand tussen het waterpeil en de insteek (rand) van de watergang kleiner en daarmee neemt het bergend vermogen van de watergangen af.

In deze memo is een verkennende analyse naar het verlies aan berging gedaan. Uitgangspunt bij deze verkennende analyse is dat het waterbergende vermogen van de bodem binnen de invloedssfeer gemiddeld 10% is, wat betekent dat 1 cm bodemdaling ervoor zorgt dat er 1 mm minder water in de bodem kan worden geborgen. Dit is een relatief grove benadering, passend bij het detailniveau van de memo, waarbij bijvoorbeeld geen rekening gehouden wordt met bodemtype, landgebruik en hydrologische condities. Voor de oppervlaktewateren is uitgegaan van een waterbergend vermogen van 100%, waarbij iedere cm aan bodemdaling betekend dat er een cm minder water geborgen kan worden. Het verlies aan berging is bepaald op basis van de toekomstige bodemaling binnen de invloedssfeer van het Noordwolde gasvoorkomen (Figuur 3) en het type oppervlak onderverdeeld in land en oppervlaktewater (Figuur 11).



Figuur 11: Type oppervlak binnen de invloedsfeer van de toekomstige winning Noordwolde onderverdeeld in land en oppervlaktewater.

Door de toekomstige winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving zal bij gelijkblijvend peil het waterbergend vermogen van de ondergrond (land) binnen de invloedssfeer van Noordwolde met circa 14.300 m^3 afnemen. Het verlies aan waterbergend vermogen in de watergangen (oppervlaktewater) is circa 5.000 m^3. Het totale verlies aan waterbergend vermogen bedraagt hiermee 19.300 m^3. Een grove inschatting van het relatieve bergingsverlies ten opzichte van de totaal beschikbare berging in het gebied is ongeveer 2%, uitgaande van een gemiddelde grondwaterstand van 0,5 m-mv en een gemiddelde bergingsruimte in het oppervlaktewatersysteem van 0,5 meter.

Bovenstaand verlies aan waterbergend vermogen treedt niet op als de peilen mee dalen met de bodemdaling. In dit geval is het de verwachting dat het totale waterbergend vermogen in het gebied ongeveer gelijk blijft. Wel kunnen binnen een peilgebied verschillen optreden, waarbij er op plekken met de minste bodemdaling een toename in waterbergend vermogen is en bij plekken met de meeste bodemdaling een afname.

Compensatie van het verlies aan berging kan gedaan worden door het aanwijzen van overloopgebieden of door het creëren van nieuw bergingsoppervlak door bijvoorbeeld de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Nieuw bergingsoppervlak creëren is een ingrijpende maatregel, waarbij land moet worden aangekocht en veel grondverzet nodig is. Voorstel is om samen met het waterschap gedurende de bodemdaling te monitoren of er door bodemdaling knelpunten ontstaan door verminderde bergingscapaciteit, waaronder vernattingsproblemen of het niet meer voldoen aan de inundatie-normen zoals beschreven in het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW). In dit geval dient nader bepaald te worden of dit lokaal geaccepteerd kan worden of dat extra bergingscapaciteit aangebracht moet worden. Bij het lokaal accepteren van vernatting dient wel rekening te worden gehouden met nadeelcompensatie. Bij het implementeren van maatregelen is het advies om waar mogelijk aan te sluiten bij toekomstige regionale of landelijke beleidsprogramma's en visies (bijvoorbeeld FPLG, BOVI en WABOS)

Effect natuur

De Omgevingswet beschrijft dat beschermde en aangewezen natuurwaarden niet nadelig mogen worden beïnvloed. Indien nadelige effecten niet op voorhand kunnen worden uitgesloten, moeten deze effecten nader worden onderzocht. Voor de beoordeling van Natura 2000-gebieden geldt dat er mogelijk sprake is van negatieve effecten bij een verandering van de grondwaterstanden.

Binnen de invloedssfeer van de voorgenomen winning liggen geen Natura-2000 gebieden. Het dichstbijzijnde Natura-2000 gebied is het Drents Friese Wold en Leggelderveld, circa 1 km verwijderd van de rand van de invloedssfeer. De bodemdaling binnen de invloedsfeer van het Noordwolde gasvoorkomen en de eventuele peilverandering ten gevolge daarvan hebben geen effect op dit Natura-2000 gebied.

Literatuurlijst:

- Oriënterend onderzoek naar de gevolgen van bodemdaling door aardgaswinning op de waterhuishouding in Friesland, Ingenieursbureau voor Cultuurtechniek v.o.f. (IVC), RAP\960709.wp1\b, 18 juli 1996, Deventer.
- Legger Wetterskip Fryslân, https://gis.wetterskipFryslân.nl/arcgis/rest/services/Legger_vastgesteld__2019/MapServer
- Kansenkaart veenweidegebied, https://tiles.arcgis.com/tiles/L6oyL38cimu38LLx/arcgis/rest/services/Kansenkaart_veenweidegebieden/MapServer