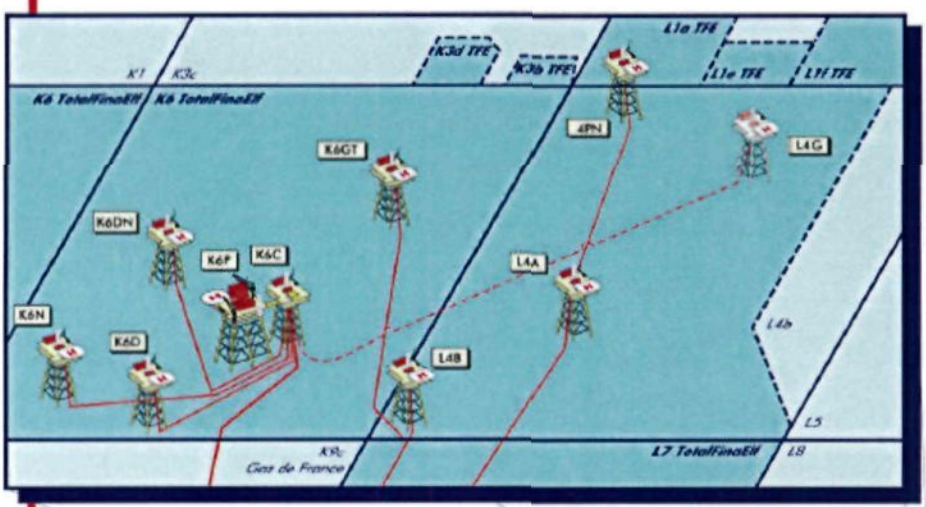
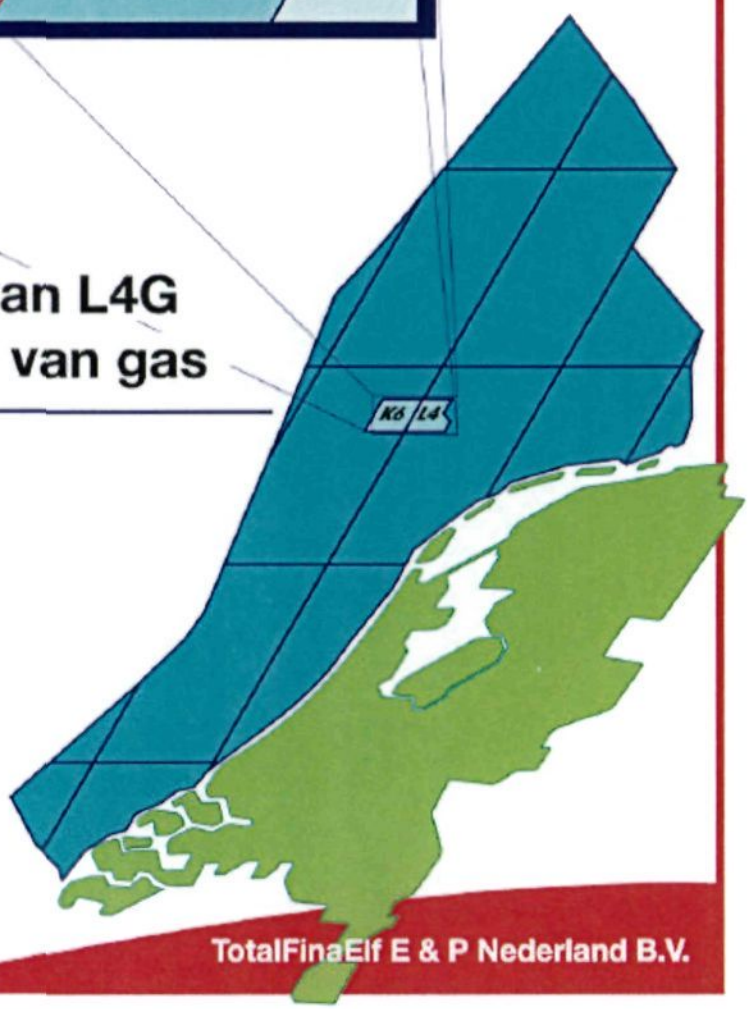
1255-32
(2e)

L4G

MILIEU EFFECT RAPPORT



Ontwikkeling van L4G voor productie van gas



TotalFinaElf E & P Nederland B.V.

MER

voor het

L4G PROJECT

Opgesteld door :

TotalFinaElf E & P Nederland B.V.

en

TNO-MEP

(TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie)

Inhoudsopgave

1. Inleiding 3
   1.1 Leeswijzer 6
2. Motivering, doel en beleidskader 8
   2.1 Motivering 8
   2.2 Doel 8
   2.3 Beleidskader 9
   2.4 Besluitvorming 13
   2.5 Milieucriteria 14
3. Voorgenomen activiteiten en alternatieven 15
   3.1 Voorgenomen activiteiten 15
   3.2 Alternatieven 29
4. Emissies door de voorgenomen activiteiten 33
   4.2 Emissies door alternatieven 44
   4.3 Metingen en registratie 47
5. Ecosysteemprofiel, autonome ontwikkeling en gebruiksfuncties 48
   5.1 Ecosysteem (basiskenmerken) 48
   5.2 Autonome ontwikkeling 66
   5.3 Economische functies 67
6. Definitie van doelvariabelen 71
   6.1 GONZ indicatoren 71
   6.2 Water (pelagische biota) 71
   6.3 Sediment (benthische biota) 72
   6.4 Lucht 72
   6.5 Licht 72
   6.6 Geluid 72
   6.7 Technische haalbaarheid 72
   6.8 Economische haalbaarheid 73
   6.9 Inpasbaarheid in TotalFinaElf E & P Nederland B.V. veiligheid-, gezondheid- en milieubeleidsdoelstellingen 73
7. Beschrijving van de milieueffecten door de voorgenomen en alternatieve activiteiten 74
   7.1 Gebruikte modellen voor het berekenen van effecten 74
   7.2 Effecten van de voorgenomen activiteit 76
   7.3 Effecten van alternatieven 88
8. Beschrijving van mogelijke incidenten en de daaraan gerelateerde milieueffecten. 89
   8.1 Inleiding 89
   8.2 Veiligheids- en gezondheidsdocument 89
   8.3 Incidenten met potentiële gevolgen voor het milieu 90
   8.4 Risico schatting tijdens het boorproces 90
   8.5 Risico schatting voor de procesvoering 93

8.6 Milieugevolgen 97

9. Vergelijking van alternatieven en ontwikkeling van het MMA 100
9.1 Transport en installatie van het platform en de pijpleidingen 101
9.2 Booractiviteiten 101
9.3 Productieactiviteiten 102
9.4 Onderhoudsactiviteiten 102
9.5 Export van geproduceerd gas en putbenzine 102
9.6 Transportactiviteiten 102
9.7 Ontmantelingactiviteiten 103
9.8 Technische en economische haalbaarheid 103
9.9 Inpasbaarheid in TotalFinaElf E & P Nederland B.V. veiligheid-, gezondheid- *en milieubeleidsdoelstellingen* 103

10. Ontbrekende informatie 104
10.1 Samenstelling en volume van boorspoelingen 104
10.2 Samenstelling en volume van cement 104
10.3 Samenstelling en volume van het productiewater 104
10.4 Emissies naar de lucht 105
10.5 Geluidsemissies 105

11. Evaluatie programma 106
11.1 Installatie van het platform en de pijpleidingen 106
11.2 Lozingen tijdens de booractiviteiten 106
11.3 Samenstelling en volume van het productiewater 107
11.4 Productiechemicaliën 107
11.5 Emissies naar de lucht 107
11.6 Geluidsemissies 107
11.7 Monitoring na ontmanteling 107

12. Referenties 108

13. Bijlagen 112
13.1 Bijlage 1: Verwijzing naar de richtlijnen 112
13.2 Bijlage 2: Afkortingen 114
13.3 Bijlage 3: Evaluatie van alternatieve behandelingsmethoden voor productiewater 117

1. Inleiding

TotalFinaElf E & P Nederland B.V. is voornemens een offshore gasveld te ontwikkelen in het L4 blok van het Nederlandse deel van het continentale plat (NCP). De ligging van het L4G veld is aangegeven in Figuur 1. In Tabel 1 staat de voorgenomen exacte geografische locatie weergegeven.

Tabel 1 Geografische locatie van de voorgenomen faciliteit in veld L4G.

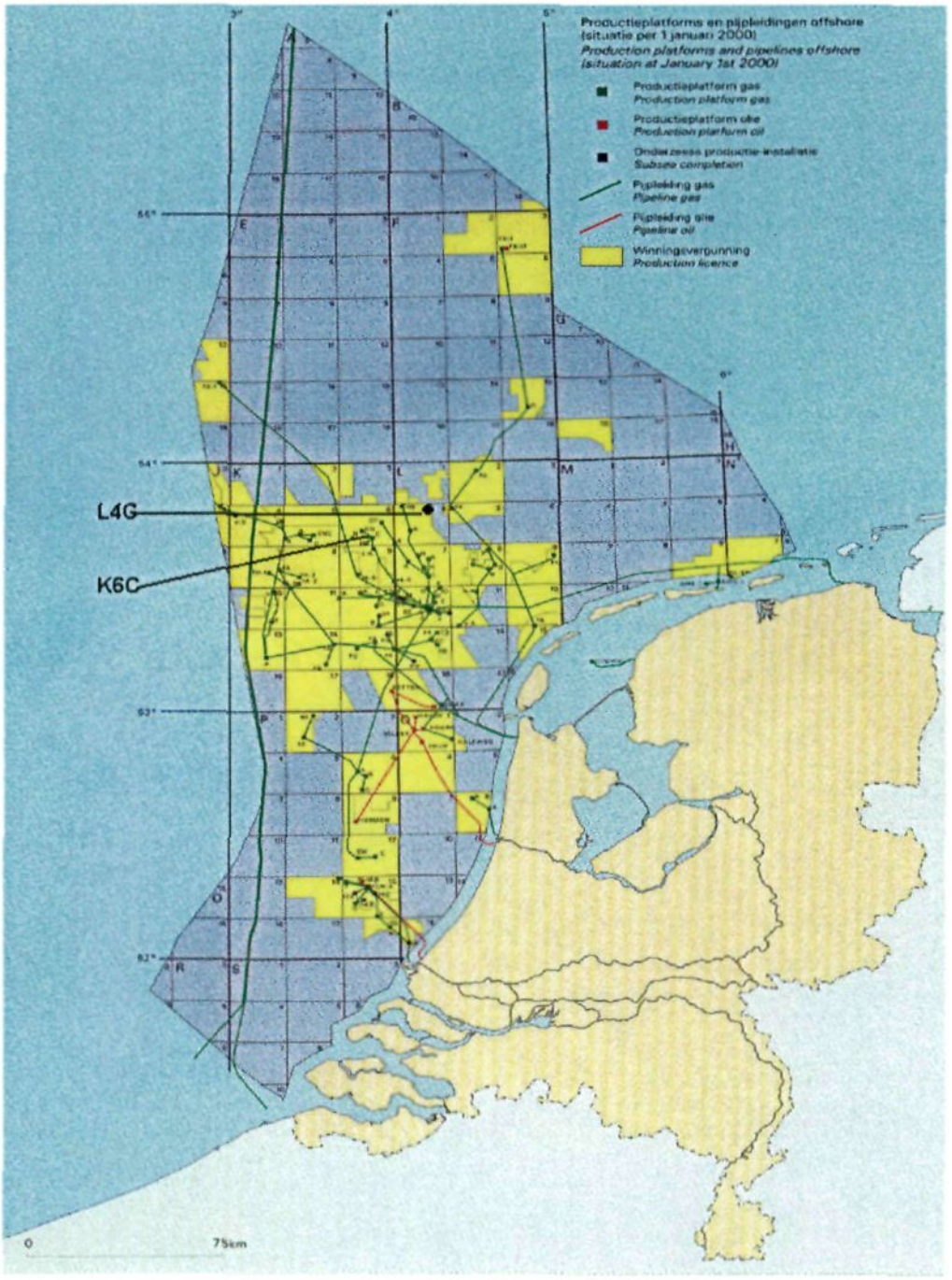
Geografisch	UTM5°:
04° 09' 33.865 " Oost	444 647.92 Oost (m)
53° 48' 39.003 " Noord	5 962 930.43 Noord (m)

Een onbemand satelliet productieplatform zal worden geï nstalleerd en verbonden met het reeds bestaande K6C platform als onderdeel van K6TC gas behandelingscentrum (bestaande uit de platformen K6C en K6P) dat beheerd wordt door TotalFinaElf E & P Nederland B.V.

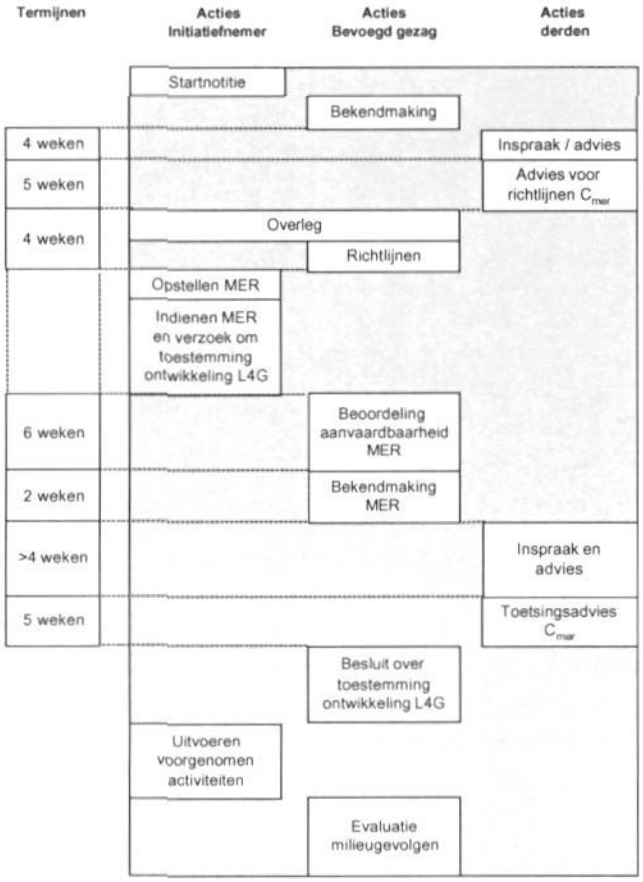
Het L4G veld bevindt zich binnen de L4a en L1f productievergunningsgebieden van TotalFinaElf E & P Nederland B.V. De productievergunning voor L4a is oorspronkelijk verleend aan Elf Petroland en Coparex Nederland B.V. in 1981 en is geldig tot 2021. De opsporingsvergunning van L1f is verleend in 2001. Een spontane productievergunning voor L1f wordt naar verwachting verleend in de tweede helft van 2002.

De Nederlandse wetgeving (Mijnreglement continentaal plat, Stb 1967, 158) vereist dat toestemming wordt verkregen van het Ministerie van Economische Zaken, alvorens kan worden overgegaan tot exploratie naar en/of productie van olie en gas op het NCP. Door de implementatie van Europese regelgeving (97/11/EG, 3 maart 1997) in de Nederlandse wetgeving, wordt sinds 14 maart 1999 de vergunningverlening voor het plaatsen van een platform mede gebaseerd op een milieueffectrapport (MER). Dit MER moet volgens de Nederlandse milieueffectrapportage (m.e.r.) procedures worden opgesteld.

Centrale doelstelling van de m.e.r.-procedure is het milieubelang een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming over activiteiten die mogelijk belangrijke nadelige gevolgen hebben voor het milieu. Daarnaast kent de m.e.r.-procedure twee nevendoelstellingen, te weten: het stroomlijnen van de besluitvorming en het verbeteren van de milieuattitude. De milieueffectrapportage stroomlijnt de verschillende procedures die van overheidswege nodig zijn voor het al dan niet toestaan van een activiteit en doordat het MER de gevolgen voor het milieu systematisch in kaart brengt is de houding van betrokkenen ten opzichte van milieubelangen in positieve zin te beï nvloeden. De m.e.r.-procedure is in Figuur 2 schematisch weergegeven.



Figuur 1 **Kaart van de voorgenomen locatie van het L4G platform (bron: Ministerie van Economische Zaken, 2000).**



Figuur 2 Schema van de procedure voor milieueffectrapportage. C_{mer} = Commissie voor de milieueffectrapportage.

Op 15 mei 2002 is met een kennisgeving in Staatscourant nr. 90 de m.e.r.-procedure voor het L4G project gestart. Gedurende de periode van 16 mei tot 13 juni 2002 heeft een 'Startnotitie' ter inzage gelegen. Tijdens de inspraakperiode zijn 2 inspraakreacties ontvangen. Deze reacties zijn door de Commissie voor de milieueffectrapportage (Cmer) betrokken in haar advies voor de richtlijnen voor het milieueffectrapport. Vervolgens zijn deze adviesrichtlijnen door het bevoegd gezag, in dit geval het Ministerie van Economische Zaken, vertaald in definitieve richtlijnen die op 10 juli 2002 door TotalFinaElf E & P Nederland B.V. zijn ontvangen.

Het MER is onderdeel van de m.e.r.-procedure en verschaft informatie over de potentiële milieueffecten van de door TotalFinaElf E & P Nederland B.V. voorgenomen activiteiten. Het MER wordt gebruikt om het Ministerie van Economische Zaken en overige betrokken partijen te informeren over de voorgenomen activiteiten en mogelijke alternatieven en geeft de potentiële gevolgen voor het milieu aan.

Dit document biedt ondersteuning bij de aanvraag van een locatievergunning voor de ontwikkeling van het L4G veld. De aanvraag en het MER worden ingediend bij het bevoegd gezag (Ministerie van Economische Zaken).

In het MER wordt ingegaan op het technische ontwerp van het platform en de platformfaciliteiten, worden de installatie, de boor-, productie- en transportactiviteiten (voor producten, personeel en materiaal) behandeld en komt de verwijdering van de installatie na productieperiode aan de orde.

Opgesteld door : TotalFinaElf E & P Nederland B.V. en TNO-MEP (september 2002)

1.1 Leeswijzer

Het MER is als volgt opgebouwd.

Hoofdstuk 1: Inleiding
In de inleiding wordt het doel van dit rapport beschreven en een overzicht gegeven van de informatie die in dit rapport wordt gepresenteerd.

Hoofdstuk 2: Motivatie, doel en beleidskader
In dit hoofdstuk wordt het doel van de voorgenomen activiteit beschreven in relatie tot de wettelijke kaders en vastgelegde (milieu)doelstellingen.

Hoofdstuk 3: Voorgenomen activiteiten en alternatieven
In dit hoofdstuk wordt een gedetailleerde beschrijving van de voorgenomen activiteit en de mogelijke alternatieven gepresenteerd.

Hoofdstuk 4: Emissies door activiteiten
De emissies door de voorgenomen activiteit en relevante alternatieven worden beschreven en, waar mogelijk, gekwantificeerd.

Hoofdstuk 5: Ecosysteem profiel, autonome ontwikkeling en gebruiksfuncties
Dit hoofdstuk geeft een gedetailleerde beschrijving van het studiegebied. Hierbij wordt ingegaan op de specifieke kenmerken en autonome ontwikkeling van het L4G gebied. Het hoofdstuk geeft daarnaast een overzicht en beschrijving van de gebruiksfuncties die relevant zijn voor het studiegebied.

Hoofdstuk 6: Definitie van doelvariabelen
Om de voorgenomen en alternatieve activiteiten onderling te kunnen vergelijken en voor het opstellen van het meest milieuvriendelijk alternatief (MMA), zijn in dit hoofdstuk de relevante doelvariabelen gedefinieerd.

Hoofdstuk 7: Beschrijving van de milieueffecten door de voorgenomen activiteit en alternatieve activiteiten
In dit hoofdstuk worden de milieugevolgen van de voorgenomen activiteit en de alternatieven voor de verschillende milieucompartimenten (lucht, water, bodem) geëvalueerd.

Hoofdstuk 8: Beschrijving van mogelijke incidenten en de daaraan gerelateerde milieugevolgen
In dit hoofdstuk worden de potentiële proces storingen en incidenten beschreven en de gevolgen die deze kunnen hebben voor het milieu.

Hoofdstuk 9: Vergelijking van alternatieven en ontwikkeling van het MMA
De voorgenomen activiteiten worden vergeleken met de alternatieven. Op basis van de doelvariabelen (zie Hoofdstuk 6) wordt het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA) gedefinieerd.

Hoofdstuk 10: Ontbrekende informatie
Alhoewel er tijdens het opstellen van dit MER geen informatie ontbrak die als 'leemte in kennis' kan worden aangemerkt, bleek het toch noodzakelijk een aantal aannames te doen. In dit hoofdstuk worden deze aannames beschreven.

Hoofdstuk 11: Evaluatie programma
Hoofdstuk 11 beschrijft een voorstel voor een evaluatieprogramma om de aannames en de belangrijkste onzekerheden te valideren.

Hoofdstuk 12: Referenties
Het rapport wordt beëindigd met een lijst van alle literatuur waarnaar wordt verwezen.

Hoofdstuk 13: Bijlagen
Aanvullende informatie is opgenomen in de bijlagen. Hierin wordt een verwijzing naar de richtlijnen gemaakt en is een overzicht van gebruikte afkortingen opgenomen.

2. Motivering, doel en beleidskader

2.1 Motivering

In de huidige geïndustrialiseerde economie is aardgas een belangrijke grondstof geworden. Het is de voornaamste energiebron in Nederland en een belangrijk exportproduct. Volgens internationale overeenkomsten, welke overeenkomen met de doelstellingen van het International Energy Agency, is Nederland verplicht een strategische energievoorziening te onderhouden, om een stabiele economie te garanderen. Een doel van het Nederlandse energiebeleid is om het behoud van gasproductie te garanderen (ongeveer 80 miljard Nm^3/jaar) met het opbouwen van reserves (ongeveer 2000 miljard Nm^3) over een periode van 25 jaar en door de export van aardgas mogelijk te maken. Het is bovendien een doelstelling van het Nederlandse energiebeleid het ontwikkelen van kleine velden; het zogenoemde 'marginale velden beleid' (Derde Energienota, Ministerie van Economische Zaken, 1995) om versnelde uitputting van het Groningen gasveld te voorkomen.

De aardgasproductie in 2001 bedroeg in totaal 72,9 miljard Nm^3. Dat is 5,1 miljard kubieke meter meer dan in 2000. In hetzelfde jaar werd 1,6 miljoen m^3 olie gewonnen; ongeveer 4,7% minder dan in het vorige jaar (een afname van de onshore en een toename van de offshore olieproductie) (Ministerie van Economische Zaken, 2002).

De maximale gasproductiecapaciteit van het L4G veld is geschat op 1,8 miljoen Nm^3 per dag. De daaraan gekoppelde hoeveelheid putbenzine wordt verwacht nihil te zijn. De ontwikkeling van het L4G veld zal de gasreserves van TotalFinaElf E & P Nederland B.V. aanzienlijk vergroten en zal daardoor de productievermindering uitstellen. Hoewel het productievolume relatief klein is (de geschatte voorraad gas is 2, 8 miljard Nm^3) in vergelijking tot de nationale gasproductie, komt deze ontwikkeling overeen met het beleid om kleine velden te ontwikkelen. Verwacht wordt dat de productieve levensduur van het L4G platform 25 jaar zal zijn.

2.2 Doel

Het doel van de voorgenomen activiteit is de productie van gas voor economische doeleinden. Zoals reeds genoemd in paragraaf 2.1, is de voorgenomen ontwikkeling in overeenstemming met de doelstelling om de afhankelijkheid van internationale energievoorzieningen te minimaliseren door in Nederland zelf gas te produceren. De ontwikkeling van het L4G veld wordt als een marginale ontwikkeling gezien, waarbij economische aspecten een belangrijke rol spelen in de besluitvorming. Het uiteindelijke ontwerp moet daarom geselecteerd worden op basis van zowel veiligheids-, gezondheids- en milieuaspecten, als ook op basis van de economische aspecten van de ontwikkeling.

TotalFinaElf E & P Nederland B.V. streeft er naar de gevolgen voor het milieu te minimaliseren door het implementeren van de Best Beschikbare Technologie (BBT). Het ontwerp zal daarom gericht zijn op het minimaliseren van emissies en milieugevolgen. De uiteindelijke keuze voor het ontwerp van het platform en de apparatuur die wordt geïnstalleerd wordt echter bepaald door een aantal relevante randvoorwaarden. Elke randvoorwaarde stelt een aantal specifieke eisen aan het ontwerp van de installatie. Het gaat daarbij met name om de volgende randvoorwaarden:

Veiligheid en Gezondheid: Alle apparatuur op de installatie moet van zodanige kwaliteit zijn, dat optimale veiligheid is gegarandeerd voor al het personeel werkzaam op het platform. Dit is een belangrijke doelstelling in de ontwikkeling van het ontwerp.

Economische haalbaarheid en kosteneffectiviteit: Door het marginale concept is de economische druk op het L4G project groot. Daardoor zijn economische aspecten relevant bij de evaluatie van geschikte alternatieven.

Ruimtebeslag: Een belangrijke beperking bij het ontwerpen van offshore installaties is de beperkt beschikbare ruimte om apparatuur te installeren.

Technisch: De omstandigheden voor offshore productie zijn veel extremer dan op het land en veroorzaken meer beperkingen. Technische randvoorwaarden worden dan ook gesteld door o.a. waterdiepte en specifieke weersomstandigheden.

2.3 Beleidskader

2.3.1 Internationaal beleid

Het internationaal beleid wordt gebruikt als kader bij internationale discussies en is alleen van toepassing indien de betreffende individuele reglementen door de betrokken partijen zijn geaccepteerd. Relevante beleidsstukken voor offshore winning van olie en gas worden in deze paragraaf omschreven.

Het verdrag van de Verenigde Naties inzake het Recht van de Zee (UNCLOS, 1982) bevat het juridisch kader voor het gebruik van zee en oceaan op een mondiaal niveau. Hierin wordt bepaald dat iedere kuststaat de exclusieve rechtsbevoegdheid heeft over het winnen van bodemschatten, zowel binnen als buiten de territoriale grenzen (12 mijlszone). De staat heeft recht tot exploratie en exploitatie van bodemschatten en heeft het recht om de ontwikkeling en gebruik van de benodigde faciliteiten te reguleren.

Het dumpingverdrag van London (London Dumping Convention, 1972) is tot stand gekomen om vervuiling van de zee door het offshore dumpen en lozen van chemicaliën te voorkomen, met regulatie (en verbod) op het lozen van chemicaliën in zee.

Zowel het verdrag van Oslo (Oslo Conventie, 1972) als het verdrag van Parijs (Parijs Conventie, 1974) zijn tot stand gekomen om vervuiling van de zee te voorkomen. Deze conventies zijn ondertekend door de meeste West-Europese landen. In 1992 zijn de commissies van beide conventies samengevoegd tot de OSPAR Commissie. OSPAR introduceert een nieuw element: de bescherming van het ecosysteem. Ook het principe en de aanpak van de voorzorgsmaatregel 'de vervuiler betaalt' is in deze conventie vastgelegd. In Nederland zijn de aanbevelingen van OSPAR ondergebracht in de CIW/CUWVO-aanbevelingen (Commissie Integraal Waterbeheer / Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewater).

Het Verdrag van Bonn (Bonn Agreement, 1969) reguleert de samenwerking tussen de Noordzeekust landen voor opsporing, berichtgeving en bestrijding van olievlekken en andere schadelijke stoffen in de Noordzee wanneer deze een bedreiging kunnen vormen wat betreft vervuiling van de kust of gerelateerde (economische) zaken.

Buiten deze conventies om worden er regelmatig conferenties op ministerieel niveau georganiseerd (Internationale Conferentie voor de Bescherming van de Noordzee) om met samengevoegde maatregelen de bescherming van de Noordzee te verbeteren. De deelnemende partijen van deze conferenties zijn alle Noordzeelanden en de Europese Unie. Het belangrijkste doel in de bescherming van de Noordzee is vastgelegd tijdens de vierde Noordzee Ministers Conferentie (in Esbjerg), te weten: 'het streven om alle lozingen van schadelijke substanties binnen een periode van 25 jaar te elimineren'. Om dit doel te ondersteunen zijn afspraken gemaakt, waaronder ook afspraken met betrekking tot offshore olie- en gasproductie. De belangrijkste hiervan is dat offshore installaties die niet langer in gebruik zijn niet gedumpt mogen worden. Deze dienen te worden hergebruikt of gerecycled aan land.

De MARPOL (Marine Pollution) conventie (Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973/78) en de SOLAS conventie (International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974) reguleren het vervoer van gevaarlijke stoffen. Er zijn speciale eisen opgesteld aan het ontwerp en procedures aan boord.

2.3.2 Nationaal beleid

2.3.2.1 Mijnwetgeving

De productie van olie en gas in het Nederlandse deel van het continentaal plat van de Noordzee valt onder de regelingen van de Mijnwet continentaal plat (Mcp; Stb 1965, 428) en het Mijnreglement continentaal plat (MRcp; Stb 1968, 158). Artikel 26 van de Mcp stelt dat specifieke voorschriften verlangd kunnen worden ter bescherming van het mariene milieu en natuurlijke rijkdommen van de zee. Dit is geëffectueerd in het MRcp. Artikel 49 van het MRcp bepaald de criteria en voorschriften ter voorkoming van verontreiniging van de zee vanaf mijnbouwinstallaties.

De lozing van oliehoudende mengsels is gereguleerd in de ROM ('Regeling lozing van oliehoudende mengsels'), waarin staat dat offshore waterlozingen maximaal 40 mg alifatische koolwaterstoffen per liter mag bevatten (maandelijks gemiddelde). Het is voorgesteld om de norm in 2007 tot 30 mg/l te verlagen. Op nationaal niveau wordt een totale reductie van de lozing van oliehoudend productiewater met 15% in 2007 nagestreefd (OSPAR Recommendation 2001/1).

In de ROM zijn voorschriften vastgelegd voor de bemonsterfrequentie, bemonstertechniek en de analytische methoden gebruikt voor de determinatie van de hoeveelheid olie in productie-, regen-, spoel- en schrobwater.

Het MRcp (Stb 1996, 199) is in 1999 herzien, om wettelijk kader te bieden voor de implementatie van EU richtlijn 97/11 aangaande de Milieu Effect Rapportage voor voorgestelde projecten. Onder de herziene MRcp is een vergunning nodig voor het plaatsen van een productieplatform met een dagelijkse productie groter dan $0,5 \times 10^6$ Nm^3 gas of 500 ton olie (MRcp, art. 30a). Een aanvraag voor een dergelijke vergunning moet ondersteund worden door een gedegen evaluatie van de potentiële milieugevolgen, om zo schade aan het milieu te minimaliseren.

2.3.2.2 Milieubeleid

Het Ministerie van Economische Zaken heeft de ministeriële verantwoordelijkheid voor alle mijnbouwactiviteiten in Nederland, inclusief de olie en gas productie op de Noordzee. Op het gebied van milieubeleid wordt het ministerie geadviseerd door drie andere ministeries:

Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, verantwoordelijk voor de kwaliteit van watersystemen, heeft haar doelen van het milieubeleid vastgelegd in het Watersysteemplan Noordzee 1991-1995. Het plan beoogt 'de ontwikkeling van een zodanige kwaliteit van het watersysteem Noordzee, dat een duurzaam behoud en ontplooiing van de ecologische waarden van de Noordzee wordt bevorderd, rekening houdend met de maatschappelijk gewenste gebruiksfuncties van de Noordzee'. Het huidige Watersysteemplan Noordzee is echter herzien ('Beheersvisie Noordzee 2010', zie hieronder). Alhoewel beide documenten een duidelijk overzicht geven van de doelstellingen van het ecologisch beleid, zijn het geen van beide formele beleidsdocumenten.
Het regeringsvoornemen voor het nationale integrale waterbeheer, de Vierde Nota Waterhuishouding (1997), stelt ten aanzien van de offshore industrie: 'In het kader van het milieuconvenant met de offshore industrie wordt gestreefd naar vermindering van emissies door toepassing van nieuwe technieken. Tijdens de vierde Noordzee ministersconferentie (Esbjerg, 1995) is overeengekomen dat buiten werking gestelde offshore-platformen zullen worden hergebruikt of aan land worden ontmanteld. Tegen de achtergrond van de

teruglopende olie- en gasproductie op de Noordzee zal het Rijk een visie ontwikkelen omtrent de milieuvoorwaarden waaraan de olie- en gasindustrie in de toekomst zal moeten voldoen.

Het Ministerie van Landbouw, Natuurontwikkeling en Visserij, onder meer verantwoordelijk voor het behoud en de ontwikkeling van natuur, heeft in 1990 het Natuurbeleidsplan gepubliceerd. Een belangrijk element is de ontwikkeling van een nationale Ecologische Hoofdstructuur (EHS), bestaande uit een netwerk van kerngebieden (Bestaande natuurwaarden), natuurontwikkelingsgebieden en ecologische verbindingszones. Voor de concretisering van het beleid zijn natuurdoelstellingen geformuleerd aan de hand van 'natuurdoeltypen'. De Noordzee (natuurdoeltype 'zee') is in de PKB 'Structuurschema Groen Ruimte' (1996) in zijn geheel aangewezen als een kerngebied, met als beleidsdoelen het behoud en de ontwikkeling van het ecosysteem. Dit besluit is echter niet van toepassing buiten de 12 mijlszone.

Het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu is verantwoordelijk voor het behoud van de kwaliteit van het milieu en heeft het Nationaal Milieubeleidsplan 4 (NMP-4) geï ntroduceerd.

'Beheersvisie 2010'
In 1999 presenteerde het Ministerie Verkeer en Waterstaat de 'Beheersvisie Noordzee 2010'. In dit document wordt het Nederlands beleid betreffende twee gedefinieerde functies van de Noordzee beschreven: *Bron van leven, rust en ruimte* en *Motor van economische activiteiten*. Het streven van het Nederlands beleid is het behouden van de balans tussen deze twee factoren.

Bron : Emissies door olie - en gasexploitatie naar het ecosysteem minimaliseren en de effecten op andere gebruikers van de Noordzee minimaliseren.

Motor : Het beleid van de overheid is gericht op het optimaal benutten van Nederlandse bodemschatten met een minimale belasting voor het milieu. Het voornaamste doel is het behoud van aardgasvoorziening met zo min mogelijk *kosten*.

Om invulling te geven aan deze beheersvisie wordt door de Nederlandse offshore beheerders het volgende in acht genomen:

- Via een aantal fiscale en economische maatregelen wordt de exploratie en productie van kleinere velden gestimuleerd,
- Sinds maart 1999 wordt voor de installatie van productieplatformen een m.e.r.-studie uitgevoerd.
- Alle operators zijn partners in het Milieuverdrag tussen de olie - en gasindustrie en de Nederlandse autoriteiten,
- Ieder winningsbedrijf heeft een milieuzorgsysteem, wat onder andere inhoudt dat emissies worden gemeten en geregistreerd,
- In samenwerking met de olie- en gassector wordt de Best Beschikbare Techniek (stand der techniek) voor het lozen van productiewater bepaald,
- Winningsbedrijven kunnen milieuvriendelijke chemicaliën selecteren door gebruik van het CHARM-model (Chemical Hazard Assessment and Risk Management),
- Sinds 1993 is het lozen van oliehoudend boorgruis (Oil Based Cuttings;OBC) en boorspoelingen (Oil Based Muds; OBM) niet meer toegestaan,
- Herinjectie van productiewater wordt overwogen,
- Wanneer de productie wordt stopgezet dient de winninginstallatie binnen 2 jaar te worden verwijderd,
- Platformen die binnen de 'Milieuzone' zijn gelokaliseerd krijgen extra aandacht voor wat betreft milieu maatregelen,

- De Nederlandse overheid en de Olie en de Gas Exploratie en Productie Industrie zijn de doelen voor de reductie van emissies overeengekomen in het Milieuconvenant, dit in het kader van het milieubeleidsplan 2003-2006.

2.3.2.3 Convenant

Eén van de methoden die de Nederlandse overheid toepast om de doelen van het milieubeleid te realiseren, is het sluiten van overeenkomsten (convenanten) met afzonderlijke industriële doelgroepen. De Nederlandse olie en gas producenten verenigd in de NOGEPA (de Nederlandse Olie en Gas Exploratie en Productie Associatie), hebben in 1995 een dergelijk convenant ondertekend: de 'Intentieverklaring uitvoering milieubeleid olie- en gaswinningsindustrie'.

Dit convenant, dat een looptijd heeft van 1995 tot 2010, voorziet in een kader voor de implementatie van doelstellingen van het Nederlandse milieubeleid, voor zover dit relevant is voor de olie- en gasindustrie. De afgesproken milieudoelstellingen voor de olie- en gaswinningsindustrie zijn vastgelegd in een bij het convenant horende 'Integrale Milieutaakstelling voor de olie- en gaswinningsindustrie.'

Het convenant geeft de mogelijkheid aan de industrie om overheidsbeleid, dat nog niet bij wet is vastgelegd, reeds te implementeren. De intentieverklaring benoemt de beoogde bijdrage van de olie- en gasindustrie aan het reduceren van de door haar veroorzaakte milieubelasting. De taakstelling, samenhangend met de intentieverklaring, omvat:

- Een inspanningsverplichting ten aanzien van het reduceren van de milieubelasting voor de branche 'olie- en gaswinningsindustrie' als geheel,
- Een resultaatverplichting voor de deelnemende bedrijven om eens per vier jaar een bedrijfsmilieuplan (BMP) op te stellen,
- Een resultaatverplichting voor de bedrijven die niet vergunningplichtig zijn op grond van de Wet milieubeheer (offshore) om de voorgestelde reductiemaatregelen uit het BMP uit te voeren.

In het kader van het energiebeleid is TotalFinaElf E & P Nederland B.V. toegetreden tot de Meerjarenafspraak II voor 2001-2012.

In april 1999 heeft TotalFinaElf E & P Nederland B.V. haar BMP voor de periode 1999-2002 uitgegeven. Dit document beschrijft welke activiteiten TotalFinaElf E & P Nederland B.V. gepland heeft, welke emissies dit tot gevolg zou kunnen hebben, potentiële emissiereductie maatregelen en een overzicht van maatregelen die zijn geselecteerd om emissies te voorkomen en/of te reduceren. Het BMP is opgesteld in nauw overleg met het Ministerie van Economische Zaken, het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, en het Staatstoezicht op de Mijnen. Jaarlijks zal in een 'BMP-voortgangsrapportage' een gedetailleerd verslag gedaan worden over de implementatie van de maatregelen uit het BMP. De milieudoelstellingen die zijn overeengekomen met de Nederlandse autoriteiten worden beschreven in het BMP 2003-2006.

2.3.3 Overige regelgeving

Lozingen op zee vallen onder de Wet Verontreiniging Zeewater (Wvz; Stb 1975, 352). Als uitwerking van het convenant is voor offshore gas activiteiten een speciale richtlijn van toepassing (Richtlijn Beperking Zeewater Verontreiniging continentaal plat, SodM, SV-9, december 1975). Zoals al eerder is vermeld wordt het lozen van oliehoudende mengsels gereguleerd door ROM (Regeling lozing van Oliehoudende Mengsels). Hierin is een maximale gemiddelde maandelijkse lozingsconcentratie van alifaten vastgelegd van 40 mg/l en is het lozen van verdringingswater (displacement water) niet toegestaan.

Voorgesteld wordt om deze norm in 2007 aan te scherpen tot 30 mg/l (OSPAR Recommendation 2001/1).

Emissies naar lucht vallen onder de richtlijnen gesteld in de Nederlandse Emissie Richtlijn (NeR). Als uitwerking van het convenant is voor installaties op offshore gas productie platformen een speciale richtlijn van toepassing (art. 3.5/28.3: Bijzondere Regeling installaties ten behoeve van aardgas- en aardoliewinning). Deze regeling refereert aan het Besluit emissie-eisen stookinstallaties (BEES), waarin onder andere NO_x emissie-eisen voor gasturbines en gasmotoren worden gegeven.

De Wet milieugevaarlijke stoffen (Wms) reguleert de beschikbaarheid van informatie over substanties met een veiligheidsblad (Material Safety Data Sheet, MSDS) en het Lekdichtheidsbesluit. Het CFK Actieprogramma levert technische maatregelen en protocollen om emissies van (H)CFK's te voorkomen.

De Planologische Kern Beslissing 'Structuurschema Groene Ruimte', de Wet milieubeheer (Wm; Stb. 1992, 414) en de Natuurbeschermingswet (Nbw; Stb 1967,572) zijn momenteel (nog) niet rechtsgeldig buiten de 3 mijls(bestuurs)zone of de territoriale 12 mijls zone (Stb 1983, 165).

De regelgeving met betrekking tot het opstellen van een Milieu Effect Rapportage (MER) is in mei 1999 veranderd door implementatie van EU Richtlijn 97/11/EG, betreffende milieu effect rapportages voor offshore winning van olie en gas. Hierdoor is ook de internationale conventie van milieubeheer (Espoo, 25 februari 1991) in de Nederlandse wetgeving opgenomen.

2.4 Besluitvorming

Een aantal regulerende besluiten is noodzakelijk, alvorens de L4G gasproductie werkelijk van start kan gaan. Deze paragraaf geeft een korte omschrijving van de te nemen besluiten, in chronologische volgorde.

Milieueffectrapportage (m.e.r.-procedure)
In overeenstemming met de Europese richtlijnen (EC/97/11) dient een Milieu Effect Rapportage uitgevoerd te worden, volgens de formele Nederlandse m.e.r.-procedure. Bij acceptatie van deze MER door het Ministerie van Economische Zaken (na een publieke inspraak periode) zal de aanvraag van de oprichtingsvergunning worden overwogen.

Locatiebesluit
De oprichtingsvergunning aanvraag (overeenkomstig Mijnreglement continentaal plat: MRcp, art. 30a) is vereist, alvorens te starten met de voorgenomen activiteiten. Na een publieke inspraak periode neemt het Ministerie van Economische Zaken een besluit op het verlenen van de vergunning.

Safety and Health document
Voor aanvang van de werkzaamheden wordt een 'Veiligheids - en Gezondsheiddocument' bestaande uit het 'voorontwerprapport' en het 'gedetailleerd ontwerp, opstarten en gebruik' rapport ingediend bij het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) volgens de Nadere Regelen Mijnreglement continentaal plat, Stb 434, MRcp 102.

Certificatie
Goedkeuring van certificerende instanties (zoals Stoomwezen voor pijpleidingen en vaten onder druk en Bureau Veritas voor de constructie) is vereist.

Veiligheidszone
De aanvraag voor het vastleggen van een veiligheidszone met een straal van 500 meter rond de voorgenomen locatie van het L4G platform, zal worden ingediend bij SodM.

Boorprogramma
Het boorprogramma dient te worden ingediend bij SodM, tezamen met de HOCNF formulieren (Harmonised Offshore Chemical Notification Format) van de te gebruiken chemicaliën voor de boorspoeling. De chemicaliën zullen geëvalueerd worden conform PARCOM richtlijn 96/3.

Productiechemicaliën
Vergelijkbaar met de chemicaliën die gebruikt worden bij het boren, wordt een lijst met productie chemicaliën, die mogelijk geloosd kunnen worden, met bijbehorende HOCNF formulieren ingediend bij SodM. De chemicaliën zullen geëvalueerd worden conform PARCOM richtlijn 96/3.

2.5 Milieucriteria

In het beleidskader, zoals beschreven in de voorgaande paragrafen, zijn verschillende criteria gedefinieerd voor de beoogde reductie van de milieubelasting door offshore olie- en gaswinning. Tabel 2 geeft een samenvattend overzicht van alle regelingen en afspraken betreffende emissies naar het water en naar de lucht.

Tabel 2 Overzicht van regelingen en afspraken betreffende milieucriteria voor de offshore olie- en gasproductie.

Emissies naar water		
• Productiewater & drainage water	ROM (MRcp), Convenant, OSPAR	BBT (Best Beschikbare Techniek) moet worden toegepast voor het verwijderen van koolwaterstoffen (NEN 6675mod.), benzeen, metalen. Maandelijks gemiddelde concentratie alifaten <40 mg/l (voorgestelde norm in 2007 < 30 mg/l); Maximum piekconcentratie <100 mg/l
• Sanitair afvoerwater	MRcp	Behandeling afhankelijk van de bezetting (bemanning) van het platform
• E&P chemicaliën	MRcp, Convenant	Selecteer minder gevaarlijke stoffen, m.b.v. CHARM, goedkeuring door SodM vereist
• Boorafval	ROM (MRcp), Convenant	Geen lozing van OBM en OBC, OBM en OBC worden op land teruggewonnen
• NORM	Besluit Stralingsbescherming (van maart 2002), Convenant	ALARA toepassen
• Overig afval	MRcp	Geen lozing
Emissies naar lucht		
• Verbranding, *ontluchting en 'flash* gases'	Meerjarenafspraak (MJA), BR-NeR, BEES, Convenant	Energie efficiëntie. Reductie van CO_2, SO_2, NO_x ,CH_4, *VOS en BTEX* emissies; Maximum NO_x emissies 65 g/GJ voor nieuwe gasturbines en 140 g/GJ voor nieuwe gasmotoren
• CFK	CFK-wet, Convenant	CFK (halon en freon) verboden (met uitzondering van olieanalyses)

3. Voorgenomen activiteiten en alternatieven

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de activiteiten die gepland zijn ten behoeve van de ontwikkeling van het L4G platform. Deze activiteiten zijn beschreven als 'Voorgenomen Activiteiten'. Echter, enkele van de voorgenomen activiteiten komen voort uit een evaluatie van alternatieven tijdens het ontwerp, om de gevolgen voor het milieu te reduceren. Deze alternatieven worden ook in dit hoofdstuk beschreven.

3.1 Voorgenomen activiteiten

De voorgenomen activiteiten met betrekking tot de ontwikkeling van het L4G platform zijn:

- Selectie van de meest optimale locatie (§ 3.1.3)
- Transport en installatie van het satelliet productieplatform en pijpleidingen (§ 3.1.4)
- Booractiviteiten (§ 3.1.5)
- Productieactiviteiten (§ 3.1.6)
- Onderhoudsactiviteiten (§ 3.1.7)
- Export van geproduceerd gas en putbenzine (§ 3.1.8)
- Transportactiviteiten (§ 3.1.9)
- Ontmantelingactiviteiten (§ 3.1.10)

3.1.1 Algemene beschrijving van de voorgenomen activiteiten

Op dit moment wordt verwacht dat de eerste activiteit op de L4G locatie de installatie van de onderbouw zal zijn, gevolgd door de installatie van het productiedek. Vervolgens zullen er, tussen de L4G en K6C platformen, twee pijpleidingen geï nstalleerd worden:

- Een 10 inch 'koolstofstaal' of roestvast stalen gas/putbenzine transport pijpleiding (transport naar K6C);
- Een 3 inch 'koolstofstaal' glycol pijpleiding (transport naar L4G).

Nadat het platform en de pijpleidingen geï nstalleerd zijn, zal een boorplatform naar de L4G locatie worden gesleept. Deze zal voor de duur van het boorproces bij het platform aanwezig zijn.

Naar verwachting zal, wanneer het platform is geï nstalleerd, de eerste put vanuit de bestaande exploratie put L4-9 worden geboord en gecompleteerd waarna het platform wordt aangesloten op K6TC. Vanuit deze eerste put zal de gasproductie dan worden opgestart, waarna de tweede put zal worden geboord. Het is echter mogelijk dat deze put zal worden geboord direct na het plaatsen van de onderbouw, de topsectie zal dan worden geï nstalleerd na voltooiing van deze boring. Dit is afhankelijk van de beschikbaarheid van het boorplatform. Aanvullende maatregelen om milieurisico's te voorkomen zijn daarbij niet nodig. De put zal worden opgestart nadat de topsectie is geï nstalleerd.

De onderhoudsactiviteiten zullen, voor zover mogelijk, uitgevoerd worden vanaf de L4G satelliet, zonder tussenkomst van een boorplatform.

Het voornaamste doel van het productieproces aan boord van het onbemande L4G satelliet productieplatform is het geproduceerde gas en putbenzine zoveel mogelijk van het geproduceerde water te scheiden. Het onbemande satelliet productieplatform wordt gecontroleerd en bediend vanuit de centrale controlekamer in Harlingen.

Het gescheiden water wordt door een behandelingsinstallatie geleid, om het gehalte aan koolwaterstoffen te reduceren. Daarna zal het geloosd worden (overeenkomstig de Regeling Oliehoudende Mengsels (ROM), welke een lozing van water toestaat met een maandelijks gemiddeld gehalte van maximaal 40 mg/l alifaten). Voorgesteld wordt om deze norm in 2007 aan te scherpen tot 30 mg/l (OSPAR Recommendation 2001/1). Het gas en de putbenzine

zullen worden geëxporteerd naar K6C door de 10 inch transport pijpleiding. De beschikbare gasbehandelingscapaciteit van het K6TC platform zal worden ingezet voor verdere scheiding en droging van het gas.

Het ontwerp is gebaseerd op een levensduur van het platform van 25 jaar. De locatie zal verlaten worden zodra het betreffende gasreservoir als uitgeput wordt beschouwd. De constructie (onderbouw en productiedek) zal verwijderd worden en naar land worden vervoerd voor hergebruik of recycling. Volgens de relevante wet- en regelgeving (Mijnreglement continentaal plat) zal een inspectie van de zeebodem plaatsvinden na verwijdering van de faciliteiten. Indien noodzakelijk zal de zeebodem vrijgemaakt worden om ervan verzekerd te zijn dat er geen obstakels achterblijven die een potentieel gevaar kunnen vormen voor de visserij.

Een indicatief tijdschema staat weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 Indicatief tijdschema van de voorgenomen activiteiten.

Activiteit	2004
Installatie pijpleidingen	april
Einde modificaties K6TC (behandelingscentrum)	april
Platform installatie	mei
Boorplatform ter plaatse	juni
Eerste gaswinning L4G	juli
Volledige gaspotentieel aanwezig (2^{e} put geboord)	november

3.1.2 Mogelijk toekomstige activiteiten

Hoewel verwacht wordt dat voor optimale ontwikkeling van het L4G gasreservoir 2 productieputten voldoende zijn, zouden na een aantal jaren, afhankelijk van het gedrag van het reservoir, aanvullende productieputten geboord kunnen worden. Omdat in dit stadium nog geen beslissingen genomen zijn omtrent eventuele aanvullende putten, zijn deze niet opgenomen in de voorgenomen activiteit.

3.1.3 Selectie van de meest optimale locatie

De selectie van de meest optimale locatie is uitgevoerd op basis van technische afwegingen, aangezien er voor het L4G gebied geen milieubezwaren zijn (gebaseerd op voorlopige resultaten uit de baseline survey voor L4G en voorgaande studies) die tot alternatieve locaties zou kunnen leiden. Daarnaast is op de voorgenomen locatie reeds een exploratieput aanwezig die voor productie kan worden aangewend. Hiermee kunnen de booractiviteiten en de daarmee samenhangende gevolgen voor het milieu, tot de helft worden gereduceerd. De voorgenomen locatie van het platform ligt in het midden van het L4G veld, zodat al het aanwezige gas door afbuigende putten vanuit een enkele locatie gewonnen kan worden. Mogelijk toekomstige activiteiten kunnen tevens vanuit deze locatie worden bereikt. Op de exacte positie van de faciliteit is de eerder genoemde exploratieput aanwezig, tie-back van deze bestaande put kan daarom worden uitgevoerd zonder extra pijpleidingen. De bouw van aanvullende faciliteiten (zoals een tweede satellietplatform of een 'subsea' installatie op de zeebodem) kan daardoor worden voorkomen. Naast het verhogen van de productie efficiëntie, worden veiligheidsrisico's en verstoringen van het milieu op deze manier gereduceerd.

3.1.4 Transport en installatie van het satelliet productieplatform en pijpleidingen

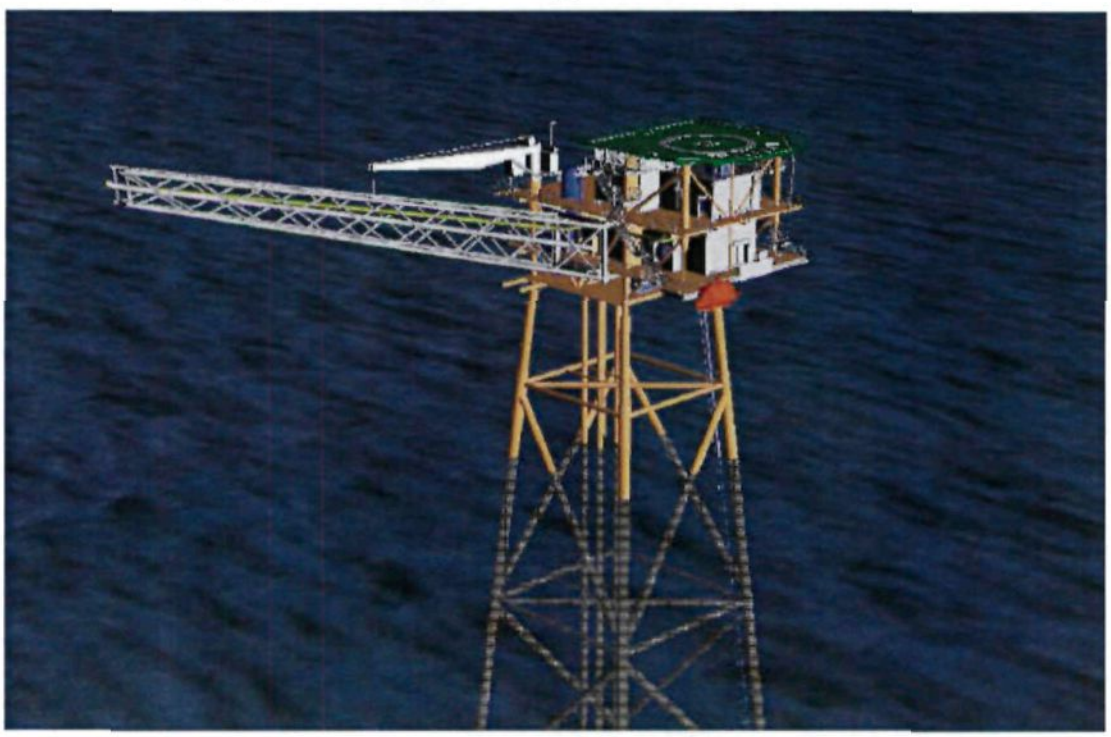
De eerste activiteit op het L4G veld is de installatie van de onderbouw, waarna het productiedek geï nstalleerd zal worden. Er zijn geen extra voorbereidingen nodig aan de zeebodem voorafgaand aan de installatie. De onderbouw en het productiedek zullen naar de

locatie verscheept worden op een, voor de Noordzee standaard, transportponton. Het *platform zal geï nstalleerd worden met behulp van een kraanschip. Figuur 3 geeft een* schematische weergave van een typisch satelliet productieplatform.

Om het transport van gas en putbenzine naar K6C te bewerkstelligen, zal L4G aan K6C gekoppeld worden via een nieuwe 10 inch transport pijpleiding met een lengte van ongeveer 23 km. De route van deze pijpleiding zal de kortste weg van L4G naar K6C zijn, aangezien er geen milieubezwaren zijn die een omleiding noodzakelijk maken.

Glycol (diethyleenglycol) zal via een 3 inch pijpleiding van K6C, welke tevens nieuw geï nstalleerd zal worden, naar L4G getransporteerd worden. Glycol is voorzien om continu in de 10 inch transport pijpleiding geï njecteerd te worden om hydraatvorming te voorkomen, glycol dient tevens als drager voor het corrosieremmende product.

De pijpleidingen zullen geï nstalleerd worden volgens de conventionele methode of de 'reeling' methode, beide met een daarvoor geschikt pijpleiding installatieschip. Ze zullen dieper dan 1 meter worden ingegraven, waardoor de leidingen worden beschermd en geï soleerd hetgeen bijdraagt aan een vermindering van het risico van hydraatvorming wat tevens wordt tegengegaan door de injectie van glycol.



Figuur 3 Impressie van een typisch satelliet productieplatform.

3.1.5 Booractiviteiten

3.1.5.1 Installatie van het boorplatform

De booractiviteiten bij de L4G locatie zullen worden uitgevoerd met behulp van een mobiel, zelfheffend boorplatform. Dit type boorplatform is speciaal ontworpen om met ingetrokken poten naar de boorlocatie gesleept te worden.

Eenmaal op locatie aangekomen worden de poten (waarschijnlijk drie poten) van het platform neergelaten tot de zeebodem. Om de boortoren en het boordek op voldoende hoogte te krijgen wordt de boortoren opgekrikt tot een hoogte boven de hoogste stormgolven (17,5 m). De poten van het platform zullen tot ongeveer 10-20 meter diepte de zeebodem binnendringen (afhankelijk van de stabiliteit van de zeebodem) en hebben elk een oppervlakte ('voetafdruk') van 30 m^2 (90 m^2 in totaal).

Naast de boortoren en het boordek is het boorplatform uitgerust met pompen en menginstallaties voor het laden, samenstellen en circuleren van de boorvloeistof, scheiders voor het hergebruik van de boorspoeling door het af te scheiden van het boorgruis, een installatie voor stroomvoorziening, een controlekamer, opslagruimten en accommodatie voor het personeel.

Offshore boorplatformen zijn 24 uur per dag operationeel en bieden plaats aan maximaal 70 man personeel. Voor het boren van de L4G putten zullen er gemiddeld zo'n 50 personen aan boord van het boorplatform zijn.

Figuur 4 Foto van een typisch Noordzee boorplatform in werking, in aanwezigheid van een bestaand (satelliet) platform.

3.1.5.2 Boortechniek

Alvorens de boorwerkzaamheden van start gaan, wordt een dikwandige metalen buis met een doorsnede van 30 inch (conductorpijp) in de zeebodem geheid tot een diepte van ongeveer 50 meter. Deze pijp dient om de stabiliteit van het oppervlakkige boorgat te behouden en tevens bescherming te bieden tegen eventuele verontreiniging van grond- en zeewater. Het eigenlijke boren zal binnen de conductorpijp worden uitgevoerd.

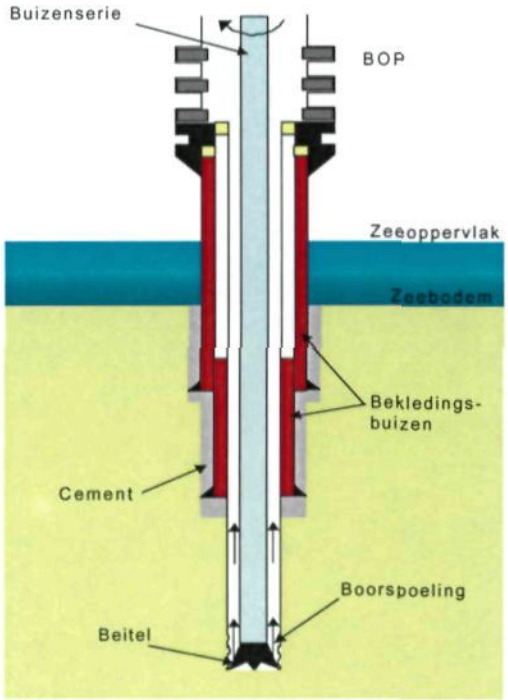
Vervolgens zal de eerste 'well influx protecting system' geï nstalleerd worden. Dit systeem bestaat uit een gasafleider welke het gas dat naar binnen komt tijdens het boren van de ondiepe putdelen af zal voeren. Voor de diepere secties zal een hoge druk Blow Out Preventor (BOP) geï nstalleerd worden ter voorkoming van ongecontroleerde uitstroom van koolwaterstoffen. De BOP is ontworpen om een put volledig af te kunnen sluiten in geval van een instabiele situatie (zie ook Hoofdstuk 8).

Normale boorwerkzaamheden bestaan uit:

- Het zo efficiënt mogelijk uitboren van het gat waarbij, naarmate het gat dieper wordt, additionele boorpijpen worden toegevoegd.
- Het respectievelijk omhoog halen en weer terugvoeren van de serie boorpijpen om een nieuwe boorkop te installeren en het weer inbrengen van de serie in het boorgat (trippen).
- Het aanbrengen en met cement vastzetten van secties bekledingsbuizen.
- Het evalueren van de formatiecondities met uitgeboorde monsters en geregistreerde computerinformatie.
- Het afwerken van de put zodat productie kan plaatsvinden.

Het boren vindt plaats met een boorbeitel die aan de onderkant van de buizenserie is bevestigd. De buizenserie bestaat uit, naargelang de diepte, een aantal boorpijpen. De buizenserie draait rond en de beitel vermaalt het gesteente tot gruis. Een aandrijfmechanisme dat onder het takelblok hangt (topdrive) zorgt voor de draaiende beweging van de buizenserie. Na iedere 30 meter die geboord is, wordt een nieuwe boorpijp aan de buizenserie verbonden. Met de diepte van het gat neemt de lengte van de buizenserie toe en neemt de diameter van het gat af.

De buizenserie wordt alleen uit het gat gehaald om de beitel te vervangen, om gesteente monsters te nemen of om stalen bekledingsbuizen (casing) met cement aan de boorgatwand vast te zetten. Deze bekledingsbuizen worden aan het einde van iedere geboorde sectie geï nstalleerd om te voorkomen dat het geboorde gat instort. Nadat de laatste verbuizing is gecementeerd, wordt de put gereed gemaakt voor productie. Productieverbuizing wordt binnen de bekledingsbuizen geï nstalleerd en boven in het boorgat worden veiligheidsafsluiters aangebracht. Om te voorkomen dat geproduceerde vloeistoffen in de ruimte tussen de bekledingsbuizen en de productieverbuizing stromen, wordt deze ruimte afgesloten met een afdichting. In Figuur 5 is een doorsnede van een typische put weergegeven.



Figuur 5 Doorsnede van een typische put.

3.1.5.3 Put reiniging en productietesten

Na voltooiing van de boorwerkzaamheden wordt een put vrij gemaakt van resterende vloeistoffen en gruis en vervolgens getest. Tijdens het testen wordt belangrijke informatie verzameld met betrekking tot de reservoir eigenschappen en de beschikbare en winbare koolwaterstoffen. Het reinigen en testen van de putten wordt uitgevoerd met een testfaciliteit die op het boorplatform aanwezig is. Daarbij wordt het geproduceerde gas van de vloeistoffen gescheiden. Het geproduceerde gas en de putbenzine wordt afgefakkeld (gedurende ongeveer 15 uur per put) en de overgebleven vloeistoffen worden opgevangen, geanalyseerd en geloosd naar zee of naar land gebracht, afhankelijk van de kwaliteit. Het reinigen en testen duurt ongeveer 2 tot 3 dagen per put. Daarna is de put gereed voor productie.

Bij het gereed maken van de put voor productie, zal gebruik gemaakt worden van 'acid washing'. Dit is een standaard procedure voor elke put. Het zuur schoont de putperforaties alsmede de reservoirformatie in de directe nabijheid van de perforaties en optimaliseert daarmee de gasproductie. Het zuur wordt in de put gepompt door een tijdelijk in de put ingebrachte buis en zo in de perforaties geperst. Daarna wordt, om de zuurspoeling te stimuleren, de put gespoeld met water. Als de put gereinigd is, wordt al het water opgevangen in een tank en wordt de pH en het koolwaterstofgehalte gecontroleerd. Indien het water pH neutraal is en het koolwaterstofgehalte lager is dan 40 mg/l, zal het water geloosd worden. Als dit niet het geval is, zal het water worden afgevoerd naar land waar het door een bevoegd bedrijf zal worden verwerkt. Indien zuur omhoog komt tijdens de spoeling zal natronloog gebruikt worden om het zuur te neutraliseren.

3.1.5.4 Boorprogramma

De booractiviteiten zullen uitgevoerd worden in ongeveer 4 maanden tijd, waarschijnlijk in de periode van juli 2004 tot november 2004 (voor putten L4G1 en L4G2).

De productieput L4G2 zal horizontaal geboord worden. Bij deze boortechniek wordt met een verticaal boorgat begonnen, waarna in horizontale richting wordt afgebogen. Dit heeft het voordeel dat er meerdere putten vanaf dezelfde locatie geboord kunnen worden. Daarnaast kan het contactoppervlak van de put met het reservoir vergroot worden met een horizontale productiezone. De verticale diepte van de putten L4G1 en L4G2 zullen respectievelijk 4230 en 4140 meter zijn en de totale lengte van de put (d.w.z. het aantal geboorde meters) zal ongeveer 5400 meter zijn.

Het boorprogramma, inclusief de geschatte tijdsduur per sectie, staat weergegeven in Tabel 4. Boorspoeling op waterbasis (Water Based Muds; WBM) zal gebruikt worden tot en met de 17½ sectie. De diepere secties (de 12¼ sectie, de 8½ sectie en de 5-7/8" sectie) zullen met gebruik van boorspoeling op oliebasis met een lage toxiciteit (LTOBM) geboord worden omdat, vanwege het gedevieerd en horizontaal boren, deze secties technisch gecompliceerder zijn. Gebruik van LTOBM reduceert de kans op problemen en daarmee de totale boortijd.

Tabel 4 Boorprogramma voor de L4G put.

Put	Sectie	Lengte (m)	Diepte (m)	Boor-spoeling	Tijdsduur (dagen)
L4G2	26"	650	650	WBM	4
	17½	100	750	WBM	4
	12¼	2850	3600	LTOBM	5-10
	8½	785	4385	LTOBM	5-10
	5 7/8"	1045	5430	LTOBM	15

3.1.5.5 Boorspoeling

Tijdens het boren wordt een mengsel van water, klei, verzwaringsmiddelen en andere hulpstoffen gebruikt. Dit mengsel, boorspoeling genaamd, wordt door de boorpijpen naar beneden gepompt en voert het door de beitel vermalen gesteente (boorgruis) mee naar de oppervlakte. De boorspoeling zorgt daarnaast voor koeling en smering van de beitel, het in suspensie houden van het boorgruis wanneer de boring wordt onderbroken, stabiliteit van de boorwand en het voorkomen dat gas of vloeistoffen uit de doorboorde lagen het boorgat kunnen binnenstromen.

Een kolom (put) gevuld met boorspoeling veroorzaakt een zekere druk die gebruikt kan worden om de formatiedruk onder controle te houden. Hoe zwaarder de boorspoeling (groter soortelijk gewicht), des te hoger de druk die het kan beheersen.

Het hoofdbestanddeel van de te gebruiken boorspoeling is bariet. Dit is een natuurlijk mineraal met een hoge dichtheid. Vanwege deze eigenschap is bariet een uitermate geschikt materiaal om de dichtheid van boorspoeling mee aan te passen. Door de hoeveelheid bariet in de boorspoeling te veranderen, kan de dichtheid van de boorspoeling aangepast worden.

Klei (bentoniet) wordt aan de boorspoeling toegevoegd om het boorgruis, tijdens het transport van putbodem naar oppervlakte, in suspensie te houden. De klei pleistert daarnaast de wand van de put af en vormt een soort koek (mud cake). Deze koek stabiliseert de put en reduceert daarmee de kans op instorten van het geboorde gat. Ook wordt het verlies van boorspoeling daarmee voorkomen.

In het algemeen bestaat de bodem van de Noordzee uit verschillende lagen. De eerste laag bestaat voornamelijk uit zand en klei, tot een diepte van ongeveer 1 tot 2 km gevolgd door een laag van kalk. Hieronder kunnen de formaties bestaan uit zout-, zand-, klei- en kalklagen. De samenstelling van de boorspoeling dient telkens te worden aangepast aan de specifieke eisen per bodemlaag en/of diepte.

Afhankelijk van de karakteristieken van de formatie worden chemicaliën aan de boorspoeling toegevoegd om de boorspoeling specifieke eigenschappen te geven, zoals een bepaalde zuurgraad (pH) of zoutgehalte. Daarnaast kunnen stoffen ter voorkoming van schuimen, smeermiddelen en polymeren aan de boorspoeling worden toegevoegd om de prestatie van de spoeling te optimaliseren. Polymeren zijn stoffen die toegepast worden om de filtratiesnelheid en viscositeit aan te passen ter voorkoming van verliezen van spoeling in de formatie.

Voor het boren van de L4G2 put zal voor de grootste secties WBM worden gebruikt. OBM wordt alleen gebruikt wanneer dit economisch en milieutechnisch verantwoord is tijdens extreme booromstandigheden, zoals bijvoorbeeld het boren van horizontale secties. De OBM zorgt namelijk voor een betere smering van beitel en boorstang.

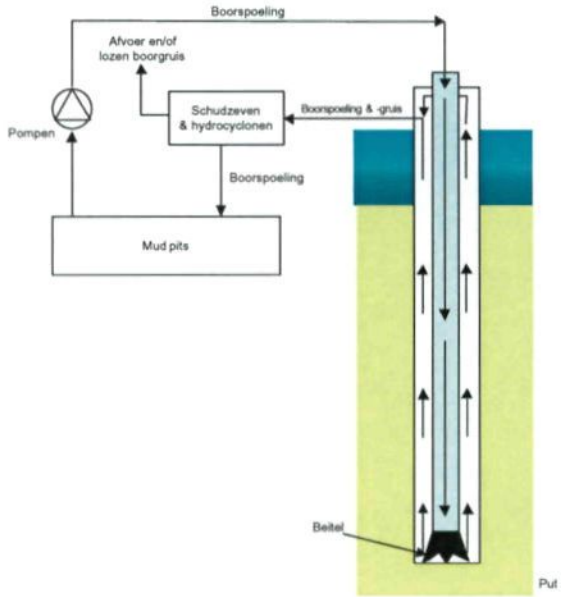
Op het Nederlandse deel van het continentaal plat worden OBM en het tijdens het boren met OBM gevormde OBC, niet geloosd. De OBM en OBC worden opgevangen en met behulp van een bevoorradingsschip afgevoerd naar land. Zowel de OBM als ook de OBC, worden naar land afgevoerd om door een erkende afvalverwerker te worden gerecycled of verwerkt.

Circulatiesysteem

De boorspoeling wordt in tanks (mudpits) aan boord van het boorplatform bewaard. Wanneer een nieuwe sectie geboord wordt, of tijdens het schoonspoelen van reeds geboorde secties, wordt de boorspoeling onder hoge druk door de boorpijpen gepompt met behulp van hoge druk/capaciteit pompen. De boorspoeling smeert en koelt de beitel en circuleert via de annulaire ruimte (de ruimte tussen boorpijp en putwand) omhoog waarbij het boorgruis meegevoerd wordt naar de oppervlakte. Wanneer de boorspoeling uit het boorgat komt, wordt deze door schudzeven en hydrocyclonen ontdaan van het boorgruis. Figuur 6 geeft een schematische presentatie van het circulatiesysteem.

De afgescheiden boorspoeling wordt gereconditioneerd en opnieuw gebruikt. Het boorgruis en een kleine hoeveelheid boorspoeling dat aan dit boorgruis zit, worden geloosd tenzij de spoeling en het gruis vervuild zijn met olie.

Om de kwaliteit van de boorspoeling te bewaren, is verdunning nodig. In het geval van boorspoeling op waterbasis wordt het deel van de spoeling dat verzadigd is geraakt met vaste deeltjes, geloosd en wordt het deel dat overblijft verdund met zeewater. Door het toevoegen van spoelingchemicaliën worden de eigenschappen van de spoeling verbeterd. Deze lozingen zijn 'batchwise' en vinden meestal plaats nadat een (of meerdere) secties van een put voltooid zijn. Zoals reeds is aangegeven, wordt OBM en OBC niet geloosd maar naar land afgevoerd voor verdere verwerking en/of hergebruik.



Figuur 6 Schematisch overzicht van het boorspoelingscirculatiesysteem.

Samenstelling boorspoeling

Een algemene samenstelling van de WBM is weergegeven in Tabel 5. De meeste van de spoelingscomponenten die gebruikt zullen worden, staan op de zogenaamde PLONOR-lijst. Voor het gebruik van componenten die op deze lijst staan, is geen strenge regelgeving nodig omdat de componenten tijdens normaal gebruik weinig of geen risico voor het milieu opleveren (Pose Little Or No Risk, PLONOR). Alhoewel lozing van deze componenten niet zonder meer mag plaatsvinden (er is namelijk altijd goedkeuring van Staatstoezicht op de Mijnen nodig), levert lozing van deze componenten tijdens normale bedrijfsvoering, zoals voorgesteld voor het boren van de L4G putten, weinig of geen risico voor het milieu op. Alleen natronloog, een stof die de zuurgraad van de boorspoeling verhoogt, staat op de PARCOM Lijst 97/1. Dit is een lijst van stoffen waarvan het gebruik, vanwege de mogelijke milieueffecten, wél streng gereguleerd wordt. In paragraaf 7.2.3.2 worden de effecten van het lozen van natronloog geëvalueerd.

Tabel 5 Functie en voorbeeld van componenten in de boorspoeling die gebruikt zal worden voor het boren van de verschillende secties.

Component	Functie	Voorbeeld
Verzwaringsmiddelen	controle van soortelijk gewicht (tegendruk)	Bariet
Zouten	voorkomen dat zouthoudende lagen in de boorspoeling oplossen en om te voorkomen dat watergevoelige kleilagen in de formatie gaan zwellen en instabiel worden	KCl
Verdikkingsmiddelen	transporteren van boorgruis naar de oppervlakte (rheologische eigenschap), voorkomen verlies van boorspoeling in de formatie	Bentoniet
Polymeren	aanpassen filtratiesnelheid en viscositeit ter voorkoming van verlies van spoeling in de formatie	commerciële producten
Hydroxiden	verhoging van de pH van de spoeling ter voorkoming van corrosie en om de bacteriegroei te remmen	Natronloog
oppervlakte-actieve stoffen	ter voorkoming van schuimen van de spoeling	commerciële producten

3.1.6 Productieactiviteiten

In de productiefase zullen de gasreserves, geopend door de productieputten, geëxploiteerd worden. Het L4G platform zal over minimale productiefaciliteiten beschikken en zal onder normale omstandigheden onbemand zijn. Het platform zal op afstand worden gecontroleerd en bediend vanuit de centrale controlekamer in Harlingen.

De voornaamste productiefaciliteiten aanwezig op L4G zijn:

- Putmond, 'flowlines' en verzamelleiding,
- Gas en vloeistof scheidingssystemen,
- Controle systemen en noodafsluiters,
- Gebruiksvoorzieningen.

3.1.6.1 Putmond, 'flowlines' en verzamelleiding

In totaal zullen 2 putten worden aangesloten op het platform. Voorzieningen voor mogelijk toekomstige aansluitingen van extra putten, satelliet of 'sub sea' clusters zijn aanwezig. Het zal echter niet nodig zijn om meer dan één platform te plaatsen voor gaswinning in het L4G veld.

Het geproduceerde gas en geassocieerde vloeistoffen uit de putten worden verzameld in de productie verzamelleiding. De putten met wellheads (X-mas trees) zijn ontworpen voor de SIWHP (Shut in Well Head Pressure) van 410 bar. De productieinstallatie (zoals gaspijpleidingen en vloeistofscheidingssystemen) zijn ontworpen voor een druk van 200 bar. Indien door een calamiteit de ontwerpdruk wordt overschreden dan wordt met overdrukventielen (veiligheidskleppen) de installatie beschermt tegen overdruk. Deze overdrukventielen zijn aangesloten op een ventsysteem waardoor de overdruk in de installatie wordt afgelaten in een veilige zone. Het ventsysteem is zodanig ontworpen dat het gebruik van spoelgas niet noodzakelijk is.

Elke put is voorzien van een lokaal of op afstand (Harlingen centrale controlekamer) bedienbare veiligheidsklep om, indien nodig, de desbetreffende put te kunnen insluiten. De totale productie op het platform zal worden gereguleerd door het aanpassen van de gasstroomregelklep, die voor iedere put is geï nstalleerd, op basis van de benodigde gasstroom naar de pijpleiding. Elke put is uitgerust met een gas(hoeveelheid)meter, druk- en temperatuursensoren ten behoeve van monitoring, alarm en bewaking. Een zanddetectie systeem, geï nstalleerd benedenstrooms van iedere gasstroomregelklep, zal sluiting van de put verzorgen indien er teveel zand wordt geproduceerd.

Injectie van glycol in de putten en in de 'flowlines' tijdens het opstarten en insluiten zal de vorming van hydraten voorkomen. Onder normale omstandigheden zal glycol injectie in de putten niet voorkomen.

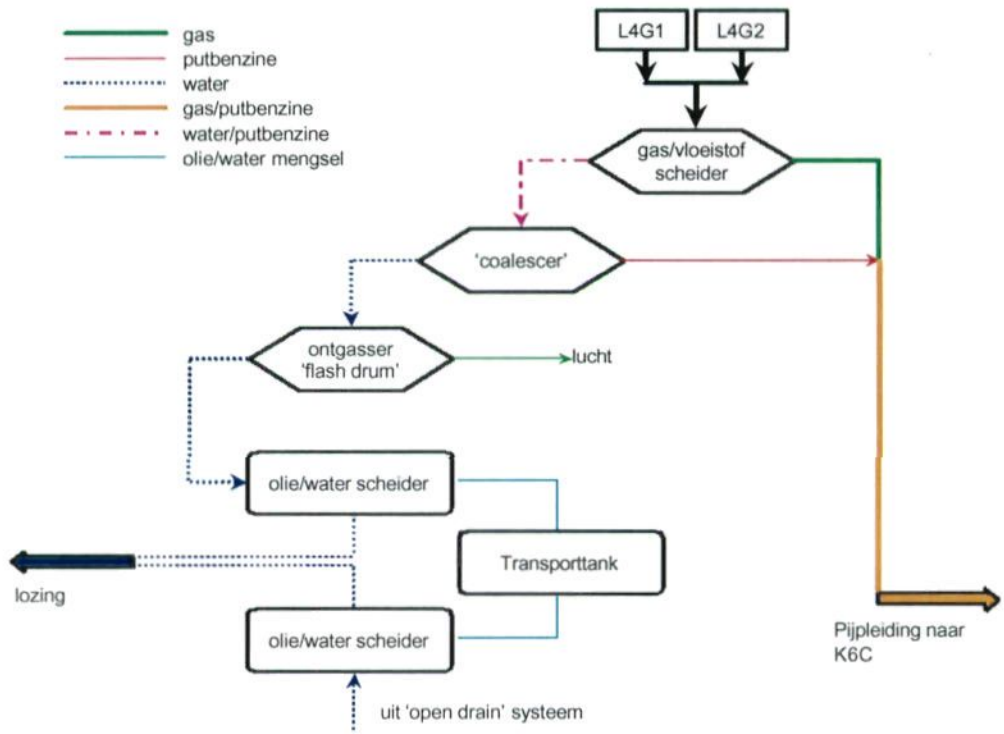
3.1.6.2 Gas- en vloeistofscheiding

De geproduceerde vloeistoffen (water en putbenzine) en gas worden door de gas-vloeistof scheider geleid. In dit systeem wordt de vloeibare-van de gasfase gescheiden. Het gas wordt vervolgens geëxporteerd naar K6C door de 10 inch transport pijpleiding.

De vloeibare fase (water en putbenzine) wordt door de hoge druk vloeistof-vloeistof scheider geleid. De vloeistof-vloeistof scheider is uitgerust met plaatpakketten om de scheiding te bevorderen. De putbenzine wordt naar de gasexport pijpleiding geleid en met het gas door de leiding naar het K6C platform getransporteerd. Op het L4G platform worden additieven toegevoegd in de exportleiding (glycol en een corrosieremmer) om de vorming van hydraten en corrosie in de leiding te voorkomen.

Het water uit de vloeistof-vloeistof scheider wordt ontgast in de ontgassingstank. In dit stadium zal het gehalte aan alifaten reeds beneden de lozingseisen liggen (ROM: toegestane alifatische concentratie van 40 mg/l (maandelijks gemiddelde). Deze voorgestelde norm zal in 2007 30 mg/l zijn (OSPAR Recommendation 2001/1).

Desondanks zal een extra techniek toegepast worden om de achtergebleven koolwaterstoffen in het productiewater verder te reduceren: de 'skimmer tank' (olie-water scheider). Door deze extra behandeling van het productiewater voor lozing naar zee, zal het olie gehalte van het te lozen water verder gereduceerd worden. Een skimmer tank scheidt de gedispergeerde koolwaterstoffen en is in principe gebaseerd op scheiding door de zwaartekracht. Aangenomen wordt, dat met deze skimmer tank de alifatische en aromatische concentratie in het water aanzienlijk gereduceerd kan worden (minimaal 50% voor de alifaten). Deze aanname is overeenkomstig door TotalFinaElf E & P Nederland B.V. uitgevoerde testen op andere installaties en operationele ervaring op K1A.



Figuur 7 Vereenvoudigd stroomschema van het L4G productieproces.

3.1.6.3 Bewaking en controle van het platform

Aangezien het L4G platform normaal gesproken onbemand is, zal het worden bestuurd vanuit de centrale controlekamer van Harlingen, waardoor het op afstand gecontroleerd en bediend kan worden. Dit is een volautomatisch systeem, dat continue bewaking van het platform garandeert (24 uur per dag telemonitoring/flowcontrole). Het L4G platform kan vanuit de centrale controlekamer in Harlingen handmatig stilgelegd worden of automatisch door het ESD (Emergency Shut Down) systeem via ESDV's (noodafsluiters). Dit ESD systeem bestaat uit sensoren die abnormale situaties detecteren en vervolgens noodacties initiëren en veiligheidssystemen en -kleppen in werking stellen. De veiligheidskleppen worden hydraulisch bediend. Het ESD systeem is gebaseerd op het 'fail safe' principe, dat inhoudt dat het verlies aan integriteit of het falen van het ESD systeem (of gedeelten

daarvan) zal leiden tot het automatisch inschakelen van het veiligheidssysteem. In geval van een 'shutdown', waarbij een lokale actie nodig is op het L4G platform, wordt een productieteam ingezet om de ter plekke benodigde acties uit te voeren (zoals bijvoorbeeld het heropenen van ESDV's).

Verder is een conventioneel afblaassysteem geï nstalleerd om de L4G proces installatie en de export pijpleiding te beschermen tegen overdruk uit de putten.

Het platform is uitgerust met een back-up systeem (stroomvoorziening met behulp van accu's) voor (navigatie) verlichting en een misthoorn om aanvaringen te voorkomen.

3.1.6.4 Diverse voorzieningen

De volgende voorzieningen zijn voor deze MER onderscheiden:
- Elektriciteit,
- Stookgas,
- Injectie van glycol en corrosieremmer,
- Dieselopslag,
- Afblaassysteem,
- Vloeistofopvang,
- Brandblussystemen.

Elektriciteit
Elektriciteit wordt opgewekt met een generator die wordt aangedreven door een gasmotor. In geval dat deze voorziening uitvalt, zal elektriciteit worden opgewekt door de back-up, een generator die wordt aangedreven door een dieselmotor. Een 'no break set' is aanwezig om de essentiële systemen altijd van stroom te voorzien tijdens de overschakeling. De stroomgebruikers kunnen onderverdeeld worden in twee brede categorieën, te weten:
- Normaal gebruik voor verlichting en faciliteiten,
- Noodvoorziening voor brand & gasdetectie, noodstopsysteem, instrumentatie, communicatie, navigatie systemen, etc.

Stookgas
De generator die wordt aangedreven door een gasmotor maakt gebruik van gas uit de productiestroom, direct na de gas-vloeistofscheider. Het afgenomen gas wordt behandeld in het stookgasbehandelingssysteem waarbij de druk van het gas wordt gereduceerd en de resterende vloeistof wordt afgescheiden.

Injectie van glycol en corrosieremmer
Voorzieningen zijn aanwezig voor de injectie van glycol (corrosieremmer bevattend) in de export pijpleiding, om de vorming van respectievelijk hydraten en corrosie te voorkomen. Glycol kan ook in de putten geï njecteerd worden. Dit laatste is alleen noodzakelijk tijdens het opstarten en afsluiten van de putten. De voorzieningen voor glycol bestaan uit een glycol tank (1 m^3) en een injectie pomp. De glycol wordt geleverd vanuit K6C via een pijpleiding.

Dieselopslag
Diesel is noodzakelijk als brandstof voor de back-up generator, de reddingsboot en de kraan op het dek. Hiertoe is een 5 m^3 dieselopslagtank aanwezig. Diesel wordt per schip aangevoerd.

Afblaassysteem
Alleen een conventioneel afblaassysteem is beschikbaar, voornamelijk voor de veilige afvoer van gassen tijdens het handmatig van druk laten van de faciliteiten (voor onderhoud). Dit afblaassysteem is voorzien van een afblaaspijp, die op een veilige locatie de gassen laat ontsnappen, om brandbare gasconcentraties op het platform te voorkomen. 'Knock out' (het afscheiden van vloeistoffen uit een gasvormige fase) van vloeistoffen wordt

gerealiseerd in een 'vent knock-out drum', om de uitstoot van vloeistoffen door de afblaaspijp te voorkomen.

Vloeistofopvang
Als voor het onderhoud aan de procesvaten vloeibare koolwaterstoffen afgevoerd moeten worden gedurende onderhoud, zullen deze worden opgevangen in het gesloten vloeistofopvangsysteem en naar de opvangtank worden geleid. De opgevangen vloeistoffen in de tank worden periodiek overgepompt in een transporttank voordat transport plaatsvindt met een bevoorradingsschip.

In het open hemelwater afvoersysteem worden regen- was- en schrobwater opgevangen, inclusief de vloeistoffen van de lekbakken. Om het water van de olie te scheiden wordt een skimmer tank geï nstalleerd. Na behandeling van het water - overeenkomstig de ROM voorschriften voor lozing offshore - zal het geloosd worden naar zee. De verzamelde olie zal worden overgepompt in een transportcontainer voor transport met een bevoorradingsschip. Om veiligheidsredenen wordt het hemelwater afvoersysteem van het helikopterdek direct naar zee geloosd.

Brandblussystemen
De kans op brand, wanneer een platform onbemand is, is klein tot verwaarloosbaar. Alleen in geval van groot onderhoud of put activiteiten wordt de kans op brand vergroot. Het ontwerp voorziet daarom in twee brandbestrijdingssystemen:

- De technische ruimten zullen worden uitgerust met argon blussystemen in combinatie met brand melders. In geval de brandmelders een alarm geven kan het systeem handmatig of automatisch in werking gezet worden. Het systeem is gebaseerd op de verwijdering van zuurstof door argon. Het blusmiddel van dit systeem bestaat uit argon, zodat er geen broeikasgassen (CFKs) vrij zullen komen,

- Het proces- en putmondgebied van het platform zal uitgerust worden met een droogstaand bluswater systeem bestaande uit een ringleiding op ieder dek. Er zullen geen eigen bluspompen worden geï nstalleerd. Het systeem is dan ook alleen toepasbaar indien externe waterbronnen, zoals een platform of blusschip, aangekoppeld worden.

3.1.7 Onderhoudsactiviteiten

De geplande onderhoudsactiviteiten voor L4G bestaan uit:

- Eerste graads onderhoud
  Offshore onderhoudsteams zullen L4G regelmatig bezoeken (afhankelijk van o.a. de weersomstandigheden) en eerste graads onderhoudsactiviteiten uitvoeren, zoals eenvoudige aanpassingen of controles.

- Preventief onderhoud
  Door het 'Computerised Maintenance Management System' (CMMS) is een preventief onderhoudsschema opgesteld, voor de meeste apparatuur op kalender basis en voor apparatuur met bewegende onderdelen op basis van gedraaide uren. Het onderhoud bestaat uit preventief onderhoud of controles, alsmede het vervangen van versleten elementen. Onderhoudsactiviteiten waarvoor een shut-down noodzakelijk is, zullen op jaarlijkse basis worden uitgevoerd.

- Correctief onderhoud
  Corrigerend onderhoud wordt door offshore onderhoudsteams uitgevoerd, eventueel geassisteerd door gespecialiseerd personeel dat hiervoor wordt ingevlogen. De werkzaamheden bestaan uit het identificeren en repareren van kapotte onderdelen.

- Situatie afhankelijk onderhoud
  Er worden functionaliteittesten uitgevoerd met de procesinstallaties, het brandbestrijdingssysteem etc.

- Inspectie
  Binnen het onderhoudsbeleid is een middellange en lange termijn inspectieprogramma gedefinieerd. Deze programma's zijn gebaseerd op de geldende regels, te weten: bedrijfsreglementen, het mijnreglement continentaal plat, het Stoomwezen reglement voor drukvaten en pijpleidingen, en voorschriften opgesteld door classificatie bureaus. Indien noodzakelijk, doet een derde partij dienst als certificerende autoriteit.
  Inspecties van pijpleidingen worden uitgevoerd volgens de artikelen onder hoofdstuk VIII van het MRcp. De inspecties bestaan uit een jaarlijkse bevestiging van de exacte positie van de leidingen, of eerder indien de situatie daar om vraagt. De horizontale en verticale positie wordt gecontroleerd met behulp van akoestische data acquisitie inspectie apparatuur, of met een op afstand bestuurd voertuig (ROV: Remote Operated Vehicle). De resultaten van deze inspecties worden aan het bevoegd gezag gerapporteerd.

- Corrosie
  Corrosie controle is van toepassing op alle apparatuur, de constructie en de leidingsystemen. De interne corrosie wordt gemonitored op basis van een analyse van vloeistofmonsters, corrosiemonsters en wanddikte metingen. Indien mogelijk wordt de diagnose bevestigd met visuele inspectie. Externe corrosie van transport leidingen en onderwater constructies wordt voorkomen door een kathodisch beschermingssysteem. Interne corrosie van de export gasleiding wordt voorkomen door permanente injectie van een corrosieremmer (met glycol als drager). De efficiëntie van het beschermingssysteem wordt regelmatig gecontroleerd op K6TC.

- Schilderen
  Het voorkomen van externe corrosie van het productiedek en de processystemen wordt bereikt met het aanbrengen van verf volgens een meerjaren planning. Tijdens de schilderwerkzaamheden kan tevens een deel van de inspectie van het productiedek worden uitgevoerd.

- Duikoperaties
  Uit veiligheidsoverwegingen is het beleid van TotalFinaElf E & P Nederland B.V. dat geen gebruik wordt gemaakt van duikers indien gebruik kan worden gemaakt van alternatieven waarbij geen persoonlijk gevaarsrisico bestaat, zoals op afstand bestuurbare vaartuigen (ROV). Indien TotalFinaElf E & P Nederland B.V. duikoperaties onderneemt of uitbesteedt, gebeurt dit geheel volgens de Mijnreglementen (MRcp and SR3) en het Rampenbestrijdingsplan van TotalFinaElf E & P Nederland B.V. De duikoperaties bestaan uit routine- en niet routine duiken. De routine duikinspecties worden volgens een meerjaren schema uitgevoerd om de constructie van de productiefaciliteiten en bijkomende apparatuur te inspecteren. De niet routine duikinspecties worden uitgevoerd indien er schade aan- of gevaar voor de constructie wordt verwacht.

3.1.8 Export van geproduceerd gas en putbenzine

Zoals aangegeven in de schematische weergave van het productieproces (zie Figuur 7), zal het geproduceerde gas en putbenzine (maximaal 1,8 miljoen Nm^3 gas per dag, de dagelijkse hoeveelheid putbenzine is nihil) naar het K6C platform van TotalFinaElf E & P Nederland B.V. getransporteerd worden, door een 10 inch transport pijpleiding met een lengte van ongeveer 23 km. Op het K6TC platform zullen het gas en putbenzine verder verwerkt worden (scheiding en dehydratie van gas).

De pijpleiding zal worden beschermd tegen overdruk door het nemen van veiligheidsmaatregelen ten aanzien van de platform processen en door een op het platform geïnstalleerd afblaassysteem. Op het L4G platform wordt continu glycol geïnjecteerd, om de vorming van hydraten in de pijpleiding te voorkomen. Pigging (het reinigen van offshore pijpleidingen met behulp van een vrij bewegende zuiger) van de pijpleidingen wordt niet in beschouwing genomen maar piggingvoorzieningen worden wel geïnstalleerd.

3.1.9 Transportactiviteiten

Boorfase
Het transport van personeel zal voornamelijk met behulp van helikoptervluchten worden uitgevoerd. Bevoorradingsschepen worden gebruikt voor de aanvoer van boorspoelingcomponenten, boorpijpen, brandstof, onderdelen, voedsel, etc. en het ophalen van afval en OBM/OBC. Om onvoorziene lozingen te voorkomen worden maatregelen genomen bij het transport van gevaarlijke vloeistoffen (zie ook hoofdstuk 8). Bij bepaalde weersomstandigheden zoals mist kan personeel ook per schip vervoerd worden. Tijdens de booractiviteiten wordt het boorplatform ongeveer twee keer per week bezocht met een bevoorradingsschip en elke dag met een helikopter. Naast het bezoek van bevoorradingschepen kunnen schepen nodig zijn als 'stand by', moederschip voor duikers, sleepboot, etc.

Productiefase
Het L4G satellietplatform is onbemand en de faciliteiten kunnen op afstand worden gestart en gestopt en/of ingesloten worden. De satelliet wordt ongeveer drie maal per week bezocht door een helikopter (voor personeel) en twee maal per maand door een bevoorradingsschip (voor materiaal). Deze bezoeken hebben als doel de installatie te inspecteren, om het nodige onderhoud uit te voeren en om de voorraadtanks met diesel en corrosieremmer bij te vullen. Voor het transport en opslag van gevaarlijke vloeistoffen zijn maatregelen getroffen om onvoorziene lozingen naar zee te voorkomen. Tijdens onderhoudscampagnes kan het aantal bezoeken aan het L4G platform tijdelijk groter zijn.

3.1.10 Ontmantelingactiviteiten

Indien het L4G gasreservoir als uitgeput wordt beschouwd, zullen de putten verlaten worden. De constructie (onderbouw en productiedek) zal verwijderd worden en naar land worden verscheept voor hergebruik of recycling.

Volgens de relevante regelgeving (Mijnreglement continentaal plat) zal na verwijdering van de constructie de zeebodem onderzocht worden. Indien noodzakelijk, zal de zeebodem vrijgemaakt worden constructies om ervoor te zorgen dat er geen potentieel gevaarlijke obstakels voor de visserij achterblijven.

3.2 Alternatieven

Zoals aangegeven in de introductie van dit hoofdstuk, is een aantal alternatieven op de voorgenomen activiteit gedefinieerd. In Tabel 6 staan de alternatieven weergeven die in de volgende paragrafen zullen worden beschreven.

Tabel 6 Alternatieven.

Activiteit	Voorgenomen Activiteit	Alternatief
Boren		
Verwijdering van boorspoeling en boorgruis	WBM lozen	Alternatieve opties voor verwijdering van boorafval
Productie *		
Behandeling van productiewater	Skimmer tank	'End-of-pipe' technieken
Stroomvoorziening	Gasmotor	Alternatieve stroom voorziening

* Alternatieven zijn ontworpen als (aanvullende) onderdelen op het reeds geplande productieproces.

3.2.1 Nul alternatief

Er bestaat geen nul alternatief, aangezien dit niet overeenkomt met de doelen voor de ontwikkelingen zoals TotalFinaElf E & P Nederland B.V. deze voorziet. Het is in dat geval voldoende het milieu te omschrijven, inclusief de autonome ontwikkeling, als referentie situatie voor de beschrijving van de milieugevolgen van de voorgenomen activiteiten en alternatieven.

3.2.2 Boren

Er is één alternatief gedefinieerd voor de voorgenomen booractiviteiten. Dit alternatief is beschreven in de volgende sub-paragraaf.

3.2.2.1 Alternatief: optie voor de verwijdering van boorafval

Bij de voorgenomen activiteit zullen alle boorspoelingen en boorgruis uit de bovenste secties (geboord met een spoeling op waterbasis) in zee worden geloosd. Als alternatief zou dit naar land getransporteerd kunnen worden. Deze alternatieve verwijdering houdt extra transportactiviteiten in van schepen en vrachtwagens. Daarnaast is behandeling van het boorgruis voor hergebruik of storten aan land noodzakelijk. De gerelateerde eventuele emissies worden verder beschreven in paragraaf 4.2.1.

3.2.3 Productie

3.2.3.1 Alternatieve technieken voor behandeling van productiewater

De voorgenomen activiteit zal plaatsvinden op een conventioneel satellietplatform waarvan het procesontwerp voldoet aan de wettelijke milieueisen voor olie in water. Tevens zal TotalFinaElf E & P Nederland B.V. een skimmer tank installeren waardoor de emissies van alifaten (en aromaten) naar het water zullen afnemen.

Meerdere technieken zijn echter beschikbaar om de emissies naar productiewater te reduceren. Verschillende alternatieve technieken voor de behandeling van productiewater zullen in deze MER worden beschreven en worden geëvalueerd met betrekking tot de mate van toepasbaarheid op L4G.

Een inventarisatie is uitgevoerd van technieken voor de preventie, reductie en behandeling van productiewater van offshore platformen op het Nederlands continentaal plat (Stork, 1998). Deze informatie is aangevuld met recente gegevens uit CIW (2001) en OSPAR (2002) documenten. Het voornaamste doel van deze studie was het geven van een overzicht en een beoordeling van de beschikbare preventieve maatregelen, alsmede 'end of pipe' technieken welke benzeen en zware metaal emissies naar zee kunnen reduceren. Voor deze MER zijn uit de vele beschouwde technieken, 6 technieken geselecteerd, waarvan 5 'end of pipe' technieken:

- Stoomstrippen,
- Extractie met behulp van macro poreuze polymeren (MPPE),
- Membraan micro/ultra filtratie,
- Ion uitwisseling behandeling,
- Herinjectie.

En één preventieve methode:

- Mechanische waterafsluiting ('mechanical water shut off').

In de volgende paragrafen worden deze technieken beschreven.

Stoomstrippen

Koolwaterstoffen kunnen uit productiewater worden verwijderd door stoomstrippen. Het water wordt door een behandelde kolom geleid en in intensief contact met stoom gebracht (strippen). Deze techniek is geschikt voor de verwijdering van opgeloste olie (BTEX), maar kan ook deels alifatische koolwaterstoffen verwijderen. Stoom en vluchtige koolwaterstoffen worden gecondenseerd en kunnen makkelijk worden gescheiden vanwege het hoge koolwaterstofgehalte. Koolwaterstoffen die worden gescheiden door stoom kunnen naar het putbenzine behandelingssysteem worden geleid, het water kan worden geloosd. Op K6TC is een voorziening aanwezig voor stoomstrippen van het glycol regeneratie water.

Extractie met behulp van macro poreuze polymeren (MPPE)

Op gas platformen kunnen koolwaterstoffen worden verwijderd uit productiewater- door macroporeuze polymeren (MPPE) te gebruiken. Productiewater wordt door een kolom geleid die gevuld is met MPPE materiaal. Een extractie vloeistof, geï mmobiliseerd in de MPPE matrix, verwijderd koolwaterstoffen uit de waterfase totdat een zodanig lage concentratie is bereikt dat het water direct geloosd mag worden. Voordat er verzadiging van een MPPE kolom optreedt, wordt het effluent weer door de 1^{e} kolom geleid. De verzadigde kolom wordt vervolgens met stoom geregenereerd. Stoom en vluchtige koolwaterstoffen worden gecondenseerd en vervolgens makkelijk gescheiden vanwege het hoge koolwaterstofgehalte. Koolwaterstoffen worden naar het putbenzine behandelingssysteem geleid, het kleine volume gecondenseerd water wordt teruggeleid naar de toevoerleiding van de MPPE installatie en behandeld.

Membraan micro/ultra filtratie

Alifatische koolwaterstoffen kunnen met behulp van membraanfiltratie worden verwijderd. Water (lage druk, ca. 3,5 bar) wordt geleid langs een aantal keramische of synthetische filterelementen welke poriën van 0,1-0,2 ì m bevatten. De vorming van een filterkoek wordt vermeden door water door en langs het filter te laten stromen en een turbulente waterstroom te generen. Een deel van het permeaat wordt naar het drukstroomsysteem geleid om de membranen te reinigen, het resterende deel wordt geloosd. De componenten die na de drukstroom achterblijven in het membraan, dienen periodiek met behulp van chemicaliën verwijderd te worden. Het grootste deel van de alifatische koolwaterstoffen en vaste deeltjes blijft achter in het filtraat, welke wordt geleid naar een bezinktank waar de olie makkelijk kan worden gescheiden. Zo wordt vermeden dat hoge concentraties worden gevormd.

Ion uitwisseling behandeling

Ion uitwisseling is een omkeerbare chemische reactie waarbij een geladen ion (bijvoorbeeld Zn^{2+}) uit een oplossing wordt uitgewisseld met een overeenkomstig ion uit een immobiele harslaag. De geadsorbeerde ionen kunnen worden verwijderd uit een verzadigde laag door de laag te wassen met regeneratievloeistoffen. Dit resulteert in een stroom van producten met een hoge concentratie aan geadsorbeerde ionen, welke onshore wordt gerecycled. Dit verwijderingproces is selectief. De mate van verwijdering van benzeen of zware metalen hangt af van het type hars dat wordt gebruikt. Als BTEX aanwezig is, is voorbehandeling noodzakelijk (bijvoorbeeld MPPE).

Herinjectie
Productiewater kan in de ondergrond worden geherinjecteerd door een injectieput. Het water wordt gewoonlijk gefiltreerd en chemicaliën worden toegevoegd om bacteriegroei en corrosie te voorkomen. Bij voorkeur is het waterbehandelingssysteem zuurstofvrij. Als gekoeld water wordt gebruikt zal de capaciteit van de injectiepompen aanzienlijk minder zijn. Soms kan productiewater direct worden geïnjecteerd in een producerend reservoir om de druk te handhaven.

Mechanical water shut off
Wanneer een waterdoorbraak plaatsvindt gedurende de gas productie, dan kunnen gasproductiezones waardoor het water naar de putmond stroomt worden afgesloten door een mechanische scheiding te installeren. Dit kan, afhankelijk van de configuratie van de put, worden gerealiseerd met behulp van mechanische of opblaasbare pluggen, cement, het plaatsen van een expansiepijp of afdichting, mogelijk in combinatie met chemische behandeling. Wanneer een totale afdichting van de waterproductie ongewenst is uit oogpunt van gasproductie, kan een regulerend mechanisme of restrictieplaat in de put worden geplaatst.

3.2.3.2 Alternatieve stroomvoorziening

In de huidige opzet overweegt TotalFinaElf E & P Nederland B.V. L4G van stroom te voorzien met een generator die wordt aangedreven door een gasmotor, met een diesel generator als 'back-up' installatie (normaal verbruik is ongeveer 45 kWh). Technisch gezien bestaan er verschillende alternatieven voor de stroomvoorziening, te weten:

- Opwekking met generatoren die worden aangedreven door een dieselmotor.
- Opwekking door gas turbine aangedreven generatoren.
- Levering van elektriciteit door een kabel vanuit een nabij gelegen platform of vanaf de kust.

Photovoltaische (PV) stroomopwekking en opwekking met windturbines worden niet technisch mogelijk geacht op een offshore platform en worden daarom hier niet behandeld. PV is geen haalbare optie vanwege het vereiste oppervlak van de zonnecel. Windturbines vereisen intensief onderhoud en de betrouwbaarheid ervan voor offshore toepassingen is technisch niet bewezen. Voor zowel PV als windturbines, zijn accu's nodig voor back-up tijdens minder gunstige weersomstandigheden, terwijl ook een conventionele back-up generator nodig is om de energievoorziening te garanderen.

Opwekking door diesel aangedreven generatoren
In plaats van stroomopwekking door een gasmotor, kan elektriciteit ook opgewekt worden door alleen diesel aangedreven motoren. In dat geval zullen twee diesel generatoren nodig zijn: één in gebruik en één als back-up. Deze optie is een geaccepteerde wijze voor offshore satelliet productieplatformen in de Noordzee. Het voordeel van deze optie is dat het een *beproefde methode is, kosten effectief en dat er geen voorziening nodig is voor behandeling* van stookgas. Nadelen zijn echter de mindere milieuprestaties en de noodzaak tot regelmatig transport van diesel.

Opwekking door gasturbine aangedreven generatoren
In plaats van opwekking met een gasmotor, kan elektriciteit op L4G ook opgewekt worden met een gasturbine aangedreven generator. Deze optie houdt eigenlijk de vervanging van een gasmotor door een gasturbine in. Hiervoor is ook de voorziening van stookgas en de back-up diesel generator nodig. Het belangrijkste voordeel van deze optie is dat de milieuprestatie van een gasturbine enigszins beter is dan een gasmotor, maar de energie efficiëntie is lager. Deze relatief kleine turbines kunnen niet aangemerkt worden als bewezen voor een geïsoleerde toepassing zoals op L4G.

Levering van elektriciteit door een kabel
Het L4G platform zal op ongeveer 114 km ten Noordwesten van Den Helder geï nstalleerd worden. Een externe elektriciteitsvoorziening vanaf land is vanwege de grote afstand niet mogelijk. Elektriciteitsvoorziening vanaf een nabij gelegen platform wordt wel technisch mogelijk geacht. Het grootste voordeel hiervan is dat de installatie van gas en diesel generatoren op L4G vermeden kan worden. De meest voor de hand liggende platformen waarvan elektriciteit kan worden geleverd zijn L4A en L4PN, die op een afstand van respectievelijk ca. 12 en 5 km van L4G liggen. De beschikbare capaciteit is echter ontoereikend om ook L4G van stroom te voorzien. Een ander geschikt platform is K6C dat ongeveer 23 km ten zuidwesten van L4G ligt. Aangezien dit tevens de locatie is waar het gas van L4G wordt behandeld, zou een kabel samen met de gasexport pijpleiding gelegd kunnen worden. Dit platform bestaat uit een centrale productie faciliteit en een behandelingscentrum waar elektriciteit wordt opgewekt met generatoren die worden aangedreven door gasturbines. Dit is echter minder kosteneffectief dan wanneer er electriciteit op L4G wordt opgewekt.Emissies door activiteiten

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van alle emissies door de voorgenomen en alternatieve activiteiten. Hieronder vallen emissies naar water en lucht, geluid- en lichtemissies, afvalproductie en verstoring van de zeebodem. Indien mogelijk worden de verwachte emissies gekwantificeerd. In andere gevallen worden emissies van een referentie-situatie gebruikt of wordt een kwalitatieve omschrijving gegeven.

4. Emissies door de voorgenomen activiteiten

De emissies die in deze paragraaf gepresenteerd worden zijn gebaseerd op de voorgenomen activiteiten, welke in hoofdstuk 3 zijn omschreven.

4.1.1 Installatie van het platform en de pijpleidingen

De emissies naar de lucht door transport en installatie van het platform en pijpleidingen zijn afhankelijk van de afstand en routes van het transport en het brandstofverbruik van de schepen die daarbij gebruikt zullen worden (sleepboten, bevoorradingsschepen, kranen en schepen voor het installeren van de leidingen). Als brandstof verbruiken deze schepen dieselolie, in een hoeveelheid afhankelijk van het type schip, de af te leggen afstand, duur van de activiteiten, etc. In dit stadium van het project zijn er nog geen definitieve keuzes gemaakt met betrekking tot deze aspecten.

Op basis van generieke data is geschat dat het brandstofverbruik door de transport- en installatieactiviteiten in de orde van grootte zal liggen van een aantal honderd kubieke meters brandstof (dieselolie). De emissies van de verbrandingsgassen bevatten onder andere CO_2, NO_x, SO_2, onverbrande koolwaterstoffen en deeltjes (roet).

De installatie van de pijpleidingen zal een verstoring van de zeebodem veroorzaken van ongeveer 0,5 km^2 (lengte van de leiding x breedte van het verstoord gebied rond de leiding door het installeren = 23 km x 20 m). Het 'piggy-back' installeren van de glycol leiding (gemonteerd bovenop de gas/putbenzine export leiding) heeft het voordeel dat de leiding tegelijkertijd met de gasleiding wordt gelegd en dat de 3 inch glycol leiding wordt beschermd door de 10 inch transport gasleiding.

4.1.2 Booractiviteiten

Er zal tie-back van één productieput plaatsvinden en er zal één exploratieput geboord worden. Het boren zal waarschijnlijk plaatsvinden over een periode van ongeveer 126 dagen (inclusief 24 dagen benodigd voor het completeren van de putten). Naast het verstoren van de zeebodem door het installeren van het platform zijn de voornaamste emissies tijdens de booractiviteiten:

- WBM en Water Based Cuttings (WBC)
- Cement en spacers,
- Completie vloeistoffen,
- Regen-, spoel- en schrobwater,
- Sanitair afvalwater,
- Emissies naar de lucht,
- Geluid, licht en afval.

4.1.2.1 Verstoring van de zeebodem

Voor het boren van de putten wordt een mobiel boorplatform gebruikt. Dit platform heeft naar alle waarschijnlijkheid drie poten, elk met een oppervlak van 30 m^2. De 'voetafdruk' die door de poten zal worden veroorzaakt bedraagt dus ongeveer 90 m^2.
De L4G situatie vereist geen aanleg van grind rondom de poten om erosie te voorkomen.

4.1.2.2 Boorspoeling en boorgruis

Een grote reductie van de emissie van boorspoeling en boorgruis is bereikt door gebruik te maken van de reeds bestaande exploratieput. Daarnaast zijn de volumes aan boorspoeling en boorgruis geminimaliseerd door de diameter van de put te optimaliseren naar de productiecapaciteit van de put. Tabel 7 geeft een overzicht van de hoeveelheden boorspoeling en boorgruis die gebruikt en gegenereerd zullen worden tijdens het boren van de put. Hierin wordt tevens aangegeven welke hoeveelheden hiervan geloosd zullen worden.

Tabel 7 Boorspoeling en boorgruis gebruikt en geloosd (m^3) per put (WBM = boorspoeling op waterbasis; LTOBM = boorspoeling op oliebasis met een lage toxiciteit).

Put	Sectie	Type boor Spoeling	Boorspoeling (m^3)		Boorgruis (m^3)	
			Totaal gebruikt	Geloosd	Verwerkt	Geloosd
L4G2	26"	WBM	610	610	223	223
	17½	WBM	392	39	68	68
	12¼	LTOBM	250	-	238	
	8½	LTOBM	230	-	33	
	$5^7/_8$"	LTOBM	160	-	21	

Wanneer WBM wordt gebruikt, mogen de boorspoeling en het boorgruis geloosd worden. Wanneer OBM wordt gebruikt, dan wordt het gegenereerde boorgruis en de boorspoeling afgevoerd naar land voor verdere verwerking door een daartoe bevoegd bedrijf. Het gebruik van OBM kan de invloed op het milieu reduceren door het minimaliseren van problemen onder in de put en het versnellen van het boorproces en daarmee de tijdsduur van de activiteiten (daarbij is echter geen rekening gehouden met de emissies tijdens het transport en de behandeling van OBM).

4.1.2.3 Cement en spacers

Per geboorde sectie van een put wordt de bekledingsverbuizing (casing) geplaatst. Deze casing wordt aan de boorgatwand gecementeerd door cement door de casing naar beneden te pompen. Wanneer het cement de bodem van de put bereikt heeft, wordt het via de annulaire ruimte tussen casing en boorgatwand weer omhoog gestuwd. Tijdens dit proces kan een kleine hoeveelheid overtollig cement uit de annulaire ruimte worden geduwd. Dit cement kan een aantal uren vloeibaar blijven, waarbij het vrijkomen van chemicaliën in de waterkolom verwaarloosbaar wordt geacht (Thatcher *et al.*, 1999).

Emissies naar de waterkolom tijdens het cementeren van bekledingsverbuizingen, blijven beperkt tot kleine periodieke lozingen van overtollig mengwater (1-5 m^3). Dit water kan chemicaliën bevatten die gebruikt worden om de eigenschappen van het cement of spacer te controleren. Welke chemicaliën daadwerkelijk gebruikt zullen worden hangt af van de eigenschappen van de put die geboord is en zal, overeenkomstig het PARCOM besluit 96/3, met Staatstoezicht op de Mijnen worden overlegd.

Alle spacers die bij het cementeren gebruikt worden zijn chemicaliën van de PLONOR lijst, met een mogelijke uitzondering voor de spacer die gebruikt wordt voor de reservoir sectie. Zoals geldt voor al het materiaal dat voor de reservoir sectie wordt gebruikt (OBM/OBC), zullen deze chemicaliën niet worden geloosd, maar naar land gebracht voor verdere verwerking door een daartoe bevoegd bedrijf.

4.1.2.4 Completie vloeistoffen

Bij het completeren van de putten wordt 'Gas Well Acid' gebruikt, om de put schoon te maken. Gas Well Acid bestaat voornamelijk uit KCl met drie additieven (encapsulation, oxygen scavenger en een biocide). Naast de Gas Well Acid wordt gebruik gemaakt van geï nhibeerd water (zoet water met de volgende additieven: KCl, surfactant en een viscofier). De vloeistof die gebruikt wordt om de putten schoon te maken zal geloosd *worden, ervan uitgaande dat het pH neutraal is en voldoet aan de ROM. Gedurende* completie zal 175 m^3 Gas Well Acid worden gebruikt waarvan 100 m^3 zal worden geloosd.

4.1.2.5 Regen-, spoel- en schrobwater

Om te voorkomen dat regen-, spoel- en schrobwater (RSS-water) ongecontroleerd overboord kan stromen, zijn de dekken van het boorplatform uitgerust met opstaande randen. Omdat RSS-water dat op de dekken van het platform is gevallen, mogelijk is verontreinigd met olieresten, wordt deze waterstroom gezuiverd. De ROM is van toepassing op dit RSS-water. Dit betekent dat het water alleen in zee wordt geloosd wanneer de concentratie vrije alifaten na behandeling beneden de 40 mg/l is. Voorgesteld is om deze norm in 2007 aan te scherpen tot 30 mg/l (OSPAR Recommendation 2001/1).

De hoeveelheid RSS-water dat door een gemiddeld boorplatform wordt geloosd, is 35 m^3 per maand. Dit water bevat een gemiddelde concentratie van 0,75 mg/l aromaten en 3,7 mg/l alifaten (gemeten volgens NEN 6675 en NEN 6675 modified; 'Infrarood spectrometrie' analysetechniek. Deze techniek is speciaal ontworpen om de hoeveelheid alifaten en aromaten in water te bepalen). De lozing van RSS-water vindt gedurende (ongeveer) 12 dagen per maand plaats (Scholten *et al.*, 1998).

4.1.2.6 Sanitair afvalwater

De hoeveelheid sanitair afvalwater dat gedurende de ongeveer 126 dagen durende booractiviteiten geloosd zal worden, is gebaseerd op een gemiddelde bezettingsgraad aan boord van het platform van 50 personen. Dit betekent dat in totaal 441 m^3 sanitair afvalwater zal worden geloosd (Jak & Schobben, 1995). Voordat dit water in zee wordt geloosd, zal het volgens de wettelijke voorschriften worden behandeld (MRcp, art. 49a, lid 2b).

4.1.2.7 Emissies naar de lucht

Emissies naar de lucht tijdens booractiviteiten bestaan voornamelijk uit rookgassen van diesel aangedreven generatoren voor elektriciteitsopwekking en rookgassen door het affakkelen tijdens het testen van de putten. Bovendien produceren de verbrandingsmotoren voor transport doeleinden ook rookgassen.

Het boorplatform wordt gehuurd van een gespecialiseerd bedrijf. Het gecontracteerde platform zal in opdracht van TotalFinaElf E & P Nederland B.V. de boringen uitvoeren. In deze fase van het project is niet bekend welk platform gebruikt zal worden. De gebruikte gegevens zijn daarom schattingen, gebaseerd op een typisch boorplatform.

In het algemeen is de aanpak voor het vaststellen van emissies zo, dat ten eerste het energieverbruik van de verschillende emissiebronnen wordt vastgesteld. Vervolgens worden de emissies geschat op basis van de emissiefactoren. Het energieverbruik van de meeste verbruikers is bekend uit procesdocumentatie. De emissiefactoren zijn voornamelijk gebaseerd op de Generieke m.e.r. van NOGEPA en gegevens van leveranciers. Waar mogelijk zijn de relevante jaarlijkse energie verbruiken genoemd in de tabellen, met bijbehorende emissies.

Rookgas van verbrandingsmotoren

De voornaamste bron van emissies naar lucht tijdens de booractiviteiten is afkomstig van de diesel aangedreven generatoren, welke energie opwekken voor het boorproces, het maken van de boorspoeling, verblijfsruimten, etc. Bovendien kan een aantal kleine diesel generatoren aanwezig zijn voor bijvoorbeeld luchtcompressoren, kranen, etc. De generatoren lopen 24 uur per dag, maar de belasting van de generatoren zal variëren afhankelijk van de fase van het boorproces.

Emissies van diesel motoren bevatten onder andere CO_2, NO_x, SO_2 en onverbrande koolwaterstoffen. Voor al haar offshore activiteiten gebruikt TotalFinaElf E & P Nederland B.V. diesel met een laag zwavel gehalte (0,125 % S).

Rookgas door affakkelen

Na het afronden van een put, is het nodig deze schoon te maken en te testen. Voor dit doel wordt gedurende een beperkte periode (ongeveer 12 uur voor put L4G1 en 24 voor put L4G2) gas geproduceerd uit de put. De vloeistoffen worden gescheiden in een testseparator op het platform waarna het aardgas wordt verbrand in de fakkel van het platform. Hierdoor komen CO_2, NO_x, en onverbrande koolwaterstoffen vrij (CH_4 en VOS's). Gedurende de schoonmaakoperaties kan geproduceerd gas eventueel worden geherinjecteerd in de put om de emissies naar lucht door het affakkelen te beperken. Deze mogelijkheid wordt nog onderzocht.

Tabel 8 Overzicht van de emissies naar lucht door boorwerkzaamheden.

Emissies naar lucht (ton)	Duur	Brandstof inzet	CO_2	CH_4	VOS	NO_x	SO_2
Boring gerelateerde emissies (vnl. dieselinzet voor elektriciteitsopwekking)	126 dagen	1169 m^3 diesel	2945	0	2,3	31,8	2,5
Emissies gerelateerd aan fakkelen (verbranding van aardgas in de fakkel)	36 uren	750 KNm^3 gas	1333	30	0	0,003	0

Transportactiviteiten

Gedurende de boorperiode die ongeveer 126 dagen duurt is het boorplatform 24 uur per dag in bedrijf en heeft een bemanning van ongeveer 50 personen. Voor de bemanning is een volledige accommodatie beschikbaar. Er is geregeld vervoer nodig voor personeel en er is bevoorrading nodig voor het platform ten behoeve van het boorproces (bekledingsbuizen, productieverbuizing, boorspoeling componenten), brandstof, wisseling van de bemanning, verwijdering van OBM en OBC, etc. Op basis van ervaringen met andere boorwerkzaamheden door TotalFinaElf E & P Nederland B.V. is geschat dat de volgende transportbewegingen nodig zijn:

- Helikopters: 1 bezoek per dag, 114 km enkele reis, helikopter brandstof
- Bevoorradingsschepen: 2 bezoeken per week, 114 km enkele reis, dieselolie

Tabel 9 Overzicht van de emissies naar lucht door transportactiviteiten tijdens de boorwerkzaamheden.

Emissies naar lucht (ton)	Duur	Brandstofinzet	CO_2	CH_4	VOS	NO_x	SO_2
Helikoptervluchten (afstand 114 km)	1 / dag	63 m^3	151	0	0.9	2,5	0,3
Bevoorradingsschip (afstand 114km)	2 / week	17 m^3	362	0	19,4	6	1,3

4.1.2.8 Geluid

Het geluid dat tijdens de booractiviteiten ontstaat is maximaal tijdens het boren, trippen (het naar boven trekken van de gehele buizenserie om bijvoorbeeld de casing te plaatsen of om de beitel te vervangen) en cementeren. Het geluid heeft een gemiddelde intensiteit van 120 dB(A)[1] met af en toe uitschieters tot 130 dB(A). Tijdens deze activiteiten zijn de energievoorziening en de 'cementing tank' de voornaamste bronnen van geluid .

De berekende afstanden tot het boorplatform waar het gestandaardiseerde geluidsniveau wordt bereikt, staan weergeven Tabel 10.

Tabel 10 Berekende afstanden (in meters) van de boorinstallatie waarop het geluidsniveau een bepaald gestandaardiseerd geluidsniveau bereikt (Haskoning, 1995).

Geluidsniveau	Boren	Cementeren	Trippen	Boren + kranen
40 dB(A)	1500	1410	1370	1830
45 dB(A)	980	900	870	1210
50 dB(A)	620	560	540	780
60 dB(A)	220	200	190	290

Recent uitgevoerde studies hebben aangetoond dat geluidsemissies door affakkelen (piek emissies) zijn onderschat, alsmede de frequentie en intensiteit van piek emissie in het algemeen. De 60 dB(A) grens blijkt op meer dan 500 meter afstand van het platform te liggen. Voor continue geluidsbelasting is echter geconcludeerd dat een conventioneel adequaat boorplatform, onder alle omstandigheden zal voldoen aan de geluidsnorm van 60 dB(A) op 300 meter afstand. Dit is in overeenstemming met de berekende afstanden in de tabel hierboven.

Het boren zal ook leiden tot onderwatergeluid. De intensiteit is afhankelijk van de diepte van het water en de frequentie van het geluid. Het achtergrondniveau verandert bij verschil in weersomstandigheden. Tijdens een storm kan het achtergrondniveau 100dB(A) bij 30Hz en 85dB(A) bij 16kHz zijn en bij een kalme zee ligt het niveau tussen de 85dB(A) bij 30Hz en 60dB(A) bij 16kHz. Het onderwatergeluid door booractiviteiten is vergelijkbaar met het geluid dat veroorzaakt wordt door de visserij en rond de 150dB(A) bij 100Hz en 115dB(A) bij 5kHz ligt (Haskoning, 1995). Uit monitoring van onderwatergeluid, dat in 1997 is uitgevoerd bij het ENSCO-72 boorplatform bij put N07-03, blijkt dat op 5 meter onder het waterniveau en op 5 meter afstand van het boorplatform de geluidsniveaus lager zijn dan die van vissersschepen, gemeten op een afstand van 100 meter.

[1] Het meest gebruikte filter voor geluidsniveaus is de logaritmische A schaal en geldt voor mensen. Voor andere organismen geldt deze logaritmische A schaal niet en wordt dB zonder de aanduiding '(A)' vermeld.

De voornaamste geluidsemissies worden veroorzaakt door bezoek van helikopters. Deze vinden echter alleen plaats gedurende een korte periode. Bij een hoogte tussen de 35 en 180 m is er op 1400 m afstand een geluidsniveau van 60dB(A). Op 600 m hoogte ligt het geluidsniveau van 60dB(A) op een afstand van 1300 m (Haskoning, 1995).

Het is belangrijk op te merken dat geluidsemissies zeer variabel zijn en dat veel van de hierboven vermelde gegevens zijn gebaseerd op 'piek-niveaus' die alleen in specifieke gevallen gedurende korte tijd optreden (b.v. bij trippen of het gebruik van kranen). Continue geluidsemissies worden voornamelijk veroorzaakt door booractiviteiten.

4.1.2.9 Licht

Door de aanwezigheid van het boorplatform wordt licht geëmitteerd. Omdat het boren een proces is dat dag en nacht doorgaat, is verlichting van de werkvloer noodzakelijk. Ten behoeve van de navigatie is externe navigatieverlichting aanwezig langs iedere zijde van het boorplatform. De naamplaat van de boorinstallatie wordt ook continu verlicht.

De verlichting zal zodanig gericht worden dat externe horizontale dispersie en onnodige emissie van het licht zoveel mogelijk wordt vermeden.

4.1.2.10 Afval

Al het afvalmateriaal, inclusief huishoudelijk afval, metaalschroot en OBM/OBC zal apart worden verzameld en afgevoerd naar land, voor verdere behandeling door een bevoegd afvalverwerkingsbedrijf. De procedures voor de behandeling van afval zijn opgenomen in het TotalFinaElf E & P Nederland B.V. Afval Management Systeem.

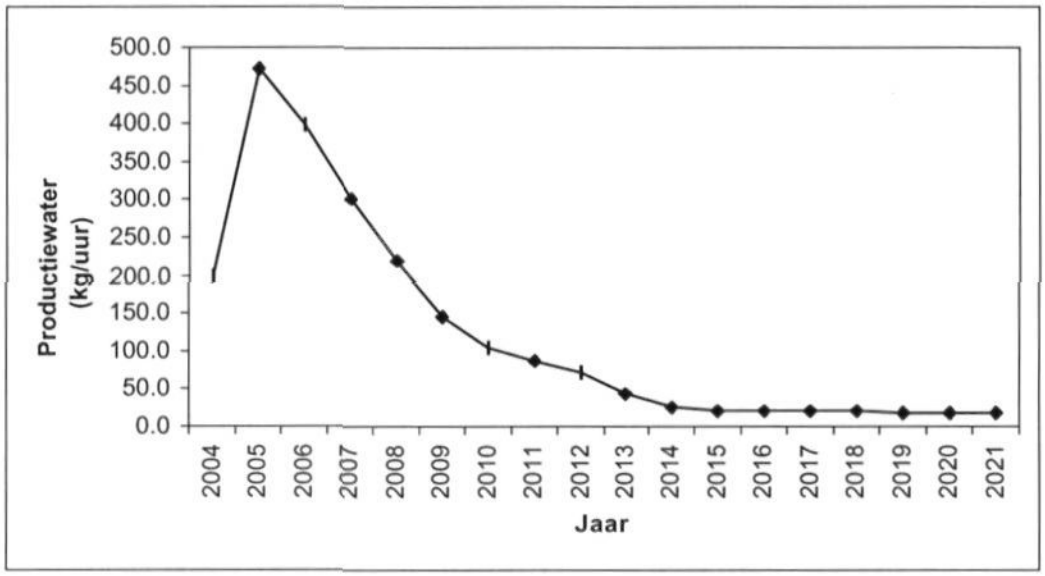
4.1.3 Productie activiteiten

Nadat de productieputten zijn voltooid zal de eigenlijke productieperiode van start gaan. De voornaamste emissies tijdens deze periode zijn:

- Productiewater,
- Regen-, spoel- and schrobwater,
- Aangroeiwering en corrosiepreventie,
- Sanitair afvalwater,
- Emissies naar de lucht,
- Geluid,
- Licht,
- Afval.

4.1.3.1 Productiewater

Productiewater bestaat uit waterdamp dat in het ruwe aardgas aanwezig is en condenseert tijdens het transport naar het oppervlak. Het gecondenseerde water wordt van het gas gescheiden door de gas-vloeistof separator op het L4G platform. Na verdere scheiding en ontgassing wordt het debiet van de waterstroom gemeten, het water wordt vervolgens door een skimmer tank geleid waarna het wordt geloosd naar zee. In Figuur 8 staat de verwachte hoeveelheid productiewater tijdens de productieve levensduur van het platform weergegeven.



Figuur 8 Verwachte hoeveelheid productiewater gedurende de levensduur van het platform.

Het gecondenseerde water is van nature relatief schoon en is voornamelijk verontreinigd met koolwaterstoffen vanwege het intensieve contact met het aardgas. Bovendien kunnen er sporen van zware metalen en andere substanties vanuit de geologische formatie aanwezig zijn in het water. De verwachte samenstelling van het productiewater staat weergegeven in Tabel 11, waarbij productiewater van L4PN als referentie is gebruikt. Ondanks het feit dat de verwachte concentratie alifaten reeds onder de maximaal toegestane waarde van 40 mg/l (ROM) ligt, zal het productiewater verder behandeld worden (skimmer tank), waardoor het koolwaterstofgehalte van het te lozen productiewater met ongeveer 50% zal worden verminderd.

Tabel 11 Verwachte samenstelling van productiewater (referentie platform L4PN), geen rekening houdend met de toepassing van een skimmer tank. De vracht is berekend op basis van de maximale waterproductie (472,6 kg (0.5 m^3)/uur).

Component		Concentratie (mg/l)	Vracht (kg/jr)
Koolwaterstoffen	Alifaten	21,6	89,67
	BTEX	16,48	68,23
Metalen	Hg	0,0013	0,01
	Cd	0,01	0,06
	Pb	0	0
	Ni	0,03	0,12
	Zn	0,61	2,52

In de loop der tijd kunnen putten formatiewater gaan produceren (dat is water uit het gasreservoir). In geval dat de putten formatiewater gaan produceren, kan dat deel van het reservoir worden afgesloten om formatiewaterproductie te voorkomen. Dit gebeurt om zowel technische, economische als milieuredenen. Het kan mogelijk zijn dat productiewater verontreinigd is met 'Naturally Occurring Radioactive Material' (NORM). NORM bestaat uit isotopen die in lage concentraties aanwezig kunnen zijn in de geologische formatie. Het is moeilijk om vooraf de concentratie van NORM in het productiewater te voorspellen. Dit wordt verder besproken in hoofdstuk 7.

Bij het opstarten van de putten wordt glycol met enkele mg/l corrosieremmer waarvan het gebruik is goedgekeurd door SodM, in de put geïnjecteerd. Na het opstarten zal er geen hydraatvorming meer plaatsvinden omdat de put dan is opgewarmd en zal de glycolinjectie worden gestopt. Het grootste deel van het glycol zal met het productiewater worden geloosd. Een kleine fractie van het bij koud opstarten gebruikte glycol zal met het gas naar K6TC worden getransporteerd. Naar schatting zal bij het opstarten van een put ongeveer gedurende 0,5 tot 1 uur glycol geïnjecteerd worden, met een hoeveelheid van 60 liter per uur. Dit betekent dat er maximaal 60 liter glycol per put geïnjecteerd zal worden. Verwacht wordt dat de putten ongeveer vier keer per jaar worden opgestart waarbij glycol injectie dient te worden toegepast. Er worden geen andere additieven toegevoegd die mogelijk kunnen resulteren in emissies naar water of lucht.

4.1.3.2 Regen-, spoel- en schrobwater

Regen-, spoel- en schrobwater (RSS-water) kan kleine hoeveelheden koolwaterstoffen bevatten. Dit water wordt dan ook behandeld om te voldoen aan de wettelijke eisen die daaraan gesteld worden (Regeling lozing Oliehoudende Mengsels, ROM, maximaal maandelijks gemiddelde alifaten concentratie 40 mg/l) alvorens lozing naar zee is toegestaan.

Op basis van een jaarlijkse neerslag van 685 mm en het oppervlak van het L4G platform dat in verbinding staat met het open drainagesysteem, kan een lozing van ongeveer 200 m^3 (regen)water per jaar verwacht worden. De totale lozingshoeveelheid van RSS-water komt daarmee op ongeveer 300 m^3 per jaar, wat resulteert in een gemiddelde maandelijkse lozing van 25 m^3 (referentieplatform L4PN).

Het RSS-water zal via het open afvoersysteem worden opgevangen in een skimmer tank. De skimmer tank zal de olie van het water scheiden. Het water zal na behandeling worden geloosd waarbij de maandelijks gemiddelde alifaten concentratie beneden de 40 mg/l blijft. De skimmer tank is ontworpen met een behandelingscapaciteit van 8 m^3 per uur. De opgevangen olie zal naar een transportcontainer voor koolwaterstoffen worden verpompt en per bevoorradingsschip afgevoerd worden.

4.1.3.3 Aangroeiwering en corrosiepreventie

Het platform zal worden beschermd met een anti-corrosie verfsysteem in de spat zone (deel van de onderbouw dat wordt blootgesteld aan golven en opspattend water, tussen laag-laagwater en het niveau van 0,5 meter onder de eerste horizontale buizen constructie van de onderbouw) en in de zone net boven de zeebodem.

Om corrosie van de onder water gelegen delen van de installatie tegen te gaan, zullen aluminium en zink anoden worden geplaatst. Vanwege het milieu zullen voornamelijk aluminium anoden worden gebruikt, in plaats van zink. Alleen voor bescherming van de zeer corrosieve gebieden nabij de zeebodem, waar H_2S vrij kan komen, zullen zinkanoden gebruikt moeten worden. In Tabel 12 wordt het totale aantal anoden gegeven.

Tabel 12 Aantal en samenstelling van anoden die gebruikt worden om het L4G platform tegen corrosie te beschermen.

Sectie	Aantal anoden	Type anode	Samenstelling
Onderbouw tussen –5,0 en -40,0 m	154 x 360 kg	aluminium	aluminium met max. 5,5 % zink
Underside Mud-Mats	31 x 49 kg	zinc	99 % zink
Riser caissons internal	18 x 66,9 kg	aluminium	aluminium met max. 5,5 % zink
3 inch Riser clamps	1 x 5,3 kg	aluminium	aluminium met max. 5,5 % zink

Het metaal waarvan de anoden zijn gemaakt, wordt geoxideerd. De hierbij gevormde metaal-ionen (Al^{3+} en Zn^{2+}) worden gehydrolyseerd in het zeewater (van Westing, TNO, pers. comm.). De geschatte hoeveelheid aluminium en zink dat in het milieu terecht zal komen, staat weergegeven in Tabel 13, uitgaande van een benuttingfactor van 0,9 voor de levensduur van het platform.

Tabel 13 Geschatte jaarlijkse hoeveelheid aluminium en zink die vrijkomt in het milieu vanuit de anoden die geplaatst zijn op de poten van de onderbouw.

Anode	Gemiddeld gewichtsverlies van de anoden per jaar (kg)
Aluminium	1928
Zink	166

4.1.3.4 Sanitair afvalwater

Aangezien het L4G satellietplatform normaal gesproken onbemand zal zijn, zal er nauwelijks sanitair afvalwater geproduceerd worden. Emissies van sanitair afvalwater tijdens onderhoudsactiviteiten en potentiële noodverblijven kunnen verwaarloosd worden. Op een platform dat door minder dan 10 personen wordt bemand, is geen afvalwaterzuivering vereist (MRcp, art. 49a, lid 2b).

4.1.3.5 Emissies naar de lucht

Emissies naar de lucht bestaan uit rookgassen door verbrandingsmotoren en 'afgassen' door het gasbehandelingsproces en de onderhoudsactiviteiten. De verbrandingsmotoren voor transportactiviteiten (helikopters en schepen) produceren ook rookgassen. Tabel 14 geeft een overzicht van de emissies naar lucht tijdens de productiefase. Aangezien de productie van gas en water niet constant is over de jaren (zie productiewater profiel, Figuur 8), zijn de emissies door productiewater ontgassing uitgedrukt in een jaarlijks gemiddelde over 18 jaar.

Rookgassen door ontbrandingsprocessen

Rookgassen door ontbrandingsprocessen op L4G zijn afkomstig van de gasmotor voor de aandrijving van de generator, de reserve dieselmotor voor de aandrijving van de generator, de diesel motor van de kraan en de diesel motor van de reddingsboot. Alleen de gasmotor is continu in werking, de diesel motoren hebben een zeer beperkte draaitijd.

Emissies van gasmotoren bevatten onder andere CO_2, NO_x en onverbrande koolwaterstoffen.
Emissies van dieselmotoren bevatten onder andere CO_2, NO_x, SO_2 en onverbrande koolwaterstoffen. TotalFinaElf E & P Nederland B.V. gebruikt voor al haar offshore werkzaamheden diesel met een laag zwavel gehalte (0,125 % S).

'Afgassen' van het gasbehandelingsproces

Emissies door het gasbehandelingsproces kunnen worden onderverdeeld in punt bronnen en diffuse bronnen. Puntbronnen zijn het ontgassen van het productiewater (continu), het afblaassysteem dat gebruikt wordt voor het handmatig van druk aflaten van de installatie (ongeveer twee keer per jaar) en van overdrukbeveiligingskleppen. Diffuse bronnen ontstaan door lekkende aansluitingen. Deze emissies bestaan voornamelijk uit onverbrande natuurlijke gassen (CH_4 en VOS).

Tabel 14 Overzicht van procesgerelateerde gemiddelde jaarlijkse emissies naar de lucht tijdens de productiefase.

Emissies naar de lucht (ton/jr)	Duur	Brandstof verbruik	CO_2	CH_4	VOS	NO_x	SO_2
Aardgas productie	8000 uur/jr	$1,8.10^6$ Nm3/d gas					
Gasmotor gedreven generator	8000 uur/jr	$2,2.10^6$ Nm^3/jr gas	400	3,3	<<	1,1	0
Dieselmotor gedreven generator	60 uur/jr	1,25 m^3/jr diesel	3,3	0	0	0	0
Dekkraan dieselmotor	30 uur/jr	1 m^3/jr diesel	2,6	0	0	0	0
Reddingsboot dieselmotor	Testen	<< m^3/jr diesel		Verwaarloosbaar			
Productiewater ontgassing	Continu	1065 Nm^3/jr gas	0,02	0,01	<<	0	0
Vent systeem	2x700 Nm^3/jr	1400 Nm^3/jr gas	0,03	0,01	<<	0	0
Diffuse emissies	continu	<< Nm^3/jr gas		Verwaarloosbaar			

Voor wat betreft de emissies naar de lucht zijn de volgende opmerkingen van belang:

1. De L4G faciliteiten zullen volgens de stand der techniek worden gebouwd met betrekking tot de lekdichtheid van de installatie, overeenkomstig de specifieke NeR regeling. Daarom kan worden aangenomen dat de diffuse emissies verwaarloosbaar zijn.
2. Er zullen geen CFK houdende installaties geplaatst worden op het L4G platform, waardoor emissies van deze stoffen worden voorkomen. Het brandblusmateriaal dat wordt gebruikt in de technische ruimten bestaat uit Argotec (100% argon).
3. Het is niet nodig om in noodgevallen de installatie van druk af te laten door het ontwerp van het platform. Daarnaast is de installatie ontworpen om op druk te blijven tijdens een productiestop. Het van druk aflaten van de installatie is alleen nodig bij bepaalde onderhoudsactiviteiten, met een geschatte frequentie van 2 maal per jaar.
4. Het energieverbruik van de gasmotor ten behoeve van energieopwekking is gebaseerd op de te verwachten belasting van deze machine.
5. Het gasdebiet van de productiewaterontgassing is een gemiddelde waarde over de 18 jaar van productie. Het gemiddelde productiewaterdebiet is 1071 m^3/jr en het daaraan gerelateerde gasdebiet van het ontgassingproces is ongeveer 1065 Nm^3/jr.

4.1.3.6 Geluid

De volgende bronnen zijn van belang voor emissies van geluid op het L4G platform:

- Generator,
- Bevoorradingsschepen,
- Kraan,
- Gasstroomregelkleppen,
- Helikopters.

De voornaamste bronnen van geluid zullen de generatoren en de gasstroomregelkleppen zijn. Maatregelen voor geluidsreductie zullen worden toegepast. Verwacht wordt, dat de geluidsbelasting binnen in de generatorruimte, ongeveer 78 dB(A) zal zijn. Gebaseerd op informatie van een vergelijkbaar platform (TotalFinaElf E & P Nederland B.V.), zal het 60 dB(A) niveau op ongeveer 15 meter afstand van het platform worden bereikt.

Van alle activiteiten op het platform levert het helikopterbezoek de hoogste geluidsemissie. Dit vindt echter gedurende een korte periode plaats. Op jaarbasis zal het aantal bezoeken gemiddeld op drie maal per week liggen. Bij een vlieghoogte tussen de 35 en 180 m ligt de grens van 60 dB(A) op een afstand van 1400 m. Bij een vlieghoogte van 600 m is die afstand 1300 m.

4.1.3.7 Licht

De voorwaarden voor verlichting aan boord van het platform zijn in het MRcp vastgelegd. Het platform moet verlicht zijn van zonsondergang tot zonsopgang, dit om onder andere de veiligheid van de scheepvaart en de veiligheid van de werknemers van de winninginstallatie te garanderen. Aangezien het platform een onbemand productieplatform is, is verlichting alleen noodzakelijk voor de veiligheid van scheepvaart en luchtverkeer.

De verlichting wordt zodanig aangepast dat externe horizontale dispersie en onnodige lichtemissie zoveel mogelijk wordt voorkomen. Emissies van licht zijn moeilijk te kwantificeren en zijn sterk van weersomstandigheden afhankelijk.

4.1.3.8 Afval

Er komt weinig afval vrij bij de productie en behandeling van gas dat offshore wordt geproduceerd, met name bij onbemande platformen zoals L4G. Het afval dat geproduceerd wordt bestaat voornamelijk uit bedrijfsafval (inclusief verpakkingsmateriaal, staal schroot, afval van tijdelijk verblijvend personeel) en gevaarlijk afval (zoals afgewerkte olie, batterijen, resten van additieven). Het grootste deel van het afval komt vrij tijdens onderhoudsbeurten, zie paragraaf 4.1.4. Overeenkomstig de geldende wetgeving, zal al het afval apart worden verpakt, opgeslagen en naar land worden getransporteerd om optimaal hergebruik, storten of verbranden te bewerkstelligen.

Jaarlijks worden de volgende hoeveelheden geproduceerd afval verwacht:

- Bedrijfsafval 250 kg (één 4 m^3 afval container)
- Gevaarlijk afval 1000 kg, waarvan 800 kg afgewerkte olie

4.1.4 Onderhoudsactiviteiten

Emissies tijdens onderhoudsactiviteiten zijn voornamelijk gerelateerd aan emissies van afval, zoals straalgrit, verfresten, en met olie verontreinigd materiaal. Het intern schoonmaken van proces apparatuur kan ook plaatsvinden tijdens onderhoudsactiviteiten, waarbij vloeistoffen vrijkomen. Deze vloeistoffen kunnen verontreinigd zijn met sporen van kwik en NORM die in lage concentraties aanwezig kunnen zijn in de ondergrondse geologische formaties. Daarom dienen er, tijdens het schoonmaken van de installatie, maatregelen genomen te worden. Materiaal dat mogelijk met NORM of kwik verontreinigd kan zijn (onderdelen, uitrusting, vloeistoffen, ketelsteenafzettingen, etc.) wordt bemonsterd en geanalyseerd. Verontreinigd materiaal zal overeenkomstig de regelgeving verpakt en naar de wal verscheept worden door een bevoorradingsschip, om daar aan een daartoe gerechtigde verwerker afgegeven en gericht verwerkt te worden. Alle activiteiten waarbij personeel in contact kan komen met gevaarlijk materiaal worden volgens de ARBO reglementen uitgevoerd teneinde de gezondheid van het personeel niet in gevaar te brengen.

4.1.5 Transportactiviteiten

Het L4G platform zal op afstand worden bestuurd en normaal gesproken onbemand zijn. Voor onvoorziene overnachtingen zal er echter accommodatie beschikbaar zijn. Er zijn regelmatig bezoeken nodig om inspecties en operationele activiteiten uit te voeren die niet op afstand geregeld kunnen worden (zoals het vullen van de dieseltanks) en onderhoud (aan de installatie of putten). Voor deze activiteiten is regelmatig vervoer van personeel en transport van materiaal noodzakelijk. In principe wordt het personeel per helikopter vervoerd, terwijl materiaal per bevoorradingsschip wordt aangeleverd. Op basis van het aantal helikopterlandingen tijdens de productiefase op het onbemande gasproductieplatform K4BE (uitgerust met een generator die door een gasmotor wordt aangedreven) vanTotalFinaElf E & P Nederland B.V., is geschat dat het volgende aantal transportactiviteiten nodig is:

- Helikopters: 3 bezoeken per week, 30 km enkele reis naar platform L7Q, helikopter brandstof
- Bevoorradingsschepen: 2 bezoeken per maand, 30 km enkele reis naar platform L7Q, dieselolie

Tabel 15 Overzicht van de jaarlijks gemiddelde emissies naar lucht door transportactiviteiten tijdens de productiefase.

Emissies naar de lucht (ton/jr)	Duur	Brandstof verbruik	CO_2	CH_4	VOS	NO_x	SO_2
Helikoptervluchten (afstand 30 km)	3 / week	24 m^3/jr heli brandstof	56,1	0	0,3	0,8	0
Bevoorradingsschip (afstand 30km)	*2 / maand*	*12 m^3/jr* dieselolie	*31,5*	*0*	*0,3*	*0*	*0*

4.1.6 Ontmanteling

Na uitputting van de gasreservoirs zullen de putten worden afgesloten en verlaten. De onderbouw en het productiedek zullen worden voorbereid op ontmanteling.

Uitlaatgassen van de hiervoor gebruikte apparatuur (kraanschip en productiedek) en schepen zullen emissies naar de lucht veroorzaken. Deze emissies zullen vergelijkbaar zijn met de emissies door de installatie van de satelliet (zie paragraaf 4.1.1)

Tijdens de voorbereidingen voor veilige ontmanteling van de onderbouw en het productiedek kan enig (offshore) afval geproduceerd worden zoals slib, schroot, olieresten, chemicaliën, etc. Dit afval zal worden verzameld en vervoerd naar land alwaar het zal worden verwerkt door een daartoe bevoegd bedrijf.

Monitoring van de zeebodem en verwijdering van eventuele obstakels zal worden uitgevoerd volgens de daarvoor geldende wettelijke eisen.

Op dit moment is het algemeen gebruik om pijpleidingen schoon te maken en in een veilige conditie (geen obstakels voor de visserij) in-situ te laten liggen. Vooralsnog is niet voorzien dat de 3 inch glycol en de 10 inch gastransport pijpleidingen zullen worden verwijderd vanwege potentiële schade aan het milieu, veiligheid en kosten. Op het moment van ontmanteling zal de dan geldende wet- en regelgeving in beschouwing worden genomen.

4.2 Emissies door alternatieven

Deze paragraaf geeft een beschrijving van de emissies door alternatieven, zoals beschreven in hoofdstuk 3.

4.2.1 Alternatief: Optie voor verwijdering van boorafval

Het lozen van WBM en WBC op open zee zou geheel voorkomen kunnen worden wanneer dit afval naar land wordt getransporteerd. De totale hoeveelheid boorspoeling en -gruis waarvan lozing kan worden voorkomen bedraagt respectievelijk 649 and 291 m^3. Daarentegen zullen er emissies naar de lucht plaatsvinden, door transportactiviteiten (offshore en aan land) en het benodigd energieverbruik om het afval te verwerken.

Op dit moment kunnen het aantal benodigde transportactiviteiten en het daaraan gerelateerde brandstofverbruik niet met zekerheid worden gegeven. De, aan het transport gerelateerde emissies, bevatten CO_2, NO_x, SO_2, onverbrande koolwaterstoffen en deeltjes (roet). Aan land moet het boorspoeling en –gruis worden getransporteerd en behandeld: gescheiden van achtergebleven boorspoeling en gedroogd, waarna het gebruikt kan worden als landbedekking. Aan deze optie zijn naast genoemde emissie nadelen ook veiligheidsrisico's verbonden. Dit in verband met het laden – en lossen van de containers en het afmeren van het ponton naast het boorplatform.

4.2.2 Alternatief: Extra behandeling van productiewater

De beschreven extra behandelingen van productiewater reduceren de emissies naar water van koolwaterstoffen. In het overzicht hieronder (Tabel 16), zijn de reducties weergegeven, alsook enkele positieve of negatieve neveneffecten met betrekking tot het milieu. De data zijn afkomstig van OSPAR (2002).

Er moet worden opgemerkt dat TotalFinaElf E & P Nederland B.V. een skimmer tank zal installeren welke is meegenomen in de voorgenomen activiteit. Dit zal leiden tot een reductie van de concentratie aan koolwaterstoffen. Dit is niet meegenomen in de milieuevaluatie van end-of-pipe behandelingstechnieken. Het voordeel van de end-of-pipe behandelingstechnieken in deze paragraaf zal minder zijn dan aangegeven.

Tabel 16 Overzicht van milieueffecten van extra behandelingsmethoden van productiewater. Zie tekst voor aanvullende opmerkingen.

Maatregel	Reductie% en kosten in €/kg			Neveneffecten
	Alifaten	aromaten	Zware metalen	
		Preventieve techniek		
Mechanical water shut off	50-75% geen gegevens	50-75% geen gegevens	50-75% geen gegevens	Alleen relevant bij een waterdoorbraak van het reservoir
		End of pipe technieken		
Onbehandeld water (geen skimmer tank)	89.7 kg/jr	68.2 kg/jr	2.7 kg/jr	
Stoomstrippen	>90% €2412/kg	>90% €2412/kg	-	Energieverbruik door het strippen, ontkalkende chemicaliën en corrosie inhibitoren, slibneerslag in buffertank, mogelijk neerslag van zout in boiler.
Macro poreuze polymeren (MPPE)	>99% €1600/kg	>99% €1600/kg	-	Afval uit het deeltjesfilter, energieverbruik, transport van zoet water.
Membraan micro/ultra filtratie	>90% €3419/kg	-	-	Energieverbruik door de pompen, afval (filtraat en reinigende chemicaliën).
Ion uitwisseling behandeling	-	-	99% €9545/kg	Verbruik en afvoer van chemicaliën (HCl, NaOH), energieverbruik.
Herinjectie	100% €3884/kg#	100% €2158/kg#	100% €30459/kg*	Energieverbruik door de pompen, verbruik en injectie van chemicaliën (O_2 wegvanger, biocide, corrosieremmer) Slib eerslag in buffertank, mogelijk neerslag van zout in leidingen.

4.2.3 Alternatief: Varianten voor stroomopwekking

De beschreven varianten voor stroomopwekking hebben specifieke eigenschappen met betrekking tot de milieubelasting. In de tabel hieronder (Tabel 17) staat een overzicht van de belangrijkste eigenschappen van deze alternatieven.

Tabel 17 Overzicht van de emissies door de alternatieven voor stroomopwekking (tonnen per jaar).

Activiteit	Energie efficiëntie	CO_2 emissie	NO_x emissie	CH_4 emissie	VOS emissie	SO_2 emissie	Overig
Gasmotor ***(voornemen)***	35%	400	1,1	3,3	Verwaar-loosbaar	-	
Dieselmotor	30%	500	8	-	0,3	0,3	Emissie van PAK's & stof Groter risico op diesel spills; Geen stookgas systeem vereist
Gasturbine (microturbine)	20-25%	450	0,375	-		-	Stookgas systeem vereist
Levering per kabel van K6TC	20-25% minus kabelverliezen	660	1,6	-		-	Geen stookgas systeem vereist Een kabel dient te worden gelegd over een relatief grote afstand (23 km)

Noot:

1) *Voor alle opties is een dieselmotor als reserve vereist;*
2) *Er is verondersteld dat elektriciteitsopwekking op K6TC wordt gedaan met een gasturbine, de hogere NO_x emissie is aangenomen op basis van de leeftijd van de installatie. Het is verder verondersteld dat de kabel gebundeld wordt gelegd met de gasleiding, zodat geen extra verstoring van de zeebodem plaatsvindt;.*
3) *De energievoorziening vanaf platform L4A of L4PN welke het dichtst bij L4G liggen (de afstand tot L4G is ca. 5-12 km) is niet mogelijk. Er is onvoldoende capaciteit voorhanden om zowel L4G als L4A of L4PN van stroom te voorzien.*

<u>Opwekking via een generator die wordt aangedreven door een dieselmotor</u>

De belangrijkste aspecten met betrekking tot elektriciteitsopwekking via een generator die wordt aangedreven door een dieselmotor zijn:

NO_x emissie: NO_x emissie van een dieselmotor (onder de L4G omstandigheden) is 1000 g/GJ.

SO_2 emissie: Omdat diesel zwavel bevat (alhoewel gebruik gemaakt wordt van diesel met een laag zwavel gehalte: 0,125%) leidt energieopwekking met een dieselaangedreven generator tot uitstoot van SO_2.

Ongevallen: De noodzaak voor opslag van diesel en een toename in het transport van diesel vergroot de kans op een incidentele lozing van diesel

Kosten: De installatie van een dieselmotor is goedkoper dan een gasmotor waardoor een lagere investering mogelijk is ten opzichte van de voorgenomen energieopwekking.

<u>Opwekking via een gasturbine aangedreven generator</u>

De belangrijkste aspecten met betrekking tot elektriciteitsopwekking via een gasturbine (microturbine) aangedreven generator zijn:

NO_x emissie:	NO_x emissie van een gasturbine (onder de L4G omstandigheden) is maximaal 65 g/GJ.
CH_4 emissie:	De emissies van CH_4 zijn beperkt (ten opzichte van een gasmotor).
Efficiëntie:	Kleine gasturbines (zoals benodigd voor L4G) hebben een energie efficiëntie van 20-25 %.
Toepasbaarheid:	De betrouwbaarheid en beschikbaarheid van kleine gasturbines op de markt is beperkt en de toepasbaarheid is niet bewezen op onbemande offshore platformen.
Kosten:	De investeringskosten van kleine gasturbines zijn in het algemeen hoog.

Levering van elektriciteit per kabel
De belangrijkste aspecten met betrekking tot elektriciteit aangeleverd per kabel zijn:

NO_x emissie:	NO_x emissies zijn in dit geval gerelateerd aan een gas turbine op K6TC (200 g/GJ). Deze emissie is gebaseerd op de normale emissie van turbines van vergelijkbare leeftijd
Efficiëntie:	Gas turbines hebben een lagere energie efficiëntie dan de voorgenomen gasmotor. Ook zal het verlies tijdens het elektriciteitstransport de efficiëntie beï nvloeden.
Kosten:	De investeringskosten van een kabel bedragen ongeveer 5,8 miljoen €.

4.3 Metingen en registratie

Voortkomend uit het beleid van TotalFinaElf E & P Nederland B.V. en overeenkomsten tussen de industrie en overheid, zoals vastgelegd in het milieuconvenant (zie paragraaf 2.3.2.3), worden de prestaties ten aanzien van het milieu, betreffende emissies en energieverbruik, gemeten en geregistreerd.

Voor verschillende aspecten die gerelateerd zijn aan het milieu, vindt er continu of op regelmatige basis metingen plaats. Dit levert de benodigde informatie waarop TotalFinaElf E & P Nederland B.V. op een goede milieubewuste wijze de installatie kan beheren. De verkregen informatie wordt voor zowel interne als externe doeleinden gebruikt.

De frequentie en methode van het bepalen van emissies en energieverbruik zijn gebaseerd op wettelijke eisen, overeenkomstig de door de overheid (zie paragraaf 2.5) en intern gestelde eisen.

Voor het L4G platform zullen, voor wat betreft het milieu, de volgende metingen en registraties worden uitgevoerd:

- Emissies naar water
  Het monitoren van emissies naar water zal in overeenkomst zijn met de regelgeving en de gemaakte afspraken tussen industrie en overheid. Bijvoorbeeld: ROM, betreffende alifatische oliecomponenten; NORM vergunning, betreffende natuurlijke radioactieve deeltjes; en de implementatie van de monitoringsovereenkomst tussen de industrie en de overheid, betreffende BTEX, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni en Zn.
- Emissies naar de lucht en energieverbruik
  De eisen aan metingen en registratie, zoals vastgelegd in de NeR, BEES en MJA, zullen voor het L4G platform geï mplementeerd worden.
- Afvalstroom
  Het verwijderen van gevaarlijk en niet gevaarlijk materiaal zal geregistreerd worden in overeenkomst met het TotalFinaElf E & P Nederland B.V. Waste Management Systeem. Eisen aan de registratie, zoals opgenomen in het Waste Management Systeem, zijn gebaseerd op de Europese afvalstoffenlijst (Eural), de Afvalstoffen Wet (AW) en provinciale eisen voor Bedrijfsafvalstoffen (VBA).

5. Ecosysteemprofiel, autonome ontwikkeling en gebruiksfuncties

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de huidige status van het milieu en het gebruik van het L4G gebied, waar de voorgenomen boor- en productieactiviteiten zijn gepland. Voorlopige gegevens van een baseline survey worden in dit hoofdstuk vermeld en geven een indicatie van de toestand van het biotisch en abiotisch milieu in het L4G gebied (*TNO rapport Baseline survey L4G, in prep.*). *Verder wordt aangegeven of de autonome* ontwikkelingen zullen leiden tot afwijkingen van de huidige toestand. Deze huidige toestand, waarbij eventuele effecten van de voorgenomen activiteiten zijn uitgesloten, dient als referentie voor de evaluatie van potentiële gevolgen van deze activiteiten op het milieu.

Het hoofddoel van dit hoofdstuk is om de karakteristieke en gevoelige kenmerken van het milieu voor de voorgenomen activiteiten te identificeren en te beschrijven. Het 'milieu' is gedefinieerd als het gebied met een straal van ongeveer 5 km rondom de locatie van het voorgenomen platform (ongeveer 80 km^2), omdat dit het gebied is waarbinnen de effecten waarschijnlijk niet door globale veranderingen worden beïnvloed.

5.1 Ecosysteem (basiskenmerken)

In dit hoofdstuk wordt de actuele toestand van het milieu op de voorgenomen platformlocatie (53°48'39,003"NB en 4°09'33,865"OL) beschreven. Het doel is om de karakteristieke kenmerken van het gebied te identificeren die gevoelig zijn voor de voorgenomen activiteiten. Op basis van deze kenmerken worden de (potentiële) effecten van de verschillende verstoringen van het milieu beschreven in hoofdstuk 3.

De geplande platformlocatie L4G ligt ten zuiden van de Oestergronden op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) van de Noordzee, 30-40 km ten noordwesten van het gebied. Met een diepte van 40 tot 41 meter bevindt de locatie L4G zich in het overgangsgebied van de diepere sedimentatiezone van de Oestergronden, waarvan het sediment bestaat uit fijn silt en de meer ondiepe zandige gebieden van het NCP in het zuiden. Op de overgangszone tussen het zandige erosiegebied in het zuiden en het meer siltige sedimentatiegebied van de Oestergronden, botsen de watermassa's van het Engels Kanaal en de centrale Noordzee en vormen frontsystemen die worden gekarakteriseerd door een hoge primaire productie en een hoge biodiversiteit. Het frontsysteem in dit gebied wordt het Friese Front genoemd en ligt op een afstand van ongeveer 10 km ten zuidoosten van het L4G gebied (Figuur 9).

Van de in de Noordzee voorkomende diersoorten hebben alleen de inheemse walvissen en zeehonden een beschermde status op basis van het 'Besluit beschermde inheemse diersoorten'. Daarnaast zijn zogenaamde 'doelsoorten' benoemd, welke geen wettelijke bescherming kennen, maar een beleidsstatus hebben (Bal *et al.*, 1995). De lokale milieucondities op de platformlocatie L4G verschillen echter van die van het Friese Front (zie tekstkader). In de extensieve studie van De Gee *et al.* (1991), wordt het gebied rondom de platformlocatie gezien als een lokale referentie voor 'non-front' condities (Figuur 10). De platformlocatie ligt binnen de stromingsrichting van de reststroom van het Friese Front gebied.

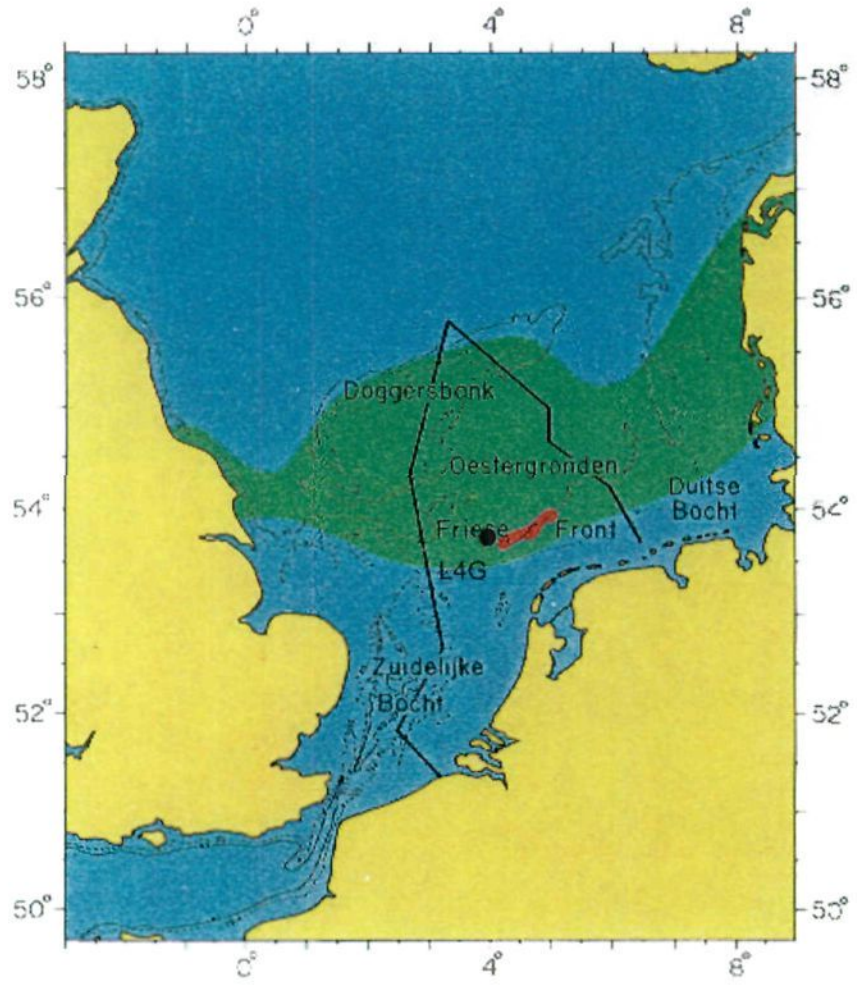
Voor de Noordzee bestaat de lijst met doelsoorten uit een drietal zeezoogdieren, waarvan er twee relevant voor de diepe sedimentatiezone worden geacht, namelijk de bruinvis en de tuimelaar. Verder kent de lijst een zestal soorten vogels, welke niet relevant worden geacht voor deze zone.

Van de 49 soorten vissen zijn er 40 belangrijk voor het gebied: 40 voor het frontgebied en 30 voor de diepere sedimentatiezone (Oestergronden). Van twee ongewervelde diergroepen zijn doelsoorten aangewezen, namelijk 10 soorten stekelhuidigen (9 waarschijnlijk voorkomend in diepe sedimentatiezones) en 24 soorten kreeftachtigen,

waarvan er 17 belangrijk zijn voor het gebied (16 voor het frontgebied en 14 voor de diepe sedimentatiezone).

Op dit moment is een lijst van zoutwatervissen, die als nieuwe doelsoorten zullen worden aangewezen, in bewerking. Deze lijst zal bestaan uit concept-Rode lijstsoorten en overige doelsoorten. Ook zal een lijst met trekkende vogels verschijnen, waarvan een aantal soorten relevant is voor de Noordzee.

De kenmerken van de gebieden zoals hierboven is beschreven zullen worden betrokken in de meer gedetailleerde beschrijving van het milieu die hier onder volgt.

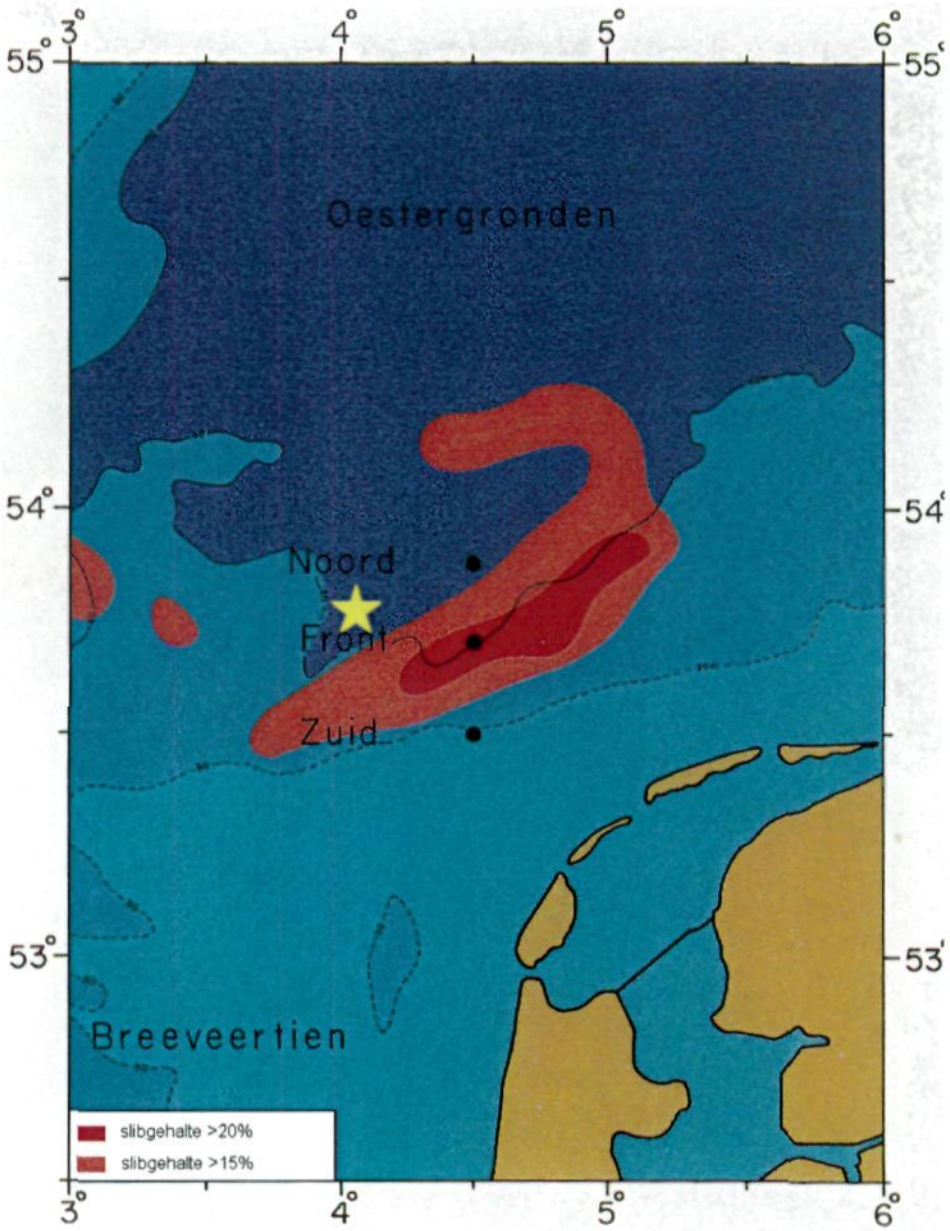


Figuur 9 Positie van de platformlocatie L4G op het Nederlands Continentaal Plat.

Het Friese Front

In het kader van de milieuzonering van het Nederlandse Continentale Plat (Milieuzonering van het NCP, Rijkswaterstaat, 1992), is het Friese Front als volgt gekarakteriseerd: "*Het Friese Fronten gebied loopt parallel aan 53°40'NB: de overgang van transport(erosie)gebied naar sedimentatiegebied. In dit gebied treedt gedurende het voorjaar en zomer een hoge primaire productie op. De gunstige voedselcondities door deze hoge primaire productie zijn terug te vinden in een rijke macrofauna gemeenschap, veel vis en de daarmee samenhangende hoge dichtheid aan vogels. In dit gebied worden regelmatig bruinvissen waargenomen.*"

Als natuurdoeltype (Natuurdoeltypen in Nederland; Bal *et al*, 1995) wordt de 'Frontzone' gedefinieerd als:
"Frontzone: Gesitueerd waar centraal Noordzeewater en Kanaalwater samenkomen. Deze zone staat bekend als het Friese Front. De diepte bedraagt er 30 tot 40 m. De bodem bestaat uit slibhoudend zand, zilt en klei en vormt een overgang tussen het erosiegebied in het zuiden en het sedimentatiegebied in het noorden. De soortenrijkdom is in potentie zeer groot. De dichtheden van een aantal zeevogels zijn thans reeds hoog. Dit geld tevens voor zeezoogdieren."

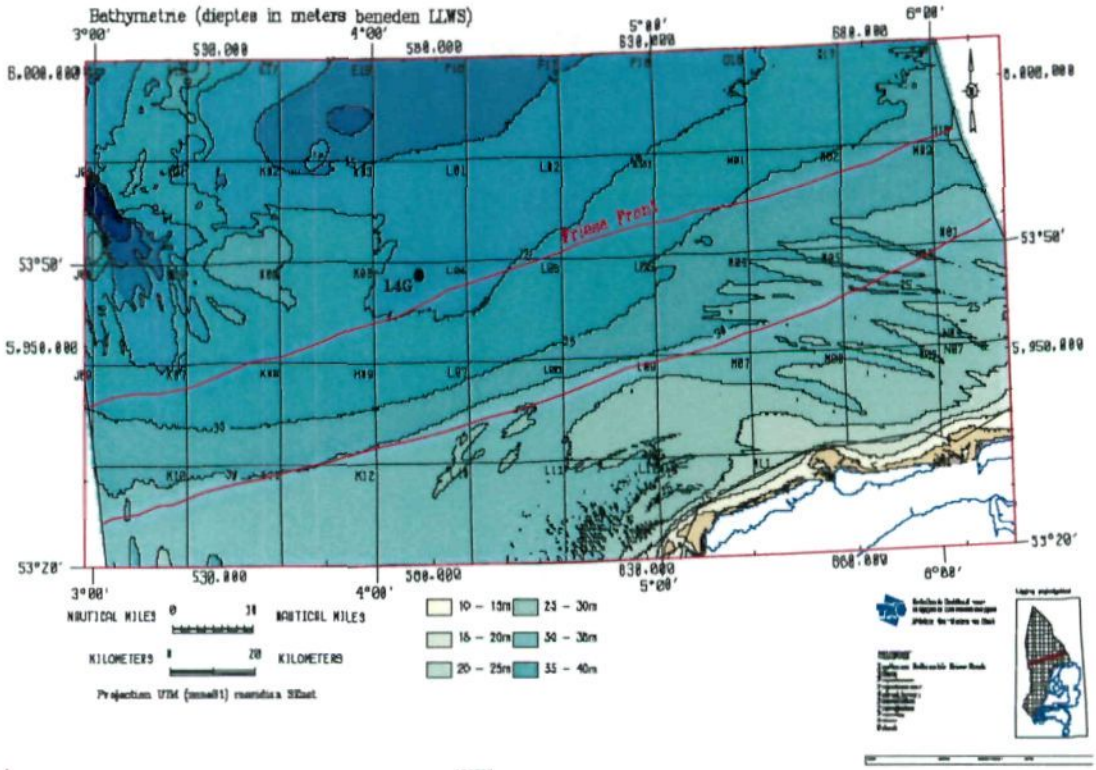


Figuur 10 Positie van de platformlocatie L4G (gele ster) gerelateerd aan de monsterlocaties van De Gee *et al.*, 1991 in de Friese Front surveys: 'Front'= Friese Front; 'Noord'= Noordelijke referentie positie; 'Zuid'= Zuidelijke referentiepositie. De rode kleur geeft de gebieden aan waar de siltfractie van het sediment hoger is dan 15%.

5.1.1 Abiotisch milieu

Het L4G gebied is gelegen in het overgangsgebied van het relatieve ondiepe 'Breeveertien' in het zuiden (diepte 20-30 meter) en de diepere Oestergronden in het noorden (40-50 meter), op een diepte van 40-41 meter (Figuur 11). Het is een gebied met een hoge biologische productie door de aanwezigheid van een frontgebied en is ontstaan door menging van verschillende watermassa's.

De Oestergronden worden gekenmerkt door fijnkorrelige sedimenten, met een hoge siltfractie. Door de specifieke condities van het frontgebied bestaan de sedimenten van het Friese Front uit nog hogere siltfracties.



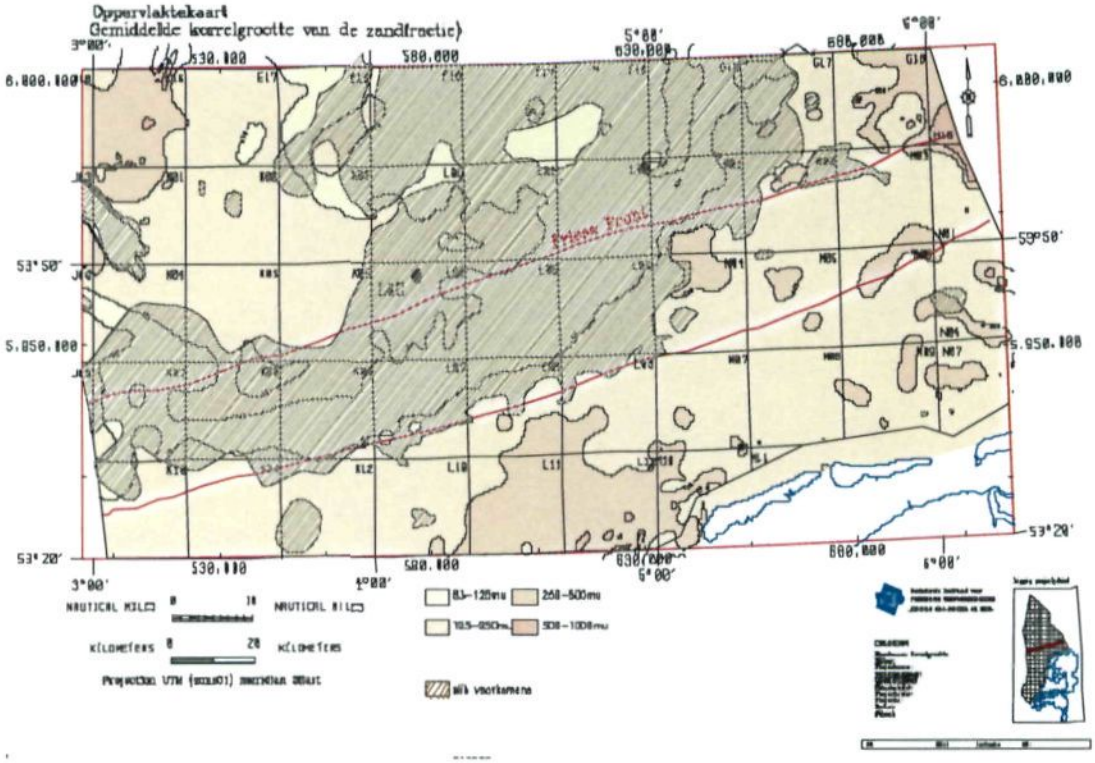
Figuur 11 Locatie en bathymetrie van het L4G gebied in relatie tot de omgeving op het Nederlands continentaal plat.

5.1.1.1 Geomorfologie

De variatie in waterdiepte en sedimentsamenstelling in de Zuidelijke Noordzee is ontstaan door de verschillende afzettingen van zand en grind door gletsjers uit Scandinavië en Schotland tijdens de laatste ijstijd, het Weichselien (Eisma, 1987). Tijdens deze ijstijd viel het gebied droog, omdat de waterspiegel meer dan 125 m was gedaald. Gedurende het grootste deel van de ijstijd werden door de wind en kleine smeltwaterstromen fijne periglaciale sedimenten afgezet in de Oestergronden. Deze sedimenten behoren tot de Twente Formatie. Aan het einde van de ijstijd, tussen 20000 en 15000 jaar geleden, werden grote vlaktes met puinwaaiers gevormd doordat ijs vanuit Schotland heel dicht tot het noordelijke NCP naderde. In het diepe gebied ten zuiden van de Doggersbank, waartoe het L4G gebied behoort, zijn dieptes ontstaan door het schuren van aan de grond gelopen ijsbergen. De oppervlakkige, fijne sedimenten van de Oestergronden bestaan voornamelijk uit omgewerkte glaciale afzettingen van ongeveer 8000 jaar oud en afzetting van fijne sedimenten die uitzakken door de lage watersnelheden bij een toenemende waterdiepte en de menging van verschillende watermassa's in het frontgebied. Het lokale sediment bestaat uit fijn zand (63-125 ì m) waarvan de siltfractie (< 63 ì m) in het Friese Front gebied op kan lopen tot 20% (Duineveld *et al.,* 1990; De Gee *et al.,* 1991)(Figuur 12).

De silt fractie (<63 µm) van het sediment in het L4G gebied ligt tussen de 7,1 en 10,8 %, met een gemiddelde van 8,9 ± 0,3%. De hoofdfractie van het sediment (> 92%) is kleiner dan <250 µm. De gehalten aan koolwaterstoffen in het sediment was erg laag in het L4G gebied en lagen tussen < 2 mg/kg DW en 5 mg/kg DW (TNO rapport Baseline survey L4G, in prep).

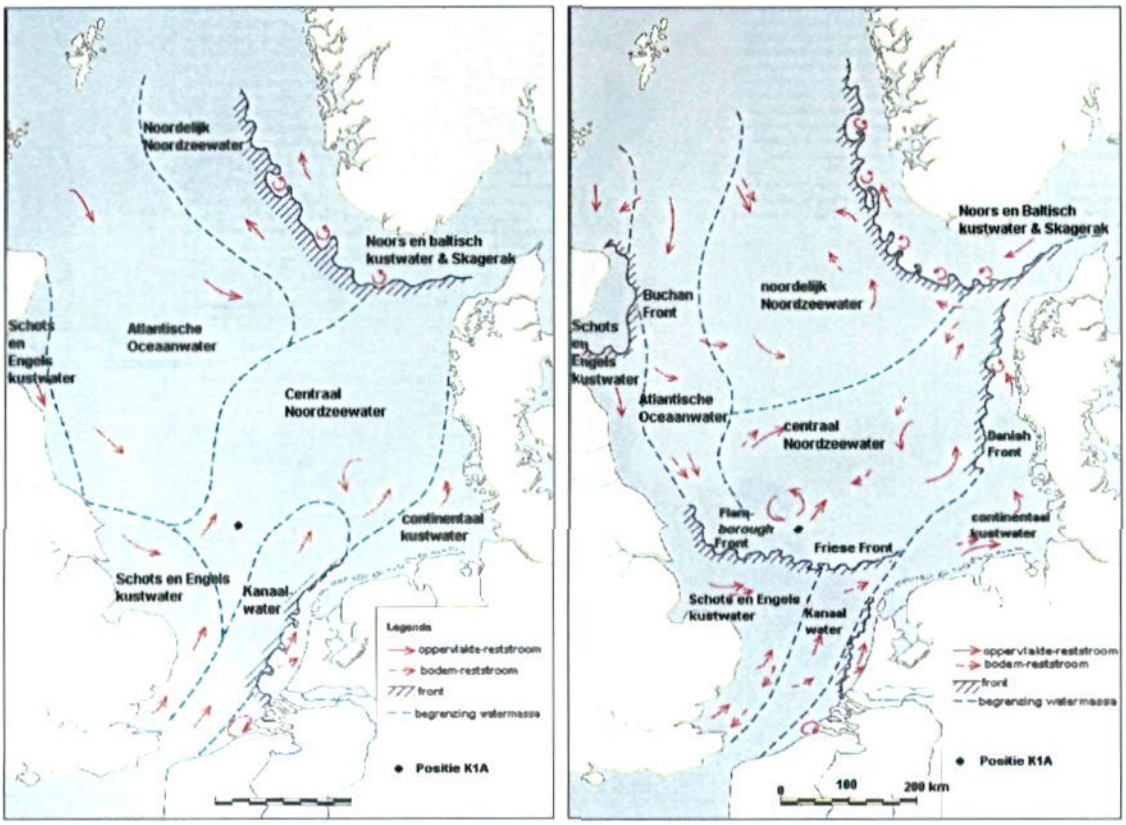
Op de nabijgelegen platformlocatie L4PN, ca. 5 km ten westen van L4G, is de waterdiepte eveneens 41 m. De siltfractie van het sediment op deze locatie is tussen de 2 en 10% (Scholten *et al.*, 1999) en is eerder vergelijkbaar met de siltfractie van de Oestergronden dan met die van het Friese Front. Verder naar het zuiden, neemt de siltfractie toe naarmate het front wordt bereikt zoals is waargenomen rondom platform L4A (53°43'31,5"NB; 04°05'56"OL), waar de siltfractie varieerde tussen de 8 en 17% (Van het Groenewoud, 1995).



Figuur 12 Locatie en sedimentkarakteristieken van het L4G gebied in relatie tot de omgeving op het Nederlands continentaal plat.

5.1.1.2 Hydrografie

De samenstelling en kwaliteit van het zeewater varieert sterk met het seizoen (Figuur 13). Gedurende de winterperiode is het Kanaalwater dominant aanwezig. Deze watermassa mengt met water van de centrale Noordzee in het gebied ten noorden van het Friese Front boven de Oestergronden. De reststroomrichting in de gehele waterkolom is 30°.



Figuur 13 Watercirculatie van Noordzeewater in de winter (links) en de zomer (rechts), naar Icona (1992).

Tijdens de zomer ontstaat er in de waterkolom boven de 'Oestergronden' op 10-20 meter diepte een horizontale gelaagdheid, de zogeheten thermocline. Boven de koude, diep gelegen watermassa drijft een door de zon verwarmde, en dus lichtere, waterlaag. Voor het ontstaan van een dergelijke stratificatie is het van belang dat het water voldoende diep is, en er weinig menging plaatsvindt. Op de scheidingslijn van het niet gestratificeerde Kanaal water en het gestratificeerde water van boven de Oestergronden kan zich nu het front instellen. Door de verschillen in dichtheid wordt de menging van de elkaar ontmoetende water massa's bemoeilijkt. De exacte geografische positie van het front, waar de verschillende watertypen elkaar ontmoeten, kan van jaar tot jaar verschillen en is afhankelijk van onder andere de temperatuur en windrichting. Onder invloed van de menging van de waterkolom door najaarsstormen en de verminderde instraling van zonne-energie verdwijnt het front tijdens de herfstperiode.

De watertemperatuur in de centrale Noordzee varieert gewoonlijk tussen een minimum van 5°C in de winter en een maximum van 10 °C in de zomer. Gedurende de zomer neemt de zuurstofconcentratie in het water nabij de bodem langzaam af door de afbraak van organisch materiaal, de ademhaling van bodemdieren en de beperkte uitwisseling met zuurstofrijk water in de bovenlaag. Het gebied staat echter niet bekend als een gebied met een hoog risico voor zuurstofarme omstandigheden (Paris Commission, 1992).

In het gebied zijn nutriëntconcentraties laag (Icona, 1992) vanwege de opname door algen in de waterkolom (fytoplankton) en de geringe verversingssnelheid van het water. De concentratie van nitraat is 4-6 µM in de winter en <1 µM in de zomer, en van fosfaat 0,4-0,5 µM in de winter en tussen 0,1 en 0,2 µM in de zomer.

5.1.2 Biotisch milieu

5.1.2.1 Plankton

Het plankton bestaat uit organismen die zwevend in de waterkolom voorkomen en niet of nauwelijks in staat zijn zich te onttrekken aan transport door waterstromingen (. Er wordt onderscheid gemaakt tussen plantaardig plankton (microscopische algen, fytoplankton) en dierlijk plankton (zoöplankton), dat in de Noordzee vooral uit kleine kreeftachtigen (< 2 mm) bestaat.

Figuur 14 Enkele soorten Noordzee zoöplankton.

De groei van fytoplankton wordt in sterke mate bepaald door de aanwezigheid van voedingsstoffen (nutriënten) en de lichtomstandigheden. Deze laatste worden mede bepaald door de watermenging (mengdiepte) en de aanwezigheid van zwevend materiaal (slib) in het water.

Het gebied rond het Friese Front wordt gekenmerkt door een opvallend hoge primaire productie, doordat de slibrijke bodemzone als een nutriëntenbron functioneert, terwijl door de samenkomst van water van verschillende herkomst limitering van sporenelementen minder snel zal ontstaan (De Gee *et al.*, 1991). Tijdens een momentopname in de zomer van 1986 werd op het zuidelijke deel van het Friese Front een primaire productie van meer dan 1000 mg C/m^2/uur gemeten. Rond de platformlocatie L4G bedroeg de productie op datzelfde moment ca. 100-200 mg C/m^2/uur, overeenkomstig de normale productie in de zuidelijke Noordzee (Icona, 1992).

Het zoöplankton in de Noordzee bestaat voornamelijk uit roeipootkreeftjes (copepoden) die zich voeden met fytoplankton. Roeipootkreeftjes vormen een belangrijke voedselbron voor diverse vissoorten. Begrazing door zoöplankton is één van de belangrijkste controlerende factoren van fytoplankton populaties (North Sea Task Force, 1993). Maximale dichtheden worden in de zomer bereikt.

In het gebied rond het Friese Front worden enkele malen hogere zoöplankton dichtheden aangetroffen dan boven de Breeveertien en de Oestergronden, hetgeen waarschijnlijk in verband staat met de hogere primaire productie in het gebied. Tijdens zoöplankton bemonsteringen in 1983, 1987 en 1990 bleken er geen verschillen in dichtheden of soortsamenstelling te bestaan tussen de stations 'Noord', 'Front' en 'Zuid'. Daarmee lijkt de verspreiding van het zoöplankton minder sterk gekoppeld aan de rijke sedimentzone, dan de primaire productie.

5.1.2.2 Zoöbenthos

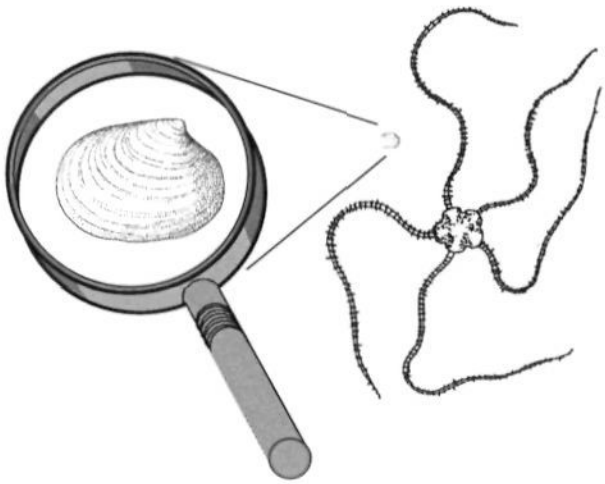
In de diepere delen van de Noordzee dringt te weinig licht door tot de zeebodem om de groei van algen mogelijk te maken. In en op het sediment is daarom alleen dierlijk leven te vinden. Het zoöbenthos wordt op basis van grootte in twee groepen verdeeld. Kleinere dieren, die een 1 mm zeef passeren, maar achterblijven op een zeef met een maaswijdte van 40-50 µm, worden meiobenthos, of meiofauna genoemd. Deze groep omvat vele soorten uit verschillende taxonomische groepen. Gewoonlijk verblijven deze soorten gedurende hun volledige levenscyclus in het sediment. De grotere dieren, die achterblijven op een 1 mm zeef worden macro(zoö)benthos genoemd. Het macrobenthos wordt vaak onderverdeeld in epifauna, soorten die op de zeebodem leven, en infauna, soorten die in het sediment leven. Bij de meeste macrofauna soorten vindt de bevruchting vrij in de waterkolom plaats. Ook de eerste larvale stadia verblijven in de waterkolom, de latere larvale stadia vestigen zich in of op het sediment. Deze kleine larvale stadia kunnen dan tijdelijk als meiobenthos gekenmerkt worden. Het macrobenthos domineert de benthische biomassa in de Noordzee.

Macrobenthos

De macrofaunagemeenschap in het gebied wordt gedomineerd door soorten die leven van uitgezakt organisch materiaal (detritus), de zogenaamde depositfeeders, aangevuld met hun predatoren. Filterfeeders (soorten die levende algen uit de waterkolom filteren) worden niet in grote dichtheden aangetroffen. De slangster *Amphiura filiformis* is de meest belangrijke soort. Deze soort is karakteristiek voor sedimentatiegebieden met een relatief hoog slibgehalte, en domineert ook de macrofauna gemeenschap van de Oestergronden. Op de platformlocatie L4G kunnen dichtheden van ca. 1000 /m^2 worden verwacht (Duineveld *et al.*, 1990).

Op basis van veldwaarnemingen op het NCP en waarnemingen bij andere platformen, kunnen 30-40 macrobenthische soorten in het L4G gebied worden verwacht met een biomasssa van ca. 10-15 g ADW/m^2. Dit is lager dan direct in het Friese Front waar 50-70 soorten kunnen worden aangetroffen met een biomassa van meer dan 30 g ADW/m^2 (Daan & Mulder, 1993; Icona, 1992).

Het L4G gebied ligt in het verspreidingsgebied op het NCP van 6 macrofaunasoorten: de slangster *Amphiura filiformis* en zijn commensale tweetandschelp *Mysella bidentata* (Figuur 15), de wormen *Lumbrineris latereilli, Pholeo minuta* and *Sthenelais limicola* en de kreeftachtige *Calianassa subterranea*. Vergelijkbare dichtheden van deze soorten zijn ook gevonden op andere locaties op het NCP (Holtmann *et al.*, 1996). Voorlopige resultaten van de baseline survey laten zien dat deze soorten inderdaad dominant aanwezig zijn in benthosmonsters van het L4G gebied (TNO rapport Baseline survey L4G, in prep).



Figuur 15 De meest belangrijke soorten van de benthische levensgemeenschap rond de platformlocatie van L4PN. Rechts de slangster (Amphiura filiformis), links (uitvergroot) de tweetandschelp (Mysella bidentata).

Kenmerkende macrofauna soorten in het L4G gebied

(gebaseerd op beschrijvingen in Holtmann *et al.*, 1996, als andere literatuurbronnen zijn gebruikt is dit aangegeven).

Amphiura filiformis en *Amphiura chiajei* (Hayward *et al.*, 1996) zijn stekelhuidigen met een maximale lichaamsdiameter van ca. 10 mm en 5 dunne armen die een lengte kunnen bereiken van meer dan 10 maal de lichaamsdiameter. Beide soorten leven op een diepte van maximaal 5 cm in het sediment. Hun lange armen gebruiken ze om organisch materiaal te verzamelen (detritus, algen, etc.). Slangsterren zijn een voedselbron voor veel vissoorten.

Mysella bidentata is een kleine tweekleppige suspension feeder. De soort wordt vaak waargenomen als een commensaal organisme met verschillende gastheren zoals de slangster *Amphiura filiformis*, maar is niet strikt afhankelijk van een gastheer. Op de tweekleppige wordt gejaagd door macrobenthische soorten zoals de worm *Lumbrineris*.

Cyclichnia cilindracea is een kleine zeeslak met een externe schelp die de slak niet geheel kan bedekken wanneer deze is teruggetrokken. De maximale lichaamslengte is ca. 13 mm. De slak voedt zich met micro-organismen (protozoa) (Hayward *et al.*, 1996).

Lumbrineris latereilli is een vrij-levende predatore worm met een lichaamslengte van enkele centimeters.

Pholoe minuta is een kleine worm met een maximale lichaamslengte van ca. 1 cm. Het is een actieve vrij-levende soort die zich voedt met kleine invertebraten.

Spio filicornis is een fragiele worm met een maximale lichaamslengte van ca. 3 cm en een lichaamswijdte van slechts 2 mm. Er wordt aangenomen dat de soort een depositfeeder is die foerageert op het sedimentoppervlak.

Lagis koreni is een worm met een lengte tot ca. 5 cm die leeft in een conische koker van fijne zandkorrels. Het organisme leeft ondergegraven in de bovenlaag van het sediment en verzamelt detritus een aantal cm boven het sedimentoppervlak.

Sthenelais limicola kan ene lichaamslengte van ca. 10 cm bereiken. Deze worm is een actieve vrijlevende predator die zich voedt met kleine invertebraten. Deze soort is tevens een belangrijke prooi van juveniele vis.

Callianassa subterranea is een kleine decapode kreeft die een lengte van ca. 40 mm kan bereiken. Het voedt zich met sediment en leeft in complexe gangenstelsels met verschillende holen en gangen tot op een diepte van zo'n 50 cm die met een buis met het oppervlak is verbonden. Callianassa wordt vooral aangetroffen in zeer zachte sedimenten. Het is een dominante soort in de Oestergronden en bereikt zijn hoogste dichtheden en biomassa in het Friese Front gebied.

Harpinia antenaria bereikt een maximale lichaamslengte van 5 mm. Het is een kleine kreeftachtige die leeft in de bovenste 2 cm van het sediment. Het is een deposit feeder met speciale aanpassingen om detritus van kleideeltjes te kunnen onderscheiden.

Meiobenthos

Het meiobenthos van de Noordzee wordt gedomineerd door twee taxonomische groepen; nematoden (draadwormen) en harpacticide copepoden. Nematoden zijn kleine wormachtige dieren (0,5-3 mm) die verschillende voedselbronnen benutten. Veel soorten eten bacteriën en/of algen, andere soorten detritus of opgelost organisch materiaal, weer andere soorten zijn predatoren van andere kleine meiobenthische dieren, waaronder nematoden. De meeste soorten komen voor in slibrijke of fijn zandige sedimenten. De harpacticide copepoden zijn kleine kreeftachtigen (0,2-2,5 mm), die gewoonlijk in of op het oppervlak van zandige sedimenten leven. Meestal leven ze van algen, bacteriën en protozoën die op de zeebodem leven of daar zijn terechtgekomen.

Het voorkomen van beide groepen vertoont een duidelijke ruimtelijke trend in de Noordzee (Heip *et al.*, 1992). In de Zuidelijke Noordzee wordt het meiobenthos gedomineerd door harpacticide copepoden, die eten van relatief vers gesedimenteerd materiaal (fytoplankton). Naar het noorden toe neemt het belang van nematoden toe, vooral in slibrijke gebieden.

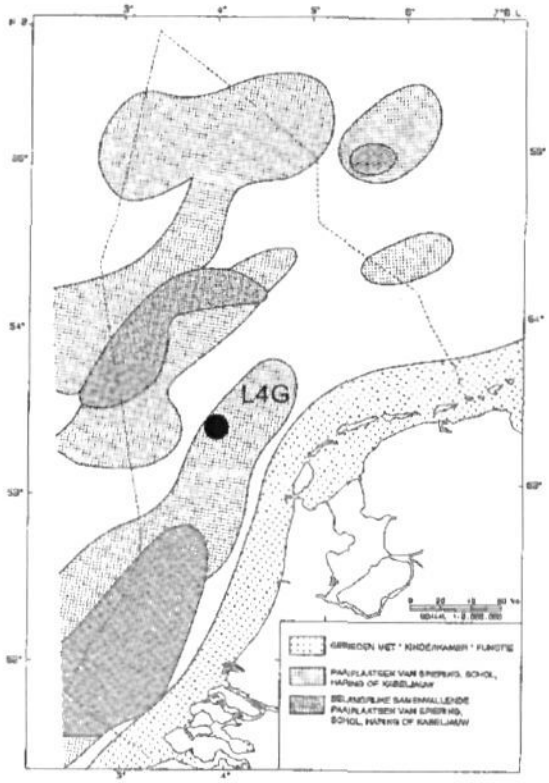
In overeenstemming met deze trend zijn nematoden relatief dominant in het modderige, organisch rijke sediment rond het Friese Front, met dichtheden van meer dan 4000 ind./10 cm^2. Direct ten noorden van het Friese Front kunnen dichtheden bereikt worden van 3000-4000 nematoden/ 10 cm^2. De dichtheid van meiobenthische copepoden is relatief laag door de lage aantallen interstitiële copepoden. Copepoden die zich ingraven komen echter in hoge dichtheden voor (50-250 ind/10 cm^2, Holtmann & Groenewold, 1994). De nematoden in modder en fijn zand zijn hoofdzakelijk non-selectieve depositfeeders die leven in het sediment.

5.1.3 Vissen

De belangrijkste functies van de Noordzee als leefgebied voor vis zijn:

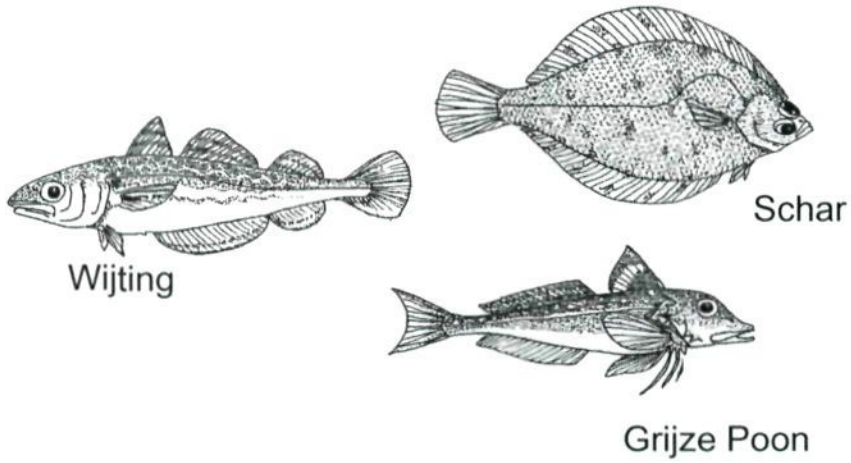
- Kraamkamers/paaigebieden,
- Larvaaltransport,
- Opgroeigebieden/kinderkamer,
- Foerageergebieden,
- Migratieroute.

In het referentiedocument WSP (Watersysteemplan) Noordzee 1991-1995 (Rijkswaterstaat, 1992) wordt in paragraaf 3.4 met betrekking tot 'Paaiplaatsen en kinderkamers voor vis' vermeld: '*Het massaal voorkomen van (ook jonge) vis in het Friese Fronten gebied duidt het belang van dit gebied aan.*' Volgens de inventarisatie van Bosschieter (1981) liggen de gebieden met paai- en kinderkamerfunctie voor vis echter vooral westelijk van de platformlocatie L4G (Figuur 16).



Figuur 16 Paaigebieden en kinderkamers voor vis op het NCP 1960-1976 (Bosschieter 1981, in: Rijkswaterstaat, 1992), met aangegeven de positie van de platformlocatie L4G.

De visgemeenschap van het L4G gebied behoort tot de zuidelijke en oostelijke Noordzee gemeenschap, welke ten noorden begrensd wordt door de Dogger Bank (40 m diepte contour) en welke ook begrensd wordt door (gewoonlijk) gestratificeerde watermassa's in het noorden en (gewoonlijk) gemengde watermassa's in het zuiden (Daan *et al.,* 1990). Deze visgemeenschap wordt gedomineerd door verschillende soorten platvis, zoals schar en schol, en andere soorten zoals wijting, grauwe poon, horsmakreel, kabeljauw, schelvis, haring en makreel (Figuur 17, Tabel 18). Alle dominante soorten hebben een algemene verspreiding in de Noordzee (Knijn *et al.,* 1993). Andere soorten die worden aangetroffen in relatief grote dichtheden gedurende een deel van het jaar zijn de tongschar, vijfdradige meun en sprot.



Figuur 17 Enkele veel voorkomende vissoorten rond L4G.

Tabel 18 Biomassaverdeling van de visgemeenschap in het ondiepe zuidelijke deel van de Noordzee waartoe het L4G gebied behoort (groep 3 in Daan *et al.*, 1990). Doelsoorten zijn aangegeven met *.

Soort		Bijdrage aan totale biomassa (%)
Schar*	*(Limanda limanda)*	21,8
Wijting*	*(Micromesistius poutassou)*	21,6
Grijze poon*	*(Eutrigla gurnardus)*	12,8
Horsmakreel	*(Trachurus trachurus)*	9,9
Schol*	*(Pleuronectes platessa)*	6,3
Kabeljauw	*(Gadus morhua)*	5,5
Schelvis *	*(Melanogrammus aeglefinnus)*	4,7
Haring*	*(Clupea harengus)*	4,5
Makreel*	*(Scomber scombrus)*	3,0
Ruwe haai	*(Galeorhinus galeus)*	2,1

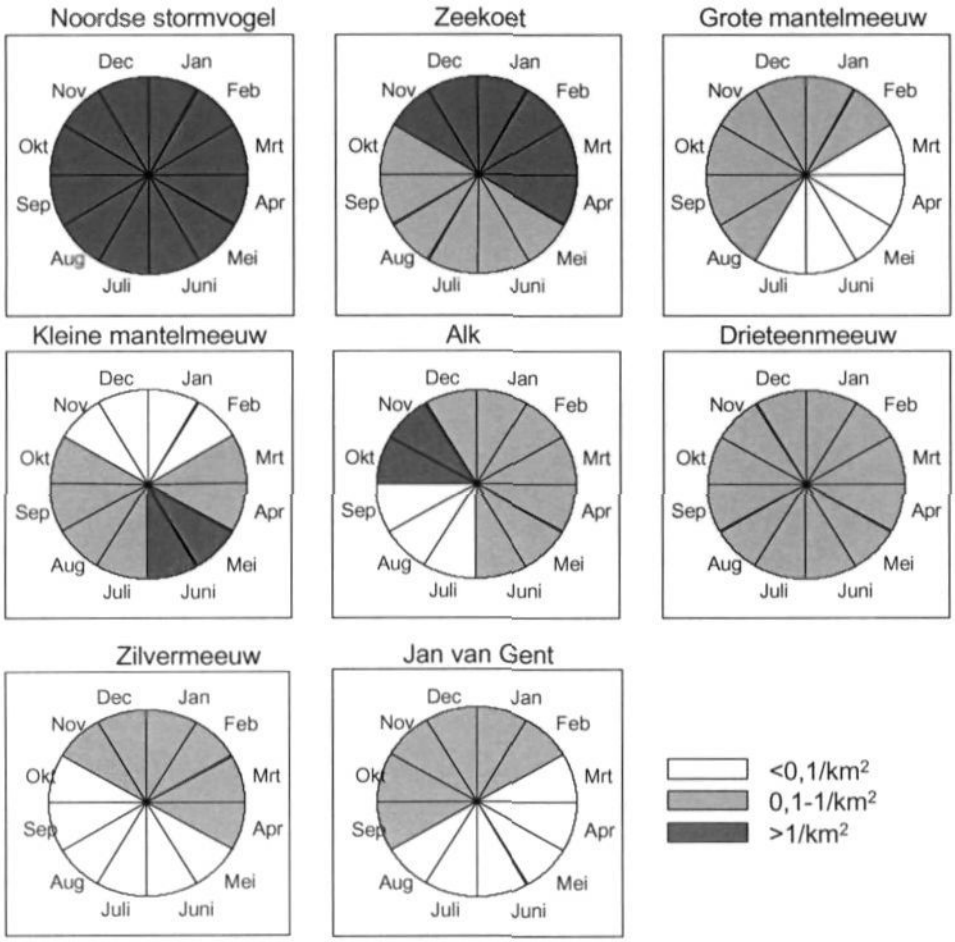
In het Friese Fronten gebied zelf worden relatief hoge dichtheden voor verschillende vissoorten vastgesteld, met name van dwergtong (*Buglossidium luteum*), schar (*Limanda limanda*), pitvis (*Callionymus lyra*) en wijting (*Merlangius merlangus*). De aanwezigheid van deze soorten is te verklaren uit het voedselaanbod in deze zone (De Gee *et al.*, 1991). Tijdens het voorjaar van 1989 werd de dichtheid van pelagische viseieren op verschillende locaties in de Noordzee bepaald (Van der Land, 1990). Hoewel het afzetten van de eieren van schar en wijting in de gehele Noordzee *plaatsvindt*, werden in april 1989 hoge dichtheden eieren van beide soorten aangetroffen rond het Friese Fronten gebied. De eieren van de dwergtong werden meer verspreid gevonden tussen 52 en 54°NB, terwijl de eieren van de pitvis zich verspreiden over de gehele Noordzee.

De Gee *et al.* (1991) beschrijft de aanwezigheid van hoge dichtheden sprot- en haringlarven (feitelijk zoöplankton) nabij het kerngebied van het Friese Front, welke lijkt samen te hangen met goede "kinderkamer" condities door de relatief lage stroomsnelheden in combinatie met het hoge voedselaanbod.

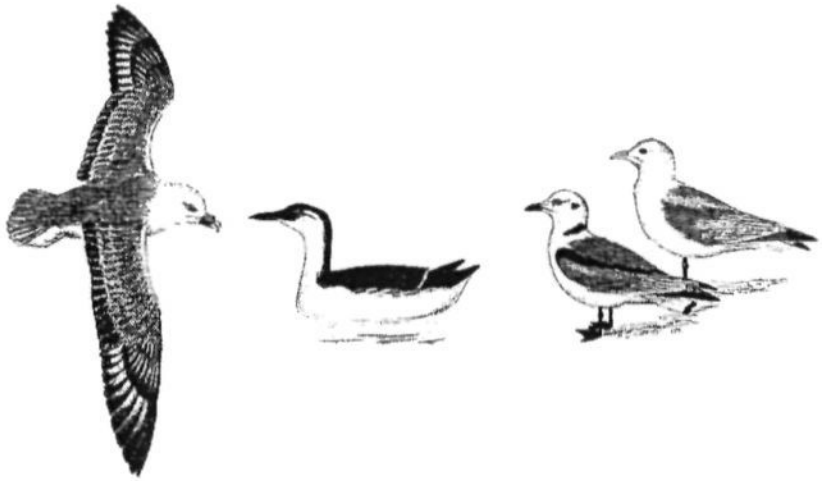
Omdat de voedselcondities rond de platformlocatie van L4G verschillen van die van het Friese front kan een minder rijk visgebied worden verondersteld. Er zijn geen aanwijzingen dat het gebied onderdeel vormt van een specifieke vismigratieroute.

5.1.4 Vogels

De drie voornaamste functies van het NCP, voor wat betreft het vogelleven, zijn: broedplaats, overwinterplaats en trekgebied voor migrerende vogels. Deze functies zijn echter voornamelijk gekoppeld aan de kustzone. De platformlocatie L4G is te diep om belangrijk te zijn voor vogels die zich voeden met benthos, zoals duikende eenden. Vogels die regelmatig het gebied bezoeken zijn hoofdzakelijk visetende soorten. De platformlocatie L4G valt buiten de gebieden die beschouwd worden als 'Important Bird Areas' (Skov *et al.*, 1995). De meest algemene soort in het gebied is de Noordse stormvogel (*Fulmarus glacialis*), welke zeer algemeen voorkomt in het noordelijke deel van de Noordzee. Andere soorten die (gedurende een deel van het jaar) in het gebied worden aangetroffen zijn de Zeekoet (*Uria aalge*), Grote mantelmeeuw (*Larus marinus*), Kleine mantelmeeuw (*Larus fuscus*), Alk (*Alca torda*) Drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*), Zilvermeeuw (*Larus argentatus*) en Jan van gent (*Sula bassana*) (Figuur 18).



Figuur 18 Dichtheden van zeevogels in het gebied rond de platformlocatie L4PN (ontleend aan Skov *et al.*, 1995).



Figuur 19 De meest voorkomende zeevogels in het L4G gebied: noordse stormvogel (links), zeekoet (midden) en de drieteenmeeuw (rechts) (Heinzel & Tuck, 1980).

In de periode 1987 tot 1990 werden de dichtheden van zeevogels rond het kerngebied van het Friese Front nauwkeurig gevolgd (De Gee *et al.*, 1991). Hierbij bleek dat de dichtheden van zeevogels in de omgeving van de platformlocatie L4G meer dan 3 maal lager zijn dan die rond de verrijkte sediment zone rond het Friese Front (Tabel 19).

Tabel 19 Vogeldichtheden rond de verrijkte sedimentzone in het Friese Front gebied.

Soort	Noord (gebied L4G)		Front	
	mei-juli	aug.-april	mei-juli	aug.-april
N. stormvogel	0,72	0,72	1,98	1,31
Zeekoet	0,03	0,66	0,37	3,28
G. mantelmeeuw	0,01	0,05	0,00	0,93
K. mantelmeeuw	0,53	0,23	1,70	0,16
Alk	0,00	0,15	0,00	0,39
Drieteenmeeuw	0,12	0,18	0,51	0,81
Zilvermeeuw	0,00	0,03	0,04	0,25
Jan van gent	0,07	0,08	0,07	0,19
Grote jager	000	0,00	0,01	0,06
Totaal	1,49	2,13	4,70	7,42

Trekvogels

De migratie van vogels vindt ongeveer plaats van maart tot mei en van augustus tot november. Het L4G gebied is gelegen in of nabij een trekroute van zangvogels die via Nederland van Noorwegen naar Groot-Brittannië vliegen. Zij vliegen daarbij van het noordwesten van Nederland naar het Humberside/Lincoln gebied in het oosten van Engeland en kunnen dan het gebied rond L4G passeren. Nachtelijke landingen op volle zee zijn bekend van lichtschepen en offshore platformen in verschillende delen van de Noordzee, hetgeen laat zien dat verschillende soorten 's nachts vliegen en dat migratie in een groot gebied *plaatsvindt*. Andere trekroutes van zangvogels lopen voornamelijk langs de kustzone. Trekroutes van zeevogels zijn verder van de kust gelokaliseerd. De meeste waadvogels zijn lange-afstand trekkers, die in kleine groepen offshore kunnen worden waargenomen. De Noordzee wordt waarschijnlijk in een breed front gepasseerd, waarbij de meeste noord-zuid migratie optreedt langs de kustlijn en de Waddenzee, die als belangrijk voedselgebied dient (Baptist & Wolf, 1993; Camphuysen & Leopold, 1994, Van de Kam *et al.*, 1999), in het

bijzonder. De hoofd migratieroutes zijn in Figuur 20 aangegeven. Omdat trekroutes van jaar tot jaar verschillen kan geen indicatie van de aantallen vogels die passeren worden aangegeven.

Figuur 20 De belangrijkste trekroutes voor vogels, gebaseerd op twee veronderstelde trekpatronen: eerst zuid, dan west (links) en eerst west, dan zuid (rechts) (Buurma, 1987). Het L4G gebied is aangegeven met de stip.

De belangrijkste vogelsoorten van het gebied rond L4G
(Beschrijvingen gebaseerd op Skov *et al.*, 1995)

De noordse stormvogel (*Fulmaris glacialis*) is een zeer algemene soort in het noordelijk deel van de Noordzee. De broedgebieden bevinden zich in Schotland, de Shetlands en de Orkneys, maar bij het zoeken naar voedsel worden grote afstanden afgelegd. Dichtheden zijn het hoogst in de noordelijke en westelijke Noordzee. In de Noordzee heeft de soort een voorkeur voor de aanwezigheid van gestratificeerd water met een hoge saliniteit en voor frontzones. De noordse stormvogel voedt zich met kreeftachtig plankton, inktvissen en kleine vissen, aangevuld met overboord gezet visafval. In de afgelopen 150 jaar is er een enorme toename van het aantal noordse stormvogels waargenomen.

De zeekoet (*Uria aalge*) is een zeer algemene soort van de noordelijke Noordzee, met broedkolonies in het noordwestelijk kustgebied van de Noordzee, waar zich dan ook gedurende de zomermaanden de hoogste dichtheden bevinden. Zeekoeten verblijven in grote groepen aan het wateroppervlak en voeden zich voornamelijk met Zandspiering en kleine haringachtigen.

De drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*) heeft zijn belangrijkste broedgebieden in het westelijk en noordwestelijk kustgebied van de Noordzee. In de zomerperiode zijn de vogels dan ook geconcentreerd rond deze gebieden. In de winter verspreiden zij zich meer over de andere delen van de Noordzee. Het voedsel van de drieteenmeeuw bestaat uit kleine vis en visafval afkomstig van vissersschepen.

Het verspreidingsgebied van de Kleine mantelmeeuw bevind zich langs de oostkust van de Noordzee. Tijdens de wintermaanden trekken de vogels naar het zuiden en worden de grootste dichtheden beneden de 52° breedtegraad aangetroffen. Gedurende het begin van de zomer (mei-juni) worden rond het Friese Front relatief hoge dichtheden aangetroffen. Kleine mantelmeeuwen voeden zich met vis, invertebraten en visafval

De Grote mantelmeeuw wordt tussen Augustus en Februari veel in het Friese Front gebied waargenomen. De overige maanden bevindt een belangrijk deel van deze populatie zich rond de broedgebieden langs Noordelijk gelegen kusten. In de Noordzee broedt slechts 10% van de populatie (Noord Schotland, Skagerak en het Kanaal). In voedselkeuze is de Grote mantelmeeuw niet kritisch. In het Friese Front gebied zal het voedselpakket vooral uit vis en visafval bestaan.

De Alk heeft zijn belangrijkste verspreidingsgebied in de Noordzee langs de kust van Schotland, waar (naast IJsland) de broedgebieden zich bevinden. Na de broedperiode verplaatsen de vogel concentraties zich naar de Skagerak en het Kattegat, alwaar zij ruien en overwinteren. Relatief lage dichtheden worden gedurende de wintermaanden in het Friese Fronten gebied gesignaleerd. Het basisvoedsel van de Alk wordt gevormd door kleine vis zoals sprot, zandspiering en grondels.

5.1.5 Zeezoogdieren

Slechts een beperkt aantal zoogdieren komt algemeen in de Noordzee voor (Reijnders & Lankester, 1990). Hieronder zijn twee zeehonden (de gewone zeehond en de grijze zeehond), de bruinvis en twee soorten dolfijnen (de witsnuitdolfijn en de witflankdolfijn). Minder algemene soorten zijn de tuimelaar, de orka, de griend en de dwergvinvis. Gegevens over het voorkomen van zeezoogdieren in het L4G gebied ontbreken. Alle inheemse walvisachtigen hebben een beschermde status. Hetzelfde geldt voor de gewone zeehond en de grijze zeehond.

De witsnuitdolfijn en de witflankdolfijn zijn de meest algemene zoogdiersoorten op volle zee en worden vaak in kuddes gezien. De witsnuitdolfijn is de meest algemene dolfijn in de Noordzee en de toename van het aantal strandingen in de laatste twee decennia geven een toename van de populatie-omvang aan. Deze soort wordt vaak aangetrokken door schepen

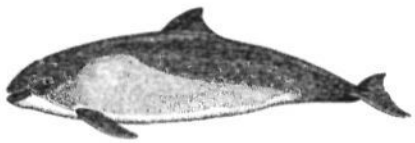
en zwemt dan mee in de boeggolf. Hij wordt het hele jaar waargenomen.
De hoogste aantallen worden waargenomen tussen december en juni, in het westelijk deel van het NCP en ten noorden van 53° NB. Na juni verblijven ze langs de Engelse kust en ten noordwesten van de Doggersbank, noordelijk van de Oestergronden. Het aantal waarnemingen is echter te beperkt om iets te zeggen over hun voorkomen in het L4G gebied. Witflankdolfijnen worden vooral voor de Engelse kust waargenomen. De jongen van beide soorten worden na een dracht van ongeveer 10 maanden in de zomer geboren. De populatie van de tuimelaar, die vooral langs de kust voorkomt, is sinds de jaren 60 sterk in omvang afgenomen. Deze soort is niet relevant voor offshore gebieden als L4G.

De bruinvis is waarschijnlijk de enige echt inheemse walvisachtige van de Noordzee. De populatie in het NCP wordt geschat op ca. 11.000 exemplaren (Leopold & Dankers, 1997), hetgeen neerkomt op gemiddeld ongeveer 1 individu per 5 km^2. De soort trekt in de zomers naar de kustgebieden (vooral de Britse en Noorse kust) en in de winter naar volle zee (Reijnders, 1992). Op het NCP worden de hoogste aantallen waargenomen op het Friese Front, ten zuiden van de Oestergronden, ten oosten van L4G. Na een dracht van 100 maanden worden de jongen in het voorjaar of de zomer geboren. De bruinvis leeft van scholenvissen, zoals haring, makreel en sprot, en ook van bij de bodem levende vissen als kabeljauw en platvissen.

Het voorkomen van zeehonden is vooral beperkt tot de kustgebieden. Vooral de gewone Zeehond wordt slechts zelden op volle zee gezien. Hoewel de Grijze zeehond nog wel eens gezien wordt in de centrale Noordzee, waarschijnlijk migrerend van de Britse kust naar oostelijke Europese kustgebieden, is het L4G gebied voor deze soort niet van belang.

De belangrijkste zeezoogdieren in het L4G gebied
(Figuren uit Tinker, 1988)

De witsnuitdolfijn (*Lagenorhychus albirostris*) kan een lichaamslengte van ca. 3 m bereiken. Het is een typische koud-water soort en het verspreidingsgebied concentreert zich in het westelijke deel van de Noord Atlantische oceaan. Voor 1950 waren witsnuitdolfijnen in Nederland eigenlijk onbekend, maar sinds 1960 is het leefgebied van de soort naar het zuiden uitgebreid. Mogelijk gebeurde dit als reactie op het uitsterven van de tuimelaar (*Tursiops truncatus*), die voor deze periode algemeen in de Noordzee voorkwam. Inmet kan de witsnuitdolfijn tot de vaste bewoners van de Noordzee worden gerekend. Verwacht wordt dat het aantal verder zal toenemen (De Gee *et al.*, 1991). De meeste waarnemingen op het NCP worden gedaan tussen december en juni (Icona 1992). Het belangrijkste voedsel van de witsnuitdolfijn bestaat uit vis (haring, sardines, kabeljauw etc.) en inktvis. De jongen worden in de zomer geboren na een draagtijd van ca. 10 maanden.



De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is, met een lichaamslengte van ca. 1.5 m, een betrekkelijk kleine walvisachtige. Tot de jaren 60 was de bruinvis een algemeen voorkomende soort van het NCP. Na deze periode is de populatie ingestort, waarschijnlijk door verontreiniging en overexploitatie van de voedselbronnen door de mens. Sinds 1993 neemt het aantal bruinvissen weer toe (Witte *et al.*,1998). Het verspreidingsgebied beslaat het gehele NCP, inclusief de kustzones. Gedurende de winter bevinden de dieren zich echter voornamelijk in het diepere water van de centrale en noordelijke Noordzee. Pelagische scholenvissen zoals haring, makreel en sprot vormen het hoofdmenu van de bruinvis, hoewel ook bentische vissoorten (platvis) worden gegeten (Reijnders, 1992). Waar de witsnuitdolfijn wordt aangetrokken door scheepvaart en van lange afstand naar schepen toe komt zwemmen, zal de bruinvis de door een varend schip veroorzaakte onrust ontvluchten (De Gee *et al.*,1991).

5.2 Autonome ontwikkeling

5.2.1 Verwachte trends in de Noordzee

De verwachting is, dat de autonome ontwikkeling van de milieuomstandigheden in het L4G gebied zal leiden tot een situatie die niet wezenlijk verschilt van de huidige situatie.

Een analyse is uitgevoerd door Schobben (1997), waarin de ontwikkeling van het ecosysteem in de Noordzee voorspeld werd door verschillende beleidsscenario's. Deze voorspellingen zijn gebaseerd op expertopinies voor geselecteerde representatieve soorten in de Noordzee en worden in het waterbeleid gebruikt als ecologische indicatoren voor de waterkwaliteit. De beschouwde soorten worden verondersteld verschillende ecologische groepen te vertegenwoordigen, alsmede de onderliggende biologische processen in het ecosysteem. Voorspellingen zijn gemaakt voor de situatie in het jaar 2015, gebaseerd op de volgende scenario's: voortzetting van het huidige beleid; invoeren van beleid dat prioriteit geeft aan het economisch gebruik van de Noordzee; invoeren van beleid dat prioriteit geeft aan de ecologische ontwikkeling; en invoeren van beleid waarin milieuknelpunten op een fundamentele wijze kunnen worden opgeheven door een sociale verandering.

Als het huidige beleid wordt voortgezet, zullen de meeste geselecteerde soorten van het NCP in 2015 naar verwachting dezelfde status hebben als in de huidige situatie. Een positieve ontwikkeling wordt echter voorspeld voor commerciële vissoorten (haring, schol en vooral kabeljauw) door een afname in de visserijintensiteit. Naar verwachting zullen de populaties van deze soorten in alle bovengenoemde beleidsscenario's toenemen (Schobben, 1997). Omdat het L4G gebied in een belangrijk paaigebied voor kabeljauw, schol en andere demersale vissoorten ligt, zou dit gebied in de toekomst belangrijker kunnen worden als paaigebied. Dit geldt echter ook voor andere gebieden in de Noordzee die gebruikt worden als paaigebied.

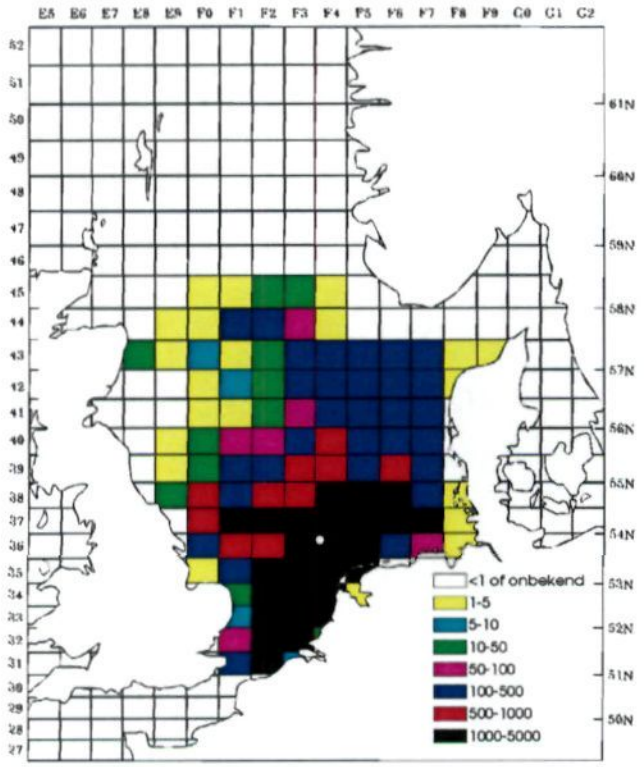
Als indicatorsoort voor het macrobenthos werd een tweekleppige geselecteerd, de noordkromp (*Arctica islandica*), omdat deze indicatief wordt geacht voor veranderingen in demersale visserijintensiteit (boomkor). Naar verwachting zal alleen een fundamentele verandering in de maatschappij leiden tot alternatieve vistechnieken waardoor verstoring van de noordkromp afneemt (Schobben, 1997). De noordkromp is een langzaam groeiende soort, die kan worden beschouwd als een indicator van 'worst case' effecten. Er mag van worden uitgegaan dat andere soorten met een kortere levenscyclus ook kunnen profiteren van een scenario waarin het huidige beleid wordt voortgezet (afnemende visserijintensiteit) en van een scenario waarin prioriteit wordt gegeven aan ecosysteem ontwikkeling. Opgemerkt moet worden dat vissen niet toegestaan is in een gebied met een straal van 500 m rond het offshore platform. Er kan daarom vanuit worden gegaan dat de macrobentische gemeenschap zich hier tot een meer natuurlijk ecosysteem zal ontwikkelen dan in de directe omgeving.

Naar verwachting zal geen enkel scenario tot gevolg hebben dat de aantallen dolfijnen toenemen (Schobben, 1997). Daarentegen wordt wel verwacht dat de populatie van de bruinvis nog kan groeien bij een beleid dat prioriteit geeft aan de ontwikkeling van het ecosysteem, of een beleid dat fundamentele veranderingen in ecosysteem management toelaat.

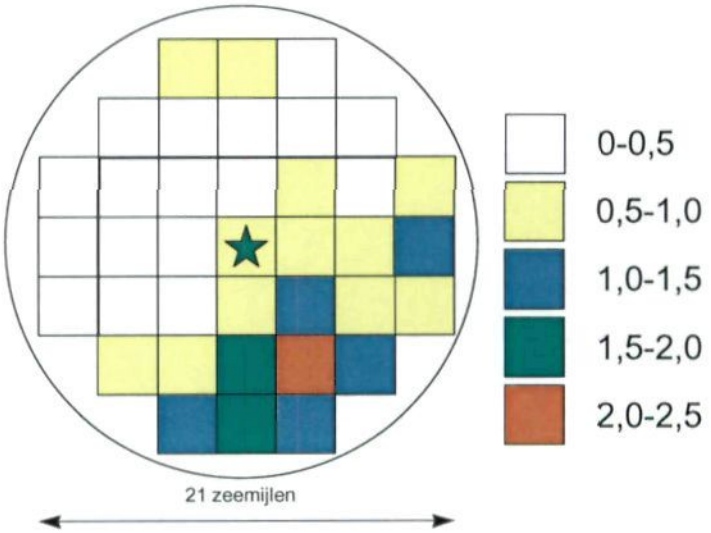
5.3 Economische functies

5.3.1 Visserij

De visserij op het NCP betreft voornamelijk boomkorvisserij op soorten die nabij de bodem leven (demersale vis). Voor dit type visserij worden voornamelijk boomkorren gebruikt. De bevissingsintensiteit is in dit gebied hoog. In de periode 1994-1997 zijn jaarlijks 1000-5000 vangstdagen geregistreerd enkel voor de boomkorvisserij (Figuur 21). Het gebied rondom L4G wordt intensief bevist met boomkorren. Het gebied met de meest intensieve boomkorvisserij ligt echter ten zuiden en oosten (het frontgebied) van het L4G gebied, terwijl de boomkorvisserij intensiteit afneemt in westelijke en noordelijke richting (Figuur 22).



Figuur 21 Visserij inspanning (uitgedrukt als aantal scheepsdagen) door de Nederlandse boomkorvloot (>300 pk) in ICES kwadranten in de Noordzee over de periode 1994-1997 (Bergman *et al.*, 1998). Met de stip is aangegeven in welk kwadrant de platformlocatie L4G is gelegen.



Figuur 22 Bevissingsfrequentie door de Nederlandse boomkorvloot (aantal maal dat het oppervlak per jaar bevist wordt) rond de platformlocatie L4G in de periode 1994-1997 (Bergman *et al.*, 1998).

5.3.2 Scheepvaart

De platformlocatie L4G ligt ten noordwesten van de noordelijke scheepvaartroute van het 'Friesland systeem' maar niet in de buurt van het 'Friesland uitsluitinggebied'. Het is geen gebied met intensieve scheepvaart, maar elke dag zal er een aantal schepen passeren (situatie 1990; Icona, 1992) (Figuur 23). Specifieke informatie omtrent recreatieactiviteiten ontbreekt. Het gebied heeft echter geen specifieke recreatieve betekenis, er zal enkel pleziervaart plaatsvinden.

5.3.3 Offshore activiteiten

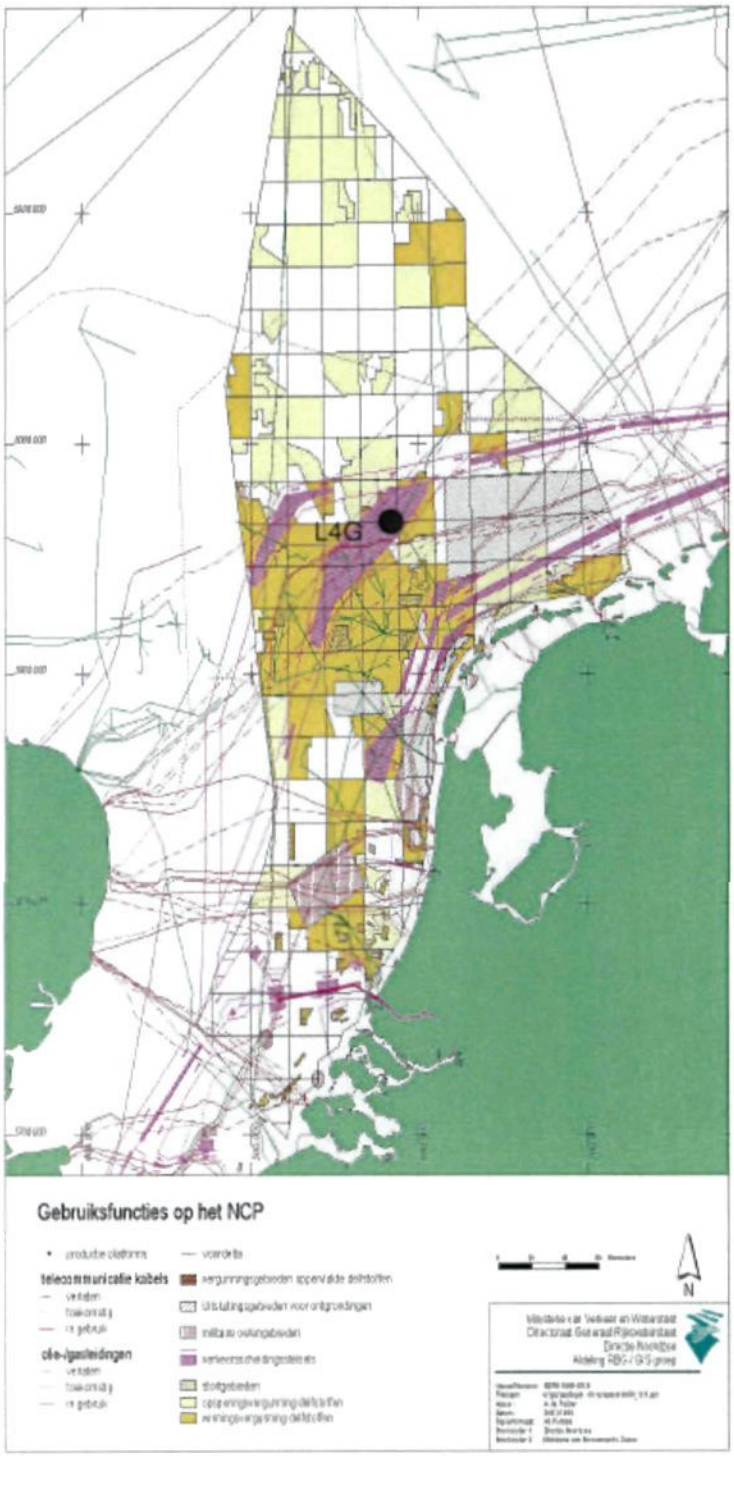
Andere platformen in het L4G gebied zijn het L4PN en L4A platform van TotalFinaElf E & P Nederland B.V. en het L5-FA-1 platform van de NAM.

5.3.4 Militaire activiteiten

Het L4 gebied wordt niet gebruikt voor militaire doeleinden.

5.3.5 Overige activiteiten

Het gebied is niet van belang voor de winning van oppervlaktedelfstoffen, recreatie, dumpen van baggerspecie of archeologie.



Figuur 23 Kaart van de omgeving van het L4G gebied, inclusief het gebruik door scheepvaart, de militaire activiteiten en de aanwezigheid van pijpleidingen.

6. Definitie van doelvariabelen

Om het afwegen van de voorgenomen activiteiten en de mogelijke alternatieven te ondersteunen zijn acht doelvariabelen gedefinieerd:

- Water (pelagische biota),
- Sediment (benthische biota),
- Lucht,
- Licht,
- Geluid,
- Technische en economische haalbaarheid,
- Inpasbaarheid in TotalFinaElf E & P Nederland B.V. veiligheid, gezondheid en milieubeleidsdoelstellingen.

Tijdens het bepalen van het meest milieuvriendelijk alternatief (MMA), worden deze doelvariabelen als uitgangspunt genomen en gebruikt om aanbevelingen te doen voor de reductie van milieueffecten.

6.1 GONZ indicatoren

Door Kabuta & Duijts (2000) zijn ecologische indicatoren ontwikkeld om de gevolgen van humane activiteiten voor de levende natuur vast te stellen. Een aantal ecologische indicatoren zijn ontwikkeld binnen het GONZ project ('Graadmeter Ontwikkeling Noordzee') voor het management van het Nederlandse deel van de Noordzee. GONZ indicatoren geven echter eerder een indicatie van de veranderingen in de status van het ecosysteem en zijn gebaseerd op verzamelde gegevens. Alhoewel er een relatie wordt verondersteld tussen GONZ indicatoren en gebruiksfuncties, dienen ze niet als een waardevol instrument voor de voorspelling van effecten te worden beschouwd, wanneer geen historische gegevens (trendindicatie van meerdere jaren) van deze indicatoren beschikbaar zijn. Dit betekent dat GONZ indicatoren niet kunen worden gebruikt om de effecten van de L4G activiteiten op het milieu te voorspellen, de indicatoren kunnen echter bruikbaar zijn in het effect monitoringsprogramma wanneer gegevens over effecten (gebaseerd op de relevante GONZ indicatoren) kunnen worden vergeleken met gegevens uit de baseline survey (zie hoofdstuk 11).

6.2 Water (pelagische biota)

Het pelagische en planktonische (larve) stadium van benthische soorten worden beide beïnvloed door concentraties van opgeloste stoffen en gesuspendeerd materiaal in de waterkolom. De pelagische eieren van vissoorten worden als het meest gevoelige stadium van vis beschouwd voor verontreiniging in de waterkolom. Algemene soorten van het L4G gebied (zoals wijting en schar) paaien voornamelijk aan het einde van de winter en in de lente. De soorten met de hoogste eiproductie in het gebied (kabeljauw en schol) hebben meestal piekconcentraties van eieren in februari.

Emissies naar het water komen voornamelijk voor tijdens booractiviteiten (WBM/WBC, sanitair-, spoel-, regen- en schrobwater) en tijdens productieactiviteiten (productiewater, spoel-, regen- en schrobwater).

6.3 Sediment (benthische biota)

De meest voorkomende benthische soorten reproduceren tijdens de zomer, wanneer de temperatuur van het water hoog is. Deze periode zal daarom de meest gevoelige periode zijn voor de benthische fauna gemeenschap.

Tijdens verscheidene stadia van het L4G project, zoals installatie van de onderbouw en pijpleidingen en tijdens het boren (lozen van slib en boorgruis) zal de structuur en de biota van de zeebodem plaatselijk worden verstoord.

6.4 Lucht

Emissies naar de lucht worden voornamelijk veroorzaakt door verbranding van brandstofgas en/of het gebruik van brandstof voor energieopwekking.

Emissies naar de lucht kunnen het milieu aantasten op een variërend niveau, van lokaal tot mondiaal. Onder mondiale effecten valt de stijging in de opwarmcapaciteit van de aarde (CO_2,CH_4), regionale effecten zijn verzuring en eutrofiëring (SO_2, NO, VOS) en onder lokale effecten valt de verspreiding van verbindingen zoals SO_2, NO_x and CO.

De effecten van emissies naar de lucht op het lokale milieu en op klimaatverandering en verzuring zijn, zowel kwantitatief als kwalitatief, moeilijk exact te bepalen. Daarom wordt een vergelijking van de hoeveelheden emissies per alternatief gemaakt, om een relatieve vergelijking van milieueffecten tussen de voorgestelde en alternatieve activiteiten te verkrijgen.

6.5 Licht

Van alle organismen in de omgeving van de L4G faciliteit zullen waarschijnlijk alleen vogels beï nvloed worden door emissies van licht. Het aantal vogels zal waarschijnlijk het hoogst zijn in de herfst, winter en vroege lente. Dan wordt ook de aanwezigheid van trekvogels verwacht.

De emissie van licht zal vrijwel constant blijven gedurende de levensduur van het platform, aangezien kunstmatige verlichting vereist is (om de veiligheid voor scheepvaart en personeel te garanderen).

6.6 Geluid

Een geluidsniveau van 50 dB(A) wordt door de mens als storend ervaren. Dit MER is wat betreft geluidsemissies echter gebaseerd op de gevoeligheid van vogels en (zee)zoogdieren, welke een iets hogere drempelwaarde hebben (60 dB). De meest gevoelige tijdsperiode voor geluidsemissie zijn daarom perioden met een groot aantal aanwezige vogels (herfst, winter en vroege lente).

Het geluid op het platform zal overheerst worden door generatoren, kraanmotor, gasstroomregelventielen en helikopterbezoek.

6.7 Technische haalbaarheid

De alternatieven die geëvalueerd worden in dit MER kunnen variëren in de mate van technische haalbaarheid. Alhoewel een individuele activiteit de milieuprestatie kan verbeteren, zou het mogelijk kunnen zijn dat het niet in het totale proces kan worden opgenomen of het zou om technische redenen operationele risico's kunnen veroorzaken.

6.8 Economische haalbaarheid

Het doel van de voorgenomen activiteit is de productie van olie en gas om economische redenen. De alternatieven die in deze studie geëvalueerd worden dienen overeen te komen met dit doel en economische haalbaarheid is daarom in dit MER gedefinieerd als een van de doelvariabelen.

6.9 Inpasbaarheid in TotalFinaElf E & P Nederland B.V. veiligheid-, gezondheid- en milieubeleidsdoelstellingen

In het beleid van TotalFinaElf E & P Nederland B.V. is de zorg voor veiligheid, gezondheid en welzijn van haar eigen personeel en van haar aannemers alsmede respect voor het milieu van primair belang.

De directie van TotalFinaElf E & P Nederland B.V. aanvaardt haar verantwoordelijkheid voor veiligheid, gezondheid en milieu door zorg te dragen voor de naleving van de van kracht zijnde wetten en reglementen, afspraken met de overheid en partners en door naleving van het Veiligheids-Gezondheids- en Milieu Zorgsysteem. Uitgangspunten zijn:

- Het beheersen van veiligheid, gezondheid en milieurisico's is een integraal onderdeel van de verantwoordelijkheid van de hiërarchie.
- De verantwoordelijkheid voor veiligheid, gezondheid en milieu is een basiselement bij het besturen van de onderneming en is van toepassing op alle werkzaamheden, ongeacht of ze worden uitgevoerd door het eigen personeel of dat van aannemers.
- Het bewustzijn voor veiligheid, gezondheid en milieu wordt gestimuleerd met training en opleiding.
- Bijzondere aandacht wordt besteed aan preventieve maatregelen en zorgvuldigheid in de voorbereiding en uitvoering van werkzaamheden.
- Een open communicatiestructuur zorgt ervoor dat elk veiligheids- gezondheids- en milieu-gerelateerd risico vrijelijk kan worden besproken.
- De best beschikbare technieken worden gebruikt indien toepasbaar, om tegemoet te komen aan de zorg voor het milieu.
- Energie zal zo efficiënt en economisch mogelijk worden gebruikt.
- Elke afwijking wordt onderzocht, waarna terugkoppeling van informatie plaatsvindt om het systeem te verbeteren.

Doelstellingen:

- Ontwikkeling en handhaving van een stelselmatige aanpak om gezondheids- veiligheids- en milieurisico's tot een redelijkerwijs haalbaar minimum te beperken.
- Maximale oplettendheid ter voorkoming van letsel, beroepsziekten en schade aan eigendommen.
- Het vergroten van vakbekwaamheid en bewustzijn ten aanzien van veiligheid, gezondheid en milieu.
- Het bevorderen van duidelijkheid door te zorgen voor een open communicatie.
- Het zekerstellen van de beschikbaarheid van procedures en middelen om op noodsituaties te reageren.
- Het meten van de veiligheids- gezondheids- en milieuprestaties met geregelde controle en audits en het streven naar continue verbetering

7. Beschrijving van de milieueffecten door de voorgenomen en alternatieve activiteiten

In dit hoofdstuk worden de gevolgen voor het milieu beschreven van de activiteiten die zijn genoemd in hoofdstuk 3. Voor elke activiteit zijn de effecten onderverdeeld in effecten voor het aquatische en benthische milieu. Emissies naar de lucht worden vergeleken met totale emissies van Nederlandse offshore activiteiten.
Onderwerpen inzake externe veiligheid worden niet meegenomen in dit hoofdstuk, maar zullen afzonderlijk worden behandeld in hoofdstuk 8.

7.1 Gebruikte modellen voor het berekenen van effecten

7.1.1 Depositie van boorspoeling en boorgruis

Voor de berekening van de verspreiding en de depositie van boorspoeling en boorgruis op de zeebodem is het PARTRACK model (Rye *et al.*, 1998) gebruikt. Het model bestaat uit een pluimmodule en een z.g. 'far-field' module. De pluimmodule houdt rekening met effecten van stratificatie bij de menging van het water dichtbij het lozingspunt, ambiante stroming en de geometrische configuratie van het lozingspunt. De positie van het lozingspunt ten opzichte van het platform heeft geen invloed op de uitkomst van het model. Aangenomen wordt dat het lozingspunt zich 10 meter boven de zeebodem bevindt. Wanneer een pluim is opgenomen door de watermassa, kunnen deeltjes uit de pluim 'vallen' en zich op de zeebodem afzetten. De snelheid waarmee de deeltjes vallen (of stijgen) is afhankelijk van hun grootte en dichtheid. Er zijn 14 verschillende deeltjesklassen gebruikt in deze studie, gebaseerd op eigenschappen van boorgruis dat karakteristiek is voor gruis van het Nederlandse continentale plat. De 'far-field' module omvat het transport stroomafwaarts en de spreiding van deeltjes en opgelost materiaal na het beëindigen van de pluimmodule.

Het model dat gebruikt is voor de berekening van effecten biedt de mogelijkheid om exacte volumes en samenstelling van boorspoeling in te voeren. Dit betekent dat de beste schatting van effecten bereikt wordt indien alle chemische componenten die in de boorspoeling zijn gebruikt en de exacte dichtheid van de boorspoeling bekend zijn. Omdat het echter niet mogelijk is om vooraf de exacte samenstelling en hoeveelheid boorspoeling te kennen, zijn schattingen gebruikt om de effecten in het milieu te berekenen/modelleren. De geschatte hoeveelheden boorspoeling zijn realistisch berekend uit het boorplan. De exacte hoeveelheid gebruikte en geloosde chemicaliën zal ook niet bekend zijn totdat het boren is beëindigd. De benadering die is gevolgd levert de best mogelijke schatting op van de gevolgen voor het milieu.

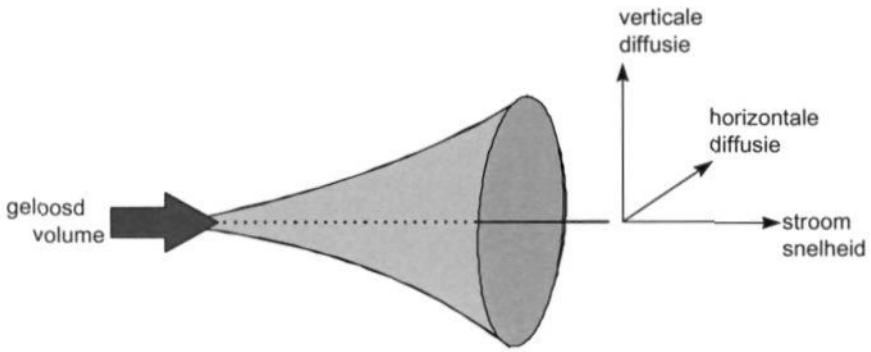
De sedimentatie van materiaal (boorgruis en boorspoeling) is aanvullend op de natuurlijke sedimentatie. De natuurlijke sedimentatie is echter veel lager, en aangezien benthische soorten alleen aangetast zullen worden wanneer grote hoeveelheden in korte tijd worden geloosd, is natuurlijke sedimentatie in deze berekeningen niet meegenomen.

7.1.2 Toxiciteit van chemicaliën

7.1.2.1 Verdunningsmodel

Om de dispersie van een pluim te berekenen wordt een 'near-field' verdunningsmodel (Rye, 1994) gebruikt (zie Figuur 24). De pluim verbreedt naarmate de afstand vanaf het lozingspunt toeneemt. Het model berekent verdunningsfactoren op bepaalde afstanden van het lozingspunt door gebruik te maken van een conservatieve benadering, zonder het verlies van chemicaliën door processen als biodegradatie of vervluchtiging in beschouwing nemen. De verdunningsfactor wordt bepaald door diffusie coëfficiënten (parameters die de

horizontale en verticale diffusie van een stof in zeewater bepalen), het lozingsdebiet en de locatie specifieke stroomsnelheid. De verdunningsfactoren die in deze studie zijn gebruikt, zijn afkomstig uit het midden van de pluim, waar de hoogste concentraties worden verwacht.



Figuur 24 Schematische weergave van een pluim van productiewater na lozing in het mariene milieu. De belangrijkste parameters zijn aangegeven in de figuur.

7.1.2.2 Kritische verdunning

De concentraties van componenten in productiewater worden vergeleken met de standaard voor milieukwaliteit (MTR: Maximaal Toelaatbaar Risico) of een grensconcentratie (PNEC: 'Predicted No Effect Concentration') en met het Verwaarloosbaar Risico (VR). De verdunning die nodig is om het niveau van de MTR of VR te bereiken wordt de kritische verdunning genoemd.

7.1.2.3 PEC:PNEC verhouding

Om de actuele concentratie op een bepaalde afstand van de bron te berekenen, wordt de initiële concentratie in het geloosde water gedeeld door de verdunningsfactor. Om de kritische verdunning van het productiewater te berekenen, waarbij elke component aan de waterkwaliteitsstandaard of drempelwaarde voldoet, worden voor de afzonderlijke componenten de berekende concentraties in de pluim (PEC = 'Predicted Environmental Concentration') vergeleken met de standaard voor de waterkwaliteit (MTR of VR) of met vergelijkbare toxiciteitsdrempelwaarden (PNEC).

7.1.2.4 Risico van productiewater

Zoals eerder is vermeld wordt de PEC:PNEC verhouding vaak gebruikt als een maat voor het ecologische risico. Er moet rekening worden gehouden met het feit dat een PEC:PNEC verhouding geen maat is voor het werkelijke milieu risico, maar slechts een indicatie geeft van de waarschijnlijkheid dat een ecosysteem wordt verstoord. Op basis van een empirisch geschatte variatie in gevoeligheid van mariene biota (Karman & Scholten, 1996) kan deze PEC:PNEC verhouding echter wel worden vertaald naar een werkelijke maat voor het risico (de kans dat een organisme negatief wordt beï nvloed).

Het uiteindelijke risico van productiewater kan niet zonder meer berekend worden als som van de risico's van de componenten. Voor lozingen van productiewater vanaf gasproductie platformen op het Nederlands continentaal plat is aangetoond dat het totaal risico van productiewater geschat kan worden uit het risico van de afzonderlijke componenten met de onderstaande formule (Slager *et al.*, 1993). Met deze methode wordt aangenomen dat, wanneer het risico van meer dan vier componenten wordt gecombineerd, synergistische (versterkende) en antagonistische (verzwakkende) effecten elkaar opheffen.

$$R(A+B) = R(A) + R(B) - R(A) * R(B)$$

met,

R(A) = kans dat een soort aangetast wordt door blootstelling aan component A,
R(B) = kans dat een soort aangetast wordt door blootstelling aan component B,
R(A+B) = kans dat een soort aangetast wordt door blootstelling aan component A en B.

7.2 Effecten van de voorgenomen activiteit

7.2.1 Transport en installatie van het satelliet productieplatform

Het verlies van benthische organismen door het installeren van het platform en de pijpleidingen is minimaal. Verwacht wordt dat, vanwege de hoge dichtheden van benthische organismen in het omringende gebied, na het verwijderen van de faciliteiten deze organismen snel het gebied zullen herkoloniseren

Door het installeren van pijpleidingen voor export van gas en glycol, wordt benthische fauna verstoord. Het reliëf dat door de installatiewerkzaamheden wordt veroorzaakt zal snel egaliseren onder invloed van waterstromingen en stormen. Herkolonisatie van verstoorde gebieden zal zeer spoedig verlopen.

Effecten op de ontwikkeling van het ecosysteem door de voorgenomen exploitatie activiteiten, zijn niet alleen negatief. Er zijn een tweetal veranderingen die een positief effect kunnen hebben op de diversiteit van biota. Ten eerste zal de macrobenthische gemeenschap in de omgeving van het platform profiteren van het visverbod dat binnen de straal van 500 m rond het platform van kracht is. Dit geeft langzaam groeiende soorten met een lange levenscyclus de kans te overleven. Ten tweede zal het platform zelf gebruikt worden als een substraat voor organismen die gewoonlijk koloniseren op rotskusten, stenen en andere kunstmatige harde substraten. De effecten van de aanwezigheid van het platform op de verspreiding van aangroeiende organismen wordt in de volgende paragraaf beschreven.

7.2.2 Verspreiding van aangroeiende soorten

Verschillende soorten koloniseren de poten van offshore platformen en andere harde (kunstmatige) substraten. In de noordelijke Noordzee domineren zeewieren gewoonlijk de bovenste lagen van de aangegroeide substraten, terwijl hydroï de poliepen, anemonen en zachte koralen de wat diepere delen bevolken. In de ondiepe zuidelijke Noordzee, inclusief het gebied rond L4G, domineren mosselen in het bovenste deel en anemonen in het dieper gelegen deel. De aanwezigheid van aangroeiende macro fauna wordt vooraf gegaan door de initiële adsorptie van organische verbindingen en de daarop volgende afzetting van bacteriën (biofilm), algen en protozoën (Wahl, 1989). Aangroei kan enkele negatieve effecten voor het platform hebben, zoals versnelde corrosie door de vorming van H_2S, een toename in het gewicht, een toename van de weerstand (i.v.m. waterstromen) en de belemmering bij veiligheidsinspecties. Daarom zal aangroei mechanisch verwijderd worden waar dat nodig wordt geacht.

Door de hoge biomassa van aangroeiende organismen en de beschermende omgeving om en rond de poten van offshore platformen, onder platformen en bij andere rif-achtige structuren, worden veelal vissoorten aangetrokken. Daardoor worden kunstmatige substraten beschouwd als een middel om de biodiversiteit te verhogen, ter bevoordeling van de visserij, als toepassing bij aquacultuur, als bescherming van de zeebodem tegen vistuig van trawlers, als bescherming van de kustlijn (verlaging van de impact van golven), en als manier om afvalmateriaal te hergebruiken. (Leewis *et al.*, 1997)

Aangroeiende organismen groeien oorspronkelijk op natuurlijke harde substraten, met name stenen en grind. Omdat de meeste aangroeiende organismen, evenals andere mariene organismen, pelagische larven hebben, kunnen ze over grote afstanden verspreid worden (Forteath *et al.*, 1984). De meeste larven verblijven enkele weken in de waterkolom. Planktonische larven kunnen, aangenomen dat er een lage reststroom snelheid is, in twee weken getransporteerd worden over een afstand tot 300 km.

De zorg bestaat dat de offshore installaties kunnen dienen als zogenaamde 'stepping stones', welke de verspreiding van uitheemse soorten kunnen vergemakkelijken. Hierdoor kunnen natuurlijke habitats ook gekoloniseerd worden door deze uitheemse soorten, wat uiteindelijk kan leiden tot het verdwijnen van lokale, inheemse soorten. Echter het succes van gesettelde organismen hangt voornamelijk af van de aanwezigheid van geschikte biotische en a-biotische omstandigheden om te overleven en te reproduceren. Het lijkt onmogelijk dat de aanwezigheid van offshore installaties zal leiden tot de kolonisatie van nieuwe soorten in nieuwe gebieden, omdat, ook zonder de aanwezigheid van offshore platformen, de larven van natuurlijke substraten al over aanzienlijke afstanden worden getransporteerd. Bovendien lijkt de rol van offshore platformen minimaal in vergelijking met de rol van schepen, die volwassen stadia van aangroeiende organismen transporteren over zeer grote afstanden.

7.2.3 Boren

De effecten van booractiviteiten zijn gerelateerd aan de verstoring van de zeebodem, het lozen van boorspoeling, boorgruis, cement, spacers, regen-, spoel- en schrobwater en sanitair afvalwater naar de waterkolom en aan de emissies van geluid en licht. De gevolgen van emissies naar de lucht wordt gegeven door de emissies naar de lucht te vergelijken met de totale emissies naar de lucht door E&P activiteiten op het NCP.

7.2.3.1 Verstoring van de zeebodem

Het boren van de putten zal worden uitgevoerd met een mobiel boorplatform, uitgerust met waarschijnlijk drie poten, elk met een oppervlak van 30 m^2. Gedurende de booractiviteiten zal een oppervlak van 90 m^2 zeebodem door de poten worden verstoord. Sessiële bodemfauna zal verdrukt worden onder de poten, maar de meer mobiele organismen zullen gemakkelijk kunnen ontsnappen. Na beëindiging van de booractiviteiten zal het boorplatform worden verwijderd. Door de stroming van het water zal het sediment oppervlak snel egaliseren en de verstoorde gebieden zullen binnen een aantal maanden opnieuw gekoloniseerd zijn door benthische organismen vanuit het omringende gebied.

7.2.3.2 Boorspoeling en boorgruis

De potentiële gevolgen voor het milieu door lozing van boorspoeling en boorgruis omvat effecten van:

- Depositie van boorspoeling en boorgruis waardoor benthische fauna wordt bedekt,
- Opgeloste deeltjes (boorspoeling en boorgruis) op pelagische biota,
- Toxische componenten in geloosd boorspoeling waardoor pelagische en benthische fauna worden aangetast.

Alleen WBM en WBC zullen worden geloosd. OBM en OBC zullen naar land worden verscheept voor verwerking. Het milieu effect van OBM en OBC zal daardoor beperkt blijven tot de emissies van het transport naar de verwerkingsinstallatie aan land.

<u>Depositie van boorspoeling en boorgruis</u>
Het potentiële risico van boorgruis verontreinigd met WBM residuen (inerte klei, bentoniet en bariet) sedimenterend op de zeebodem, is primair gerelateerd aan de tijdelijke effecten van de fysieke bedekking van benthische fauna (Daan & Mulder, 1993).

Het effect van bedekking wordt voornamelijk bepaald door de mobiliteit van organismen in het sediment en de depositiesnelheid. Sessiële organismen, die zich niet of nauwelijks kunnen voortbewegen zoals mosselen en zeepokken, zijn zeer gevoelig voor bedekking. Andere soorten, met een beperkte capaciteit om zich door het sediment voort te bewegen, zoals bepaalde tweekleppige soorten, kunnen uiteindelijk gehinderd worden door lage zuurstof concentraties in het sediment (Jak *et al.*, in prep). Een uitgebreide bodem survey heeft aangetoond dat de korrelgrootte verdeling van het sediment op de locatie L4G een groot aandeel fijne deeltjes bevat en dat het slibgehalte extreem hoog is, in vergelijking met andere depositie gebieden. De macrobenthische levensgemeenschap blijkt specifiek te zijn voor de omgeving en verschilt van andere gebieden op het NCP (zie paragraaf 5.1.2.2). De meeste soorten die voorkomen in dergelijke slibrijke sedimenten of in energie rijke, *dynamische, gebieden zijn echter goed aangepast aan verandering van substraat. Met* name soorten met graafgedrag ondervinden nauwelijks effecten (Jak *et al.*, in prep).

Voor verschillende organismen, met een verschillende manier van leven, kunnen specifieke grensniveaus voor bedekkingeffecten van fijne sediment deeltjes worden gedefinieerd:

- 1 cm voor niet-mobiele organismen,
- 3 cm voor soorten met een lage mobiliteit,
- 10 cm voor mobiele soorten levend in harde zandige sedimenten,
- 30 cm voor mobiele soorten levend in slib sedimenten.

Boven deze drempelwaarden kan acute sterfte optreden. Er dient opgemerkt te worden dat deze drempelwaarden gelden voor een 'worst case' scenario, uitgaande van een directe bedekking van het sediment met een laag boorspoeling en boorgruis (TNO, 1994). Herstel door herkolonisatie zal een aantal maanden duren, tot maximaal een jaar. De meest voorkomende soorten in L4G en hun drempelwaarde voor bedekking zijn gepresenteerd in Tabel 20. Alle dominant aanwezige soorten op de L4G locatie zijn soorten die leven in slibrijk sediment met een goede graafcapaciteit. Ze zijn zeer mobiel, en het is dan ook aannemelijk dat zij in staat zijn om te gaan met hoge deposities van boorspoeling en boorgruis.

Tabel 20 Drempelwaarden voor bedekking van de dominante benthische soorten van de platformlocatie L4G, gerangschikt naar mate van dominantie.

Soort	taxonomische groep	drempelwaarde voor bedekkingeffecten (mm)
Mysella bidentata	Bivalvae	3
Amphiura filiformis	Echinodermata	10
Amphiura chiajei	Echinodermata	10
Lagis koreni	Polychaetae	10
Harpinia antenaria	Crustacea	10
Lumbrineris latereilli	Polychaetae	30
Pholoe minuta	Polychaetae	30
Spio filicornis	Polychaetae	30
Calianassa subterranea	Crustacea	30

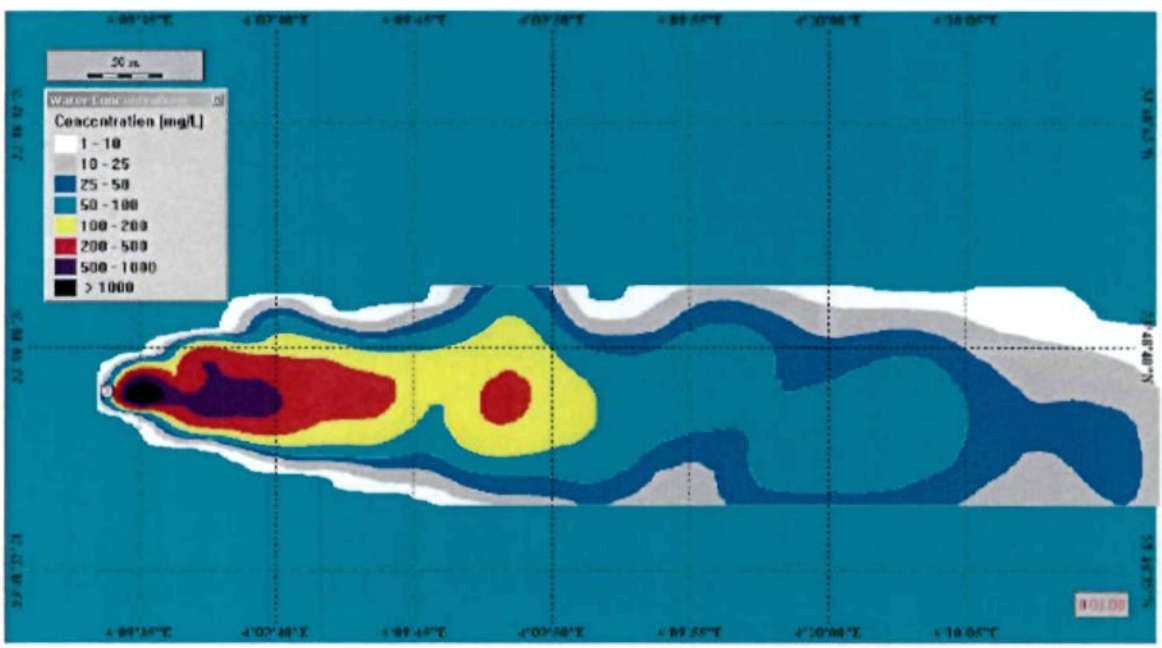
De berekeningen voor de depositie van boorspoeling en boorgruis op de zeebodem na het boren geven aan dat geen laag maar alleen een diffuus patroon ban boorspoeling- en boorgruisdeeltjes dichtbij het lozingspunt verwacht kan worden. De 1 cm drempelwaarde voor de meest gevoelige soorten (die niet representatief is voor de lokale benthische fauna, zie Tabel 20) zal niet worden overschreden. Dit betekent dat het niet waarschijnlijk is dat benthische organismen effecten door bedekking zullen ondervinden.

Zeebodem surveys uitgevoerd op de locatie N7 (geboord met het Ensco 72 platform) hebben ook aangetoond dat de sedimentatielagen van boorgruis en boorspoeling dun zijn. Er konden geen effecten van deze bedekking worden aangetoond.

Zwevend materiaal

Verhoogde concentraties van gesuspendeerd materiaal zullen tot een verminderde lichtdoorlating leiden, wat de primaire productiesnelheid zou kunnen remmen door de reductie van de hoeveelheid beschikbare zonne-energie. De potentiële effecten van de reductie van licht op de primaire producenten (fytoplankton) zijn echter moeilijk te schatten, aangezien de groei door andere factoren gelimiteerd zou kunnen worden, zoals de nutriënten concentratie. Het zicht van predatoren (zoals vis) zou ook gereduceerd kunnen worden, hetgeen het vangen van een prooi belemmert. Daarnaast kunnen deeltjes ook leiden tot een fysiek effect door het verstoppen van ademhalingsorganen (zoals kieuwen), of het verstoren van het verzamelen van voedsel. Dit laatste is voornamelijk het geval als de grootte van de (anorganische) deeltjes vergelijkbaar is met die van voedsel deeltjes. Offshore concentraties van gesuspendeerd materiaal zijn, op basis van het zomers gemiddelde, rond de 2 mg/l (WL, 1993). Tijdens een storm kunnen concentraties bij de bodem oplopen tot 50 mg/l. Het wordt geschat dat effecten op mariene biota, zoals hierboven is beschreven, optreden bij concentraties hoger dan 200 mg/l (TNO, 1994).

De hoogste concentraties van gesuspendeerde deeltjes zullen voorkomen tijdens periodieke (bulk) lozingen, die plaatsvinden nadat elke sectie is gecompleteerd. Uit Figuur 25 kan worden geconcludeerd dat bij lozingen tijdens het boren van een productieput, de drempelwaarde van 200 mg/l zal worden overschreden binnen een maximale afstand tot het lozingspunt van 325 m. Deze concentraties zullen 2 maal (lozing van 2 secties geboord met WBM, welke worden geloosd na completering) gedurende 1 a 2 uur optreden.



Figuur 25 Concentratie van gesuspendeerd materiaal in het water door een periodieke lozing van boorspoeling. De gemiddelde concentratie van de onderste 10 m van de water kolom (waar het materiaal zich bevind) is in de figuur weergegeven. De richting van de pluim is niet typerend, maar varieert met de wisselende waterstroming. De grenzen van de pluim zijn afgesneden vanwege de grenzen van het modelraster.

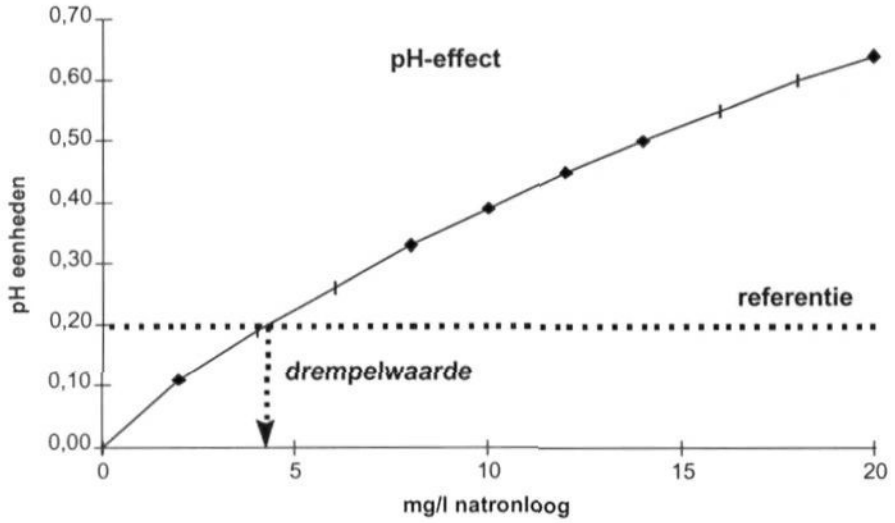
Toxiciteit

Alle chemicaliën die gebruikt worden in de boorspoeling, met uitzondering van natronloog, staan op de PLONOR lijst (lijst met chemicaliën DIe een gering of geen risico voor het milieu opleveren bij normaal gebruik; 'Pose Little Or No Risk'). Hiervan worden, nadat de

boorspoeling is geloosd, geen effecten verwacht Ingevolge het PARCOM besluit 96/3 is het uitvoeren van een risico inschatting van deze stoffen, waarbij gebruik wordt gemaakt van het CHARM model, onder normale omstandigheden niet vereist.

De effecten van de enige stof die niet op de PLONOR lijst staat, natronloog, zijn gerelateerd aan pH veranderingen. Omdat het CHARM-model effecten door pH verandering niet erkent, zijn de PEC:PNEC berekeningen van CHARM aangepast voor natronloog, op de wijze zoals hieronder is beschreven.

Een concentratie van natronloog die gelijk is aan de LC_{50} voor de regenboogforel[2], veroorzaakt een verhoging van de pH van 0,8 eenheden. Omdat de pH van Noordzee water van nature varieert tussen 7,8 en 8,2 is aangenomen dat een pH verhoging van 0,2 binnen de natuurlijke tolerantie grenzen ligt van Noordzee biota. Op basis van deze informatie kan een drempelwaarde van 4 mg/l natronloog geschat worden (zie). De maximale concentratie natronloog die gebruikt wordt in de boorspoeling van L4G is 2,5 kg/m^3. Wanneer wordt aangenomen dat de dichtheid van de boorspoeling op waterbasis 1150 kg/m^3 is, bedraagt *de natronloog concentratie 2,2 g/kg boorspoeling. De effecten van natronloog concentraties* hoger dan 4 mg/l komen dus overeen met de effecten van een concentratie gesuspendeerd materiaal van ongeveer 1800 mg/l. Uit Figuur 25 blijkt dat deze drempelwaarde alleen wordt overschreden binnen een grens van 25 m vanaf het lozingspunt, tijdens de twee lozingen (lozing van 2 secties geboord met WBM, welke worden geloosd na completering) met een maximale duur van ongeveer 1 tot 2 uur per geval.



Figuur 26 De verandering van de pH door de toevoeging van natronloog aan natuurlijk zeewater.

2 *De regenboogforel is een algemene soort voor toxiciteitstesten. Alhoewel deze soort niet* relevant is voor het studiegebied is de gevoeligheid van de soort een indicatie voor de gevoeligheid van andere (vis)soorten die wel in het L4G gebied voorkomen.

Aangezien de water oplosbare chemicaliën van het WBM-systeem na lozing in het zeewater zijn opgelost, kan worden aangenomen dat er geen substantiële effecten optreden bij benthische biota. Wanneer echter, als 'worst case' scenario, wordt aangenomen dat er geen natronloog vrijkomt uit de boorspoeling en dat de gesedimenteerde boorspoeling vermengd wordt met de bovenste 100 mm van het sediment van de zeebodem, dan kunnen er bij een depositie van meer dan 30 mm toxische effecten verwacht worden (cf. de definitie van de MTR of PNEC betekent dit dat 5% van de soorten beï nvloed kunnen worden).
Uit de modellering kan geconcludeerd worden dat dit niet geldt voor L4G.

7.2.3.3 Cement en spacers

Cement en spacers, welke in het mariene milieu terechtkomen, kunnen op drie manieren tot negatieve effecten leiden:

- Depositie op de zeebodem,
- Suspensie van deeltjes,
- Toxiciteit van chemicaliën.

Depositie
Een overschot aan cement dat op de zeebodem terecht komt, zou een klein oppervlak (één tot enkele m^2) van de zeebodem kunnen bedekken tezamen met de biota daarin. Dit oppervlak zal zich in de nabijheid van het lozingspunt bevinden.

Gesuspendeerd materiaal
Een mogelijk gevolg van het vrijkomen van cement is een verhoging van de concentratie gesuspendeerd materiaal. Offshore concentraties van opgeloste deeltjes zijn, op basis van gemiddelden in de zomer, ca.2 mg/l (WL, 1993), maar kunnen tijdens een storm nabij de bodem oplopen tot 50 mg/l. Effecten op mariene biota kunnen optreden bij waarden van meer dan 200 mg/l door gereduceerde licht doorlating en verstoring van de voedingsmechanismen van zoöplankton (TNO, 1994). Het is niet waarschijnlijk dat tijdens normale werkzaamheden de drempelwaarde voor gesuspendeerd materiaal van 200 mg/l overschreden zal worden door het vrijkomen van cement en daarom worden geen effecten van opgeloste cementdeeltjes verwacht.

Toxiciteit
Cement chemicaliën (allen voorkomend op de PLONOR-lijst) kunnen door diffusie vanuit het cement naar de waterkolom worden getransporteerd.

Aangezien het niet waarschijnlijk is dat het cement van de reservoirsecties in contact staat met water, worden geen negatieve effecten van cement chemicaliën (en spacers) verwacht.

7.2.3.4 Completie vloeistoffen

Een volledige evaluatie (met het CHARM model volgens OSPAR 96/3) zal indien nodig worden uitgevoerd wanneer Staatstoezicht op de Mijnen om goedkeuring wordt gevraagd omdat momenteel de exacte samenstelling van de completievloeistoffen nog niet bekend is.

7.2.3.5 Regen-, spoel-, en schrobwater

Effecten van regen-, spoel-, en schrobwater zijn gerelateerd aan kleine hoeveelheden aromaten en alifaten. Het maandelijks geloosd volume van regen,- spoel- en schrobwater van een boorplatform in de Noordzee is gemiddeld 35 m^3 met een gemiddelde concentratie aan aromaten en alifaten van respectievelijk 0,75 mg/l en 3,7 mg/l (Scholten *et al.*,1998). Effecten van deze lozing zullen daarom marginaal zijn binnen ruim 1 m afstand van de lozingspijp.

7.2.3.6 Sanitair afvalwater

Effecten van sanitair afvalwaterlozingen zijn gerelateerd aan de aanwezigheid van micro-organismen, aan biologisch zuurstof gebruik (BZV) en aan de hoeveelheid gesuspendeerd materiaal.

Door de aanwezigheid van een behandelingsinstallatie voor sanitair afvalwater zullen deze factoren niet van belang zijn. In Tabel 21 wordt een overzicht gegeven van de afstanden tot het lozingspunt waar het water aan de waterkwaliteitsstandaarden voldoet. De waarden zijn gebaseerd op een boorplatform bemand door 50 personen en zijn weergegeven voor continue en dagelijkse lozingen.

Tabel 21 Afstand van het lozingspunt waarop het water aan de vereiste kwaliteitsstandaarden voldoet.

Standaard voor:	Continu lozing afstand (m)	Dagelijkse lozing afstand (m)
Micro-organismen	1,2	9,6
BZV	< 1	1.7
gesuspendeerd materiaal	< 1	< 1

Effecten van fecale bacteriologische verontreiniging van het zeewater zullen te verwaarlozen zijn. Naast de verdunning kunnen fecale bacteriën niet overleven onder mariene condities. De mediane overlevingstijd voor colibacteriën in zeewater is 12 uur. Het wordt niet verwacht dat virussen in zeewater gedurende lange tijd zullen overleven (Jak & Schobben, 1995).

7.2.3.7 Emissies naar de lucht

Het is vooralsnog niet mogelijk om op wetenschappelijke basis lokale of regionale effecten door emissies naar de lucht vast te stellen. Om de emissies van L4G in perspectief te plaatsen zullen de totale emissies van de L4G activiteiten vergeleken worden met de totale emissies naar de lucht van offshore activiteiten. In Tabel 22 worden emissies door de voorgenomen booractiviteiten vergeleken met de totale emissies van de Nederlandse offshore industrie.

Tabel 22 Emissies naar de lucht (in tonnen) door booractiviteiten voor L4G, vergeleken met de totale emissies van de Nederlandse offshore industrie (2000).

Emissies naar de lucht (tonnen)	CO_2	NO_x	SO_2	VOS
L4G platform Emissies t.g.v. boren	2945	31,8	2,5	2,3
Totale Nederlandse offshore industrie emissies *	1287277	5585	154	8167
Bijdrage aan de totale offshore industrie emissies van het L4G platform (%)	0,2%	0,6%	2%	0,03%

* data voor 2000 volgens het Industrie Milieu Plan (NOGEPA, 2001).

Emissies naar de lucht kunnen effecten veroorzaken zoals het broeikaseffect, afbraak van de ozonlaag, verzuring van het milieu en een verhoging van lokale concentraties van de betreffende gassen. Gebaseerd op de hierboven vermelde emissie waarden, zullen de effecten op de verzuring niet significant zijn. De emissies zullen ook niet leiden tot directe effecten op het broeikas effect of op de afbraak van de ozonlaag.

7.2.3.8 Geluid

Het achtergrondniveau van geluid dat geproduceerd wordt door natuurlijke bronnen (golven, wind) is 40 dB(A). Voor de mens worden niveaus hoger dan 50 dB(A) als storend ervaren. Verstoring van vogels en bruinvissen wordt verwacht bij niveaus hoger dan 60 dB (TNO, 1994). Deze 60 dB wordt overschreden binnen een straal van 300 meter rond het boorplatform tijdens normale werkzaamheden.

De visuele aanwezigheid van het boorplatform en af en toe een bezoek van bevoorradingsschepen en helikopters wordt van groter belang geacht. De kritische (vlucht-)afstand voor de meeste schuwe zeevogels en bruinvissen wordt geschat op 300 meter (TNO, 1994). De meeste vogels en bruinvissen raken na verloop van tijd echter gewend aan de aanwezigheid van het boorplatform.

De geluidsemissies van helikoptervluchten zullen vogels en zeezoogdieren tot buiten de 300 m grens verstoren. Het 60 dB niveau wordt tot een afstand van 1400 m overschreden bij een vlieghoogte tussen de 35 en 180 meter. Deze effecten treden alleen op gedurende een korte periode. Tijdens het boren zal het platform ongeveer eens per dag worden bezocht door een schip en een helikopter.

Uit verschillende monitoringsonderzoeken (NAM, 1998) kan geconcludeerd worden dat verstoring van vogels (zoals beschreven in de Habitat Beschermings Richtlijnen) door het geluid dat door boorinstallaties wordt geproduceerd, niet tot significante effecten zal leiden.

Recente evaluatie van bestaande geluidsstudies en aanvullend onderzoek heeft geleid tot de volgende conclusies:

- Zeevogels zijn niet gevoelig voor geluid binnen de range van ongeveer 60-120 dB. De vogels reageren op zicht en gebruiken offshore installaties en bakens veelal als rustplaats,
- Zangvogels zijn - tijdens de vogeltrek - niet gevoelig voor geluid. Zij naderen de geluidsbronnen op een minimale afstand van ongeveer 25 meter,
- alle vogels zullen reageren op landende en opstijgende helikopters.

7.2.3.9 Licht

Licht kan de ruimtelijke oriëntatie van trekvogels en zeezoogdieren beïnvloeden. Zoals in de vorige paragraaf is omschreven zal verstoring van bruinvissen door de aanwezigheid van de boorinstallatie binnen een afstand van 300 m van het boorplatform op kunnen treden.

Door de minimalisering van de verticale lichtemissie door het afschermen van lichtbronnen zullen effecten op trekvogels gereduceerd worden.

7.2.3.10 Afval

Aangezien al het afvalmateriaal naar land wordt getransporteerd voor verdere verwerking of recycling, worden geen nadelige effecten van afvalmateriaal verwacht op de L4G locatie.

7.2.4 Productieactiviteiten

Effecten van de voorgenomen productieactiviteit zijn gerelateerd aan de emissies naar de waterkolom (productiewater, regen,- spoel- en schrobwater, aangroeiwering en corrosiepreventie, sanitair afvalwater), aan emissies naar de lucht en aan de emissies van geluid en licht.

7.2.4.1 Productiewater

Zoals al eerder vermeld in paragraaf 4.1.3.1, is de verwachte samenstelling van productiewater afgeleid op basis van analysegegevens van productiewater van het L4PN veld. In Tabel 23 worden zowel de verwachte samenstelling van het productiewater als de MTR, VR en 'kritische verdunningsfactoren' (om deze MTR[3] en VR[4] te bereiken) weergegeven. Deze waarden zijn representatief voor een 'worst case' scenario, omdat het productiewater van L4G additioneel behandeld zal worden in een skimmertank voordat het geloosd wordt. De alifaten concentratie (en waarschijnlijk ook de aromaten concentratie) zal hierdoor naar verwachting gereduceerd worden met 50%.

PAKs zijn de componenten van het productiewater die het meest bepalend zijn voor de toxiciteit. De kritische verdunningen om het MTR- en het VR-niveau te bereiken zijn respectievelijk 270 en 27000.

Tabel 23 Verwachte samenstelling van het productiewater en de verdunningsfactoren die nodig zijn om aan het MTR- en VR-niveau te voldoen.

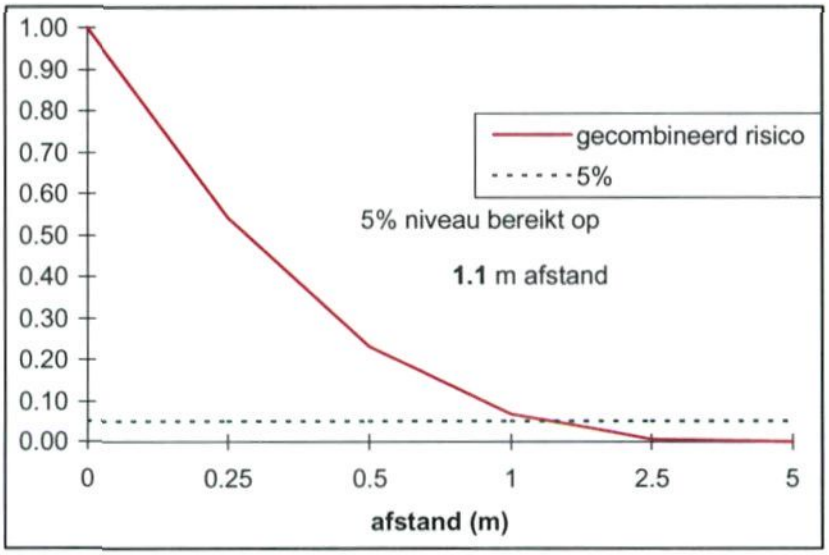
	componenten	concentraties(µg/l)	MTR* (µg/l)	kritische verdunning (voor MTR)	VR* (µg/l)	kritische verdunning (voor VR)
Koolwater-stoffen	alifaten	21660	79[a]	270	0,79	27000
	aromaten (BTEX)	16480	1000[b]	16,48	10	1648
Metalen	Hg	1,3	0,2	6,5	0,002	650
	Cd	10	0,4	25	0,004	2500
	Pb	0	11	0	0,11	0
	Ni	30	5,1	5,88	0,051	588
	Zn	610	9,4	64,89	0,094	6489

* 'Vierde Nota Waterhuishouding (1997)'.
* VR = 0.01* MTR
[a]) Indicatieve MTR voor (gedispergeerde) koolwaterstoffen (Scholten et al., 1993).
[b]) Indicatieve MTR voor benzeen/tolueen/ethylbenzeen/xyleen (Scholten et al., 1993). Voor deze componenten is geen formele MTR gedefinieerd.
[c]) MTR voor voornaamste component; naftaleen.

Het totaal risico van het complete productiewater mengsel, bij een maximaal lozingsdebiet (0.47 m^3/h), is uitgezet tegen de afstand tot het lozingspunt in Figuur 27. De verwachte afstand waarbinnen ecotoxicologische effecten op kunnen treden is ca. 1 meter van het lozingspunt. Deze afstand is representatief voor één jaar met de maximale waterproductie (waarschijnlijk 2005). Gedurende de andere jaren is het lozingsdebiet van productiewater lager, waardoor de verdunning groter zal zijn. De hierboven berekende afstand kan beschouwd worden als een 'worst case' scenario.

3 De MTR (het Maximaal Toelaatbaar Risico) is een nationaal vastgesteld concentratie niveau waarbij (op basis van statistische extrapolatie) wordt aangenomen dat 95% van de soorten in het ecosysteem wordt beschermd. Dientengevolge kan het risiconiveau bij blootstelling aan de MTR-concentratie worden gesteld op 5%.

4 De VR (het Verwaarloosbaar Risico) representeert de concentratie waarbij de kans op effecten verwaarloosbaar klein is en is gedefinieerd als de MTR / 100.



Figuur 27 **Het totaal risico van het complete productiewater mengsel, (gebaseerd op gegevens van L4PN, zonder een additionele skimmertank) op verschillende afstanden van het lozingspunt.**

Van elke put, ongeveer 4 maal per jaar, zal glycol worden geloosd met het productiewater. De maximale concentratie glycol in productiewater zal ca. 27,1 g/l zijn, als een 'worst case' scenario wordt aangenomen (het geïnjecteerde glycol wordt geloosd binnen 1 uur). In dit geval zal de kritische afstand ca. 1 meter vanaf het platform zijn.

Cumulatieve effecten van productiewater lozingen

Binnen de mogelijkheden van deze studie is het niet mogelijk om de cumulatieve gevolgen van alle (offshore E&P) lozingen in de Noordzee te schatten. Het vereist zowel specifieke modelleringsinstrumenten (welke nog steeds in ontwikkeling zijn) als gedetailleerde informatie over alle offshore lozingen. Deze laatste informatie is over het algemeen niet beschikbaar voor TotalFinaElf E & P Nederland B.V..

Het wordt echter niet verwacht dat er aanzienlijke cumulatieve effecten zullen optreden, uitgaande van de snelle verdunning tot voorbij de VR grens naar concentraties op het achtergrondniveau.

Natuurlijk Voorkomende Radioactieve Materialen (NORM) in productiewater

De radioactiviteit van productiewater van het referentieplatform L4PN is gemeten. De resultaten staan in Tabel 24.

Tabel 24 **Radioactiviteit van productie water van L4PN.**

Radionuclide	Bq/l
Pb-210	0,2
Po-210	-
Ra-226	0,9
Ra-228	1,2
Th-228	0,05

Wanneer echter blijkt dat NORM niveaus een punt van aandacht zijn, zal TotalFinaElf E & P Nederland B.V. alle noodzakelijke maatregelen nemen, zoals deze vastgelegd zijn in de bestaande procedures, om personeel en milieu te beschermen. Verkregen meetresultaten worden gerapporteerd aan het bevoegd gezag.

7.2.4.2 Regen-, spoel- en schrobwater.

De jaarlijkse lozing van regen-, spoel- en schrobwater van het L4PN productie platform is 304 m^3. Concentraties van alifaten en aromaten in geloosd regen-, spoel- en schrobwater zijn afgeleid (respectievelijk 12.1 en 3.8 mg/l, Scholten *et al.*, 1999). De lozing van dit effluent zal, gezien de concentraties van koolwaterstoffen, niet leiden tot effecten in de waterkolom (zie effecten van productiewater, paragraaf 7.2.4.1).

Verwacht wordt dat de concentratie van eventuele schoonmaakmiddelen in het effluent lager zal zijn dan de drempelwaarde hiervan voor het aquatisch milieu (100 µg/l; Feijtel & Van de Plassche, 1995). Er worden daarom geen effecten verwacht door deze schoonmaakmiddelen.

7.2.4.3 Aangroeiwering en corrosiepreventie

Uit de corrosieremmende anoden komen zink- en aluminium ionen vrij. De MTR voor zink is 9,4 $\mu g.l^{-1}$ (Vierde Nota Waterhuishouding, 1997). Voor aluminium is geen formele waterkwaliteitsstandaard gedefinieerd, wat aangeeft dat de toxiciteit van aluminium in het algemeen niet als een belangrijke milieuzaak wordt beschouwd. Gebaseerd op een vergelijking van de toxiciteit van zink en aluminium (zink: geometrisch gemiddelde LC_{50} [lethale concentratie voor 50% van de soorten] = 3 mg/l; aluminium: geometrisch gemiddelde LC_{50} = 2 mg/l), kan een drempelwaarde voor aluminium van 6 µg/l worden aangenomen.

Er kan worden berekend dat bij een gemiddelde aluminium-zink anode met een gewicht van 250 kg en een levensduur van 20 jaar, de metaalconcentratie op een afstand van minder dan 1.5 m van de anode onder de drempelwaarde zal liggen. De gevolgen voor het milieu door het gebruik van de anoden is dus beperkt tot lokale effecten op het platformoppervlak en dragen op die manier bij aan de aangroeiwering. Er moet echter worden opgemerkt dat, hoewel de effecten beperkt zijn tot een klein gebied rond de anode, de corrosie preventie een bijdrage levert aan de totale zink vracht naar de Noordzee. Er zijn echter geen realistische alternatieven voor aangroei en corrosie preventie voor het L4G platform.

7.2.4.4 Sanitair afvalwater

Omdat lozingen van sanitair afvalwater vanaf het onbemande L4G platform verwaarloosbaar zijn, zullen eventuele effecten van sanitairafvalwaterlozingen niet substantieel zijn.

7.2.4.5 Emissies naar de lucht

Emissies naar de lucht tijdens operationele werkzaamheden, zijn met name gerelateerd aan emissies van de gasmotor voor de aandrijving van de generator en de gasbehandelingsinstallatie (productiewater ontgassing). Ook de uitlaatgassen van transportmiddelen (helikopters, bevoorradingsschepen, etc.) veroorzaken emissies naar de lucht.

Tabel 25 geeft de emissies naar de lucht vanaf het platform weer in relatie tot de totale offshore emissies.

Tabel 25 Totaal aan gasemissies (tonnen per jaar) gedurende de levensduur van het platform.

	CO_2	NO_x	SO_2	VOS
L4G platform Emissies gedurende normale *werkzaamheden*	406	1,1	0	0,2
Totale Nederlandse offshore	1287277	5585	154	8167

industrie emissies *				
bijdrage L4G platform (%)	**0,03%**	**0,02%**	**0%**	**0,002%**

* data voor 2000 volgens het Industrie milieu Plan (NOGEPA, 2001).

Emissies naar de lucht kunnen effecten veroorzaken zoals het broeikaseffect, afbraak van de ozonlaag, verzuring van het milieu en een toename van lokale concentraties van de geëmitteerde gassen. Gebaseerd op de hierboven vermelde emissie gegevens zullen de effecten op de verzuring niet significant zijn. Deze emissies zullen ook niet leiden tot directe gevolgen voor het broeikaseffect en de afbraak van de ozonlaag.

De emissies naar de lucht van het L4G platform zullen de emissies van de totale Nederlandse offshore industrie niet substantieel verhogen. Zoals weergegeven in de tabel hierboven is de bijdrage maximale van het L4G platform vergeleken met de totale offshore emissies van 2000 is maximaal 0.03%.

In de 'Intentieverklaring uitvoering milieubeleid olie- en gaswinningindustrie (1995)', is overeengekomen dat voor alle nieuwe installaties de best beschikbare technologie zal worden toegepast. Een definitie van de best beschikbare technologie is vastgelegd in de grondbeginselen van de Nederlandse emissie Richtlijnen (NeR). Voor de energie opwekking zullen daarom gasmotoren worden toegepast. De uitlaatgassen van de gasmotor voldoen aan de eisen die genoemd zijn in de BEES (maximale NO_x-emissie van 140 g/GJ).

7.2.4.6 Geluid

De achtergrondniveaus van geluid dat geproduceerd wordt door natuurlijke bronnen (golven, wind) is 40 dB(A). Voor de mens worden niveaus hoger dan 50 dB(A) als storend ervaren. Verstoring van vogels en bruinvissen wordt verwacht bij niveaus hoger dan 60 dB (TNO, 1994). Deze 60 dB is in de richtlijnen voor deze MER aangenomen als referentie, en wordt overschreden op een afstand van minder dan 15 m van het productieplatform. Bij niveaus hoger dan 60 dB wordt verstoring van vogels verwacht (TNO, 1994).

In veel gevallen wordt de verstoring door geluid overschaduwd door de verstoring door visuele aanwezigheid. De visuele aanwezigheid van het productieplatform en af en toe een bezoek van bevoorradingsschepen en helikopters wordt van groter belang geacht dan het effect van geluid. De kritische (vlucht)afstand voor de meeste schuwe zeevogels en bruinvissen wordt geschat op 300 meter (TNO, 1994). De meeste vogels en bruinvissen raken na verloop van tijd echter gewend aan de aanwezigheid van het boorplatform. Onderscheid tussen de afzonderlijke bijdrage van visuele aanwezigheid en geluid aan de totale verstoring van het platform is nauwelijks te maken.

De geluidsemissies van helikoptervluchten zullen vogels en zeezoogdieren buiten de 300 m grens verstoren. Het 60 dB niveau wordt tot een afstand van 1400 m overschreden bij een vlieghoogte tussen de 35 en 180 meter. Effecten treden echter alleen op gedurende een korte periode. Helikopters bezoeken het platform gemiddeld twee maal per week. De verstoring die door deze activiteit wordt veroorzaakt, zal niet tot substantiële effecten leiden.

Uit verschillende monitoringsonderzoeken kan geconcludeerd worden dat verstoring van vogels (zoals beschreven in de Habitat Beschermings Richtlijnen) door het geluid dat op platformen wordt geproduceerd, niet tot substantiële effecten zal leiden.

7.2.4.7 Licht

Naar verwachting zal de emissie van licht geen directe invloed hebben op het lokale ecosysteem. Lichtbronnen op zee zouden 's nachts migrerende vogels aan kunnen trekken, wanneer deze in de nabijheid van het platform vliegen. Trekvogels passeren de Noordzee

tijdens een korte periode in de herfst, reizend van Scandinavië naar het Europese vasteland (b.v. Nederland) of naar de Britse eilanden (Buurma, Koninklijke Luchtmacht, pers. comm.). Tijdens de lente is de migratie meer verspreid. Het risico van de aantrekking van vogels door het licht van offshore installaties kan gereduceerd worden door de horizontale en verticale lichtdispersie af te schermen (van der Have, pers. comm.). Zoals is beschreven in paragraaf 5.1.2.4, is het L4G platform gesitueerd in of nabij een gebied waar zich een trekroute van zangvogels bevindt. Verscheidene soorten vliegen tijdens de nacht en migratie vindt plaats verspreid over een groot gebied. Omdat de routes van jaar tot jaar verschillen, kan er geen indicatie van aantallen vogels voor een specifiek gebied worden gegeven.

Uit een monitoringsonderzoek in de Waddenzee bij Lauwersoog in de voorzomer van 1997 bleek dat, ondanks de grote aantallen aanwezige vogels en vogelsoorten, geen vogels in de fakkel zijn terechtgekomen en dat effecten door verstoring minimaal zijn. Een verandering in de vliegroute werd wel regelmatig waargenomen, maar dit kon niet worden gerelateerd aan een substantieel negatief effect (NAM, 2000).

Het licht dat afkomstig is van het L4G platform is marginaal aangezien het platform onbemand is en zal naar waarschijnlijkheid niet leiden tot enige significante effecten op (trek)vogels.

7.2.4.8 Afval

Aangezien al het afvalmateriaal naar land wordt getransporteerd voor verdere verwerking door een daartoe bevoegd bedrijf, worden er geen effecten van afvalmateriaal verwacht op de L4G locatie.

7.2.5 Transport

De effecten van de geluidsproductie van helikopters is reeds eerder besproken in paragraaf 7.2.3.8 en 7.2.4.6. Effecten van transport zijn daarom in deze paragraaf beperkt tot effecten veroorzaakt door emissies naar de lucht van helikopters en schepen.

De bijdrage van emissies naar de lucht van bevoorradingsschepen en helikopters op het broeikaseffect, de afbraak van de ozonlaag, de verzuring van het milieu of aan de verhoging van lokale concentraties van de geëmitteerde gassen is verwaarloosbaar.

7.2.6 Ontmantelingactiviteiten

Ontmanteling van het platform en transport van het platform naar het vaste land, zal leiden tot emissie van verbrandingsgassen naar de lucht. Omdat er geen funderingsmateriaal of grind wordt toegepast bij de installatie van het platform, zal er na verwijdering van het *platform, geen materiaal op de zeebodem achterblijven.*

De effecten van emissies naar de lucht zullen vergelijkbaar zijn met de effecten door de installatie van het platform.

Het oppervlak dat voorheen bedekt werd door de opbouw van het platform, zal weer beschikbaar komen voor de benthische fauna populatie in het gebied. Het reliëf veroorzaakt door de activiteiten zal snel egaliseren onder invloed van waterstromingen en turbulentie door waterstromingen en stormen.

In de huidige praktijk is het gebruikelijk om pijpleidingen, schoongemaakt en in veilige conditie (geen obstakel voor de visserij), in de zeebodem achter te laten. Verwijdering van de gas en glycol pijpleidingen zal onderzocht worden met inachtneming van wettelijke verplichtingen, potentiële milieuschade bij het verwijderen van de pijpleidingen, veiligheid en kosten.

7.3 Effecten van alternatieven

7.3.1 Alternatief: verwijdering van afval

Milieueffecten van het transport van boorafval naar land, zijn gerelateerd aan het transport van boorspoeling en boorgruis. Het vrijkomen van boorspoeling en boorgruis zal geheel worden voorkomen, waardoor er geen depositie of suspensie van boorspoeling en boorgruis zal plaatsvinden op de L4G locatie.

7.3.2 Alternatief: 'end of pipe' technieken

Verschillende 'end of pipe' technieken zijn weergegeven in hoofdstuk 3 als mogelijke alternatieven voor de behandeling van productiewater. Het is niet relevant om de alternatieven op hun milieu-impact te evalueren omdat de milieu-impact van het geloosde productiewater al klein is (kritische afstand van ca. 1 meter). De mogelijke inpassing in de MMA (meest milieuvriendelijke alternatief) zal daarom worden geëvalueerd op basis van de emissie reductie (zie hoofdstuk 0).

7.3.3 Alternatief: stroomopwekking

Emissies door de opwekking van elektriciteit zijn beperkt tot emissies naar de lucht. De *specifieke emissies voor de alternatieven zijn weergegeven in Tabel 17 (Hoofdstuk 4) de* emissies naar de lucht zullen niet leiden tot significante effecten.

8. Beschrijving van mogelijke incidenten en de daaraan gerelateerde milieueffecten.

8.1 Inleiding

Als onderdeel van de activiteiten voor de ontwikkeling van het L4G offshore gasveld zullen een aantal veiligheidsstudies worden uitgevoerd, voorafgaande aan de verschillende fasen van het project, zoals de voorontwerp- en gedetailleerd ontwerp studie, de constructie, de plaatsing, het boren en de productie. Deze studies dienen om mogelijke gevaren te identificeren, risico's in te schatten en daar waar deze nodig zijn, reducerende maatregelen te definiëren. Het doel van dit proces is het reduceren van de risico's voor het personeel, het milieu en de installatie tot een niveau dat redelijkerwijs realiseerbaar is (ALARP).

In dit hoofdstuk worden de risico's gerelateerd aan het boren, de procesvoering op het platform en de pijpleiding ingeschat (paragraaf 8.4 en 8.5), waarna de potentiële milieugevolgen worden beschreven (paragraaf 8.6).

8.2 Veiligheids- en gezondheidsdocument

Het inschatten van de risico's zoals hierboven genoemd is, is vereist volgens het Mijnreglement continentaal plat (MRcp-102). Het MRcp verplicht tot de indiening van een veiligheids- en gezondheidsdocument voor alle nieuwe installaties, booractiviteiten en voor het gelijktijdig uitvoeren van activiteiten (b.v. het gelijktijdig produceren en boren op dezelfde locatie).

Voor nieuwe installaties valt het opstellen van een veiligheids- en gezondheidsdocument uiteen in twee delen:

- Het voorontwerprapport ('the preliminary design report'), dat in een vroeg stadium (tijdens de eerste ontwerpfase van een project) bij Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) moet worden ingediend.
- Het detail ontwerp- opstart en gebruiksrapport ('the detailed design report'), dient minimaal acht weken voor het opstarten van de productie bij SodM te worden ingediend.

Het veiligheids- en gezondheidsdocument moet tenminste de volgende elementen bevatten:

- Een precieze beschrijving van de installatie, inclusief de maatregelen die genomen zijn bij het ontwerp om risico's te reduceren dan wel uit te sluiten, tezamen met een beschrijving van de uit te voeren activiteiten. Verder bevat het document de vastgestelde risico-acceptatie-criteria en 'performance standards' (interne kwaliteitseisen voor de bedrijfsvoering),
- De resultaten van verschillende veiligheidsstudies die zijn uitgevoerd tijdens de ontwerpfase van het platform, tezamen met een gekwantificeerde risico evaluatie.
- Een beschrijving is opgenomen van de gedefinieerde risico reducerende preventieve maatregelen welke zijn geïmplementeerd voor die situaties waar deze nodig zijn geacht.

Het voorontwerprapport zal binnen afzienbare tijd (september-oktober 2002) worden ingediend bij SodM.

Voor het gelijktijdig uitvoeren van boor- en productieactiviteiten dient het veiligheids- en gezondheidsdocument minimaal 8 weken voor aanvang van de activiteiten te worden ingediend bij SodM (eerste kwartaal van 2004) tezamen met het boorprogramma. Dit document zal dezelfde informatie bevatten als hierboven is beschreven. Daarnaast zal ook een veiligheids- en gezondheidsdocument gewijd aan het boorplatform zelf worden ingediend bij SodM door de vertegenwoordiger van het gecontracteerde boorplatform.

8.3 Incidenten met potentiële gevolgen voor het milieu

Tijdens de gevarenidentificatiestudie ('Hazard Identification study'; HAZID), welke een onderdeel is van het veiligheids- en gezondheidsdocument, is een aantal potentiële incidenten geïnventariseerd. Op basis van deze inventarisatie is een concept veiligheidsevaluatie ('Concept Safety Evaluation'; CSE) uitgevoerd teneinde:

- Aan te geven in hoeverre gevaar scenario's potentieel kunnen leiden tot slachtoffers en schade aan het milieu en installaties,
- De effectiviteit te evalueren van voorgenomen gevaarsreducerende systemen danwel het definiëren van eventuele additionele veiligheidsmaatregelen wanneer deze nodig worden geacht.

Boor proces

De volgende gevaarsscenario's met betrekking tot het boorproces zullen in het MER behandeld worden:

- Overslag van gevaarlijke vloeistoffen in bulk,
- Blow-out,
- Ondiepe gasvoorkomens z.g.n. 'shallow gas'.

Procesvoering L4G platform en pijpleiding

Voor het MER zullen de volgende gevaarsscenario's behandeld worden, waarbij gebruik zal worden gemaakt van de resultaten van het concept veiligheidsevaluatie (CSE):

- Blow-out,
- Aanvaringen,
- Lekkage van riser-en pijpleidingen en morsingen tijdens procesvoering.

8.4 Risico schatting tijdens het boorproces

8.4.1 Overslag van gevaarlijke vloeistoffen in bulk

Tijdens het boorproces zal er overslag van gevaarlijke vloeistoffen in bulk, zoals dieselolie, OBM, en zogenaamde 'base oil' (de olieachtige drager van OBM boorspoelingen) plaatsvinden. De identificatie van gevaar en de daarmee samenhangende gevolgen (zoals morsingen naar het water), heeft ertoe geleid dat TotalFinaElf E & P Nederland B.V.

specifieke maatregelen heeft geïmplementeerd teneinde risico's voor het milieu te minimaliseren.

Deze maatregelen bestaan uit:
- Gedetailleerde werkprocedures,
- Specifieke eisen voor materieel voor overslag,
- Overslag beperkingen bij slecht weer.

De gedetailleerde werkprocedures beschrijven duidelijk de verantwoordelijkheden en de stap-voor-stap uitgewerkte werkprocedures. De specifieke vereisten voor materieel voor overslag zijn bepalend voor de uiteindelijke technische specificaties voor:
- De montage van de slang (materiaal, trekkracht, druk, drijfvermogen, hijs uitrusting, aanduiding, markering),
- De koppelstukken (slangverbindingen, 'break away', 'dry break'),
- Het overslagsysteem aan boord van het schip (veiligheidskleppen, reinigingssysteem, noodstop),
- Het overslagsysteem aan boord van het platform (drukventielen, noodstop, debiet, reinigings- en testsystemen, hangende uitrusting),
- De controle en monitoren van het materieel voor overslag.

Een specifieke instructie beschrijft het beleid van TotalFinaElf E & P Nederland B.V. inzake de controle en voorzorgsmaatregelen welke noodzakelijk worden geacht om tijdens slecht weer de randvoorwaarden voor veilig werken te kunnen handhaven. Dit heeft betrekking op activiteiten op zowel het platform als op het bevoorradingsschip.

Gegeven de hierboven beschreven technische - en procedurele maatregelen kan worden aangenomen dat de kans op het vrijkomen van gevaarlijke vloeistoffen tijdens de overslag in bulk klein is. Daarnaast zijn de milieugevolgen van een incident, waarbij slechts enkele liters vloeistof in de zee terecht kunnen komen, verwaarloosbaar klein.

8.4.2 Blow-out

8.4.2.1 Algemeen

De meeste blow-outs vinden plaats bij het boren van nieuwe olie- of gasreservoirs of in een mindere mate wanneer nieuw opgespoorde bronnen worden ontwikkeld, wanneer de exacte eigenschappen van het reservoir en het boortraject niet bekend zijn. In dit stadium wordt de put geboord door zones met een verschillende druk. Onverwachte gasbellen of andere zones met een hoge druk kunnen een blow-out initiëren. Hierbij kan gas, putbenzine, boorspoeling of boorgruis (op basis van water of olie), gas en water vrijkomen.

Een blow-out kan worden veroorzaakt door een storing van de Blow Out Preventer (BOP), of door beschadiging van de installaties op het puttendek veroorzaakt door een plaatselijke calamiteit zoals brand, explosie, vallende lading, of door invloeden van buitenaf zoals een aanvaring. Een dergelijke blow-out kan voortduren totdat de reservoirdruk is afgelaten, totdat de put is afgesloten of totdat de put op natuurlijke wijze gedicht wordt.

In het geval van een niet-brandende blow-out, zullen gas, putbenzine en mogelijk ook boorspoeling vrijkomen in de atmosfeer. Het vrijkomend debiet is afhankelijk van de productiviteit van het reservoir, de diameter van de productieverbuizing en de reservoirdruk op het moment van de blow-out.

In het geval van een brandende blow-out zullen alleen verbrandingsgassen worden geëmitteerd. Grote of catastrofale schade aan de installatie zal naar alle waarschijnlijkheid leiden tot lozingen van een deel of alle vloeistoffen die zijn opgeslagen aan boord van het boorplatform.

Tabel 26 Opgeslagen vloeistoffen aan boord van het boorplatform (indicatieve hoeveelheden).

Vloeistof	Volume m^3
Dieselolie	615
Boorspoeling (WBM of OBM)	250
Hydraulische olie	0,5
Smeerolie	2
'Base oil'	100

8.4.2.2 Preventie

Het basisprincipe van TotalFinaElf E & P Nederland B.V. voor booractiviteiten is zo opgesteld dat er altijd twee onafhankelijk geteste barrières aanwezig zijn om er zeker van te zijn dat de vloeistof uitstroom onder controle kan worden gehouden.

Elke L4G put zal tijdens het boren worden uitgerust met :

- Gecementeerde verbuizingen (casings), bestaande uit stalen pijpen om de put te bekleden. De functie van deze verbuizingen is het opvangen van de formatiedruk, het voorkomen dat de geboorde put instort en het voorkomen dat formatie vloeistoffen instromen.
- Een vloeistof kolom die het boorgat opvult tot aan het oppervlak. Het is de eerste barrière ter preventie van een blow-out tijdens het boren. De dichtheid van de spoeling wordt geregeld door het toevoegen van bariet en wordt op een zodanig niveau gehouden dat de hydrostatische druk van de vloeistofkolom hoger is dan de formatie druk.
- Een BOP bestaande uit een serie kleppen waarmee de put in een vroeg stadium geheel kan worden afgesloten als er een influx van formatievloeistof plaatsvindt. De BOP is gesitueerd op het puttendek (wellhead) van het L4G platform en wordt aangestuurd vanaf het boorplatform. De BOP is in staat om de annulaire ruimte rond de boorstang, of het boorgat zonder boorstang af te sluiten. Het gewicht van de vloeistof kolom kan dan onder gecontroleerde omstandigheden worden verhoogd om vervolgens de werkzaamheden te vervolgen.

Aanvullend op de bovengenoemde barrières wordt de boorput continu gemonitord gedurende alle werkzaamheden om zo vroeg mogelijk iedere instroom in de put te kunnen registreren.

8.4.2.3 Kwantificering van het risico

Uit gegevens afkomstig uit de 'E&P Forum Risk Assessment Data Directory' (Report No 11.8/250, oktober 1996) blijkt dat bij boren van een put voor ontwikkeling van een gasveld de blow-out frequentie $1,5 \times 10^{-3}$ per put is. Hieruit volgend is de blow-out frequentie voor het L4G project, waarbij 1 put geboord wordt, geschat wordt op $1,5 \times 10^{-3}$ met een kans op *ontsteking van 0,17.*

8.4.2.4 Bestrijdingsmiddelen

Een blow-out kan voortduren totdat de reservoirdruk is afgelaten, of totdat de put op natuurlijke wijze gedicht wordt. Daarom zal zwaar materieel ter bestrijding van de calamiteit worden ingezet, zoals :

- Schepen uitgerust met hoge drukpompen,
- Brandblusschepen om een eventuele brand te bestrijden, de put onder controle te brengen en indien mogelijk deze lokaal af te sluiten,
- Een boorplatform om de put op afstand af te sluiten met een aflatingsput (een

zogenaamde relief well).

Deze noodbestrijdingsmaatregelen zijn een onderdeel van het rampenplan van TotalFinaElf E & P Nederland B.V.

8.4.3 Ondiepe gasvoorkomens (shallow gas)

8.4.3.1 Algemeen

'Shallow gas' bestaat uit kleine onder druk staande gasbellen die zich boven het bedoelde reservoir bevinden. Deze gasbellen kunnen tijdens het boren van de eerste secties van de put, wanneer de BOP nog niet is aangesloten op de boorput, worden aangeboord, hetgeen zou kunnen leiden tot een blow-out.

Een dergelijke blow-out duurt voort tot de gasbel leeg is, of totdat de put op natuurlijke wijze gedicht wordt.

WBM en gas kunnen hierbij vrijkomen.

8.4.3.2 Preventie

Zoals gebruikelijk, is kort voor het boren een geofysische survey uitgevoerd teneinde kleine geologische afwijkingen op te sporen, welke kunnen duiden op de aanwezigheid van shallow gas. Voor L4G zijn geen afwijkingen gevonden.

Echter, wanneer de constructie (*pipe shoe*) waarin de eerste verbuizing (*conductor*) is bevestigd niet sterk genoeg blijkt te zijn om een mogelijke druk opbouw in de put in te sluiten, wordt een diverter geï nstalleerd op de boorput die in staat is om een stroom op gecontroleerde wijze af te buigen in de richting van de zee.

8.5 Risico schatting voor de procesvoering

8.5.1 Blow-out

8.5.1.1 Algemeen

Een blow-out is gedefinieerd als een ongecontroleerde uitstroom van vloeistoffen of gassen uit een boorput. Voor L4G zijn dit gas en putbenzine. Een blow-out treedt op wanneer de reservoir vloeistof een weg vindt waarlangs het ongecontroleerd kan ontsnappen naar de oppervlakte. Een blow-out kan worden veroorzaakt door een storing van de installatie op het puttendek (wellhead), of door beschadiging van de installaties op het puttendek veroorzaakt door een plaatselijke calamiteit zoals brand, explosie, vallende lading, of invloed van buitenaf zoals een aanvaring of een helikoptercrash. Een waarschijnlijker oorzaak van een blow-out is het verliezen van de controle tijdens onderhoud aan de put. Een dergelijke blow-out kan voortduren totdat de reservoirdruk is afgelaten, totdat de put is afgesloten of totdat de put op natuurlijke wijze wordt gedicht.

In het geval van een niet-brandende blow-out, zal gas en putbenzine vrijkomen in de atmosfeer. Het vrijkomend debiet is afhankelijk van de productiviteit van het reservoir, de diameter van de productieverbuizing en de reservoirdruk op het moment van de blow-out.

In het geval van een brandende blow-out zullen alleen verbrandingsgassen worden geëmitteerd. Grote of catastrofale schade aan de installatie zal naar alle waarschijnlijkheid leiden tot lozingen van een deel of alle vloeistoffen die zijn opgeslagen aan boord van het platform.

8.5.1.2 Preventie

Het basisprincipe van TotalFinaElf E & P Nederland B.V. is dat ter voorkoming van blow-outs altijd twee onafhankelijk geteste barrières aanwezig zijn om er zeker van te zijn dat de vloeistof uitstroom onder controle gehouden kan worden en in het geval van een nood stop ('safety shutdown') het reservoir voor lange tijd afgesloten kan worden van het oppervlak.

Elke put van L4G zal daarom worden uitgerust met:

- Gecementeerde verbuizingen (casings),
- Een wellhead (X-mas tree) welke bestaat uit twee kleppen ('Surface Safety Valves'; SSV) in serie, waarvan één lokaal en één op afstand aangestuurd wordt via een nood stopsysteem (Safety Shutdown System),
- Een productie verbuizing (tubing) welke bestaat uit een hoge druk pijp die de geproduceerde vloeistoffen van het reservoir naar boven leidt. De productiepijp is vervaardigd uit hoogwaardige materialen welke bestand zijn tegen de stroomsnelheid van de vloeistof, corrosie, druk- en temperatuurscondities in de put,
- Een productiepakking die zich vlak bij de productie zone bevindt en de annulaire ruimte tussen de diverse verbuizingen en de putwand afsluit.
- Surface Controlled Subsurface Safety Valve (SCSSV) (ook wel de down-hole veiligheidsklep genoemd) die zich bevindt in de productieverbuizing tussen de zeebodem en het reservoir op een diepte van meer dan 20 meter onder het bodemoppervlak. Deze afsluiter wordt op afstand aangestuurd door het noodstopsysteem (Safety Shutdown System).

De veiligheidskleppen (SSV) worden hydraulisch aangestuurd en zijn zodanig uitgevoerd dat *de kleppen in het geval van een defect automatisch sluiten ('fail-safe' principe), met name* tijdens de (onwaarschijnlijke) situatie van een catastrofaal mankement aan het platform (aanvaring, explosie). De kleppen worden regelmatig getest om de betrouwbaarheid te garanderen.

Tijdens onderhouds- of meetwerkzaamheden in de putten (d.m.v. wireline), wordt een extra veiligheidsinstrument; de Blow Out Preventer (BOP) aangesloten op de productieput om de put af te sluiten zolang deze wireline operatie voortduurt. De afsluiters van de BOP worden hydraulisch aangestuurd en zullen ingeval van een storing automatisch sluiten (fail-safe).

8.5.1.3 Kwantificering van het risico

Uit gegevens afkomstig uit de 'E&P Forum Risk Assessment Data Directory' (Report No 11.8/250, oktober 1996) blijkt dat het optreden van spontane blow-out zeer onwaarschijnlijk is tijdens de normale productie (kans van 10^{-6} per put per jaar). Daarom wordt een dergelijke gebeurtenis niet gezien als een realistisch gevaar scenario en zal bij deze risicoschatting buiten beschouwing worden gelaten.

Omdat elke put is uitgerust met 'fail safe' en een betrouwbare 'subsurface' veiligheidsklep (dieper dan 20 m onder het zeebodem oppervlak) wordt het optreden van een blow-out door het falen van de SSV en/of een andere calamiteit (aanvaring, explosie, etc.) niet waarschijnlijk geacht en zal daarom bij deze risicoschatting buiten beschouwing worden gelaten.

Het optreden van een blow-out door 'wirelining' wordt waarschijnlijk geacht. Uit gegevens afkomstig uit de 'E&P Forum Risk Assessment Data Directory' (Report No 11.8/250, oktober 1996) wordt de kans op het optreden van een blow-out tijdens wirelining op 2,07 x 10^{-5} per put per wireline activiteit geschat. Gebaseerd op dezelfde data is er een kans van 17% op een brandende blow-out en een kans van 25% dat de blow-out langer duurt dan 1 uur.

Voor het L4G platform is een maximum van 1 wireline activiteit per jaar gepland. Dit resulteert in een kans van voorkomen van 2,07 x 10^{-5} per jaar.

Hierbij zijn de volgende aannames gemaakt:

- Een brandende blow-out duurt langer dan één uur en zal catastrofale schade aan de installatie aanrichten,
- Niet-brandende blow-outs richten geen schade aan de installatie.

De resultaten worden weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 27 Risico schatting voor blow-outs.

Risico [1/jaar]	Risico categorie			
	minimaal	ernstig	zwaar	catastrofaal
Blow-out	0,00	0,00	$2,69 \times 10^{-6}$	$7,92 \times 10^{-6}$

8.5.1.4 Bestrijdingsmiddelen

Een blow-out kan voortduren totdat de reservoirdruk is afgelaten of totdat de put op natuurlijke wijze gedicht wordt. Daarom zal zwaar materieel ter bestrijding van de calamiteit moeten worden ingezet, zoals:

- Schepen uitgerust met hoge drukpompen,
- Brandblusschepen om een eventuele brand te bestrijden de put onder controle te brengen en indien mogelijk deze lokaal af te sluiten. Een boorplatform om de put op afstand af te sluiten met een aflatings put (een z.g.n. relief well).

Deze nood bestrijdingsmaatregelen zijn een onderdeel van het rampenplan van TotalFinaElf E & P Nederland B.V.

8.5.2 Aanvaringen

8.5.2.1 Algemeen

Twee soorten aanvaringen kunnen het platform beschadigen:

- Aanvaring door bezoekende bevoorradingsschepen
- Aanvaring door uit koers geraakte vaartuigen

Schepen met een ondersteunende rol voor het platform zijn normaliter klein en liggen stil of varen met geringe snelheid. De kans op 'groot gevaar' door een mogelijke aanvaring van een dergelijk vaartuig met het platform is daarom relatief klein (veiligheids- en gezondheidsdocument).

Aanvaring door een vaartuig dat uit koers is geraakt (driftende objecten), door bijvoorbeeld motorpech of slechte navigatie kan tot veel grotere gevolgen leiden. Dergelijke vaartuigen zijn veelal groter en bewegen zich met hogere snelheid voort. Een aanvaring door een dergelijk vaartuig kan leiden tot catastrofale schade aan de installatie.

De gevolgen van catastrofale schade aan de installatie door een aanvaring zal hoogstwaarschijnlijk resulteren in een emissie van alle of een deel van de aanwezige vloeistoffen die zijn opgeslagen op het platform (zie onderstaande tabellen).

Tabel 28 Opgeslagen vloeistoffen aan boord van het L4G platform.

Vloeistof	Volume m^3
Dieselolie	5
Glycol	1

8.5.2.2 Preventie

De locatie waar overslag plaatsvindt van bevoorradingsschepen naar het platform is gelegen aan de noordzijde van het platform. Dit is de leizijde van de meest voorkomende windrichting. Iedere motorstoring aan boord van een bevoorradingsschip zal er daarom toe leiden dat het vaartuig van het platform zal afdrijven, waardoor de kans op een aanvaring verder gereduceerd wordt. Een misthoorn en navigatieverlichting zal worden geï nstalleerd om scheepsaanvaringen te voorkomen.

8.5.2.3 Kwantificering van het risico

Met het computermodel Collide II, een speciaal ontworpen software pakket voor het modelleren van risico op aanvaringen, is een risico studie uitgevoerd naar de kans op aanvaringen. Het Collide model heeft echter enkele beperkingen daar een groot deel van de gegevens waarvan het model gebruik maakt nog niet gevalideerd is. Om rekening te houden met deze beperkingen zijn de resultaten van de berekeningen met Collide II gemiddeld met gegevens die zijn afgeleid van de World Offshore Accidental Databank (WOAD, 1990). De studie is uitgevoerd met de aanname dat 18 vaartuigen per jaar de installatie bezoeken. Tabel 29 geeft een overzicht van de resultaten van de studie.

Het risico dat een aanvaring met een bezoekend vaartuig een zware tot catastrofale gevolgen kan hebben, is te verwaarlozen.

Tabel 29 Risicoschatting voor aanvaringen.

Gevaar op aanvaring (1/jaar)	Risico categorie			
	Minimaal	ernstig	zwaar	catastrofaal
Passerend vaartuig	$0{,}62 \times 10^{-3}$	$0{,}65 \times 10^{-3}$	$4{,}97 \times 10^{-4}$	$9{,}85 \times 10^{-5}$
Bezoekend vaartuig	$1{,}13 \times 10^{-3}$	$2{,}11 \times 10^{-3}$	0	0

8.5.3 Incidenten gerelateerd aan de risers, pijpleiding en procesvoering

8.5.3.1 Incidenten betreffende de risers

De risers bevinden zich aan de binnenzijde van de onderbouw van het platform, vanaf het onderhoudsdek tot onder het zeewateroppervlak, dan wel aan de buitenzijde, beschermd tegen aanvaringen door een riserbeschermingsframe teneinde de kans op schade te verkleinen.

Detectie van een lekkage vanuit de gasexport riser tijdens onbemande procesvoering is afhankelijk van het gasdetectiesysteem op het beneden- of hoofddek. Detectie van kleine lekkages op het onderhoudsdek is onwaarschijnlijk omdat deze ruimte door de open constructie aan alle zijden goed geventileerd is. Ontbranding van een lekkage zal worden opgemerkt door het branddetectie systeem op de installatie.

Het onderwater vrijkomen van gas uit een riser zal leiden tot dispersie van gasbellen in het water. Het gas zal uit het water omhoogkomen, verspreid over een relatief groot oppervlak. Elke hoeveelheid gas zal boven het wateroppervlak snel verspreiden tot onder de brandbare concentratie door de lage stuwkracht (afhankelijk van het punt van vrijkomen). Alleen een catastrofale lekkage zal leiden tot een platform omvattende hoge concentratie die kan leiden tot een gevaarlijke situatie. De kans dat een dergelijke lekkage optreedt is zeer klein en het risico van een dergelijke situatie wordt dan ook gering geacht.

Een incident dat leidt tot de beschadiging van de export riser kan resulteren in een lekkage. De export pijpleiding naar K6C is ongeveer 23 km lang, met een diameter van 10 inch en een maximum export druk van 180 bar. Dit resulteert in een inhoud van ongeveer 1170 m^3 (ca. 210.000 Nm^3 gas). Een lek van 75 mm (representatief voor een groot lek) bij een druk

van 180 bar, resulteert in een lekkage die langer dan 1 uur aanhoudt. Een groot lek in de riser in de nabijheid van het platform zal waarschijnlijk de gehele installatie omvatten met een al dan niet brandende gaswolk. Riser lekkage gevolgd door ontbranding heeft dan ook ernstige gevolgen, maar een zeer kleine kans om op te treden.

8.5.3.2 Incidenten met pijpleidingen

Een betrouwbaarheidsonderzoek zal worden uitgevoerd naar het veiligheidsniveau (Safety Integrity Level; SIL) van het afblaassysteem dat is geï nstalleerd aan boord van het platform ter voorkoming van overdruk in de gaspijpleiding.

Wanneer de gaspijpleiding door een incident beschadigd zou raken kan een lekkage ontstaan zoals beschreven in paragraaf 8.5.3.1 'Incidenten betreffende de risers'.

Een incident gerelateerd aan een beschadiging aan de glycol of gaspijpleiding kan resulteren in een beperkte glycol of putbenzine lekkage (de geproduceerde hoeveelheid putbenzine is nihil) in de zee. Deze hoeveelheid zal beperkt blijven, omdat de pompen zullen worden gestopt zodra een verlaging van de druk (door de lekkage) wordt waargenomen. Een kleine hoeveelheid glycol of putbenzine zal uit de leiding stromen totdat de druk in de leiding gelijk is aan die van het omringende zeewater.

8.5.3.3 Incidenten tijdens procesvoering

Lekkages van vluchtige koolwaterstoffen kunnen optreden vanuit de procesinstallatie en de stookgasinstallatie en kunnen plaatsvinden op de verschillende dekken van het platform. De maximale hoeveelheden die hierbij vrij kunnen komen zijn 1170 Nm^3 gas naar de buitenlucht en een verwaarloosbare hoeveelheid putbenzine (uit puttesten is gebleken dat de putbenzineproductie nihil zal zijn). De beperkte omvang van deze incidentele gasemissie is het resultaat van genomen maatregelen zoals gasdetectors, een noodstop systeem en compartimentering van het gasproces door het sluiten van kleppen (SDV's). De kans op de vorming van explosieve mengsels wordt bovendien geminimaliseerd door een voldoende ventilatie van de secties van het platform.

Om de gevolgen van mogelijke morsingen van vloeistoffen te vermijden, zijn alle plaatdekken verbonden met het open afvoersysteem en vervolgens de skimmertank. Om te voorkomen dat vloeistoffen via de roosters of over de rand van de dekken in de zee terecht komen, zijn drempels op de omtrek van de dekken aangebracht. Het risico van een lekkage vanuit de diesel tank is gereduceerd door de dubbelwandige uitvoering van de tank. Alle vloeistof morsingen vanuit pompen worden verzameld in de lekbakken die onder de pompen (en gelijksoortige apparatuur) zijn aangebracht.

8.6 Milieugevolgen

8.6.1 Milieugevolgen van het vrijkomen van putbenzine

De milieugevolgen bij het vrijkomen van putbenzine gedurende een blow-out wordt verwacht erg klein te zijn omdat de hoeveelheid putbenzine die vrijkomt gedurende de productie vrijwel nihil is. Mocht er onverhoopt toch putbenzine vrijkomen, dan heeft dit mogelijk een aantal ecologische gevolgen.

De ecologische gevolgen van een mogelijke vervuiling met putbenzine in de Waddenzee zijn onderzocht door Scholten *et al.* (1994). Verwacht wordt dat de milieugevolgen van een 1 tot 10 dagen durende blow-out, marginaal zijn in omvang en duur. Zwemmende zeevogels ondervinden het grootste gevaar op effecten bij een blow-out indien er een drijvende putbenzinefilm ontstaat. Putbenzine verdampt en verspreidt door dispersie zeer snel, zodat de vorming van een drijflaag minimaal zal zijn. In een worst-case situatie, waarbij van de onwaarschijnlijke situatie wordt uitgegaan dat al de putbenzine een drijflaag zal vormen, zou

een klein percentage (<10%) van de aanwezige vogels effecten kunnen ondervinden.

Tot op zekere hoogte zijn zeezoogdieren veilig voor effecten door morsingen van putbenzine. Extrapolatie van schadelijke doses (olie) voor ratten en muizen naar zeezoogdieren leidt tot onrealistisch hoge doses van enkele liters per individu (St. Aubin, 1990; Geraci, 1990). Een (verse) putbenzinefilm kan echter de ademhaling belemmeren of de luchtwegen beschadigen door hoge concentraties vluchtige stoffen, met name dichtbij het wateroppervlak.

Effecten in de waterkolom (plankton en vis) zullen naar waarschijnlijkheid niet optreden omdat de lichte koolwaterstofverbindingen zeer snel zullen verdampen en slechts in zeer kleine hoeveelheden oplossen. Een incident met een riser of een pijpleiding kan resulteren in een lekkage van gas- en putbenzine. Wanneer het lek zich beneden zeeniveau bevindt, zullen de koolwaterstoffen gedeeltelijk oplossen in de waterkolom. Het maximaal toelaatbaar risico niveau van putbenzine is 79 µg/l (Scholten *et al.*, 1993). Wanneer tijdens een incident met een riser of pijpleiding dit niveau wordt overschreden, kunnen aquatische organismen effecten ondervinden, waarbij het zoöplankton tot de meest gevoelige organismen behoort. Herstel van de aquatische biota na een verstoring zal door verversing door het omringende water snel kunnen optreden.

Incidentele lekkages tijdens de procesvoering kunnen leiden tot een morsing van putbenzine, hetgeen niet in zee terecht komt maar wordt afgevoerd via het open drain systeem naar de skimmertank.

Effecten op het benthos zullen, gezien de geografische positie van het L4G platform (open zee), niet relevant zijn.

8.6.2 Milieugevolgen van het vrijkomen van dieselolie

Een geloosde hoeveelheid dieselolie zal aanvankelijk een drijffilm vormen op het wateroppervlak. Het vormt daarmee een potentieel gevaar voor met name zwemvogels zoals de zeekoet, waar de olie de natuurlijke vetlaag en structuur van de veren beï nvloedt waardoor ze niet meer waterbestendig zijn (Camphuysen, 1989). De diesel zal echter snel verdampen en een klein deel zal, afhankelijk van de weersomstandigheden, dispergeren of oplossen in de waterkolom. Als de incidentele lozing minder is dan 10 m^3 zal de lozing binnen enkele uren verdwenen zijn door verdamping en natuurlijke dispersie. Als een grotere hoeveelheid vrijkomt (bijvoorbeeld bij een catastrofaal incident met betrekking tot het boorplatform) kan de oliefilm langer bestaan. Naast de effecten van extern contact met de olie kunnen dan ook effecten ontstaan door inslikking. Ingeslikte olie vermindert de weerstand tegen infecties (Folkestad, 1982) en belemmert de werking van de nieren, lever en reproductieorganen (Tseng, 1993).

De milieugevolgen van het vrijkomen van dieselolie zijn over het algemeen vergelijkbaar met de milieugevolgen van het vrijkomen van putbenzine lozing.

8.6.3 Milieugevolgen van het vrijkomen van boorspoeling of 'base oil'

Wanneer door een incident een grote hoeveelheid WBM vrijkomt, is het gedrag vergelijkbaar met de periodieke bulklozingen die na elke sectie plaatsvinden. Daarom zal het naar verwachting met name leiden tot een kortdurende vertroebeling van de waterfase, vergelijkbaar met de geplande periodieke lozingen (zie paragraaf 7.2.3.2).

Wanneer echter OBM of de 'base-oil' zelf vrijkomt moet rekening gehouden worden met de vorming van een olieachtige drijflaag. De effecten zijn dan ook vergelijkbaar met de externe effecten door het vrijkomen van dieselolie of putbenzine. Het aandeel vluchtige componenten is (aanzienlijk) lager en effecten door het inademen van deze componenten zijn dan ook niet waarschijnlijk. Omdat verdamping niet substantieel bijdraagt aan de verkleining van de drijflaag zal deze waarschijnlijk langer aanwezig zijn.

8.6.4 Milieugevolgen van het vrijkomen van chemicaliën

Een geloosde hoeveelheid glycol of corrosieremmer zal zich direct in de waterkolom verspreiden door de golfbeweging en de hoge oplosbaarheid van de stoffen. De verdunning die nodig is om de concentratie te brengen tot onder het niveau lager dan de ecotoxicologische drempel waarde (PNEC), zal naar verwachting (afhankelijk van het geloosde volume) worden bereikt binnen enkele honderden meters van het platform of de lekkage.

9. Vergelijking van alternatieven en ontwikkeling van het MMA

Aangezien de voorgenomen activiteit reeds wordt beschouwd als het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA), richt dit hoofdstuk zich met name op een evaluatie van de milieurisico's van de voorgenomen activiteit en de alternatieven zoals beschreven in de voorgaande hoofdstukken. Daarnaast wordt in dit hoofdstuk bezien of met aanvullende maatregelen de gevolgen voor het milieu verder kunnen worden teruggebracht.

De evaluatie is gebaseerd op de doelvariabelen die in Hoofdstuk 6 zijn gedefinieerd:

- Water: effecten op pelagische biota (§ 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.7),
- Sediment: effecten op benthische biota door verstoringen en de sedimentatie van boorgruis en –vloeistoffen (§ 9.1, 9.2, 9.7),
- Lucht: emissies van (verbrandings)gassen (§ 9.1, 9.2, 9.3, 9.4),
- Licht: totale emissies (§ 9.2, 9.3),
- Geluid: gemiddelde en piek emissies (§ 9.2, 9.3, 9.6),
- Technische en economische haalbaarheid (§ 9.8),
- Inpasbaarheid in TotalFinaElf E & P Nederland B.V. veiligheid-, gezondheid- en milieubeleidsdoelstellingen (§ 9.9).

De evaluatie is geclusterd op basis van de activiteiten zoals die zijn omschreven in Hoofdstuk 3 (en de gerelateerde emissies en effecten in de respectievelijke hoofdstukken 4 en 7). De belangrijkste effecten van de clusteractiviteiten op de bovengenoemde doelvariabelen zal in de onderstaande paragrafen worden toegelicht. Een samenvatting hiervan is weergegeven in Tabel 30.

Tabel 30 Samenvatting van de evaluatie van de belangrijkste milieurisico's van de voorgenomen activiteit.

Activiteit	Relevante milieurisico's	Aangetast gebied	Termijn van herstel
Transport en installatie van het platform en de pijpleidingen	verstoring van benthische biota	voetafdruk' van het platform en pijpleidingen	lang
Booractiviteiten	verstoring van benthische biota	voetafdruk' van het boorplatform (90 m^2)	kort
	verhoogde concentratie van opgelost materiaal in de waterfase	lokaal (binnen 325 m)	kort
	pH effecten in de waterfase	lokaal (binnen 25 m)	kort
	luchtemissies	wereldwijd/regionaal	lang
	geluidsemissies	lokaal	kort
	lichtemissies	regionaal	kort
Productieactiviteiten	toxiciteit in de waterfase	lokaal (binnen ca. 1 m)	kort
	luchtemissies	wereldwijd/egionaal	lang
Transportactviteiten	luchtemissies	globaal/regionaal	lang
Ontmantelingactiviteiten	verstoring van benthische biota	Lokaal	kort
	luchtemissies	wereldwijd/regionaal	lang

9.1 Transport en installatie van het platform en de pijpleidingen

TotalFinaElf E & P Nederland B.V. is voornemens het L4G veld te ontwikkelen met behulp van een onbemand satelliet productieplatform verbonden met het K6C platform. De keuze voor dit type platform is gebaseerd op zowel economische als milieutechnische redenen.

Het transport van de installatie naar de voorgenomen locatie leidt tot een relatief beperkte emissie van verbrandingsgassen. Daarom zijn geen aanvullende maatregelen genomen om de emissies verder te reduceren.

De verwachte milieurisico's door de installatie van het platform en de pijpleidingen zijn voornamelijk het gevolg van de verstoring van het benthische ecosysteem door de voetafdruk van het platform en de pijpleiding. Door de pijpleiding voor transport van het glycol naar L4G samen en bovenop de gas/putbenzine export pijpleiding te installeren, wordt het milieurisico tot een minimum gereduceerd. Alternatieve locaties voor het platform, of andere routes voor de pijpleidingen, dragen niet bij aan een verdere reductie van het milieurisico.

9.2 Booractiviteiten

Door gebruik te maken van de bestaande exploratieput behoeft slechts 1 put geboord te worden om het reservoir in productie te nemen. Gevolgen voor het milieu worden hiermee sterk gereduceerd. De put L4G2 zal geboord worden met conventionele technieken. De diameter van de put is geoptimaliseerd voor de (toekomstige) productiecapaciteit. Hoewel indien mogelijk gebruik zal worden gemaakt van WBM, zullen de dieper gelegen gedevieerde en horizontale secties geboord worden met een spoeling op oliebasis om problemen te voorkomen en de boortijd te verkorten.

De belangrijkste gevolgen voor het milieu zullen naar verwachting optreden in het sediment en de waterfase. In beperktere mate zullen effecten optreden door gasvormige emissies, geluid en licht.

De belangrijkste effecten op de zeebodem worden veroorzaakt door de voetafdruk van het mobiele boorplatform en de lozing van WBM en WBC (d.w.z. bedekking van benthische organismen). Na verwijdering van het boorplatform zullen de effecten van de voetafdruk naar verwachting binnen enkele maanden weer zijn hersteld.

Het lozen van WBM en WBC op open zee zou geheel voorkomen kunnen worden wanneer dit afval naar land wordt getransporteerd. De totale hoeveelheid boorspoeling en -gruis waarvan lozing kan worden voorkomen bedraagt respectievelijk 649 and 291 m^3. Daarentegen zullen er emissies naar de lucht plaatsvinden, door transportactiviteiten (offshore en aan land) en het benodigd energieverbruik om het afval te verwerken.

De effecten in de waterfase zijn gerelateerd aan veranderingen in de pH door het natronloog dat als component van de WBM wordt geloosd; en gerelateerd aan een verhoogde concentratie gesuspendeerd materiaal tijdens de bulklozingen van WBM. Beide typen effecten treden slechts gedurende korte tijd (maximaal 1 tot 2 uur) en op korte afstand van het lozingspunt (maximaal 10 meter) op.

Alhoewel de boorapparatuur voldoet aan alle gestelde eisen ten aanzien van luchtverontreiniging kunnen gasvormige emissies niet worden vermeden. Naast het minimaliseren van de boortijd (o.a. door het gebruik van OBM in de diepere secties) zijn geen speciale maatregelen genomen om de emissies verder te reduceren.

Tijdens de productietesten zullen het geproduceerde gas en putbenzine worden afgefakkeld. Dit duurt maximaal 12 uur voor put L4G1 en 24 uur voor put L4G2 en zal tot een minimum worden beperkt. Naast de gasvormige emissies van de fakkel is het tijdelijk een belangrijke lichtbron. Gedurende de nachtelijke uren kunnen vogels dan ook door de fakkel worden

aangetrokken en kan de oriëntatie van trekvogels mogelijk worden verstoord.

Tenslotte worden beperkte effecten verwacht door het geluidsniveau en de verlichting. Deze effecten zullen beperkt blijven tot (delen van) de boorperiode.

9.3 Productieactiviteiten

Er zal een beperkt processysteem op het (onbemande) L4G platform aanwezig zijn om het gewonnen gas en putbenzine te behandelen voor transport naar K6C en het productiewater te behandelen tot de geldende lozingseisen. BBT (Best Beschikbare Technologie) is reeds in het ontwerp geï mplementeerd. Effecten in de waterfase (door lozing van productiewater) zijn daardoor beperkt tot een afstand van ca. 1 meter. Daarbij is geen rekening gehouden met de installatie van een additionele skimmertank waarmee op een economisch rendabele wijze de effecten door de lozing van productiewater verder kunnen worden teruggebracht. Ook andere behandelingstechnieken zijn geëvalueerd (waaronder micro/ultra filtratie, ionwisseling, stoomstrippen en MPPE: macro poreuze polymeer extractie), maar deze bleken voor L4G redelijkerwijs niet haalbaar (zie ook de evaluatie in Bijlage 3).

De luchtverontreiniging wordt met name veroorzaakt door de opwekking van elektriciteit met de gasmotor. Deze gasvormige emissies zouden gereduceerd kunnen worden door toepassing van een gasturbine in plaats van een gasmotor. Een gasturbine heeft echter een lagere energie efficiëntie en de toepassing op onbemande satelliet productieplatformen is nog niet voldoende bewezen geacht. Deze optie is daarom als niet relevant voor L4G beschouwd.

Verlichting van het platform zou trekvogels mogelijk kunnen desoriënteren. De verlichting aan boord van het satelliet productieplatform is echter beperkt tot een absoluut minimum en kan niet verder worden gereduceerd.

Het is niet aannemelijk dat geluid dat geproduceerd wordt op de L4G installatie, leidt tot substantiële effecten.

9.4 Onderhoudsactiviteiten

Naast de productie van afval zijn de effecten van de onderhoudsactiviteiten voornamelijk gerelateerd aan lucht emissies tijdens het transport van mensen en materiaal. Deze emissies zijn echter beperkt en er zijn dan ook geen aanvullende maatregelen geï ntroduceerd om deze verder te reduceren.

9.5 Export van geproduceerd gas en putbenzine

De gevolgen voor het milieu door export van geproduceerd gas en putbenzine zijn beperkt tot de gevolgen van het leggen van de pijpleidingen. Er zijn geen alternatieven voor export van de geproduceerde koolwaterstoffen aanwezig die de milieueffecten verder kunnen reduceren.

9.6 Transportactiviteiten

De belangrijkste gevolgen van transportactiviteiten voor het milieu zijn gerelateerd aan de luchtemissies en het geluid van bevoorradingsschepen en helikopters. Het aantal transportbewegingen kon al worden gereduceerd tot een absoluut minimum, omdat het L4G platform onbemand is, op afstand wordt gecontroleerd en is geconstrueerd van hoogwaardige materialen. Een verdere reductie is dan ook niet mogelijk.

9.7 Ontmantelingactiviteiten

Na de productieve periode van het L4G veld zal de installatie verwijderd worden, waarna de zeebodem van eventuele obstakels (die een gevaar op zouden kunnen leveren voor de visserij) wordt ontdaan. Hierbij zal de vigerende regelgeving in acht worden genomen. De ontmanteling zal naar verwachting effecten veroorzaken in de waterfase (verhoogde concentraties gesuspendeerd materiaal), in het sediment (verstoring van de zeebodem door verwijdering van de installatie) en leiden tot lucht emissies en geluid. Deze effecten zullen echter beperkt en van korte duur zijn.

9.8 Technische en economische haalbaarheid

Bij de keuze van het MMA is de technische en economische haalbaarheid een belangrijk criterium.

9.9 Inpasbaarheid in TotalFinaElf E & P Nederland B.V. veiligheid-, gezondheid- en milieubeleidsdoelstellingen

Het MMA voldoet aan de veiligheid-, gezondheid- en milieubeleidsdoelstellingen van TotalFinaElf E & P Nederland B.V..

10. Ontbrekende informatie

Deze studie naar de gevolgen voor het milieu van gasproductie uit het L4G veld is gebaseerd op de beste informatie die op dat moment beschikbaar was met betrekking tot kennis van de lokale situatie, de verwachte emissies en de gevolgen van deze emissies voor het milieu. Sommige parameters kunnen echter niet nauwkeurig vastgesteld worden alvorens het definitieve ontwerp en de operationele programma's zijn vastgelegd. Ook het precieze gedrag van het reservoir blijft onbekend totdat de productie daadwerkelijk wordt gestart.

10.1 Samenstelling en volume van boorspoelingen

Aangezien het onmogelijk is de exacte samenstelling en volume van de boorspoelingen vast te stellen voordat met boren wordt begonnen, is deze informatie (realistisch) ingeschat voor het L4G boorprogramma. De exacte hoeveelheid gebruikte en geloosde chemicaliën blijft onbekend totdat de boringen zijn afgerond.

Dit betekent dat de milieueffecten door het lozen van boorspoeling zijn gebaseerd op een zo goed mogelijke schatting. Alle spoelingschemicaliën staan, met uitzondering van natronloog, op de PLONOR lijst. Bij aanpassen van de samenstelling van de boorspoeling, door de hoeveelheid van de componenten die op de PLONOR lijst staan te veranderen, zullen geen substantieel andere effecten optreden.

De te lozen hoeveelheid boorspoeling zal een toename van gesuspendeerd materiaal in de waterkolom veroorzaken. Verwacht wordt dat de werkelijk geloosde hoeveelheden niet aanmerkelijk zullen verschillen van de berekende hoeveelheden.

Technische ontwikkelingen kunnen leiden tot milieuvriendelijkere producten. TotalFinaElf E & P Nederland B.V. zal markt-verbeteringen nauwlettend volgen teneinde de milieubelasting van de activiteiten verder te kunnen reduceren.

10.2 Samenstelling en volume van cement

De opmerkingen met betrekking tot de samenstelling en volumes van de boorspoeling gelden tevens voor de cementeeractiviteiten. De samenstelling en de volumes van het cement dat gebruikt wordt voor de ontwikkelingsput van L4G is gebruikt om de effecten door verlies van cement te berekenen. Het is mogelijk dat, tijdens het eigenlijke cementeren, van deze samenstelling en volumes wordt afgeweken.

Verwacht wordt dat het werkelijke verlies van cement niet aanmerkelijk zal afwijken van de berekende hoeveelheden.

10.3 Samenstelling en volume van het productiewater

Om de milieueffecten door het lozen van productiewater te berekenen, is het nodig de samenstelling en volumes van het productiewater en de verandering hiervan in de tijd te kennen.

In deze studie zijn de concentraties van de componenten in het productiewater geschat op basis van de L4PN referentie gegevens. De exacte samenstelling van het productiewater is onbekend omdat er nog geen water is geproduceerd uit de L4G putten. De volumes productiewater zijn geschat uit reservoir modellen, alhoewel het exacte gedrag van het reservoir nog niet bekend is.

De berekende effecten in deze studie zijn daarom de beste benadering van de werkelijke effecten welke zullen optreden bij lozingen van het productiewater. Het zijn realistische, doch enigszins conservatieve schattingen.

10.4 Emissies naar de lucht

Om de milieugevolgen van emissies naar de lucht te kunnen bepalen, moeten de samenstelling en hoeveelheden van de emissies bekend zijn. Hoewel er geen substantiële milieueffecten door de veroorzaakte emissies naar de lucht worden verwacht, zijn in het basisontwerp van het L4G platform de emissies naar de lucht zoveel mogelijk geminimaliseerd.

De emissies naar de lucht zijn voornamelijk berekend op basis van het geschatte gas- en dieselverbruik. De eigenlijke emissies kunnen echter veranderen tijdens de levensduur van het platform, bijvoorbeeld door een lager of hoger brandstofverbruik.

10.5 Geluidsemissies

Buiten de 60 dB contour worden er geen effecten op vogels verwacht. Om de exacte positie van deze 60 dB contour rond het platform te berekenen, dienen geluidsemissies, inclusief 'piek' emissies van de diverse activiteiten en apparatuur bekend te zijn. Van de voornaamste geluidsproducenten, zoals de generatoren, compressoren en de booractiviteiten, zijn de niveaus van geluidsemissie beschikbaar. Deze zijn gebruikt om de positie van de 60 dB grens te schatten.

11. Evaluatie programma

Zoals beschreven in het vorige hoofdstuk, is dit MER opgesteld voordat enkele milieu-, ontwerp- of proces gerelateerde parameters konden worden vastgesteld. Onzekerheden wat betreft de aannames en voorspellingen kunnen echter bevestigd worden, gedeeltelijk voor en gedeeltelijk tijdens het uitvoeren van de voorgenomen activiteiten op de L4G locatie. Dit hoofdstuk beschrijft een voorstel voor een evaluatieprogramma om aannames en de belangrijkste onzekerheden te valideren.

Cumulatie van effecten treedt op wanneer meerdere activiteiten in hetzelfde gebied plaatsvinden. Op het gebied van de olie- en gaswinning wordt het Nederlandse deel van het continentaal plat als een zogenaamd 'mature area' beschouwd, wat inhoudt dat het ontdekken van grote gas- of olievelden (en dus grootschalige ontwikkelingsactiviteiten) vrij onwaarschijnlijk is.

Zoals beschreven in hoofdstuk 6, zijn indicatoren ontwikkeld door door Kabuta & Duijts (2000) waarmee de milieugevolgen van de humane activiteiten voor de levende natuur, als deel van het milieu, kunnen worden bepaald. Om effecten van olie- en gasproductie te kunnen signaleren werd door Kabuta & Duijts (2000) aanbevolen om de indicatoren te gebruiken die gerelateerd zijn aan het macrozoöbenthos dat kan worden aangetast door toxische effecten, fysische effecten door begraving en zuurstofgebrek door de afbraak van olie (Tabel 31). Indien toekomstige effect monitoringsstudies worden uitgevoerd, wordt voorgesteld om deze selectie van GONZ parameters in het studieprogramma op te nemen.

Tabel 31 Selectie van ecologische indicatoren ontwikkeld binnen GONZ (Kabuta & Duijts, 2000) voor de evaluatie van offshore olie en gas activiteiten.

Groep Kwaliteit ecosysteem	Indicator	Metrisch
Macrozoöbenthos		
Soortendiversiteit zoöbenthos	Shannon-Wiener index	indexwaarde
Populatie macrozoöbenthos	*Spisula subtruncata*	population size
Structuur macrozoöbenthos	r/K strategen	indexwaarde
Trofische structuur macrozoöbenthos	Infauna Trofische Index	indexwaarde
Stapelvoedsel	*Spisula subtruncata*	dichtheid in specifieke gebieden

11.1 Installatie van het platform en de pijpleidingen

Gedurende een korte periode zal verstoring van de zeebodem plaatsvinden door de installatie van het platform en het leggen van pijpleidingen, hetgeen eenmalige activiteiten zijn. Deze activiteiten zullen daarom niet leiden tot cumulatieve effecten.

11.2 Lozingen tijdens de booractiviteiten

De eigenlijke samenstelling en volume van geloosde boorspoeling en boorgruis en het verlies van cement worden tijdens het gehele boorproces gemeten en geregistreerd om vast te stellen of de werkelijke milieueffecten door de lozingen van boorspoeling en boorgruis en het verlies van cement gelijk zijn aan de gemodelleerde milieueffecten in dit MER rapport. Deze verkregen informatie zal worden overlegd aan het bevoegd gezag.

11.3 Samenstelling en volume van het productiewater

Tijdens de productieperiode van het platform, worden geloosde hoeveelheden productiewater en samenstelling (olieconcentraties, concentraties zware metalen en radio activiteit) op regelmatige basis gemeten en gerapporteerd aan de overheid, overeenkomstig het MRcp en de afspraken in het Milieuconvenant.

11.4 Productiechemicaliën

Productiechemicaliën zullen niet worden gebruikt op het L4G platform. Wanneer er toch productiechemicaliën toegepast zullen worden, zullen maatregelen worden genomen volgens voorgestelde OSPAR Recommendation 2001/1.

11.5 Emissies naar de lucht

Voor L4G is een meet- en registratieprogramma opgezet om emissies naar de lucht tijdens de productie periode van het platform nauwlettend te volgen. Het doel van dit programma is te verzekeren dat de wet- en regelgeving en convenant overeenkomsten worden nageleefd en te bepalen of verdere reductie van emissies naar de lucht mogelijk is.

11.6 Geluidsemissies

In het ontwerp van het L4G platform worden emissies van geluid en vibraties al gereduceerd tot de vereiste (ergonomische) standaarden. De werkelijke geluidsniveaus aan boord van het platform zullen worden gemeten. Maatregelen ter reductie van het geluid kunnen geï mplementeerd worden indien een substantiële afwijking van de ontwerpeisen is waargenomen.

11.7 Monitoring na ontmanteling

Het herstel van het milieu in de buurt van het L4G platform zal worden gemonitord na ontmanteling van het platform.

12. Referenties

Bal D., H.M. Beije, Y.R. Hoogeveen, S.R.J. Jansen & P.J. van der Reest (1995): Handboek natuurdoeltypen in Nederland. Rapport IKC Natuurbeheer nr. 11, Wageningen.

Baptist H.J.M. & P.A. Wolf (1993): Atlas van de vogels van het Nederlands Continentaal Plat.
RWS Rapport DGW-93.013. 167 pp.

Bergman M.J.N., J.W. van Santbrink, J. Buijs, J.A. Craeymeersch, G.J. Piet, A.D. Rijnsdorp, C. Laban & W. Zevenboom (1998): The distribution of benthic macrofauna in the Dutch sector of the North Sea in relation to the micro distribution of beam trawling. Final report 1998. BEON rapport 98-2. RWS-DNZ NIOZ NIOO-CEMO RIVO NITG-TNO.

Buurma L.S. (1987): Patronen van hoge vogeltrek boven het Noordzeegebied in oktober. Limosa, 60:63-74.

Camphuysen C.J. (1989): Beached bird surveys in the Netherlands 1915-1988. Technisch Report Vogelbescherming nr. 1, Amsterdam.

Camphuysen C.J. & M.F. Leopold (1994): Atlas of seabirds in the southern North Sea. NIOZ Report 1994-8; IBN Research report 94/6.

CIW (2001): Stand der techniek offshore productiewater olie- en gaswinningindustrie. CIW-VI 2001/37.

Daan R. & M. Mulder (1993): A study on possible environmental effects of a WBM cutting discharge in the North Sea, one year after termination of drilling. NIOZ Report 1993-16. 17 pp.

Daan N., P.J. Bromley, J.R.G. Hislop & N.A. Nielsen (1990): Ecology of North Sea fish. Neth. J. Sea Res. 26:343-386.

De Gee A., M.A. Baars & H.W. van der Veer (1991): De ecologie van het Friese Front. Waarnemingen aan een biologisch-rijke zone in de Noordzee, gelegen tussen de zuidelijke bocht en de oestergronden. NIOZ Rapport 1991-2.

Duineveld G.C.A., P.A.W.J. de Wilde & A. Kok. (1990): A synopsis of the macrobenthic assemblages and benthic ets activity in the dutch sector of the North Sea. Neth. J. Sea Res. 26:125-138.

Eisma D. (1987): The North Sea: An overview. Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. B 316:461-485.

Feijtel T.C.J. & E.J. van de Plassche (1995): Environmental risk characterization of 4 major surfactants used in the Netherlands. RIVM rapport no. 679101025.

Folkestad A.O. (1982): Oljens virkning pa fugl. Var Fuglefauna 5:115-116.

Forteath G.N.R., G.B. Picken & R. Ralph (1984): Patterns of macrofouling on steel platformen in the central and northern North Sea. In: J.R. Lewis & A.D. Mercer (eds.). Corrosion and marine growth on offsjhore structures. London, Society of Chemical Industry.

Geraci J.R. (1990): Physiologic and toxic effects on ceteceans. In: J.R. Geraci & D.J. St. Aubin (eds.), Sea mammals and oil: Confronting the risks. Academic Press, San Diego. pp. 167-197.

Haskoning (1995): Milieu-effectrapport. Proefboringen naar aardgas in de Noordzeekustzone en op Ameland.

Heinzel H. & G. Tuck (1980): Elseviers zeevogelgids. Elsevier, Amsterdam, pp. 310.

Heip C., D. Basford, J.A. Craeymeersch, J.M. Dewarumez, J. Dörjes, P. de Wilde, G. Duineveld, A. Eleftheriou, P.M.J. Herman, U. Nierman, P. Kingston, A. Künitzer, E. Rachor, H. Rumohr, K. Soetaert & T. Soltwedel (1992): Trends in biomass, density and diversity of North Sea macrofauna. ICES J. Mar. Sci. 49:13-22.

Holtmann S.E. & A. Groenewold (1994): Distribution of the zoöbenthos on the Dutch Continental Shelf: The western Frisian Front, Brown Bank and Broad Fourteens (1992/1993). NIOZ Report 1994-1. 136 pp.

Holtmann S.E., A. Groenewold, K.H.M. Schradert, J. Asjes, J.A. Craeymeersch, G.C.A. Duineveld, A.J. van Bostelen & J. van der Meer (1996): Atlas of the zoöbenthos of the Dutch Continental Shelf. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, North Sea Directorate, Rijswijk.

Icona (1992): Noordzee atlas voor het Nederlands beleid en beheer. ICONA, Stadsuitgeverij Amsterdam.

Jak R.G. & H.P.M. Schobben (1995): Beoordeling van de risico's voor het mariene milieu van de lozing van sanitair afvalwater vanaf mijnbouwinstallaties. TNO rapport R95/212A

Jak R.G., N.H.B.M. Kaag, H.P.M. Schobben & M.C.Th. Scholten (in prep). Kwantitatieve verstoring-effect relaties van AMOEBE soorten. TNO rapport in prep.

Kabuta & Duijts (2000):Graadmeters voor de Noordzee. Eindrapport vna het project Graadmeterontwikkeling Noordzee (GONZ III). Rapport RIKZ 2000.022.

Karman C.C. & M.C.Th. Scholten (1996): Relative contribution of individual components to the overall risk of produced water. Proceedings SPE European Environmental Conference, 15-16 April, 1997, Aberdeen. Society of Petroleum Engeneers (SPE), Dallas, USA.

Knijn R.J., T.W. Boon, H.J.L. Heessen & J.R.G. Hislop (1993): Atlas of North Sea fishes. Based on bottom-trawl survey data for the years 1985-1987. ICES Cooperative Research Report no. 194. 268 pp.

Leewis R.J., I. de Vries, H.C. Busschbach, M. de Kluijver & G.W.N.M. van Moorsel (1997): Kunstriffen in Nederland. Eindrapport Project Kustrif, Rijkswaterstaat Directie Noordzee.

Leopold M.F. & N.M.J.A. Dankers (1997): Natuur in de zoute wateren. Natuurverkenning '97, achtergronddocument 2c. IKC-Natuurbeheer, Wageningen.

Ministerie van Economische zaken (Ministry of Economic Affairs) (1995): Derde Energienota.

NAM (1998) Monitoring proefboringen Noordzeekustzone.

NAM (2000): Actualisatie van gegevens met betrekking tot besluitvorming over proefboringen in de Noordzeekustzone. Hoofdlijnen NAM documentnr. 200001000217.

NOGEPA (2001) Milieujaarrapportage 2000. Den Haag/Gouderak. 7 November 2001. R010917.c.

OSPAR (2001): OSPAR recommendation 2001/1 for the Management of produced water from offshore installations.

OSPAR (2002): Draft OSPAR background document concerning Best Available Techniques and Best Environmental Practice for the management of produced water from offshore installations. Version 17-4-02.

Reijnders P.J.H. & K. Lankester (1990): Status of marine mammals in the North Sea. Neth. J. Sea Res. 26:427-435.

Reijnders P.J.H. (1992): Harbour porpoises Phocoena phocoena in the north sea: numerical

responses to changes in environmental conditions. Neth. J. Aquat. Ecol. 26:75-85.

Rijkswaterstaat (1992): Watersysteemplan Noordzee 1991-1995. Ministerie van Verkeer & Waterstaat, Directie Noordzee.

Rye H. (1994): An analytical approach for estimations of dilution factors applied to continuous releases. IKU Seminar, Hell.

Rye H., M. Reed & N. Ekrol (1998): "The ParTrack Model for Calculation of the Spreading and deposition of Drilling Mud, Chemicals and Drill Cuttings". Paper presented at the "Marine Environmental Modelling Seminar", Lillehammer, Norway, March 3 - 5, 1998. Seminar arranged by SINTEF Applied Chemistry, Trondheim, Norway.

Schobben J.H.M. (1997): Ecosysteemontwikkeling zoute wateren: de mogelijkheden geanalyseerd.
Rijkswaterstaat, RIKZ-97.028.

Scholten M.C.Th., E.M. Foekema & H.P.M. Schobben (1994): De ecologische gevolgen van een condensaat vervuiling door een gas blow-out in het Waddengebied: een inschatting op basis van feiten. R94/048.

Scholten M.C.Th., H.P.M. Schobben, C.C. Karman, R.G. Jak & H. van het Groenewoud (1993):De berekening van het maximaal toelaatbare risico niveau van olie en oliecomponenten in water en sediment. TNO rapport R93/187.

Scholten M.C.Th., M.G.D. Smit, H. van het Groenewoud, E.M. Foekema, C.C. Karman, C. Laban, P. Coenen & J.M. Ham (1999): Studie van de potentiële milieugevolgen van gaswinning op de locatie K4BE op de Noordzee. TNO rapport TNO–MEP - R99/076.

Scholten M.C.Th., H. van het Groenewoud, E.M. Foekema, M.G.D. Smit, C.C. Karman, P. Coenen & J.M. Ham (1999): Studie naar de potentiële milieugevolgen van gaswinning op de locatie L4PN op de Noordzee. (Study of the environmental consequences of gasproduction at L4PN). R99/046, R99/046e

Skov H., J. Durinck, M.F. Leopold & M.L. Tasker (1995): Important bird areas for seabirds in the North Sea, including the Channel and the Kattegat. Birdlife International, Cambridge.

Slager L.K., B. van Hattum, M. Tromp Meesters, M.C.Th. Scholten, N.H.B.M. Kaag, W.P. Cofino & J.F. Feenstra (1993): Environmental aspects of produced water discharges from oil and gas production on the Dutch Continental Shelf. Part III. Environmental effects. Institute for Environmental Studies, Free University, Amsterdam. Report E-92/19.

St. Aubin D.J. (1990): Physiologic and toxic effects on pinnipeds.
In: J.R. Geraci & D.J. St. Aubin (eds.), Sea mammals and oil: Confronting the risks. Academic Press, San Diego. pp. 103-127.

Stork (1998): Inventarisatie van technieken ter beperking van benzeen / zware metalen emissies van offshore platformen. Stork Engineering Consultancy B.V.

Structuurschema Groene Ruimte (1996): Het landelijk gebied de moeite waard Toelichting planologische kernbeslissing. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Thatcher M., M. Robson, L.R. Henriquez & C.C. Karman (1999): An user guide for the evaluation of chemicals used and discharged offshore. Version 1.0. CIN - Charm Implementation Network.

Tinker S.W. (1988): Whales of the world. E.J. Brill, Leiden.

TNO (1994): Ecologische risicoanalyse op basis van overschrijding van kritische verstoringsniveaus. Een bijdrage aan het MER Proefboringen naar aardgas in de Noordzee-kustzone en op Ameland en het MER Proefboringen naar aardgas in de Waddenzee.

TNO rapport DH94-015.

TNO (2002): Baseline survey L4G. in prep.

TotalFinaElf Netherlands B.V. (2002) Notice of Intent. M.e.r. for development of L4G for production of gas. TotalFinaElf Netherlands B.V. Den Haag

Tseng F.S. (1993): Care of oiled seabirds: A veterinary perspective. In: Proceedings 1993 Oil Spill Conference (prevention, preparedness, response). American Petroleum Institute, Washington. Publication No. 4580. pp. 421-424.

Van de Kam J., B. Ens, T. Piersma & L. Zwarts (1999): Ecologische atlas van de Nederlandse wadvogels. Schuyt & Co, Haarlem.

Van der Land M.A. (1990): Distribution and mortality of pelagic eggs of by-catch species in the 1989 egg surveys in the southern North Sea. ICES CM/H:19.

Van het Groenewoud H (1995): Monitoring the long-term environmental impact of OBM drill cuttings discharged on the Dutch Continental Shelf,1994: sediment ananlysis L-4-_.R95/056.

Vierde Nota Waterhuishouding (1997):Regeringsvoornemen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Vooys C.G.N. de, J.IJ. Witte, R. Dapper, J. van der Meer & H.W. van der Veer (1993): Lange termijn veranderingen op het Nederlands continentaal plat van de Noordzee: Trends in evertebraten van 1931-1990. NIOZ Rapport 1993-17. 68 pp.

Wahl M. (1989): Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. Mar. Ecol. Prog. Ser. 58:175-189.

Witte R.H., H.J.M. Baptist & P.V.M. Bot (1998): Increase of the Harbour porpoise Phocoena phocoena in the Dutch sector of the North Sea. Lutra 40:33-40.

WL (1993): Regressievergelijking zwevend stof en zichtdiepte. Rapport WL T1107. Waterloopkundig Laboratorium, Delft.

13. Bijlagen

13.1 Bijlage 1: Verwijzing naar de richtlijnen

Deze bijlage kan worden gebruikt als een verwijzing naar de richtlijnen voor deze m.e.r., waarbij voor de belangrijkste punten uit de Richtlijnen wordt aangegeven waar deze in het MER worden behandeld. Alhoewel dit overzicht niet volledig is, kan het wel worden gebruikt om gemakkelijk de koppeling tussen de Richtlijnen en het MER te leggen.

Aspecten genoemd in de Richtlijnen	**MER rapport (hoofdstuk of paragraaf)**
Hoofdstuk 3. Probleemstelling, doel en besluitvorming	
3.1 Achtergrond van de voorgenomen activiteit	2.1
3.2 Doel	2.2 / 6.9
3.3 Besluitvorming	
- Internationaal rechtelijk kader	2.3
- Speciale status van gebieden in de omgeving van L4G	5
- Tijdpad m.e.r. en besluitvorming	1 / 2.4
Hoofdstuk 4. Voorgenomen activiteit en alternatieven	
4.2 Voorgenomen activiteit	
4.2.1 Beschrijving voorgenomen activiteit	
- Locatie en aard van de putten en het platform	3.1/4.1.2.9
- Installatie van het hefeiland en booractiviteiten	3.1.5/4.1.2
- Pijpleidingen	3.1.4/3.1.6.4/3.1.7/3.1.8
- Productieactiviteiten	3.1.6/4.1.3
Behandeling van geproduceerd gas	3.1.6.2/3.1.8
- Transportactiviteiten	3.1.9
- Onderhoud en ontmanteling	3.1.7/3.1.10/4.1.6/3.1.10
4.2.2 Emissies en emissiebeperkende maatregelen	
- Water en zeebodem	4
- Lucht	4
- Licht en geluid	4
- Veiligheid	8
4.3 Alternatieven	
4.3.1 Algemeen	3.2
4.3.2 Nulalternatief	3.2.1
4.3.3 Meest milieuvriendelijk alternatief	9

Aspecten genoemd in de Richtlijnen	MER rapport (hoofdstuk of paragraaf)
Hoofdstuk 5. Bestaande milieutoestand, autonome ontwikkeling en gevolgen voor het milieu	
5.1 Algemeen	
5.1.1 Bestaande milieutoestand en autonome ontwikkeling	5.1 / 5.2
5.1.2 Gevolgen voor het milieu	7
5.2 Te beschrijven milieuaspecten	
5.2.1 Veiligheid	8
5.2.2 Kwaliteit van bodem en water	7/ 8
5.2.3 Levende natuur	5/ 7
Hoofdstuk 6. Vergelijking van alternatieven	
- Vergelijking van alternatieven	9
Hoofdstuk 7. Leemte in informatie	
- Leemte in informatie	10
Hoofdstuk 8. Evaluatie programma	
- Beschrijving van het programma	11

13.2 Bijlage 2: Afkortingen

Afkorting	Betekenis
(H)CFK's	(gehalogeneerde) chloorfluorkoolwaterstoffen
ALARA	As Low As Reasonably Achievable (Zo laag als redelijkerwijs haalbaar)
ALARP	As Low As Reasonably Practicable (Zo laag als redelijkerwijs uitvoerbaar)
ARBO	Arbeidsomstandigheden
ADW	Ash-free Dry Weight (asvrij drooggewicht)
AW	Afval Wet
BBT	Beste Beschikbare Technologie
BEES	Besluit Emissie-Eisen Stookinstallaties
BMP	Bedrijfs Milieu Plan
BOP	Blow Out Preventer (apparaat ter voorkoming van een blow out)
BR-NeR	Bijzondere Regeling Nederlandse emissie Richtlijnen
BTEX	Benzeen, Tolueen, Ethyl-benzeen, Xyleen
BZV	Biologisch Zuurstof Verbruik
CHARM	Chemical Hazard Assessment and Risk Management
CIW/CUWVO	Commissie Integraal Waterbeheer / Coordinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewater
Cmer	Commissie voor de milieueffectrapportage
CMMS	Computerized Maintenance Management Systeem (Geautomatiseerd Onderhoud Management Systeem)
CSE	Concept Safety Evaluation (Concept Veiligheid Evaluatie)
E&P	Exploratie en Productie
ESD	Emergency Shut Down (noodstop systeem)
ESDV	Emergency Shut Down Valve (noodafsluiter)
Eural	Europese Afvalstoffenlijst
GONZ	Graadmeter Ontwikkeling Noordzee
HAZID	Hazard identification study
HOCNF	Harmonised Offshore Chemical Notification Format
LC_{50}	Concentratie waarbij 50% van de blootgestelde organismen sterft

Afkorting	Betekenis
MARPOL	Marine Pollution
Mcp	Mijnwet continentaal plat
m.e.r.	Procedure voor de milieueffectrapportage
MER	Milieu Effect Rapport
MJA	Meerjaren Afspraak
MMA	Most Environmentally Friendly Alternative
MPPE	Macro Porous Polymer Extraction
MRcp (MRcs)	Mijnreglement continentaal plat
MSDS	Material Safety Data Sheet
MTR	Maximum Tolerable Risk level
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij
Nbw	Natuurbeschermingswet
NCP	Nederlands Continentaal Plat
NEN	Nederlandse Normalisatie
NeR	Nederlandse Emissie Richtlijn
NMP	Nationaal Milieu Plan
NOGEPA	Netherlands Oil and Gas Exploration and Production Association
NORM	Naturally Occurring Radioactive Material
OBC	Oil Based Cuttings (aan OBM gerelateerd boorgruis)
OBM	Oil Based Muds (boorspoeling op oliebasis)
OSPAR	Oslo and Paris Commission
PAK	Poly Aromatische Koolwaterstoffen
PARCOM	Paris Commission
PARTRACK	Particle Tracking model
PEC	Predicted Environmental Concentration
PLONOR	Pose Little Or No Risk (lijst van stoffen met een laag milieurisico)
PNEC	Predicted No Effect Concentration
PV	Photovoltaic
ROM	Regeling lozing van oliehoudende mengsels
ROV	Remotely Operated Vehicle (op afstand bestuurd voertuig)
RSS-water	Regen-, spoel- en schrobwater
SCSSV	Surface Controlled Subsurface Safety Valve
SDV	Shut Down Valve (veiligheidsafsluiter)
SIL	Safety Integrity Level
SIWHP	Shut In Well Head Pressure (ingesloten putdruk)
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
SR3	(Safety Regulation 3)
SSV	Surface Safety Valve (veiligheidsafsluiter)

Afkorting	Betekenis
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
LTOBM	Low toxicity Oil Based Muds
VBA	Verordening Bedrijfsafvalstoffen
VOS	Vluchtige Organische Stoffen
VR	Verwaarloosbaar Risico
WBC	Water Based Cuttings (aan WBM gerelateerd boorgruis)
WBM	Water Based Muds (boorspoeling op waterbasis)
WGT	West Gas Transport pijp
Wm	Wet milieubeheer
Wms	Wet milieugevaarlijke stoffen
WOAD	World Offshore Accident Databank (gegevensbestand m.b.t. ongevallen offshore
WSP	Water Systeem Plan
WVZ	Wet Verontreiniging Zeewater

13.3 Bijlage 3: Evaluatie van alternatieve behandelingsmethoden voor productiewater

Stoomstrippen, MPPE en micro/ultra filtratie
Met deze behandelingen zal de emissie van alifaten en aromaten met meer dan 90% afnemen. Alle opties leiden tot een toename van de luchtemissies door het verbruik van energie. Verder vergen deze technieken meer onderhoud en (gerelateerde) transportbewegingen. Praktijkervaring is met stoomstrippen opgedaan in deelstromen. Momenteel wordt stoomstrippen nog niet offshore toegepast als end of pipe techniek. Alhoewel veldexperimenten met MPPE op deelstromen en eindstromen zijn gedaan is verder testen noodzakelijk. Stoomstrippen, MPPE en micro/ultra filtratie zijn tot op heden niet getest op onbemande platformen.

Ion uitwisseling behandeling
Bij ion uitwisseling worden chemicaliën (HCl, NaOH) verbruikt en geloosd, maar door de bufferingscapaciteit van het mariene milieu zijn geen nadelige effecten van deze lozingen te verwachten. de emissies naar lucht zullen echter toenemen door aanvullend verbruik van energie, grotere onderhoudsactiviteiten en meer transportbewegingen. De methode is nog niet bewezen op onbemande platformen.

Herinjectie
Als het productiewater wordt geherinjecteerd is de zuiveringsefficiëntie voor zware metalen, alifaten en aromaten 100%. Het afval zal bestaan uit slib dat licht radioactief kan zijn (NORM). Verder zullen de emissies naar lucht toenemen door het verbruik van energie. Injectie in gasvelden is technisch mogelijk, maar wordt zelden toegepast. De investeringskosten zijn hoger dan voor toepassingen op het land. De geologie van het NCP kan herinjectie bemoeilijken.

Mechanical water shut off
Deze (preventieve) technologie wordt toegepast wanneer het water in de formatie wordt geproduceerd in redelijke hoeveelheden. Geen maatregelen dienen te worden genomen gedurende de ontwerpfase. Het is de intentie van TotalFinaElf E & P Nederland B.V. de mogelijkheden van waterafsluiting bij een onvoorziene gebeurtenis tijdens de productie van formatiewater.

13.3.1 Conclusie

Voor het L4G platform zijn de milieugevolgen van productiewater al klein en zullen verder worden gereduceerd door de installatie van de skimmer tank. Vervanging van de skimmertank door een van de bovengenoemde alternatieven (of installatie van deze alternatieve technieken naast de skimmertank) draagt niet significant bij aan de reductie van de milieugevolgen. De installatie van deze technieken wordt daarom ontoereikend bevonden door de beperkte reductie van emissies in relatie tot de hoge investeringskosten en applicatiekosten (in tegenstelling tot de marginale veldontwikkelingskarakteristieken). Tevens impliceert de installatie van een generator met een groter vermogen die mogelijk benodigd is voor de realisatie van BBT en BEP dat het energieverbruik zal toenemen evenals de gasvormige emissies. Tenslotte zijn de meeste alternatieven niet toepasbaar gebleken op onbemande platformen. Waterafsluiting zal worden geëvalueerd mocht er een onvoorziene productie van formatiewater optreden.