



NAM

---

*Nederlandse Aardolie*

---

*Maatschappij BV*

**Ecologische effecten van bodemdaling  
in het Lauwersmeer**

Juli 1995

Rapportnummer 679/BA95/A082/10995

 **heidemij** advies



**LB&P**

# Inhoud

1	Inleiding	9
2	Onderzoeksgebied	12
2.1	Ligging en begrenzing	12
2.2	Functies	12
2.3	Gaswintechnische/geologische achtergrond	14
2.3.1	Algemeen	14
2.3.2	Bodemdalingsprognoses	16
2.4	Beleidskader	17
3	Systeembeschrijving	19
3.1	Abiotische aspecten	19
3.1.1	Geologie, geomorfologie en bodem	19
3.1.2	Waterhuishouding	19
3.2	Biotische aspecten	22
3.2.1	Vegetatie	22
3.2.2	Avifauna	31
3.2.2.1	Huidige (inter)nationale betekenis en autonome ontwikkeling	31
3.2.2.2	Broedvogels	33
3.2.2.3	Winter- en trekvogels	38
3.2.2.4	Ecologische relaties met de omgeving	41
3.2.3	Overige fauna	42
4	Verkenning van de relaties tussen bodemdaling en ecologie	43
4.1	Waterhuishouding	43
4.2	Vegetatie	47
4.3	Fauna	49
4.4	Beheer	52
4.5	Effectbepaling	53
4.5.1	Het gebruik van GIS	53
4.5.2	Vegetatie	59
4.5.3	Fauna	61
4.5.4	Toetsings- en beoordelingscriteria	62
4.5.4.1	Algemeen	62
4.5.4.2	Vegetatie	62
4.5.4.3	Fauna	64
4.5.4.4	Beheer	64
4.5.4.5	Beleid	65

5	Effecten van geprognoseerd bodemdalingsscenario	66
5.1	Waterhuishouding	66
5.2	Vegetatie	69
5.3	Avifauna	72
5.3.1	Broedvogels	72
5.3.2	Winter- en trekvogels	76
5.4	Overige fauna	79
5.5	Beheer	79
6	Effecten bij worst-case bodemdalingsscenario	81
6.1	Waterhuishouding	81
6.2	Vegetatie	82
6.3	Avifauna	84
6.3.1	Broedvogels	84
6.3.2	Winter- en trekvogels	86
6.4	Overige fauna	88
6.5	Beheer	88
7	Effectbeoordeling	89
8	Conclusies en aanbevelingen	92
9	Geraadpleegde literatuur	94

#### **Bijlagen**

- 1 Soortensamenstelling vegetatietypen Lauwersmeer
- 2 Grafieken vegetatie en avifauna:
  - Spreiding vegetatietypen over inundatieklassen
  - Verandering oppervlakte vegetatietypen
  - Verandering aantallen Broedvogels

## Samenvatting

### Aanleiding en doel

Het maaiveld in het Lauwersmeergebied daalt als gevolg van de gasproductie die in de omgeving plaats vindt. In deze studie wordt het effect daarvan op de ecologische waarden binnen de grenzen van het 5700 ha grote Natuurmonument onderzocht.

### Karakteristiek van het Lauwersmeer

Tot de afsluiting in 1969 was het gebied onderdeel van de Waddenzee met geulen, prielen, platen en landaanwinningswerken. Sindsdien heeft de vegetatie zich betrekkelijk ongestoord kunnen ontwikkelen. Thans is sprake van een zoetwaterbekken met een hoge waarde als broed-, rust- en foerageergebied voor veel soorten vogels. Het gebied is kerngebied in de ecologische hoofdstructuur met natuur als hoofdfunctie en waterrecreatie als nevenfunctie (Natuurbeleidsplan, Structuurschema Groene Ruimte). In juli 1994 is een gebied van 5700 hectare onder de werking van de Natuurbeschermingswet geplaatst en aangewezen als Natuurmonument. Er wordt gestreefd naar een grootschalig grazig samenhangend ecosysteem, waarbinnen spontane natuurlijke processen zoveel mogelijk de ruimte krijgen. Centraal in het beheer staat extensieve waar mogelijk jaarrond begrazing met grote herbivoren (runderen en paarden). Daarnaast vindt op een aantal plaatsen maaibeheer, extensief bosbeheer en een beheer van "niets doen" plaats.

Wat betreft recreatie is het gebied van belang voor diverse met het oog op de natuurfunctie deels gezonde, vormen van watersport en sportvisserij. Andere functies zijn landbouw (35 ha), militaire oefeningen (in de Marnewaard), beroepsscheepvaart, jacht (wordt beëindigd) en beroepsvisserij (palingvangst door drie ondernemers). Het Lauwersmeer heeft een belangrijke boezemfunctie als onderdeel van de Fries/Groningse boezem. Er wordt gestreefd naar een vast boezempeil van 0,93 m -NAP in de winter en 0,83 m -NAP in de zomer.

### De bodemdaling

Bodemdaling komt van nature in het gebied voor. Het wordt versterkt door menselijke activiteiten zoals ontwatering en gaswinning. Als gevolg van de gasproductie daalt het maaiveld omdat de druk in 2 à 3 kilometer diep gelegen lagen afneemt en het gasvoerende gesteente enigszins in elkaar wordt gedrukt. Op basis van geologisch en seismisch onderzoek is met behulp van een zogenaamd reservoirmodel een betrouwbare prognose gemaakt van de te verwachten bodemdaling. De daling verloopt geleidelijk gedurende een periode van 20 tot 30 jaar in de vorm van een platte schotel met op het diepste punt een dalingssnelheid die tijdens de eerste jaren niet groter is dan 0.5 tot 1.0 centimeter per jaar en later afneemt. De eindprognose ligt gemiddeld op circa 10 centimeter. De daling is het kleinst, circa 5 cm aan de noordzijde en het grootst aan de zuidoostzijde van het natuurmonument waar de daling oploopt tot circa 24 cm.

### Systeembeschrijving

Het Lauwersmeer bestaat uit geulen en (voormalige) platen. De platen hebben een zeer geleidelijk hoogteverloop. Er wordt gestreefd naar een vast waterpeil. In perioden met sterke regenval ontstaat een grote toevoer vanuit het achterland waardoor het peil stijgt en op laaggelegen delen sprake is van veelvuldige en langdurige overstroming. De overstromingen die hiervan het gevolg zijn hebben een groot effect op de natuurlijke ontwikkeling. Naast het waterhuishoudkundig regime is het proces van ontzilting van belang. Op de hoogste delen is het proces het snelst verlopen. Op ingesloten laagtes en lagergelegen delen langs de geulen, verloopt de ontzilting veel langzamer en zijn nog brakke milieu's aanwezig, die echter op termijn zullen verdwijnen.

Op de voor de afsluiting vrijwel onbegroeide platen heeft zich na 1969 een een grote verscheidenheid aan vegetaties ontwikkeld. In de graslanden is een reeks te onderscheiden van nog zilte naar brakke tot ontzilte graslanden. Deze worden in stand gehouden door beweiding. Op de onbeweide platen komen vooral rietvegetaties voor. Afhankelijk van de ligging ten opzichte van grondwater en oppervlaktewater (vooral bepaald door de hoogteligging) komen nog diverse andere vegetaties voor: duin(vallei)vegetaties, dwergstruwelen, struwelen, duinrietvegetaties en ruigtevegetaties. Van deze vegetaties bevatten vooral de duinvalleivegetaties diverse zeldzame plantesoorten. De overige vegetaties zijn wat betreft zeldzaamheid van minder betekenis, maar zijn vooral waardevol vanwege hun grote oppervlakte, hun relatief grote mate van natuurlijkheid en hun betekenis als fauna biotoop.

Wat betreft fauna is het Lauwersmeer vooral van betekenis voor broed- alsmede winter- en trekvogels. Van 24 soorten broedvogels bevat het Lauwersmeer meer dan 1 % van de Nederlandse populatie. Het betreft vogels van verschillende milieus, zoals oevers en moerassen, graslanden en pioniermilieus. De Dwergmeeuw broedt zelfs uitsluitend in het Lauwersmeer.

Van 18 soorten winter- en trekvogels komt in het Lauwersmeer gedurende korte tot langere tijd meer dan 1 % van de geschatte trekbaan- of biogeografische populatie voor. Dit maakt het Lauwersmeer volgens de normen van de Ramsar-conventie tot een wetland van internationale betekenis. Evenals bij de broedvogels gaat het ook bij de winter- en trekvogels om soorten van verschillende milieus, waaronder ganzen, zwanen en eenden (waterwild), roofvogels, meeuwen, plevieren, strandlopers en steltlopers. Een aantal soorten komt in hoge aantallen voor vanwege de grote oppervlakten geschikt foerageer- en/of broedbiotoop. Andere soorten profiteren met name van de rust en de bescherming op het open water.

Het Lauwersmeer is sinds de afsluiting voortdurend in ontwikkeling. Deze ontwikkeling zet zich voort, waarbij enige sturing plaatsvindt door middel van begrazing. Over enkele tientallen jaren zal het gebied een ander karakter hebben dan in de huidige situatie en plaats bieden aan andere dier- en plantensoorten. De autonome ontwikkeling van het gebied, c.q. het eindbeeld dat ontstaat wanneer een nieuw evenwicht is ontstaan, is

uitgaande van het huidige beleid op basis van waargenomen trends en ecologische kennis over climaxsituaties in beeld gebracht. Bij de beoordeling van de effecten van de bodemdaling wordt rekening gehouden met deze autonome ontwikkeling.

#### **Effecten van bodemdaling**

Vegetatiezonering in het Lauwersmeer is een afgeleide van overstromingsregime en beheer. Bodemdaling leidt tot een ander overstromingsregime. De ruimtelijke verspreiding van vegetatietypen verschuift hierdoor. Zilte pioniervegetaties verdwijnen bij permanente inundatie, terwijl zilte graslanden kunnen overgaan naar zilte pioniervegetaties. Brakke tot ontzilte graslanden zijn vrij ongevoelig, en veranderen alleen bij vrijwel permanente overstroming. Duinrietvegetaties gaan bij langduriger overstromingen over in ontzilte graslanden. De resultante is een zonering, waarbij sommige vegetatietypen zoals zilte graslanden alleen maar afnemen, terwijl andere op sommige plekken verdwijnen, maar op andere plekken juist ontstaan. De nieuwe zonering kan worden afgeleid uit de hoogteligging na bodemdaling.

Voor veel soorten vogels met uitzondering van kolonie broeders, geldt dat er een kwantitatieve relatie bestaat tussen de oppervlakte van het preferente vegetatietype en het aantal broedparen. Winter- en trekvogels zijn afhankelijk van de hoeveelheid voedsel en daarmee van de oppervlakte van het vegetatietype waar ze dit voedsel vinden. Een geringere oppervlakte foerageerbiotoop kan leiden tot lagere maxima en/of een kortere verblijfstijd.

Bodemdaling kan ook gevolgen hebben voor het beheer, dat gericht is op benadering van natuurlijke processen door jaarrondbegrazing. Daarvoor is als overwinteringsgebied een voldoende groot areaal droge (=hoge) grond nodig. Bij een te klein areaal en handhaving van de doelstellingen ten aanzien van de vegetatieontwikkeling moet worden overgegaan tot aanvullend beheer.

#### **Gevolgdewerkwijze**

In dit rapport zijn, uitgaande van een ongewijzigd peilbeheer de effecten van twee bodemdalingsscenario's onderzocht, te weten:

- de voorspelde bodemdaling van enkele cm's tot 2 dm ("prognose-scenario");
- een scenario waarbij de bodem overal 20 cm daalt ("worst-case-scenario").

Bij het bepalen van de ecologische gevolgen is uitgegaan van veranderingen in standplaatsmilieus en broed- en foerageerbiotopen als gevolg van het natter worden van het gebied. Bij het analyseren en presenteren van de effecten is gebruik gemaakt van het Geografisch Informatie Systeem ARC/INFO. Voor het prognose-scenario is, uitgaande van de bestaande hoogtekaart een hoogtekaart na bodemdaling opgesteld door de bodemdalingsprognose van de bestaande hoogte af te trekken. Op deze hoogtekaart zijn de peiloverschrijdingen geprojecteerd, waardoor een

kaartbeeld van de overstromingsduren na bodemdaling is verkregen. Voor het worst-case-scenario is over het hele gebied 20 cm van de bestaande hoogte afgetrokken.

De relatie tussen de vegetatie van het Lauwersmeer en de overstromingsduur is bepaald door de huidige vegetatiekaart te projecteren op de huidige overstromingsduren. Hieruit zijn dosis-effectrelaties afgeleid, waarmee de vegetatiezonering na bodemdaling is voorspeld en een kaart van de toekomstige vegetatie is gemaakt. De oppervlaktes van specifieke vegetatietypen voor en na bodemdaling zijn met ARC/INFO bepaald. Voor het bepalen van de effecten op vogels is onderscheid gemaakt tussen broedvogels en winter- en trekvogels. De effecten op broedvogels zijn gekwantificeerd door uit te gaan van gemiddelde dichtheden en de voorkeur voor specifieke, aan de vegetatiestructuur gebonden broedbiotopen. De veranderingen in de grootte van de broedpopulatie zijn vervolgens gekwantificeerd door de oppervlakte van het broedbiotoop na bodemdaling te vermenigvuldigen met de gemiddelde dichtheid. Voor de winter- en trekvogels is een kwalitatieve inschatting gemaakt van de effecten, door interpretatie van de veranderingen in foerageerbiotopen en vegetatiestructuur.

Bij de beschrijving van de effecten op het beheer is de nadruk gelegd op de jaarrondbegrazing. Hiervoor is de oppervlakte droog gebied voor en na bodemdaling bepaald.

De effecten van beide scenario's zijn afgezet tegen de huidige situatie. Bij de beoordeling is de autonome ontwikkeling van het gebied betrokken.

#### **Effecten waterhuishoudkundig systeem**

Door bodemdaling daalt het maaiveld en wordt uitgaande van een gelijkblijvend streefpeil een groter deel van het Lauwersmeer met oppervlaktewater bedekt. Het watervolume en daarmee de bergingscapaciteit nemen toe.

Het in ecologisch opzicht meest ingrijpende effect is het effect op de inundatiekans en de inundatiefrequentie. Lokaal zullen gebieden overstroomd die voorheen nooit overstroomden. Daarnaast zullen nu regelmatig overstroomde gebieden in de toekomst vaker en langduriger overstroomd wat effecten heeft op de ontwikkeling van de vegetatie.

Door het grotere watervolume zal de fluctuatie van het meerpeil licht afnemen en zal de opstuwning van het water door de wind lokaal iets toenemen. Het eerste effect is met GIS berekend op 5 (prognose) tot 12 (worst case) centimeter en valt binnen de onnauwkeurigheidsmarge van de berekening. De opstuwning stijgt in het worst case scenario met minder dan 2 centimeter. Het effect daarvan is nihil. Bestaande oeverrandverdediging behoeft niet te worden aangepast.

#### **Effecten ecosysteem prognose scenario**

De bodemdaling varieert van circa 6 cm in het noorden tot 24 cm in het uiterste zuidoosten van het gebied. Van de 2400 ha waarvoor vegetatie- en

faunagegevens beschikbaar zijn en waarbinnen de effecten optreden, gaat circa 100 ha door bodemdaling over in vrijwel permanent geïnundeerd gebied. De zilte vegetatietypen (die ook autonoom zullen verdwijnen) nemen met circa 20% af. Ook de struwelen en duinrietvegetaties nemen af, met name het type Duinriet met Ruw beemdgras, dat vrijwel geheel verdwijnt. Voor de overige vegetaties zijn de effecten beperkt. De afname van de oppervlakten van de meeste vegetatietypen wordt als (licht) negatief beoordeeld.

De bodemdaling zal geen effect hebben op de soortendiversiteit van vogels. Wel is het zo dat voor een aantal broedvogelsoorten de in de autonome situatie voorziene afname van het aantal individuen door de bodemdaling wordt versterkt. Dit wordt als licht negatief beoordeeld. Bij de broedvogels, die autonoom toenemen treden wisselende effecten op. Sommige soorten nemen licht af, andere soorten nemen juist in aantal toe. Dit laatste is vooral de verwachting bij vogels van rietlanden en moerassen en bij watervogels. Bij winter- en trekvogels zullen watervogels en steltlopers, die op slikkige gronden en in ondiepe wateren foerageren in aantal individuen toenemen.

Zoogdieren nemen door de vernatting qua aantal individuen af. Het geringer aantal muizen kan gevolgen hebben voor roofdieren zoals Vos en marterachtigen. Met afname van de oppervlakte grasland vermindert de draagkracht van het Lauwersmeer voor het Ree. Door afname van het areaal droge gronden worden de mogelijkheden voor jaarrondbegrazing beperkt.

#### **Effecten ecosysteem worstcase scenario**

Bij het maximale bodemdalingsscenario wordt uitgegaan van een overall daling van 20 cm in het gehele studiegebied.

De effecten op de vegetatie, vogels, zoogdieren en het beheer zijn qua aard gelijk en qua omvang groter dan bij het prognose scenario. Een areaal van 270 ha verdwijnt vrijwel permanent onder water. Zilte pioniervegetaties, zilte graslanden en duinrietvegetaties nemen zeer sterk af.

#### **Aanbevelingen**

Voor beide scenario's geldt dat een keuze voor een natuurlijker peilbeheer en/of inlaat van zout water veel grotere consequenties zal hebben voor het waterhuishoukundig systeem en het ecosysteem dan de maaiveld daling door bodemdaling. Bodemdaling beïnvloedt de keuze voor een natuurlijker peilbeheer niet.

Ten aanzien van de mogelijkheden voor jaarrondbegrazing moet worden opgemerkt dat dit ook in de huidige situatie niet goed realiseerbaar is, zonder het toevoegen van een groter areaal aaneengesloten droge grond buiten de huidige grenzen van het natuurmonument.

# 1 Inleiding

## Algemeen

De Lauwerszee, een zee-arm van de Waddenzee, is in 1969 afgedamd en heeft zich sindsdien ontwikkeld tot een in nationaal en internationaal opzicht belangrijk zoetwater natuurgebied. Het Lauwersmeer bestaat uit open water en een patroon van voormalige geulen, prielen, platen en landaanwinningswerken, waarop de vegetatie zich sinds de afsluiting grotendeels spontaan ontwikkeld heeft. Het gebied heeft een belangrijke functie in de afwatering en de waterberging voor grote delen van Noordwest Groningen en Friesland. De hoofdfunctie van het gebied is natuurbehoud en natuurontwikkeling. Door de Commissie Natuurontwikkeling Lauwerszee is eind 1991 een Beheers- en Ontwikkelingsvisie opgesteld. De daarin geformuleerde visie op het (natuur)ontwikkelingsbeleid en daarop afgestemde aanbevelingen voor het beheer van het gebied zijn uitgangspunt van deze studie. Aan het water zijn naast eerder genoemde natuurwaarden en waterbeheersing ook de functies recreatie, scheepvaart en visserij toegekend. Op droge hoger gelegen gronden ligt recreatiebos, militair oefenterrein en agrarisch gebied. Een groot deel van het Lauwersmeergebied (5700 hectare) is inmiddels op 7 juli 1994 aangewezen als staats- danwel beschermd natuurmonument.

NW!

## Effecten gasproductie

Als gevolg van de gasproductie die in aangrenzende delen van Groningen en Friesland plaats vindt, treedt zowel in het Lauwersmeer als in de directe omgeving bodemdaling op. Door de bodemdaling stijgt het waterpeil ten opzichte van maaiveld. Dit heeft een direct effect op het Lauwersmeer en de daarmee via het waterhuishoudkundig systeem verbonden merendeels agrarische gronden. Voor het consolideren van de waterbeheersingsfunctie zijn op termijn aanpassingen van de waterhuishoudkundige structuur nodig. Door de Nederlandse Aardolie Maatschappij BV (NAM) zijn in 1990 prognoses opgesteld voor bodemdaling tot 2050 als gevolg van productie van het Groninger gasveld. De alternatieven voor de benodigde aanpassingen van het waterhuishoudkundig systeem zijn in het kader van de zogenaamde WING-studie (Onderzoek Waterhuishoudkundige Inrichting Noordwest Groningen) medio 1993 in beeld gebracht. Op basis van die studie, waarin ook de verwachte zeespiegelrijzing is verdisconteerd, is door de provincies een voorkeur uitgesproken om op lange termijn peilverlaging en voor een deel ook afwatering op de Waddenzee via Noordpolderzijl te realiseren. De studie concludeert dat in ieder geval tot 2010 dergelijke maatregelen niet noodzakelijk zijn. Tot die tijd kan het huidige waterhuishoudkundig systeem worden gehandhaafd. In de WING-studie is slechts in zeer beperkte mate aandacht besteed aan de ecologische effecten van de bodemdaling in het Lauwersmeergebied.

Inmiddels is recentelijk uit proefboringen en seismisch onderzoek gebleken dat de winbare gasreserves rond het Lauwersmeer groter zijn dan destijds is voorzien. Bij een grotere gasproductie zal de voorspelde bodemdaling

daarom groter zijn en zich lokaal sneller voltrekken. De NAM heeft haar prognoses met betrekking tot de bodemdaling bijgesteld.

De bijstelling van de bodemdalingsprognoses en een toenemend besef van de verantwoordelijkheid ten aanzien van de bijzondere natuurwaarden in het Lauwersmeergebied waren voor de NAM aanleiding om Heidemij Advies BV te vragen een nadere studie te verrichten naar de effecten van de bodemdaling op de ecologische ontwikkeling van het natuurmonument. Heidemij Advies BV heeft deze studie verricht tezamen met LB&P Ecologisch Advies BV. De resultaten van de studie zijn tussentijds getoetst op de kennis van Staatsbosbeheer Groningen en ir. F.W. Alberts, werkzaam bij Rijkswaterstaat, directie IJsselmeergebied.

#### **Uitgangspunten voor het onderzoek**

De studie richt zich op de vertaling van bijgestelde bodemdalingsprognoses naar bijbehorende waterstanden ten opzichte van maaiveld. Op basis daarvan wordt aangegeven welke veranderingen kunnen ontstaan in innundatiekarakteristieken en daaraan gekoppelde ecologische aspecten.

Het onderzoek beperkt zich tot het gebied binnen de grenzen van het natuurmonument. Deze grenzen zijn tezamen met alle geografische benamingen die in het voorliggende rapport worden gebruikt, aangegeven op de uitvouwbare kaart achterin dit rapport.

Het onderzoek gaat uit van het door de NAM aangeleverde gasproductiescenario. Peiljaar is het jaar 2010. Aangenomen wordt (conform de WING-studie) dat tot die tijd geen majeure aanpassingen nodig zijn in het huidige waterhuishoudkundige systeem. De effectbepaling is gebaseerd op handhaving van de vigerende streefpeilen voor zomer en winter, los van de vraag of dit voor de natuurlijke ontwikkeling van het gebied de meest wenselijke optie is (zie intermezzo).

#### **Opzet van het onderzoek**

Hieronder wordt in hoofdstuk twee eerst achtergrondinformatie gegeven betreffende begrenzing en functies van het onderzoeksgebied, geologisch/gaswintechnische achtergronden en het beleidskader. Hoofdstuk drie omvat de systeembeschrijving. Daarbij wordt eerst aandacht besteed aan de abiotische condities en met name de waterhuishoudkundige uitgangssituatie, alvorens een beschrijving te geven van de verschillende biotische aspecten. Hoofdstuk 4 beschrijft de verwachte relaties tussen abiota/biota en bodemdaling.

De hoofdstukken 5 en 6 beschrijven de te verwachten effecten op het ecosysteem in het Lauwersmeergebied. Dit gebeurt respectievelijk voor de situatie waarin de bodemdaling optreedt conform het door de NAM aangegeven gasproductiescenario en voor een ("worst case") situatie waarbij de grootst mogelijke bodemdaling overal in het gebied zal optreden. Hoofdstuk zeven gaat in op de effectbeoordeling en hoofdstuk acht sluit af met conclusies en aanbevelingen.

### Intermezzo: dilemma's bij het zoeken naar referenties in een evoluerend natuurgebied

De natuur in het Lauwersmeer laat zich niet alleen vanuit de huidige situatie beschrijven. Ze is immers nog volop in ontwikkeling. Eindstadia ten aanzien van zowel abiotische- (ontzilting) als biotische processen (zoals vegetatiesuccessie) zijn nog niet bereikt. Ecologische effecten van de bodemdaling moeten worden afgezet tegen gewenste natuurontwikkeling in het gebied.

Gelet op de hoofdfunctie van het gebied, de grote omvang en het recent geformuleerde natuurbeleid (in ondermeer NBP en Nota Ecosysteemvisies) ligt een streven naar een maximum aan natuurlijkheid met inachtneming van de basisvoorwaarden voor een goed maatschappelijk functioneren (waaronder met name de waterhuishoudkundige functie) voor de hand. Dit is ook uitgangspunt voor de bovengenoemde Beheers- en Natuurontwikkelings visie. Wat een streven naar een maximum aan natuurlijkheid voor het Lauwersmeer concreet betekent moet echter voor een deel nog worden ingevuld. Een natuurlijker peilverloop met hogere streefpeilen in voor- en najaar en een tragere afvoer naar de Waddenzee van periodieke wateroverschotten maken daarvan in ieder geval onderdeel uit. Genoemde visie hanteert daarbij als streefbeeld een zo natuurlijk mogelijk rivierbenedenloop-systeem, waar plaats is voor dynamiek van een zoet waterecosysteem waarin zich afwisselend gesloten, halfopen en grazige vegetaties ontwikkelen. In haar advies van september 1992 plaatst de Natuurbeschermingsraad vraagtekens bij de haalbaarheid en de wenselijkheid van een dergelijke ontwikkeling en beveelt aan om de mogelijkheden voor een vergroting van zoutinvloed vanuit de Waddenzee in ieder geval nader te onderzoeken. Ook de nota "Natuur aan het Werk" doet vanuit een landelijk natuurontwikkelingsperspectief voor het Lauwersmeer aanbevelingen in die richting. Deze nota van de ministers van Verkeer en Waterstaat en van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij is begin 1994 aan de Tweede Kamer toegezonden en in december 1994 voorzien van een positief advies van de Raad voor Verkeer en Waterstaat en de Raad voor Natuurbeheer. Voor het veiligstellen van de waterbergende functie wordt in deze nota aanbevolen om de bouw van een nieuw direct op de Waddenzee afwaterend gemaal te onderzoeken. Noch de Beheers- en Ontwikkelingsvisie, noch laatstgenoemde nota geven overigens ten aanzien van de gewenste peilopzet de waterhuishoudkundige randvoorwaarden aan vanuit de agrarische functie in het achterliggende gebied. Daarnaast is nog geen studie verricht.

De ecologische effecten van bodemdaling in het Lauwersmeergebied moeten getoetst worden aan de mate waarin ze het naderbij brengen van de gewenste ecologische ontwikkeling van het gebied beperken danwel juist bevorderen. Omdat echter in het vigerende beleid, inclusief de aanwijzing van het Natuurmonument, voornamelijk wordt uitgegaan van een zoet Lauwersmeer en het huidig waterhuishoudkundig regime, is dat in deze studie niet anders. De referentie waaraan effecten worden getoetst is de huidige situatie waarop de spontane voortgaande ontwikkeling en de maaiveldsdaling als gevolg van de gasproductie worden gesuperponeerd. Wel zal in het afsluitende hoofdstuk van de studie in kwalitatief opzicht iets worden gezegd over de mate waarin toekomstige keuzes voor een andere natuurlijke ontwikkeling als gevolg van de maaiveldsdaling worden bevorderd danwel juist gefrustreerd.

## 2 Onderzoeksgebied

### 2.1 Ligging en begrenzing

Het Lauwersmeer is gelegen op de grens van de provincies Friesland en Groningen in de gemeenten Dongeradeel, Kollumerland c.a., De Marne en Zuidhorn. De afsluiting van de Lauwerszee in 1969 door middel van dijken diende andere belangen dan natuur: verhoging van de veiligheid, verbetering van de waterhuishouding en nieuwe gebieden voor landbouw, recreatie en militaire activiteiten. Hoewel in deze functies ook nu nog in meer of mindere mate wordt voorzien, is met name de grote waarde als natuurgebied op de voorgrond getreden. Na de afsluiting heeft het gebied zich vrijwel ongestoord kunnen ontwikkelen als zoetwaterbekken met waardevolle vegetaties en een belangrijke functie als foerageer-, rust- en broedgebied voor vele vogelsoorten. Ter bescherming van deze hoge natuurwaarden is een groot deel van het Lauwersmeer aangewezen als staatsnatuurmonument (5500 ha). Daarnaast is een kleiner oppervlak, dat geen eigendom is van de Staat, aangewezen als beschermd natuurmonument (196 ha). De begrenzing van het totale natuurmonument is aangegeven in de uitvouwbare topografische kaart achterin dit rapport. Daarop zijn tevens alle in dit rapport gebruikte toponiemen aangegeven. Het onderhavige onderzoek richt zich op het natuurmonument, met uitzondering van die delen die waterhuishoudkundig van het Lauwersmeer gescheiden zijn (Hoek van de Bant).

Het 5700 ha grote natuurgebied bestaat voor circa 2200 ha uit oppervlaktewater. Het landgedeelte bestaat voor de helft uit laaggelegen platen die bij hoge boezemwaterstanden overstroomd worden.

### 2.2 Functies

Naast de betekenis voor de natuur is het Lauwersmeer van belang voor de volgende gebruiksfuncties:

- recreatie;
- landbouw;
- militaire oefeningen;
- waterstaatkundig beheer en scheepvaart;
- jacht en wildbeheer;
- beroepsvisserij.

#### Natuurbeheer

Het huidige natuurbeheer op de staatsgronden bestaat uit:

- |   |         |
|---|---------|
| - begrazing   | 1600 ha |
| - niets doen  | 950 ha  |
| - extensief beheer van bos                              | 250 ha  |
| - maaibeheer  | 50 ha   |
| - extensieve exploitatie van voormalige landbouwgronden | 450 ha  |

Het actieve vegetatiebeheer op de drooggevallen wadplaten is begonnen in 1977 (360 ha) en geleidelijk steeds verder uitgebreid (tot 1280 ha). Hier

vindt seizoensbegrazing plaats met schapen, paarden en jongvee (pinken). Op de Zoutkamperplaat is in 1989 een start gemaakt met jaarrondbegrazing met Schotse Hooglanders en Konikpaarden (320 ha). Op de Sennerplaat, de Blikplaat, de Pompsterplaat en een aantal geïsoleerde platen en terreingedeelten is gekozen voor een spontane ontwikkeling van de vegetatie zonder menselijk ingrijpen. Op twee plaatsen wordt een maaibeheer gevoerd, mede ten behoeve van weidevogels.

In de Beheers- en ontwikkelingsvisie voor het Lauwersmeer wordt voor het toekomstige vegetatiebeheer gekozen voor:

- voortzetting van zomerbegrazing op de overwegend laaggelegen platen in het Groningse deel van het gebied. Waar mogelijk wordt deze zomerbegrazing aangevuld met extensieve jaarrondbegrazing;
- het introduceren van een zo natuurlijk mogelijke jaarrondbegrazing in het Friese deel van het gebied (Kollumerwaard, Ezumakeeg).

Het extensief beheer van het Ballastplaatbos, dat aangelegd is in het kader van inmiddels beëindigd houtteeltkundig onderzoek, is afgestemd op een voor bezoekers aantrekkelijk en natuurlijk bostype. De particuliere gronden in de Bochtjesplaat en de Polder de Band worden als ganzen- en weidevogelgebied beheerd door middel van begrazing en aanvullend maaibeheer. Op de overige particuliere gronden vindt agrarisch beheer plaats.

Het in de toekomst gewenste beheer is gericht op de grootschalige ongestoorde ontwikkeling van climaxvegetaties en open grazige vegetaties onder invloed van begrazing door grote herbivoren. Op de eilanden en in de periferie van het gebied kan natuurlijke bosvorming optreden. In het centrum wordt een grootschalig open, grazig en nat gebied nagestreefd, dat direct aansluit op het open water. Hiertoe vindt zowel intensieve seizoensbegrazing (in het Groningse deel) als jaarrondbegrazing (in het Friese deel en waar mogelijk in het Groningse deel) plaats. Het beheer van de voormalige landbouwgronden in particulier eigendom blijft gericht op weidevogels en ganzen. De laagst gelegen delen van de Ezumakeeg en Kollumeroord worden ingericht ten behoeve van moerasontwikkeling.

Het wordt wenselijk geacht om de gebieden die momenteel een kunstmatige waterhuishouding hebben zo in te richten dat regenwater langer vastgehouden wordt en vrij af kan stromen. Voor de ontwikkeling van oeverbegroeiingen en de daarmee samenhangende fauna wordt het wenselijk geacht dat de van nature optredende seizoensmatige fluctuaties van het waterpeil zoveel mogelijk in het peilverloop tot uiting komen (zie ook het intermezzo in hoofdstuk 1).

### **Recreatie**

Het natuurmonument Lauwersmeer is van betekenis voor diverse vormen van watersport en voor de sportvisserij. De bevaarbare wateren (Lauwersmeer, Zoutkamperril en Dokkumerdiep) worden 's zomers intensief gebruikt. Daarnaast zijn enkele eilanden ingericht voor de watersport. Vanaf het diepe water vindt verstoring plaats van vogels die

verblijven in de ondiepere wateren, op de open plaatgronden en plaatselijk op de hogere gronden. Door middel van diverse maatregelen wordt getracht deze verstoring tot een minimum te beperken. Sportvisserij vindt zowel vanaf daartoe opengestelde oevers als vanaf boten plaats. De gronden binnen het natuurgebied zijn voor het grootste deel niet toegankelijk voor recreanten. Uitzondering hierop zijn het Ballastplaatbos, de bossen bij Kollumeroord en de voor vaarrecreatie ingerichte eilanden. Intensieve dag- en verblijfsrecreatie vindt buiten het natuurmonument plaats. Om uitstralingseffecten te voorkomen, en recreanten gelegenheid te bieden voor natuurbeleving zijn of worden diverse zoneringsmaatregelen genomen en voorzieningen (observatiepunten en -routes, natuurpaden, informatiepunten) aangebracht.

#### **Overige functies**

**Landbouw** vindt binnen het natuurmonument in zeer geringe mate plaats. De 35 ha particulier grasland zijn van belang als weidevogel- en ganzengebied. Er wordt naar gestreefd deze gebieden op vrijwillige basis te betrekken bij de aangrenzende grote extensieve begrazingseenheden.

**Militaire oefeningen** vinden momenteel plaats in de aangrenzende Marnewaard, waardoor geluidhinder in het natuurgebied optreedt. De besluitvorming rond de inrichting van een simulatieschietbaan in de Kollumerwaard is vooruitgeschoven. Het is niet uitgesloten dat gezocht zal worden naar een alternatieve locatie.

Het diepe water in het Lauwersmeer heeft een functie voor de **beroepsscheepvaart** voor schepen tot 600 ton. In het kader van het vaarwegbeheer zijn markeringen aangebracht en tal van ondieptes gesaneerd.

Alle gronden in het Lauwersmeer, behalve de omkade delen, die lager dan NAP liggen hebben een **boezemfunctie** als onderdeel van de Fries/ Groningse boezem met als streefpeil 0,83 m -NAP (zomer) en 0,93 m -NAP (winter). Vooral in het winterhalfjaar is de waterstand zeer dynamisch. De waterstand is in de winter te laag en in de zomer iets te hoog vergeleken met de optredende seizoensmatige fluctuaties in meer natuurlijke situaties. Door de snelle doorspoeling van water uit het achterland naar de Waddenzee wordt de kwaliteit van het water, met name in de zomermaanden, sterk bepaald door de slechte kwaliteit van het IJsselmeerwater.

In het Lauwersmeer vindt op beperkte schaal **jacht** plaats op fazant, ree, vos, haas en konijn. Deze jacht wordt in de komende zes jaar geleidelijk beëindigd. De beroepsvisserij (aalvisserij) wordt door drie ondernemers uitgevoerd.

## **2.3 Gaswintechische/geologische achtergrond**

### **2.3.1 Algemeen**

Bodemdaling in Nederland treedt al gedurende lange tijd op. Te denken valt hierbij aan natuurlijke inklinking en de isostatische bewegingen waarbij Nederland als geheel daalt en Scandinavië stijgt. Het gaat hierom enkele

millimeters per jaar voor geheel Nederland tot lokaal ca. 20 mm/jaar in de IJsselmeerpolders.

Door menselijke activiteiten als ontwatering, winning van grondwater, ontginning van vaste delfstoffen (kolen, zout en zand) en gaswinning treedt ook bodemdaling op. Bij de winning van de vaste delfstoffen (zout en kolen) wordt materiaal uit de ondergrond gehaald waardoor in de betreffende lagen grote ruimten ontstaan. Wanneer deze ruimten instorten kan het aardoppervlak ter plaatse aanzienlijk dalen. Bij de winning van gas ligt dat duidelijk anders. Er wordt geen gesteentemateriaal weggehaald, de lagen waarin gas voorkomt blijven intact, ze worden slechts door de druk van de bovenliggende lagen enigszins in elkaar gedrukt.

Het aardgas wordt in Noord-Nederland hoofdzakelijk aangetroffen in zandsteenlagen van de geologische formatie het Rotliegend op zo'n 3000 m diepte of van het Onderkrijt (Vlieland formatie) op zo'n kleine 2000 m diepte. Deze gesteenten bestaan uit aan elkaar gekitte zandkorrels met plaatselijk klei waartussen zich kleine ruimtes, de poriën, bevinden. In deze poriën bevindt zich het gas (en water) onder hoge druk. Eenheden waarbij de poriën met elkaar in verbinding staan, de gesteentelaag is dus doorlatend, noemt men blokken. Deze zijn vaak gescheiden van andere blokken door breuken waarbij de blokken niet allemaal meer op dezelfde hoogte hoeven te liggen. Dit doorlatende gesteente, het reservoir, wordt afgedekt door niet doorlatende lagen als zout en kleisteen die ervoor zorgen dat het gas niet naar boven kan ontsnappen.

Op de korrelstructuur van het reservoirgesteente wordt een enorme druk uitgeoefend door de bovenliggende gesteente lagen. Deze druk bedraagt op 3000 m circa 670 bar en op 1800 m circa 450 bar afhankelijk van de samenstelling van de gesteente pakketten. De druk op de korrelstructuur wordt gedeeltelijk gecompenseerd door de druk van het gas in de poriën. Door de gasproductie neemt de druk in de poriën af en zal de druk op de korrelstructuur toenemen. Hierdoor wordt het reservoirgesteente enigszins samengedrukt en treedt dus compactie op. De mate van compactie hangt af van een serie factoren:

- de structuur en de hardheid van het reservoirgesteente is gerelateerd aan de manier waarop de zandkorrels aan elkaar gecementeerd zijn. De compactie van losse zanden zal in het algemeen groter zijn dan die van (hard) zandsteen, zoals die wordt aangetroffen in de diepe ondergrond van de Waddenzee en het Lauwersmeergebied. De uniaxiale compressibiliteit van een gesteente, wordt aangeduid als  $C_m$  en is gedefinieerd als de relatieve vermindering van de dikte per toegepaste eenheid van druk.
- de totale drukkaling ( $\Delta P$ ) van het gasvoerend deel alsmede van het onderliggende watervoerend deel.
- de dikte ( $h$ ) van de gasvoerende en de eventueel daaronder gelegen watervoerende laag.

De potentiële compactie kan berekend worden met de formule:

$$\Delta h = C_m \times \Delta P \times h$$

Met behulp van bovenbeschreven methodes is door de NAM een berekening gemaakt van de te verwachten bodemdalingsprognoses ter hoogte van het Lauwersmeergebied. De resultaten daarvan zijn bewerkt met behulp van GIS en weergegeven in het uitklapbarer figuur achter in dit rapport.

## 2.4 Beleidskader

**Interprovinciale Inrichtingsschets Lauwersmeergebied en Streekplannen**  
Vastgesteld in 1988 door Provinciale Staten van Friesland en Gedeputeerde Staten van Groningen.

De Interprovinciale Inrichtingsschets omvat een ruimtelijke zonering van de belangrijkste functies in het Lauwersmeer, alsmede een overzicht van de belangrijkste inrichtingswerken in de nabije toekomst. De belangrijkste elementen van deze inrichtingsschets zijn:

- de begrenzing van de zogenaamde Grote Eenheid Natuurgebied (GEN) Lauwersmeer. Een GEN is een in het Structuurschema Natuur- en Landschapsbehoud (SNLB) geïntroduceerde beleidscategorie, die gedefinieerd is als een natuurgebied van minimaal 1000 ha, waarvoor het rijk bij voorrang en geconcentreerd instrumenten inzet om de kwaliteiten die specifiek met de grote schaal van deze gebieden samenhangen te behouden en waar mogelijk verder te ontwikkelen. Voor het Lauwersmeer wordt het beleid vooral gericht op grootschalige natuurontwikkeling, door toepassing van een natuurtechnisch ontwikkelingsbeheer. Hierbij wordt gestreefd naar een eindsituatie waarin zo beperkt mogelijke menselijke invloed noodzakelijk is, d.w.z. met een zo hoog mogelijke nivo van zelfregulatie (Beheers- en Ontwikkelingsvisie GEN Lauwersmeer);
- het overgrote deel van het diepere water in het Lauwersmeer is multifunctioneel (recreatie, scheepvaart, natuur);
- Kollumeroord en het Ballastplaatbos zijn aangewezen als gebieden met extra aandacht voor recreatief medegebruik;
- een tweetal deelgebieden van militair oefenterrein Marnewaard vallen binnen GEN (Vlinderbalg en Kazernewei), en kunnen binnen randvoorwaarden beheerd worden als integraal onderdeel van het natuurgebied.

De elementen uit de inrichtingsschets zijn verwerkt in de partiële herziening van het streekplan Groningen (1986) en de integrale herziening van het streekplan Friesland (1989).

### **Aanwijzing Staatsnatuurmonument Lauwersmeer**

Zoals boven vermeld is in 1994 op basis van de Natuurbeschermingswet een oppervlakte van ca. 5700 ha aangewezen als natuurmonument. Hiermee is een wettelijke basis gelegd voor instandhouding en herstel van de aanwezige natuurwaarden. Ingevolge artikel 12 van de Natuurbeschermingswet moet voor handelingen die schadelijk zijn voor de

Deze potentiële compactie zal pas optreden aan de oppervlakte als tijdens het indrukken van het reservoirgesteente alle bovenliggende lagen plastisch zijn en meezakken. Dit geldt voor velden met een groot oppervlak zoals het Groningerveld. Voor de randen en voor zeer kleine velden wordt een deel van het gewicht van de bovenliggende lagen via zogenaamde schuifspanningen overgedragen naar gesteenten die naast het reservoir liggen en niet compacteren. We spreken dan van gewelfvorming. De oppervlakte daalt dan minder en is altijd schotelvormig. De bodemdaling als gevolg van gaswinning verloopt op het maaiveld niveau dus zeer geleidelijk in de vorm van een platte schotel waarbij in de richting van de randen van de schotel de daling allengs afneemt. Doordat de gasvelden over een periode van 20 tot 30 jaar (of langer) leeggeproduceerd worden zal de dalingsnelheid die optreedt op het diepste punt meestal niet meer bedragen dan een 0.5 tot 1 cm per jaar gedurende de eerste 10 tot 15 jaar. Daarna neemt de dalingsnelheid verder af gedurende de eindfase van de productie. Door geleidelijk en gelijkmatig verloop van de bodemdaling zal schade aan bebouwing, infrastructuur en dergelijke niet optreden. Dit wordt bevestigd door studies die hiernaar zijn verricht in de provincies Groningen en Friesland.

### 2.3.2 Bodemdalingsprognoses

Voordat een gasveld in productie komt wordt een prognose van de te verwachten bodemdaling gemaakt. Hieraan ligt een reservoirmodel ten grondslag dat gebaseerd is op geologische kennis en de resultaten van het seismisch onderzoek. Met deze gegevens kan al een redelijk nauwkeurige voorspelling worden gemaakt. Met de beschikbaarheid van daadwerkelijke boorgegevens wordt de uiteindelijke voorspelling gemaakt waarbij ook de invloed van naburige velden wordt betrokken.

De belangrijkste geologische invoergegevens zijn hierbij de reservoirdiepte en -dikte alsmede gesteentetype en eventueel de laterale variatie daarvan. Voorts is het nodig te weten waar het (mogelijke) gaswatercontact ligt en wat de porositeit/permeabiliteit is van het gesteente. Uiteindelijk moet uiteraard bekend zijn wat de begin- en einddrukverdeling in het reservoir zal zijn, alsmede wat het gedrag zal zijn van het watervoerend deel van het reservoir.

De berekende reservoir compactie (samendrukking van het gesteente) dient "vertaald" te worden naar bodemdaling aan de bovengrond. Hiervoor wordt het analytische Geertsma & van Opstal Rigid Basement model gebruikt zoals ontwikkeld in het Koninklijke Shell Exploratie en Productie Laboratorium. Dit model wordt ondermeer toegepast voor het berekenen van bodemdaling boven het Groningen gasveld. Op de herziening van de bodemdalingsprognose van Groningen is door het Massachusetts Institute of Technology (MIT) een contra-expertise uitgevoerd en als positief beoordeeld.

natuurwetenschappelijke betekenis of ontsierend, een vergunning worden aangevraagd.

#### **Natuurbeleidsplan en Structuurschema Groene Ruimte**

Het Lauwersmeer is in zijn geheel (inclusief Marnewaard) aangeduid als kerngebied in de in het Natuurbeleidsplan geïntroduceerde Ecologische Hoofdstructuur. In deze gebieden is het beleid gericht op het veiligstellen en vergroten van de bestaande natuurwaarden. Daartoe zullen negatieve ontwikkelingen worden geweerd en zal het gewenste beheer mogelijk worden gemaakt.

Het Lauwersmeer is via een drietal verbindingzones verbonden met kerngebieden langs het Reitdiep, langs het Dokkumerdiep en in het Groninger Westerkwartier. In het Structuurschema Groene Ruimte is het Lauwersmeer opgenomen als Natuurkerngebied waarin waterrecreatie inpasbaar is.

## 3 Systeembeschrijving

### 3.1 Abiotische aspecten

#### 3.1.1 Geologie, geomorfologie en bodem

Voor de indijking in 1969 was de Lauwerszee een onderdeel van de Waddenzee. De Lauwerszee was ontstaan doordat de zee land terugnam op het klei-op-veen pakket dat hier in het Holoceen was afgezet.

De opbouw van geomorfologie en bodem weerspiegelt de recente wad-historie. Langs de geulen in het centrale deel zijn grove zanden afgezet. Dichter bij de kust en aan het eind van fijnere geulen (prielen) is door de daar geringere stroomsnelheid fijner materiaal afgezet. Daar komen relatief kleiige gronden voor.

In het gebied zijn de voormalige landaanwinningswerken (zwaardere klei) langs de vaste wal (deels ingepolderd) en de voormalige mosselbanken (klei in een zandige omgeving aan de rand van voormalige geulen) ook 25 jaar na afsluiting nog goed herkenbaar.

Het reliëf is gering. Het diepste water (Slenk en vaarwater naar Oostmahorn) in het centrale deel is 4 tot 13 meter beneden NAP, de voormalige platen zijn vlak en bereiken een hoogte tot 40 centimeter boven NAP. Aan de randen van het natuurmonument neemt de hoogte toe tot 1,5 meter boven NAP ter hoogte van de landaanwinningswerken.

#### 3.1.2 Waterhuishouding

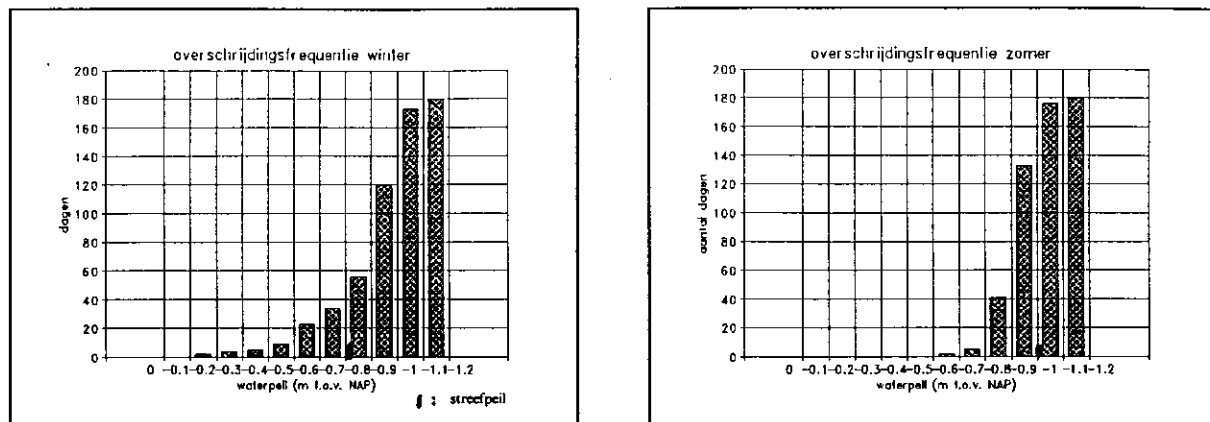
##### Algemeen

Het Lauwersmeer heeft een regionale functie voor de afwatering en berging van een groot gebied in Friesland, Groningen en noordoost Drenthe. Het wordt vanuit de Friese boezem gevoed via Dokkummer Nieuwe Zijlen. Vanuit Groningen en Drenthe wordt het gevoed via het bemalingsgebied Electra (de eenheden Hunsingo en Westerkwartier eerste afdeling). Bij Zoutkamp vindt afwatering plaats in het Lauwersmeer. Afvoer van het water vanuit het Lauwersmeer naar de Waddenzee gebeurt via het spuicomplex bij Lauwersoog. Hier kan, zodra de buitenwaterstand lager is dan de binnenwaterstand, onder vrij verval worden geloosd.

##### Dynamiek van het open water

In het Lauwersmeer wordt een zomerpeil van NAP - 0,93 m nagestreefd. In de winter is het streefpeil NAP - 0,83 m. De wisselende afvoer uit het achterland en vooral de omstandigheid dat alleen bij een lage buitenwaterstand op de Waddenzee geloosd kan worden, resulteert in fluctuaties in het waterpeil in het Lauwersmeer.

In onderstaande figuur zijn de overschrijdingsfrequenties van het meerpeil voor de winterperiode (180 dagen) en de zomerperiode (180 dagen) uitgezet.



Figuur 3-1: Overschrijdingsfrequentie zomer en winter-situatie

De frequentiegrafieken zijn samengesteld op basis van peilmetingen in Robbengat en Zoutkamperril in de periode 1975-1983 (Slager, 1985). De metingen zijn niet zondermeer representatief voor alle delen van het Lauwersmeer, maar de karakteristiek van de overschrijdingscurve is wel representatief voor het gehele gebied in de huidige situatie.

#### Windopstuwing

Windopstuwing is een andere bron voor fluctuaties in het open waterpeil. Hierdoor kunnen in het Lauwersmeer waterstandsverschillen optreden. De grootste verschillen treden op bij aanhoudende sterke noord-westelijke of zuidelijke wind. Bij noordwestelijke wind ontstaat opstuwing bij Blikplaat, Sennerplaat en Schoenerbult. Op de Rug, Zuidelijke Ballastplaat en de Pampusplaat treedt de opstuwing op bij wind uit zuidelijke of zuidwestelijke richting. De opstuwing is bij modelonderzoek berekend op 10 tot 30 cm (CNL, 1991).

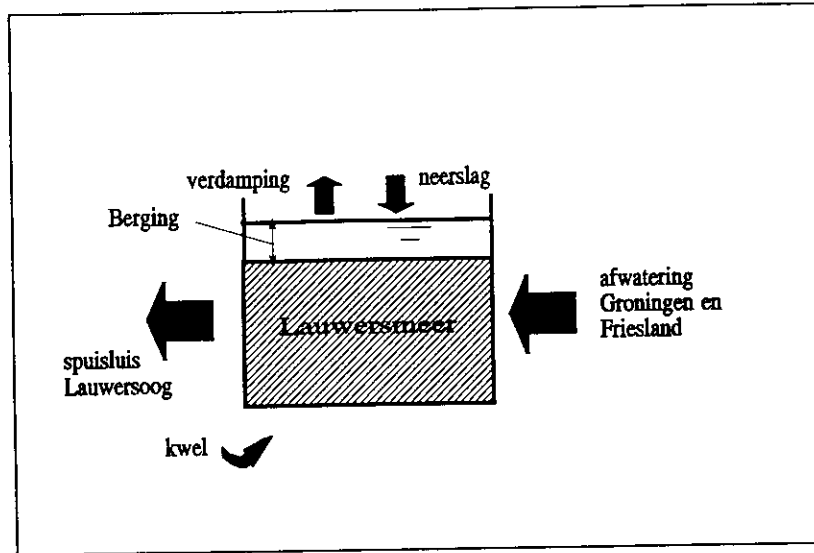
#### Waterbalans

De waterbalans van het Lauwersmeer is weergegeven in figuur 3-2. Naast de aan- en afvoer van oppervlaktewater zijn de volgende componenten van belang:

- de neerslag en verdamping;
- de grondwaterstroming bij het Lauwersmeer.

De neerslag in het Lauwersmeer draagt in beperkte mate bij aan de dynamiek van het meerpeil. Het oppervlaktewater regime van het Lauwersmeer wordt gekenmerkt door de hoge doorspoelintensiteit. De jaarlijkse afvoer via de spuisluizen bedraagt ongeveer 30 maal het natte volume van het meer (CNL, 1991).

De neerslag per jaar bedraagt ongeveer 800 mm per jaar (Slager, 1985). Bij een oppervlak van 5700 ha komt dit overeen met een 45,6 miljoen m<sup>3</sup> water. Dit is slechts 3% van het totale spuibolume. Door evapotranspiratie, dat wil zeggen de totale verdamping vanuit oppervlaktewater, bodem en vegetatie wordt water onttrokken aan het waterhuishoudkundig systeem.



Figuur 3-2: Schematisatie van de waterbalans van het Lauwersmeer

#### Grondwaterstroming

Door verschillen tussen het waterpeil in het Lauwersmeer, het omliggende gebied en de Waddenzee ontstaat een grondwaterstroming van of naar het Lauwersmeer. Hoewel van het grondwatersysteem weinig bekend is, is het waarschijnlijk dat er vanuit de Waddenzee kwel optreedt (Friesland, 1991). Dicht langs de dijk met de Waddenzee manifesteert deze kwel zich lokaal (mondelijke informatie, 1994). Deze ondiepe kwel langs de rand van het gebied is als component in de waterbalans van ondergeschikt belang. De overwegend slechte doorlatendheid van de ondiepe ondergrond in vergelijking tot de grotere doorlatendheid op grotere diepte maakt het aannemelijk dat eventuele diepe kwel hoofdzakelijk in de voormalige stroomgeulen het oppervlaktewater bereikt. Er is geen informatie beschikbaar over de omvang van deze kwel, maar ook deze component zal naar verwachting niet van wezenlijke betekenis zijn in de waterbalans.

De dynamiek in het oppervlaktewater is van invloed op de grondwaterregimes in het Lauwersmeergebied. Het gebied dat volledig inundeert fluctueert met de verandering van het waterpeil. Als gevolg van de geringe maaiveld-hellingen varieert het geïnundeerde gebied rond de drooggevallen wadplaten sterk met de peilschommelingen.

In een onderzoek naar de grondwaterregimes (Slager, 1985) zijn de grondwaterstanden op een aantal platen in het gebied geanalyseerd aan de hand van peilbuismetingen in de periode 1979-1983. De volgende beschrijving van het grondwaterregime is met name op dit onderzoek gebaseerd.

De bodemgesteldheid speelt een belangrijke rol bij de grondwaterbeweging. In het noorden van het gebied is de grond redelijk tot goed doorlatend. Naar de randen van het Lauwersmeergebied neemt de grofheid van de

zand-afzettingen af en het lutumgehalte toe. Dit als gevolg van de minder woelige omstandigheden waaronder de afzetting heeft plaatsgevonden. Langs de randen van het gebied komt nog een profiel voor met oude zeeklei en veen op soms geringe diepte. Bijzondere elementen op de zandige platen zijn de voormalige mosselbanken. Deze zijn veelal kleiiger dan de zandige platen (LNV, 1994).

De invloed van het meerpeil op de grondwaterstand is groter naarmate de grofheid van de ondergrond groter is. Bij de slecht doorlatende gronden is er geen invloed. Dan wordt het grondwaterstandsverloop bepaald door neerslag, verdamping en capillair transport. Voor het merendeel van de platen betekent dit dat de grondwaterstand in de wintersituatie samenvalt met het maaiveld (plas-dras situatie) en in de zomersituatie 0,4 tot 1,2 m beneden het maaiveld ligt. Uitzonderingen op dit algemene beeld zijn de Rug en de Ballastplaat. Als gevolg van de grofzandige opbouw zakt de grondwaterstand in de winter uit door de ondergrondse zijdelingse afvoer naar het open water. In de zomer is de daling op deze platen niet zo groot door de aanvoer vanuit het meer.

#### **Waterkwaliteit**

Het Lauwersmeer is na de afsluiting vrij snel verzoet. De waterkwaliteit van het open water van het Lauwersmeer, dat als doorstroombekken fungeert, wordt in hoge mate bepaald door de kwaliteit van het water dat bij Zoutkamp en Dokkumer Nieuwe Zijlen binnenstroomt. Dit water is rijk aan fosfaten en stikstof. In langdurige zomerperioden zonder wateraanvoer krijgt het oppervlaktewater een autochtoon karakter. Als gevolg van kwel en uitspoeling stijgt in die situatie het chloridegehalte. Het fosfaatgehalte wisselt gedurende het jaar, met hoge concentraties (tot boven 1 mg/l) in zomer en najaar. In deze perioden treedt sterke algengroei op (CNL, 1991).

Het grondwater in de platen en voormalige kwelders is nog niet ontzilt. Onderzoeken geven aan dat de ontzilting, behoudens in de voormalige bezinkvelden die goed gedraineerd zijn, zeer traag verloopt (Slager, 1979). In de winter treedt ontzilting op door percolatie van neerslag waardoor een neerwaartse migratie van zout plaats vindt. In de zomerperioden treedt weer verzilting op door de capillaire opstijging bij een neerslagtekort.

## **3.2 Biotische aspecten**

### **3.2.1 Vegetatie**

#### **Bronbeschrijving**

De belangrijkste bron voor de beschrijving van de vegetatie van het Lauwersmeer is een in 1989 door de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat uitgevoerde vegetatiekartering. Deze kartering is uitgevoerd door een combinatie te maken van inventarisaties in het veld en luchtfoto's.

### *Inventarisatie in het veld*

Een vegetatie wordt gekenmerkt door een min of meer vaste combinatie van soorten (soortensamenstelling), waarbij ook de bedekking van soorten (de oppervlakte die door een soort wordt ingenomen in een vegetatie) een rol speelt. Een vegetatietypologie voor een gebied wordt gevormd door een overzicht van de vegetatietypen, waarbij per vegetatietype de karakteristieke soortencombinatie wordt beschreven, eventueel aangevuld met andere soorten die ook in die vegetaties kunnen voorkomen.

De soortensamenstelling van vegetaties wordt vastgesteld door opnamen te maken (vlakken met een bepaalde grootte waarvoor de voorkomende soorten en hun bedekking worden genoteerd). Opnamen met een min of meer gelijke soortencombinatie worden gerekend tot eenzelfde vegetatietype.

In totaal zijn 24 vegetatietypen onderscheiden. In bijlage 1 is een overzicht gegeven van de soortensamenstelling van deze vegetatietypen (RWS, MD).

### *Luchtfoto-analyse*

De verspreiding van vegetatietypen in het Lauwersmeer is gekarteerd met behulp van luchtfoto's. Op luchtfoto's is alleen de vegetatiestructuur herkenbaar, echter niet de samenstelling van de vegetatie. De hierbij gevolgde werkwijze is:

- begrenzing van vlakken met gelijke vegetatiestructuur op basis van luchtfoto's;
- toetsing in het veld van de vegetatiesamenstelling van de onderscheiden vlakken;
- toekenning van vegetatietypen aan de onderscheiden vlakken.

Het resultaat van deze methode is een kaart, waarop vegetatiecomplexen zijn aangegeven. Ieder vegetatiecomplex bevat één of meerdere vegetatietypen. Omdat de mate van detail van de kartering vrij hoog is (schaal 1:10.000) is de inhoud van de vegetatiecomplexen veelal beperkt tot 2 of 3 (soms 4) vegetatietypen. Door de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat zijn in totaal 88 typen vegetatiecomplexen onderscheiden. Voor de beschrijving in het kader van deze studie zijn binnen de vegetatiecomplexen 10 hoofdtypen onderscheiden, die gekenmerkt worden door dominantie van één of enkele vegetatietypen. De volgende hoofdtypen zijn onderscheiden (de nummering verwijst naar bijlage 1):

- zoute pioniervegetatie (0, 1a);
- zilt grasland (1b, 2b);
- brak tot ontzilt grasland (2c, 2d, 2e, 2f);
- rietvegetatie en natte ruigte (4a, 4b);
- oevervegetatie met biezten (5);
- duinrietvegetatie (6a, 6b, 6c);
- duin(vallei)vegetatie (2g);
- ruigtevegetaties (7a, 7b);
- dwergstruweel (3a, 3b);
- struweel (8a, 8b, 8c).

### Beschrijving hoofdtypen

Per hoofdtype, zoals hiervoor onderscheiden, wordt een beknopte beschrijving gegeven van de soortensamenstelling, de verspreiding in het Lauwersmeer en de relatie met de standplaatsfactoren, met de nadruk op hydrologische aspecten. In Tabel 3-1 is, per hoofdtype, een samenvatting gegeven van de standplaatsfactoren. Figuur 3-3 geeft een ruimtelijke weergave van de zonering van vegetatietypen in relatie tot overstromingsduur voor een beweidde en een onbeweidde situatie.

Tabel 3-1 Standplaatsfactoren per hoofdtype

vegetatiegroep	Gemiddeld laagste grondwaterstand (cm -maaiveld)	Inundatie (dagen/jr)	bodem
<b>BEGRAASDE SITUATIE:</b>			
zoute pioniervegetatie	50-80	42-252	zand
zilt grasland	50-120 (vnl. 50-80)	28-42	zand
brak tot ontzilt grasland	50-120 (vnl. 100-120)	0-360 (vnl. 2-97)	indifferent
rietvegetatie en natte ruigte (met riet en fioringras)	< 50-120	0-360 (vnl. 0-5)	indifferent
duinrietvegetatie met fioringras	80-120	0-5	zand
duinrietvegetatie met ruw beemdgras	80-120	vnl. 9-28	zand
duin(vallei)vegetatie	80-100	vnl. 0-42	zand
<b>ONBEGRAASDE SITUATIE:</b>			
rietvegetatie en natte ruigte (met riet en fioringras)	< 50-120	0-360 (vnl. 0-5)	indifferent
oevervegetatie met biezen	0	42-360	indifferent
duinrietvegetatie met riet	80-120	vnl. 0-5	zavel/klei
ruigtevegetaties	100-120	vnl. 0	indifferent
dwergstruweel	80-120	0-28 (vnl. 0-5)	vnl. zand
struweel met schietwilg	100-120	0-360 (vnl. 0-5)	
struweel met duindoorn	100-120	0-360 (vnl. 0-9)	

De koppeling tussen vegetatietypen en standplaatsmilieu is gemaakt door de vegetatiekaart van 1989 te relateren aan beschikbaar kaartmateriaal over bodem, hoogteligging, grondwaterstand (Huijser & Röling, 1994) en overstromingsduur (C.N.L., 1991). De overstromingsduur is afgeleid uit de kaarten met geïnundeerde gebieden bij bepaalde waterpeilen in combinatie met de overschrijdingskans. Deze gegevens geven alleen inzicht in de totale overstromingsduur op jaarbasis, niet in de frequentie waarmee overstroming plaatsvindt. Globaal kan echter gesteld worden dat overschrijdingen van het streefpeil in het Lauwersmeer relatief kort duren. Naarmate het maaiveld lager gelegen is zullen de inundatieperiodes daarom langer zijn, maar ook frequenter voorkomen.

Het gebruikte kaartmateriaal is van verschillend schaalniveau. De vegetatiekaart is uitgewerkt op schaal 1:10.000, de overige kaarten op schaal 1:70.000. Dit betekent dat de hieronder uitgewerkte standplaatsrelaties een globaal, echter voor het onderhavige onderzoek voldoende bruikbaar, karakter hebben.

#### *Zilte pioniervegetatie*

Zilte pioniervegetaties bestaan uit vegetaties van vooral Zeekraal, Gewoon kweldergras en Zilte schijnspurrie (vegetatietype 1a). Dit zijn vegetaties waarbij een groot deel van de bodem niet door vegetatie bedekt wordt. In zeer geringe mate komen er stukken voor met vegetatie met Gewoon kweldergras of vegetatie met Fioringras en Zilte rus. Zilte pioniervegetaties komen vooral voor op De Rug bij Langs de Zwartten, waar een grote aaneengesloten vlakke van kale bodem met vegetatie met Zeekraal voorkomt. Verder komen verspreid over het Lauwersmeer nog kleinere vlakken voor met zilte pioniervegetatie, soms op de grens van de platen met de slenken, soms ook ingebed in zilte en brakke tot ontzilte graslanden.

Het grootste stuk zilte pioniervegetatie, bij Achter de Zwartten, is gemiddeld 80 dagen/jaar geïnundeerd. De overige zilte pioniervegetaties zijn meer verspreid. Veelal liggen deze in lokale depressies, die daardoor langer geïnundeerd zijn dan hun omgeving. Samenvattend komen zilte pioniervegetaties voor over de gehele range van inundatieklassen, met de nadruk op circa 42 tot 252 dagen per jaar inundatie.

Bij de zilte pioniervegetaties ligt de GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) tussen 50 en 80 cm beneden maaiveld.

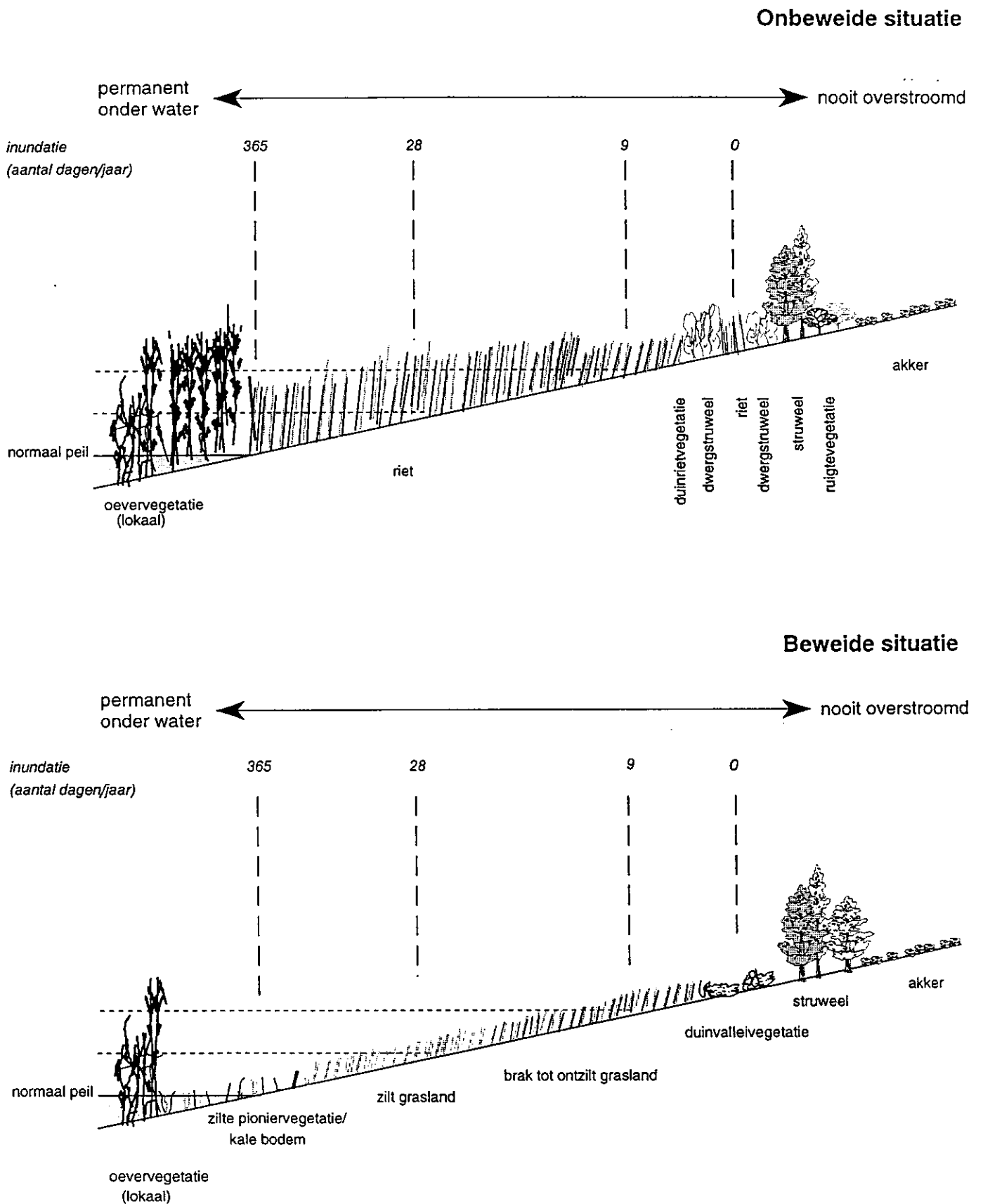
De zilte pioniervegetaties zijn afhankelijk van zoutnalevering door de bodem. Zowel oppervlaktewater als grondwater zijn zoet. Door het doorgaande proces van ontzilting zullen deze vegetaties daarom op termijn vervangen worden door pioniervegetaties van zoete milieus.

#### *Zilt grasland*

Het hoofdtype zilt grasland wordt gekenmerkt door het voorkomen van het vegetatietype met Zeekraal en het vegetatietype met Zeekraal en Gewoon kweldergras. Soms komen vegetaties van Fioringras en Zilte rus voor. De meest voorkomende soorten zijn Zeekraal, Schorrekruid, Gewoon kweldergras, Zulte, Zilte en Gerande schijnspurrie, Fioringras en Zilte rus. De bedekking van de bodem door deze soorten is veelal gering. Andere soorten planten komen bijna niet voor, omdat in het zilte milieu aanpassingen nodig zijn waarover alleen de hiervoor genoemde soorten in voldoende mate beschikken.

De voor de zilte graslanden onderscheidende soorten Fioringras en Zilte rus vestigen zich pas in een Zeekraal-vegetatie (waaruit het zich ontwikkeld heeft) wanneer deze minder frequent/langdurig overstroomt. Het type komt het meest voor langs het water, in lagere stukken binnen drogere vegetatiecomplexen en qua hoogte-zonatie volgend op de zilte pioniervegetaties. De zilte graslanden komen verspreid voor, met sterk variërende overstromingsduren.

Figuur 3-3 Vegetatiezonering in relatie tot overstromingsduur



Ze komen zowel op nooit overstromde plekken voor als op plekken met een overstromingsduur tussen de 97 en 252 dagen per jaar. Bij een overstromingsduur van meer dan 252 dagen per jaar komen zilte graslanden vrijwel niet voor.

In de zomer kunnen de standplaatsen van deze vegetaties oppervlakkig uitdrogen. De GLG varieert tussen 50 en 120 cm beneden maaiveld, met een optimum bij de nattere varianten (50 tot 80 cm).

Evenals voor de zilte pioniervegetaties geldt voor de zilte graslanden dat er sprake is van een doorgaande ontzilting. Dit betekent dat de zilte graslanden op termijn vervangen zullen worden door brakke, en daarna door ontzilte graslanden.

#### *Brak tot ontzilt grasland*

Brak tot ontzilt grasland wordt gekenmerkt door het vegetatietype met Fioringras en het vegetatietype met Fioringras en Zilte rus. Veel voorkomende soorten in dit hoofdtype zijn Fioringras, Zilte rus, Watermunt, Zilverschoon, Krulzuring, Zomprus, Paardebloem, Engels raaigras, Rood zwenkgras, Witte klaver, Ruw beemdgras, Koninginnekruid en Riet. Van deze soorten maken Fioringras en Zilte rus het grootste deel van de bedekking uit. Fioringras bedekt gemiddeld meer dan 50% van de bodem. De andere soorten hebben gemiddeld een bedekking van minder dan 5%. De zowel zout- als overstromingstolerante soorten van de zilte pioniervegetaties en zilte graslanden ontbreken in deze brakke tot ontzilte graslanden.

In de huidige situatie zijn de brakke tot ontzilte graslanden de meest algemene graslanden in het Lauwersmeer. Ze komen verspreid over het hele gebied voor, vaak in grote, aaneengesloten oppervlakten. Ze worden in stand gehouden door begrazing. Bij de beheersvorm 'niets-doen' ontwikkelen zich, afhankelijk van de vochttoestand, rietvegetaties, duinrietvegetaties of (dwerg)struwelen.

De brakke tot ontzilte graslanden komen bij verschillende overstromingsduren voor:

bij waterpeil van 60 cm -NAP: de graslanden staan grotendeels droog;

bij waterpeil van 50 cm -NAP: een klein deel is overstromd;

bij waterpeil van 40 cm -NAP: de graslanden zijn grotendeels overstromd;

bij waterpeil van 30 cm -NAP: de graslanden zijn vrijwel geheel overstromd.

Deze peilen komen overeen met respectievelijk circa 28, 19, 9 en 5 dagen overstroming. Daarnaast komen deze graslanden ook nog voor bij langere overstromingsduren. De conclusie is dan ook, dat deze graslanden onder vrijwel alle overstromingsregimes kunnen voorkomen. Alleen bij zeer langdurige overstromingen (meer dan 252 dagen per jaar) komen deze graslanden vrijwel niet voor. In de groeiperiode (ongeveer april - augustus) treden in de meeste van deze graslanden vrijwel nooit overstromingen op. Met behulp van de beschikbare informatie is geen duidelijke relatie van deze graslanden met de grondwaterstand. De GLG kan variëren van 50 tot 120 cm beneden maaiveld. De meest voorkomende GLG voor deze graslanden bevindt zich echter tussen 100 en 120 cm beneden maaiveld. Bij

hogere GLG's zijn veelal zilte graslanden aanwezig, òf rietvegetaties en natte ruigten.

#### *Oevervegetatie met biezen*

Soortenarme vegetaties die gedomineerd worden door Ruwe Bies en Zeebies. Andere soorten komen nauwelijks voor. Het vegetatietype komt voor in ondiep water dat zelden of nooit droogvalt. Zowel Ruwe bies als Zeebies wijzen op het (vroeger) voorkomen van brak water, maar kunnen zich in zoete milieus lang handhaven. In het Lauwersmeer komt het vegetatietype slechts lokaal voor bij Achter de Zwartten en langs het Oude Robbengat, op plaatsen die tenminste 42 dagen per jaar overstroomd zijn.

#### *Rietvegetatie en natte ruigte*

Deze vegetaties worden gekenmerkt door dominantie van Riet, soms met Fioringras. Er komen vrijwel altijd andere soorten in voor, maar over het algemeen zijn deze vegetaties vrij soortenarm. Enkele vaak in deze vegetaties voorkomende soorten zijn Watermunt, Ruw beemdgras, Koninginnekruid, Akkerdistel en Harig wilgeroosje. De rietvegetaties komen vaak voor in complexen met Fioringras-vegetaties en/of vegetaties met Duinriet. Rietvegetaties komen vooral voor op niet-beweide platen (Sennerplaat, Blikplaat, Zoutkamperplaat, Schildhoek).

Riet vestigt zich op brakke tot zoete, voedselrijke standplaatsen, die tenminste voor de kieming geïnundeerd moeten zijn. Dit kan zowel inundatie zijn door hoge grondwaterstanden als overstroming door oppervlaktewater. Vanuit deze kiemingsplaatsen kan Riet door vegetatieve vermeerdering zich ook uitbreiden naar nooit geïnundeerde plekken.

Riet is goed bestand tegen uitdroging in de zomer. Hierdoor zijn rietvegetaties in vrijwel geheel het Lauwersmeer algemeen voorkomend. Rietvegetaties zijn een successiestadium tussen de pioniervegetaties en struwelen en ontwikkelen zich bij het ontbreken van beheer. Door begrazing (met name jaarrondbegrazing) kan vestiging van rietvegetaties voorkomen worden, of wordt een mozaïek ontwikkeld van grazige vegetaties, rietmoerassen en struwelen, zoals op de Blikplaat.

De rietvegetaties komen bij een brede range van waterpeilen voor, en dus bij zeer verschillende overstromingsduren en -frequenties. De laagstgelegen rietvegetaties, op de randen van de platen, zijn vrijwel altijd geïnundeerd. Op de hoogstgelegen plekken ontbreekt inundatie vrijwel geheel. Zelfs bij een (vrijwel nooit voorkomend) peil van 0 meter t.o.v. NAP zijn op de Sennerplaat nog niet-overstroomde rietvegetaties aanwezig.

#### *Duinrietvegetatie*

Het hoofdtype duinrietvegetatie wordt gevormd door vegetatiecomplexen waarin de vegetatietypen met Duinriet en Fioringras, met Duinriet en Rood zwenkgras of met Duinriet en Riet domineren. Binnen het hoofdtype duinrietvegetaties komen in geringe mate gras-vegetaties, riet-vegetaties of kruipwilg-vegetaties voor. Duinriet komt altijd voor in dit hoofdtype, met een gemiddelde bedekking die altijd hoger is dan 20 %. Andere soorten die vaak voorkomen (met vaak een lagere bedekking dan Duinriet) zijn Fioringras, Watermunt, Rood zwenkgras, Ruw beemdgras, Gestreepte witbol, Riet, Kruipwilg en Akkerdistel.

Duinrietvegetaties komen verspreid door het gebied voor. Ze ontwikkelen zich vanuit grazige vegetaties. Duinrietvegetaties komen vooral voor op voedselrijke standplaatsen. Kenmerkend hiervoor is het frequent optreden van Akkerdistel. Voorts komen Riet en Kruiwilg veelvuldig voor in de Duinrietvegetaties. De Duinrietvegetaties komen meest voor op hogergelegen plekken. De GLG is op deze plekken tussen 80 en 120 cm beneden maaiveld. Overstroming treedt op één plek (in een complex met brakke tot ontzilte graslanden) pas op bij een peil van 50 cm -NAP (overeenkomend met een overstromingsduur van 9 dagen per jaar), terwijl de hoogstgelegen plekken met Duinriet in het geheel niet overstromen. De conclusie is dan ook, dat in het algemeen gesteld kan worden, dat Duinrietvegetaties niet of zeer incidenteel overstromen.

Gesplitst per type Duinrietvegetatie zijn de volgende relaties met overstroming aanwezig: Duinrietvegetaties met Fioringras komen voor op nooit overstromde plekken tot op plekken met maximaal 5 dagen per jaar overstroming. Duinrietvegetaties met Ruw beemdgras komen het meest voor op plekken met 9 tot 28 dagen per jaar overstroming. Duinrietvegetaties met Riet komen het meest voor op plekken met 0 tot 5 dagen per jaar overstroming.

#### *Duin(vallei)vegetatie*

De duinvallei vegetaties worden gekenmerkt door het overheersen van het vegetatietype van Rood zwenkgras, waarin diverse andere grassen, grasachtigen en kruiden voor kunnen komen. In geringe mate komen vegetaties voor met Riet, met Kruiwilg of met Duinriet. In meer dan de helft van de opnamen van duin(vallei)vegetaties komen Fioringras, Watermunt, Valse voszegge, Zilte zegge, Geelhartje, Zomprus, Vertakte leeuwetand, Gewone hoornbloem, Paardebloem, Rood zwenkgras, Witte klaver, Koninginnekruid, Gestreepte witbol, Riet en Kruiwilg voor. Daarnaast komen nog 11 soorten minder vaak voor, waaronder Fraai duizendguldenkruid, Rode ogentroost en Dwergzegge. De duin(vallei)vegetaties zijn daarom, met hun hoge soortenrijkdom en bijzondere soorten, van grote vegetatiekundige betekenis.

De duin(vallei)vegetaties worden gekenmerkt door relatief voedselarme condities. De klei- en zavelgronden en de overstromde delen zijn te voedselrijk voor duin(vallei)vegetaties. Ze komen dan ook vooral voor op de hogergelegen zandgronden in het noordoosten van het Lauwersmeer (langs het Ballastplaatbos en op de westelijke randen van De Rug, Zuidelijke Lob en Schoenerbult). De GLG ligt grotendeels tussen 80 en 100 cm beneden maaiveld. De grootste oppervlaktes aan duin(vallei)vegetaties komen voor bij een overstromingsduur van 2 tot 5 dagen per jaar. Daarnaast komen duinvalleivegetaties op hogergelegen plekken voor, die nooit overstromd worden. Aan de nattere kant komen duinvalleivegetaties voor tot 42 dagen overstroming per jaar. Bij langere overstromingsduren komen vrijwel geen duin(vallei)vegetaties meer voor.

#### *Ruigtevegetatie*

Ruigtevegetaties worden gekenmerkt door het voorkomen (en meestal ook dominant zijn) van Akkerdistel en Brandnetel. Dit zijn soorten van zeer voedselrijke milieus. Enkele andere soorten, die zeer frequent in

ruigtevegetaties in het Lauwersmeer voorkomen, zijn Harig wilgeroosje, Speerdistel, Riet en Ruw beemdgras.

Het milieu voor deze vegetaties ontstaat veelal door een onnatuurlijke (door de mens bepaalde) verrijking met voedingsstoffen, met name nitraten en fosfaten. De qua oppervlakte grootste ruigtevegetatie komt dan ook voor op de rand van de Zoutkamperplaat, begrensd door een akker. Deze plek raakt nooit overstroomd.

#### *Dwergstruweel*

Dwergstruwelen zijn struwelen van Kruipwilg. Er zijn twee vegetatietypen onderscheiden; één type met veel (kleinere) kruiden van relatief voedselarme milieus en één type met meer planten van voedselrijke milieus. Het eerste type, met onder andere Fraai duizendguldenkruid, Rode ogentroost, Zilte zegge, Strandduizendguldenkruid, Geelhartje, Zomprus en Dwergzegge is soortenrijker dan het tweede.

Het soortenrijke dwergstruweel komt voor op Ballastplaat, Zuidelijke Ballastplaat en Schoenerbult. De soortenarmere, voedselrijkere dwergstruwelen komen meer verspreid voor in het Lauwersmeer. De dwergstruwelen ontwikkelen zich bij een beheer van 'niets doen'. Maaien of begrazen geeft een sterke remming van de ontwikkeling van Kruipwilg.

Overstroming van dwergstruwelen vindt grotendeels pas plaats bij een waterstand van 30 cm -NAP. Dit komt overeen met een gemiddelde overstromingsduur van 5 dagen per jaar. Bij langere overstromingsduren komen slechts incidenteel dwergstruwelen voor. Sommige dwergstruwelen raken nooit overstroomd.

#### *Struweel*

De oppervlakte aan struweel in het Lauwersmeer is zeer klein. Het gaat om verspreide struwelen van Duindoorn, Schietwilg of Wilde liguster, Vlier, Esdoorn en/of Zomereik. Ze komen over de gehele range van overstromingsduren voor, met de nadruk op de slechts kort overstroomde gebieden (tot 9 dagen per jaar overstroomd).

De autonome ontwikkeling van de vegetatie (d.w.z. de ontwikkelingen zonder invloeden van bodemdaling) is verschillend voor de wel en niet door middel van begrazing beheerde gebieden.

In de gebieden zonder begrazingsbeheer zal uiteindelijk een zeer gering oppervlak open vegetatietypen overblijven. Omdat de vegetatiesuccessie ongestoord kan blijven verlopen zal struweel- en bosvorming op gang komen. Uiteindelijk ontstaat een mozaiekvormig patroon van rietvegetaties, ruigtevegetaties, struwelen en bossen. Deze ontwikkeling wordt in de Beheers- en ontwikkelingsvisie in slechts beperkte mate toegelaten, met name op eilanden en in geïsoleerde delen van het gebied. In de begraasde gebiedsdelen zal naar verwachting, bij voortzetting van het huidige beheer, een meer gestructureerde vegetatie ontstaan, waarbij de hogere delen een ruiger karakter krijgen met duinriet en/of wilgen en de lagere, frequent overstroomde en deels zoute delen kortgrazig en open blijven.

## 3.2.2 Avifauna

### 3.2.2.1 Huidige (inter)nationale betekenis en autonome ontwikkeling

#### Huidige (inter)nationale betekenis van het gebied

Het Lauwersmeer is volgens de normen van de door Nederland ondertekende Ramsar-Convention een wetland van internationale betekenis voor 18 soorten winter- en trekvogels. Dat betekent dat voor deze soorten op enig moment in het jaar meer dan 1% van de totale geschatte trekbaan- of biogeografische populatie in het gebied aanwezig is. Het betreft vooral water-, moerasvogels en steltlopers, zoals Brandgans, Kleine zwaan, Grauwe gans en Pijlstaart (zie tabel 3-2). Voor Blauwe kiekendief, Ruigpootbuiszand, Bonte kraai en Frater is sprake van een nationaal bijzondere betekenis, omdat meer dan 1% van de in Nederland aanwezige populatie voorkomt in het Lauwersmeer.

Tabel 3-2 Internationale normoverschrijding van winter- en trekvogels in de periode 1982-1987

soort	gemiddeld jaarlijks maximum	absoluut maximum	gemiddelde jaarlijkse overschrijding van de norm (%)	maximale overschrijding van de norm (%)
Aalscholver	720	1100	2,4	3,7
Lepelaar	110	120	5,5	6,0
Kleine Zwaan	2700	4000	16,9	25,0
Grauwe gans	7700	10200	16,7	22,2
Brandgans	22300	33200	41,3	61,5
Smient	17100	25500	2,3	3,4
Krakeend	820	1300	0,9	1,5
Wintertaling	15500	22100	3,9	5,5
Wilde eend	12900	19700	1,3	2,0
Pijlstaart	8000	16000	11,4	22,9
Slobeend	5500	7600	3,9	5,4
Slechtvalk	6	8	2,6	3,5
Dwergmeeuw	-	620	-	5,2
Kluut	360	480	1,4	1,8
Bontbekplevier	-	1000	-	1,0
Kleine strandloper	290	580	0,7	1,5
Grutto	-	5400	-	1,5
Zwarte ruiter	330	1000	0,7	2,0

Als broedgebied is het Lauwersmeer van internationaal belang voor in ieder geval Bruine kiekendief en Kluut. Van 24 vogelsoorten is meer dan 1% van de Nederlandse broedpopulatie in het Lauwersmeer te vinden (tabel 3-3). Voor de Bonte strandloper is dit waarschijnlijk meer dan 1%, terwijl voor de Dwergmeeuw het Lauwersmeer de enige regelmatige broedplaats in Nederland is.

Tabel 3-3 Overzicht van vogelsoorten waarvan de (zomer)broedpopulatie in het Lauwersmeer (in 1986) meer dan 1% van de Nederlandse populatie is

soort	% broedpopulatie	Rode Lijst	voornaamste broedplaats in het Lauwersmeer			
			beweide platen	onbeweide platen	bosaanplant	overig
Bergeend	4,2				*	
Krakeend	6,3		*			
Slobeend	1,6		*			
Kuifeend	2,4		*			
Bruine kiekendief	8,1	*		*		
Grauwe kiekendief	20,0	*		*		*
Scholekster	1,2		*			*
Kluut	3,8	*	*			
Kleine plevier	1,3		*			
Bontbekplevier	2,9	*	*			
Strandplevier	1,7	*	*			
Bonte strandloper	25,0		*			
Kemphaan	18,4	*	*			
Tureluur	1,4	*	*			
Dwergmeeuw	100,0		*			
Kokmeeuw	1,2		*			
Visdief	1,2		*			
Noordse stern	5,5	*	*			
Velduil	8,7	*				*
Oeverwaluw	5,4	*				*
Sprinkhaanrietzanger	2,8			*		
Rietzanger	4,1	*		*		
Kleine karekiet	2,0			*		
Baardmannetje	1,5	*		*		

#### Autonome ontwikkeling

In Beemster et al. (1989) is een prognose opgenomen van de toekomstige avifaunistische waarden van het Lauwersmeer (ca. 2008) bij voortzetting van het huidige beheer. Hierbij zijn de ontwikkelingen in de voor de avifauna relevante factoren beschouwd en geïnterpreteerd naar de gevolgen voor de normoverschrijding van de in de tabellen 3-2 en 3-3 genoemde vogelsoorten.

De normoverschrijding voor winter- en trekvogels blijkt voor 10 soorten ongeveer gelijk te blijven, en voor 8 soorten min of meer af te nemen. Voor de broedvogels zal de normoverschrijding voor 1 soort toenemen, gelijk blijven voor 8 soorten en afnemen voor 18 soorten. Dit betekent dat bij voortzetting van het huidige beheer, met name voor broedvogels, een verarming is te verwachten. De totale avifaunistische waarde van het Lauwersmeer neemt bij voortschrijdende ontwikkeling van het gebied af.

Met name op de onbegaasde delen van het Lauwersmeer zal de vogelbevolking een belangrijke wijziging ondergaan. Deze delen zijn voor pioniers en steltlopers, op de Grauwe Gans na, nu reeds een ongeschikt broed- en foerageergebied geworden. Langs de oevers zullen Fuut en Meerkoet kunnen blijven broeden en fourageren. Voor roofvogels en uilen wordt dit gebied minder geschikt als jaaggebied. Daarentegen ontstaat nieuwe broedgelegenheid voor lepelaars, reigers en aalscholvers en nieuw broed-/foerageergebied voor allerlei rietzangvogels.

Op de begraasde delen zullen, door geleidelijke ontzilting, de vogelsoorten die fourageren op pioniervegetaties van zout milieu afnemen (met name Wintertaling, Smient en Brandgans). Kale grondbroeders als plevieren, Kluut en Visdief zullen (grotendeels) hun broedplaatsen verliezen. Droog grasland is van belang voor steltlopers en eenden. Bij verruiging zullen deze soorten echter verdwijnen, evenals fouragerende roofvogels.

Voor broedvogels van het Lauwersmeer betekent dit dus dat een afname te verwachten is voor pioniers, eenden, weidevogels, roofvogels en uilen. Met name zangvogels, reigerachtigen, Lepelaar en Aalscholver zullen van de autonome ontwikkeling kunnen profiteren. Bij de winter- en trekvogels zullen met name eenden, ganzen en roofvogels nadelig beïnvloed worden.

Voor de bij de in de vorige paragraaf onderscheiden groepen zijn de ecologische relaties binnen het Lauwersmeergebied verschillend en onder te verdelen in relaties van broedvogels tussen broed- en voedselgebieden en relaties van wintervogels tussen voedselgebieden onderling. Een aantal vogelsoorten broedt en foerageert op dezelfde terreinen, voor andere soorten liggen broed- en foerageergebieden gescheiden, binnen het gebied of deels buiten het gebied. Het voorkomen en de voedselrelaties van broedvogels en winter- en trekvogels worden apart besproken.

### 3.2.2.2 Broedvogels

De broedvogels van het gebied kunnen worden ingedeeld in vijf groepen: pioniers, water- en moerasvogels, steltlopers, roofvogels en uilen en zangvogels. Tabel 3-4 geeft een overzicht van broed- en foerageergebieden van de verschillende soorten en soortgroepen.

#### *Pioniers*

Pioniersoorten zijn gebonden aan terreinen met een hoge milieudynamiek. Bontbekplevier, Kleine plevier en Strandplevier broeden en fourageren in het gebied op schaars begroeide of onbegroeide terreinen. Door de verdergaande successie neemt de oppervlakte van deze terreinen en

daarmee de broeddichtheid sterk af. Alleen op beweide platen zijn deze soorten nog aanwezig in klein en afnemend aantal. De Kleine plevier broedt uitsluitend langs schelpenrijke slenkranden, Bontbek- en Strandplevier broeden vooral op de zoute laagtes op hogere delen van de platen. Omdat op deze plaatsen het water regelmatig op het maaiveld staat, is broeden voor deze soorten een onzekere zaak geworden.

Kluut, Visdief, Dwergmeeuw, Noordse stern, Kokmeeuw, Zilvermeeuw en Kleine mantelmeeuw broeden wel in het gebied, maar foerageren grotendeels daarbuiten. Het voorkomen van geschikte broedgelegenheid in de platengebieden bepaalt de aanwezigheid van deze soorten. Ook deze soorten broeden voor een belangrijk deel op de beweide terreinen. Alleen Zilvermeeuw en Kleine mantelmeeuw hebben zich weten te handhaven op de onbeweide platen van het eiland de Schoenerbult.

#### *Water- en moerasvogels*

De Fuut broedt in kleine aantallen in beschutte oevervegetaties, de Meerkoet komt algemeen voor waar oevervegetaties aanwezig zijn. De vegetatieontwikkeling in het gebied is zover gevorderd, dat het voor eenden een minder geschikt broedgebied is geworden. Eendesoorten als Slobeend en Kuifeend broeden vooral in grazige vegetaties, terwijl Wilde eend, Bergeend en Krakeend in meer gestructureerde vegetaties broeden (lage ruigte, duinriet). Na het uitkomen van de eieren trekken de meeste vrouwtjes met hun jongen naar oevervegetaties en fonteinkruidvelden. De Zomertaling is in jaren waarin het water tot in juni op het maaiveld staat, in grotere aantallen aanwezig dan in jaren dat dit niet het geval is. In jaren met hoge waterstanden foerageert de Zomertaling vooral op de platen, in andere jaren alleen in de slenken. Bij andere soorten treedt dit in mindere mate ook op. Voor deze soorten zijn hoge waterstanden gedurende een langere periode waarschijnlijk gunstig.

Daarnaast broeden in het gebied incidenteel (zeer) zeldzame eendesoorten: Smient, Pijlstaart, Krooneend, Eidereend en Middelste zaagbek. Over het algemeen broeden deze soorten in meer structuurrijke vegetaties. Roerdomp, Grauwe gans, Waterral en Porseleinhoen komen in kleine aantallen voor en zijn beperkt tot smalle oeverzones en schaarse verlandingsvegetaties (moeras, onbeweid). Lepelaar en Blauwe reiger broeden koloniegewijs in de moerasvegetaties, maar foerageren in de ondiepe slenken. De diepere delen van de slenken bieden voedsel voor Aalscholver en Grote zaagbek (vis). Achter de Zwarten is van groot belang voor Aalscholver en Lepelaar. De Lepelaar foerageert hier op jonge vis en Stelbaars; in de Waddenzee ook op Garnalen.

#### *Weidevogels*

De belangrijkste weidevogelsoorten zijn Kievit, Grutto, Tureluur, Scholtekster en Kemphaan. Kemphanen broeden met name in de vochtige graslanden in het noordelijk deel van de Schildhoek. Als gevolg van de uitbreiding van grazige vegetaties namen de aantallen van deze soorten eind jaren zeventig sterk toe. Incidenteel broedt de Bonte strandloper in het Lauwersmeergebied.

De voorkomende weidevogels broeden met name in open terreinen als graslanden en de oorspronkelijke landrietgebieden. Door verruiging als gevolg van successie neemt het broedareaal af. De voedselgebieden zijn gelegen op slijkige gronden langs slenken. Het voedsel van steltlopers bestaat uit bodem- en oppervlaktefauna. De belangrijkste bodemorganismen zijn regenwormen en emelten; deze vormen samen meer dan 90% van de biomassa. De belangrijkste oppervlakteorganismen zijn wolfspinnen en loopkevers; samen vormen ze meer dan 70% van de biomassa. De belangrijkste voedselgebieden van steltlopers liggen in grazige vegetaties op intermediaire hoogte (25 - 0 cm beneden NAP). Als gevolg van de vegetatieontwikkeling nam het voedselareaal van deze groep na 1982 sterk af. Ze werden afhankelijk van de laagste delen van de platen, waar de dichtheid van bodem- en oppervlaktefauna gering is. Alleen op de beweidde platen hebben ze zich weten te handhaven. Na de oogst van Koolzaad en graan geven kemphanen de voorkeur aan het foerageren op stoppel.

#### *Roofvogels en uilen*

Regelmatige broedvogels zijn Bruine kiekendief, Grauwe kiekendief, Torenvalk Velduil en Ransuil. Zij broeden alleen op onbeweidde platen. Bodembroeders nemen in aantal af. Als foerageergebied worden zowel de beweidde als de onbeweidde platen gebruikt, maar ook terreinen buiten het Lauwersmeer, zoals landbouwgebieden, de Marnewaard en jonge bosaanplant. Het belang van de onbeweidde platen als foerageergebied neemt af.

De Bruine kiekendief heeft zijn broedgebied in het Lauwersmeer kunnen uitbreiden door de ontwikkeling van landriet op onbeweidde platen. Door de inrichting van de Marnewaard als militair oefenterrein is broedbiotoop van beide kiekendieven verloren gegaan.

De Torenvalk broedt voornamelijk in nestkasten. Een steeds groter aandeel van de in het Lauwersmeer broedende torenvalken is voor de voedselvoorziening afhankelijk van de Marnewaard, waar als gevolg van de inrichtingswerkzaamheden een rijke muizenstand voorkomt.

Het aantal Velduilen varieert jaarlijks. Het aantal broedparen is toegenomen in de Marnewaard, terwijl het aantal in de landaanwinning op de hoogste delen van de platen is afgenomen tot vrijwel nul.

Het aantal broedparen van de Ransuil is beperkt vanwege de beperkte broedgelegenheid (oude nesten van Zwarte kraai en Ekster). In 1979 vond vestiging plaats in de noordelijke bossen, in 1984 op de zuidelijke platen en in de landaanwinning. De Grauwe kiekendief is een zeldzame broedvogel. De Marnewaard is niet meer geschikt als broedgebied, wel als foerageergebied. Broedgebieden zijn de Schoenerbult en omringende landbouwgebieden. De Veldmuis is voor alle soorten een belangrijk prooidier. Alleen de Bruine kiekendief predeert ook op jonge vogels, met name in de periode mei tot juli. Zowel voor Bruine kiekendief, Torenvalk als Ransuil is aangetoond dat in muizenrijke jaren de legsels gemiddeld groter zijn, de eieren eerder gelegd worden en het broedsucces groter is.

#### *Zangvogels*

Karakteristieke soorten van open vegetaties als Veldleeuwerik, Graspieper en Gele kwikstaart zijn door de vegetatieontwikkeling achteruit gegaan.

Soorten van riet, ruigte en struweel hebben zich juist weten uit te breiden. Op de onbeweide platen zijn vooral moerasvegetaties van oevers rijk aan zangvogels. Het landriet midden op de platen is armer aan soorten; Rietgors, Rietzanger en Kleine karekiet zijn hier talrijk. Overige soorten zijn Sprinkhaanrietzanger, Snor, Baardmannetje. Waar verruiging met Brandnetel is opgetreden, zijn Bosrietzanger en Blauwborst verschenen. Bosvogels komen in beperkte mate voor in de aangeplante bossen. Soorten die buiten bossen foerageren zijn Braamsluiper, Grasmus, Ekster, Zwarte kraai en Kneu. Soorten die strikt aan bossen gebonden zijn en in het Lauwersmeer broeden zijn Winterkoning, Nachtegaal, Spotvogel, Tuinfluiter en Fitis. Alleen de Fitis is algemeen.

Tabel 3-4 Samenvattende tabel ecologische relaties broedvogels

Soorten(groep)	Broedgebied	Foerageergebied
<b>Pioniers</b>		
Bontbekplevier, Kleine plevier, Strandplevier	beweide platen	beweide platen
Kluut	onbeweide platen	ondiepe slenken
Visdief, Dwergmeeuw, Noordse Stern	onbeweide platen	open water (Lauwersmeer + Waddenzee)
Kokmeeuw	onbeweide platen	platen, ondiepe slenk, cultuurgras, Waddenzee
Zilvermeeuw, Kleine mantelmeeuw	onbeweide platen	Waddenzee
<b>Water- en moerasvogels</b>		
Fuut	oeverveget. slenken	open water
Meerkoet	oevervegetaties	ondiepe slenken, cultuurgrasland
Kuifeend, Slobeend	onbeweide platen	oevervegetaties, Fonteinkruidvelden
Wilde eend, Krakeend, Bergeend	beweide platen	oevervegetaties, Fonteinkruidvelden
Zomertaling		platen (natte jaren), slenken (droge jaren)
Roerdomp, Grauwe gans, Waterral,	moeras (oeverzones,	moeras
Lepelaar, Blauwe reiger	moeras	ondiepe slenken
<b>Steltlopers</b>	beweide platen	beweide platen (25-0 cm - NAP)
<b>Roofvogels en uilen</b>	onbeweide platen, bos	onbeweide/ beweide platen, omringende
<b>Zangvogels</b>		
Soorten van open gebied	beweide platen	beweide platen
Rietvogels	onbeweide platen	onbeweide platen
Strikte bosvogels	bos	bos
Niet-strikte bosvogels	bos	buiten bos

*Dichtheden per potentieel broedbiotoop en toekomstverwachting aantalsontwikkelingen*

Voor een aantal soorten broedvogels kan een min of meer duidelijke relatie met vegetatietypen, zoals beschreven in paragraaf 3.2.1, worden aangegeven. Door de aantallen broedparen te vergelijken met de oppervlakte van bepaalde vegetatietypen, is de dichtheid van broedparen per (relevant) biotoop aangegeven in tabel 3-5. De dichtheden in deze tabel zijn verkregen door de aantallen te delen door de oppervlakte van vegetatietypen; deze dichtheden kunnen afwijken van dichtheden in andere studies, waar de vegetatietypen niet of op een andere wijze bij betrokken zijn.

Tabel 3-5 Broeddichtheden per vegetatie-hoofdtype en toekomstverwachting aantalsontwikkelingen

soort	broedbiotoop (hoofdtype vegetatie)	aantal broedparen <sup>1)</sup>	dichtheid in biotoop (aantal broedparen/ 100 ha)	toekomstverwachting aantalsontwikkelingen <sup>2)</sup>
Bergeend		315		-
Krakeend		126		-
Slobeend		192		-
Kuifeend		222		-
Grauwe kiekendief		2		-
Bontbekplevier	Zoute pioniervegetatie en zilt grasland	6	2,74	-
Kleine plevier	Zoute pioniervegetatie en zilt grasland	3	1,37	-
Strandplevier	Zoute pioniervegetatie en zilt grasland	3	1,37	-
Kluut	Zoute pioniervegetatie en zilt grasland	150	68,4	-
Dwergmeeuw		37		-
Kokmeeuw		3000		-
Visdief	Zoute pioniervegetatie en zilt grasland	140	63,9	-
Noordse stern	Zoute pioniervegetatie en zilt grasland	60	27,4	-
Kievit	Brak tot ontzilt grasland en duin(vallei)vegetaties	290	33,4	-
Grutto	Brak tot ontzilt grasland en duin(vallei)vegetaties	265	30,6	-
Tureluur	Brak tot ontzilt grasland en duin(vallei)vegetaties	250	28,8	-
Scholekster	Brak tot ontzilt grasland en duin(vallei)vegetaties	460	53,1	-
Kemphaan	Brak tot ontzilt grasland en duin(vallei)vegetaties	190	21,9	-
Bruine kiekendief	Rietvegetatie en natte ruigte	52	5,71	-
Ransuil	Struweel	14	90,3	-
Velduil	Duinrietvegetatie	6	2,10	-
Veldleeuwerik	Brak tot ontzilt grasland en duin(vallei)vegetaties	400	46,1	-
Oeverwaluw		149		0
Graspieper	Brak tot ontzilt grasland en duin(vallei)vegetaties	135	15,6	-
Gele kwikstaart	Brak tot ontzilt grasland en duin(vallei)vegetaties	20	2,31	-
Nachttegaal	Struweel	1	6,45	+
Blauwborst	(Natte) ruigtevegetaties en rietvegetaties	2	0,213	+
Sprinkhaanrietzanger	(Natte) ruigtevegetaties en rietvegetaties	120	12,8	0
Snor	Rietvegetaties en natte ruigtes	5	0,549	0
Rietzanger	(Natte) ruigtevegetaties en rietvegetaties	760	81,1	0
Bosrietzanger	Ruigtevegetaties en struweel	375	906	+
Kleine karekiet	Rietvegetaties en natte ruigtes	1400	153,6	0
Spotvogel	Struweel	1	6,45	+

soort	broedbiotoop (hoofdtype vegetatie)	aantal broed- paren <sup>1)</sup>	dichtheid in biotoop (aan- tal broedpa- ren/ 100 ha)	toekomst- verwachting aantalsontwik- kelingen <sup>2)</sup>
Braamsluiper	Struweel	2	12,9	+
Grasmus	Struweel	7	45,2	+
Baardmannetje	Rietvegetaties en natte ruigte	12	1,32	0
Kneu	Struweel	26	167,7	0
Rietgors	Rietvegetaties en natte ruigte	715	78,5	0

<sup>1)</sup> Berekend op basis van gegevens in Beemster et al. (1989); door extrapolatie van dichtheden in proefgebieden naar de gehele Lauwersmeer kunnen in de hier gepresenteerde getallen afwijkingen bestaan ten opzichte van het werkelijke aantal broedparen in de Lauwersmeer.

<sup>2)</sup> Volgens Beemster et al. (1989):  
 + = toename van aantallen  
 0 = gelijkblijvende aantallen  
 - = afname van aantallen

De recente aantallen zijn op grond van Beemster et al. (1989) bepaald voor de groepen pioniers, steltlopers, roofvogels en uilen en zangvogels. Van moeras- en watervogels zijn geen aantals- of dichtheidsgegevens voorhanden. Zilvermeeuw en Kleine mantelmeeuw zijn buiten beschouwing gelaten, daar zij in kolonies broeden en het berekenen van dichtheden voor deze soorten niet reëel is. Hetzelfde geldt voor de Torenvalk; deze broedt alleen in nestkasten. Voor soorten met zeer lage aantallen, zoals de Grauwe kiekendief, dienen de resultaten van de bewerking extra voorzichtig gebruikt te worden.

De recente aantallen zijn niet voor alle groepen in Beemster et al. (1989) gegeven; soms zijn aantallen gegeven, soms dichtheden; soms zijn getallen gegeven voor een enkele plaat, soms voor het hele gebied. Voor alle soorten is een schatting gemaakt van de huidige aantallen. Van een aantal soorten, waarvoor Beemster et al geen aantallen of dichtheden opgeeft, is de informatie in tabel 3-5 gebaseerd op een schatting aan de hand van de aantallen in SOVON (1987) en de in tabel 3-3 gegeven percentages van de totale Nederlandse broedpopulatie. De onnauwkeurigheid van deze methode wordt acceptabel geacht gelet op de globaliteit van de effectvoorspelling en de uiteindelijke effectbeoordeling in deze studie.

Voor soorten waarvoor Beemster geen verwachting heeft gegeven, is de verwachting ingevuld aan de hand van de verwachting van Beemster voor soorten die in dezelfde biotopen voorkomen.

### 3.2.2.3 Winter- en trekvogels

Het Lauwersmeergebied is met name van belang voor winter- en trekvogels van de soortengroepen water- en moerasvogels, steltlopers en roofvogels en uilen.

### *Water- en moerasvogels*

Grauwe gans, Brandgans, Smient en Wintertaling zijn voor kortere of langere tijd in het gebied aanwezig als wintergast. De beschikbaarheid van voedsel en rust is bepalend. De aantallen van deze soorten nemen af door het afnemen van het areaal pioniervegetaties. Van de viseters zijn Aalscholver en Grote zaagbek in grote aantallen aanwezig. Ook de Kleine zwaan overwintert in grote aantallen in het Lauwersmeergebied. De ondiepe slenken leveren een belangrijke voedselbron in de vorm van Schedefonteinkruid. Blad en zaad worden met name in de periode mei-september gegeten door Smient, Meerkoet en Krakeend. Met name Kleine zwaan en Tafeleend foerageren in oktober-november op de knolletjes van Fonteinkruid. Wanneer de knollenvelden uitgeput raken schakelen de kleine zwanen over op oogstrestanten van bieten en aardappelen. Andere voedselbronnen in de ondiepe slenken zijn algen (Krakeend), zoöplankton, muggelarven en wormen (Slobeend).

Een groot deel van de overwinterende watervogels is voor hun voedsel aangewezen op de platen. Grauwe ganzen foerageerden tot het begin van de jaren tachtig op de natuurlijke vegetatie in het najaar met name op zaden van Fioringras. Thans wordt meer op niet-natuurlijke vegetaties gefoerageerd en binnen de natuurlijke vegetaties hoofdzakelijk op beweidde platen. Van belang zijn knolletjes van Moeraszoutgras (oktober-november, als het grondwater tot aan het maaiveld staat), stolonen van riet en knollen van Zeebies, na de oogst achter gebleven graankorrels (in september-oktober), oogstrestanten van bieten en soms aardappelen (oktober en november) en het blad van wintergraan en diverse grassen (in het voorjaar). Voor brandganzen waren in het verleden de zeekraalvelden van groot belang; deze zijn grotendeels verdwenen en nu wordt steeds meer op Kwelder- en fioringras gefoerageerd (alleen beweid).

Voor smienten zijn de volgende voedselbronnen van belang: blad van Schedefonteinkruid (augustus-september), Zeekraal (oktober), Kwelder- en Fioringras (oktober- november), cultuurgrasland (december-februari). In het voorjaar zijn met name grasvegetaties op de beweidde platen in het Lauwersmeergebied van belang. Wintertalingen foerageren in augustus-september op slik, waar muggenlarven en wormen worden gezocht. Hun voorkeur gaat echter uit naar plantenzaden, die worden gezocht op de platen. Deze komen pas beschikbaar wanneer een laagje water op het maaiveld staat.

### *Steltlopers*

Het Lauwersmeergebied is een belangrijk foerageergebied voor diverse soorten steltlopers, waarvan Kluut, Bontbekplevier, Bonte strandloper, Kleine strandloper, Kempfaan, Zwarte ruiter en Grutto de talrijkste zijn. De grootste aantallen zijn aanwezig in de periode april-oktober op de slikkige gronden langs slenken.

### *Roofvogels en uilen*

Met name soorten van open terrein als Buizerd, Ruigpootbuizerd, Bruine kiekendief, Blauwe kiekendief, Slechtvalk, Smelleken, Torenavalk, Ransuil en Velduil zijn in de winterperiode talrijk. Soorten van bosgebieden als Havik en Sperwer zijn schaars. De onbeweide gebieden worden minder

aantrekkelijk door de vegetatie-ontwikkeling; prooidieren zijn minder goed te vangen. Het voorkomen van de Slechtvalk wordt steeds meer beperkt tot de beweide platen. De onbeweide platen zijn in belang afgenomen door de vegetatieontwikkeling en een afname van potentiële prooivogels (eenden, m.n. Wintertaling, steltlopers en duiven).

Smelleken, Blauwe kiekendief en Grauwe kiekendief jagen met name op de beweide platen op Veldleeuwerik, Graspieper en Spreeuw. De laatste wordt ook bejaagd op onbeweide platen waar de slaapplaatsen zijn gelegen. Ook de Bruine kiekendief predeert in de periode mei-juni voor een aanzienlijk deel op jonge vogels.

De Veldmuis is voor de overige genoemde roofvogels en uilen van groot belang als prooidier. Het voorkomen van muizen is sterk gebonden aan de relatief goed ontwaterde gronden en de hogere, zelden of nooit overstromde delen van de platen (boven 25 cm - NAP). De in het gebied broedende Torenavalken en Grauwe kiekendieven zijn voor de voedselvoorziening in toenemende mate afhankelijk van de Marnewaard, waar hoge muizendichtheden voorkomen. Het belang van de onbeweide platen in de voedselvoorziening van deze soorten is afgenomen.

Tabel 3-6 Samenvatting voedselrelaties winter- en trekvogels

Voedselgebieden	Voedsel	Soorten
<b>Water- en moerasvogels</b>		
Ondiepe slenken	Schedefonteinkruid	Smient, Meerkoet, Krakeend, Kleine zwaan, Tafeleend
	algen	Krakeend
	zoöplankton, muggelarven, wormen	Slobeend
Platen	gras en graszaden	Grauwe gans, Brandgans, Smient, Wintertaling
Open water	vis	Aalscholver, Grote zaagbek
Cultuurgrasland en akkers	oogstrestanten	Kleine zwaan, Grauwe gans
<b>Steltlopers</b>		
Slikkige gronden langs slenken	regenwormen, emelten, wolfspinnen, loopkevers	Kluut, Bontbekplevier, Bonte strandloper, Kleine strandloper, Kempphaan, Zwarte ruiter, Grutto
<b>Roofvogels en uilen</b>		
Beweide platen	vogels	Slechtvalk, Smelleken, Blauwe kiekendief, Grauwe kiekendief
Hogere delen platen (boven 25 cm - NAP)	Veldmuis	Buizerd, Ruigpootbuizerd, Bruine kiekendief, Blauwe kiekendief, Torenavalk, Ransuil, Velduil
Marnewaard	muizen	Torenavalk, Grauwe kiekendief

### *Zangvogels*

Buiten het broedseizoen zijn zwaluwen, piepers, Spreeuwen en Bonte kraaien in grote aantallen aanwezig. Gele kwikstaart, Boerenzwaluw, Spreeuw en Bonte kraai hebben slaappleatsen in het gebied, terwijl buiten het gebied wordt gefoerageerd. In de eerste jaren na de inpoldering profiteerden Frater, Strandleeuwerik en Sneeuwgorst van de zaadproductie in pioniervegetaties van zout milieu. Het oppervlak van deze vegetaties is echter afgenomen en daarmee de aantallen van deze soorten. Fraters zijn vooral nog te vinden in de jonge bosaanplant. Kort na het broedseizoen foerageren grote aantallen gierzwaluwen, oeverzwaluwen, boerenzwaluwen en huiszwaluwen in het gebied op muggen.

## 3.2.2.4 Ecologische relaties met de omgeving

### *Relaties met de directe omgeving*

De ecologische relaties van het Lauwersmeer met de directe omgeving komen vooral tot uiting via de avifauna. Fouragerende herbivore watervogels pendelen, voorzover ze hun voedsel niet in het Lauwersmeer zelf zoeken, tussen de rustgebieden in het Lauwersmeergebied en de foerageergebieden langs de Waddenkust. Aalscholver en Lepelaar zoeken een deel van hun voedsel langs de Waddenkust (vis en garnalen). Tevens fungeert het Lauwersmeergebied als wijkplaats voor steltlopers en zwemenden bij storm en hoog water. Deze functie wordt versterkt door de dan hoge boezemwaterstand, waardoor een grotendeels geïnundeerd gebied met relatief rustig, ondiep water aanwezig is (Beemster et al., 1989). Het Lauwersmeergebied ligt temidden van een hoofdzakelijk agrarische omgeving. De akkerbouwgebieden, die vooral aan de Groningse kant zijn gelegen, dienen van de nazomer tot diep in de winter en het vroege voorjaar als foerageergebied voor herbivore watervogels als Kleine zwaan, Grauwe gans, Kolgans en Rietgans. Daarnaast foerageren Kempphaan, Wulp en Blauwe kiekendief op de akkers. De voedselrelaties beperken zich tot een straal van circa 10 km rond het Lauwersmeer. Ook de graslandgebieden, die met name aan de Friese kant zijn gelegen, zijn van belang als foerageergebied door herbivore watervogels. Met name smienten pendelen tussen Lauwersmeer en deze graslanden, tot op een afstand van circa 10 km Brandgans, Kolgans, Rietgans en Kleine zwaan foerageren alleen op de graslanden in de directe nabijheid (Anjumer Kolken, rond Ee en Kollumerpomp). Voor deze vogels zijn de zuidelijke slenken en platen van het Lauwersmeergebied de belangrijkste rustgebieden (Beemster et al., 1989). Steltlopers als Wulp, Regenwulp en Kempphaan komen in gebieden tot op een afstand van 25 km. Roofvogels, kraaien en houtduiven vanuit de omgeving brengen het winterhalfjaar in het Lauwersmeergebied door. Roofvogels, met name kiekendieven, jagen in het oefenterrein Marnewaard, dat door de afwisseling van grote oppervlakken droog, ruig grasland en jonge boscomplexen een hoge prooidierstand heeft (Beemster et al., 1989).

### *Relaties met de wijde omgeving*

In internationaal opzicht is het Lauwersmeergebied, als onderdeel van de gehele Waddenkust, een belangrijke schakel in de keten van

voedselgebieden langs de ondiepe kusten van het Noordzeebekken. Het Lauwersmeer is hiermee onderdeel van de trekroute van grote aantallen ganzen, eenden, steltlopers en andere vogelsoorten tussen de broedgebieden in Noord-Eurazie en de overwinteringsgebieden in Zuid-Europa en Afrika. Dit geldt overigens met name in het najaar, wanneer de verschillende voedselbronnen hun maximale omvang hebben. In het voorjaar trekken met name herbivore watervogels meer via de rivierdalen van Centraal Europa (Beemster et al., 1989).

### 3.2.3 Overige fauna

#### Zoogdieren

Uit het gebied zijn, uitgezonderd vleermuizen, 19 zoogdiersoorten bekend. Het zijn Egel, Gewone bosspitsmuis, Waterspitsmuis, Huisspitsmuis, Mol, Vos, Hermelijn, Wezel, Bunzing, Amerikaanse nerts, Ree, Woelrat, Muskusrat, Aardmuis, Veldmuis, Dwergmuis, Bruine rat, Haas en Konijn (Beemster et al., 1989; Broekhuizen et al., 1992). In 1991 herbergde het gebied 300 reeën en 60 vossen. Het voorkomen van kleine zoogdieren als muizen is sterk gebonden aan de relatief goed ontwaterde gronden en de hogere, zelden of nooit overstromde delen van de platen (boven 25 cm - NAP) (Beemster et al., 1989).

#### Vissen

Als gevolg van de snelle verzoeting van het Lauwersmeer in 1969 door de instroom van zoet water, vond de intrek van zoetwatervissen uit het achterland snel plaats. Onderzoek in 1981 toonde aan dat de visstand uit circa 30% Baars en Snoekbaars bestond en circa 60% Brasem en Blankvoorn. Andere aangetroffen zoetwatervissen zijn Pos, Snoek, Kolblei, Rietvoorn, Zeelt, Karper, Aal, Driedoornige en Tiendoornige stekelbaars. Twee zoutwatervissen, Bot en Spiering, konden zich aanvankelijk handhaven, hoewel de stand van de Spiering later sterk is teruggelopen. De voedselsituatie voor vissen bleek goed, afgaande op groei en conditie. Recente gegevens over de visstand ontbreken (Beemster et al., 1989).

De relaties met de directe omgeving voor vissen zijn beperkt. Via het Dokkumerdiep en het Reitdiep is een open relatie met het achterland aanwezig. Over de concrete betekenis daarvan voor de visstand is weinig bekend. Wel is bekend dat de waterhuishouding van het Lauwersmeergebied zowel kwantitatief als kwalitatief wordt gedomineerd door het uit Groningen en Friesland toestromende water. De relatie met het zoutwatersysteem van de Waddenzee is hoofdzakelijk eenzijdig, in de richting van de zee. Visintrek (m.n. glasaal) vindt plaats binnen de technische marges van de vormgeving en het spuiregime van de Lauwerssluizen (Beemster et al., 1989).

#### Overig

Over andere faunagroepen (herpetofauna) zijn geen gegevens bekend.

## 4 Verkenning van de relaties tussen bodemdaling en ecologie

### 4.1 Waterhuishouding

De invloed van de bodemdaling op de waterhuishouding is onder te verdelen in het effect op het oppervlaktewatersysteem (macro-effect) en het, deels daarvan afgeleide, lokale effect (micro-effect). De invloed zal hieronder worden beschreven aan de hand van de volgende aspecten:

- peilfluctuaties door berging;
- peilfluctuaties door opstuwing;
- kwaliteit van het oppervlaktewater.

Per aspect wordt vervolgens vanuit de macro-analyse een uitwerking naar het lokale niveau gemaakt. Voor de lokale effectbepaling zijn de volgende componenten van belang:

- de inundatiekarakteristiek;
- de grondwaterstand;
- de (grond)waterkwaliteit.

#### Peilfluctuaties door berging

Bij gelijkblijvend streefpeil uitgangspunt van dit onderzoek, zal de bodemdaling leiden tot een vergroting van het gebied dat bij een bepaald peil is geïnundeerd. Dit effect is berekend met behulp van ARC/INFO en is gevisualiseerd in de kleurenfiguren in de navolgende hoofdstukken 5 en 6. De bodemdaling heeft ook effect op het bergend vermogen van het Lauwersmeer. De peilfluctuaties zijn een gevolg van waterberging in het meer. Het aan- en afvoerregime van het meer wordt met de volgende waterbalans-vergelijking beschreven:

$$Q_i + (N - E) + B - Q_u = 0$$

Hierin is:

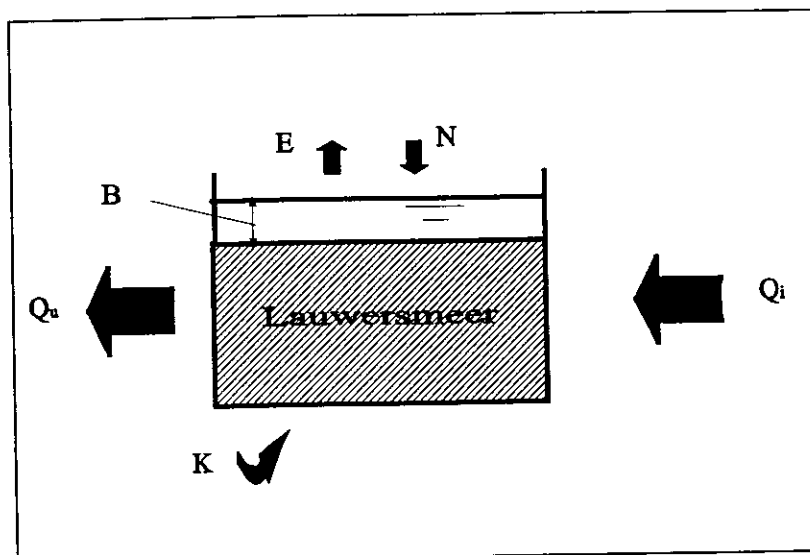
- $Q_i$  = ingelaten debiet vanuit de Groningse en Friese boezem ( $m^3$ )
- $N$  = neerslag in het gebied van het Lauwersmeer ( $m^3$ )
- $E$  = evapotranspiratie vanuit het gebied ( $m^3$ )
- $B$  = berging in het Lauwersmeer ( $m^3$ );
- $Q_u$  = uitgeslagen debiet ( $m^3$ )

De vergelijking is in figuur 4-1 schematisch weergegeven.

De evapotranspiratie  $E$  is de som van de gewasverdamping, de verdamping direct vanuit de bodem en vanuit het oppervlaktewater. Indien we veronderstellen dat de aan- en afvoercharacteristieken  $Q_i$  en  $Q_u$  en de netto neerslag ( $N-E$ ) niet veranderen, dan blijft het verloop van het bergingsvolume in het jaar ook ongewijzigd. Bij gelijkblijvend streefpeil zal het "natte" oppervlak van het meer na bodemdaling groter zijn. De berging van eenzelfde volume water leidt dan tot een kleinere stijging van het meerpeil.

Door de bodemdaling zal een groter gedeelte van het Lauwersmeergebied met oppervlaktewater wordt bedekt. De variaties in het meerpeil zullen kleiner zijn dan in de uitgangssituatie.

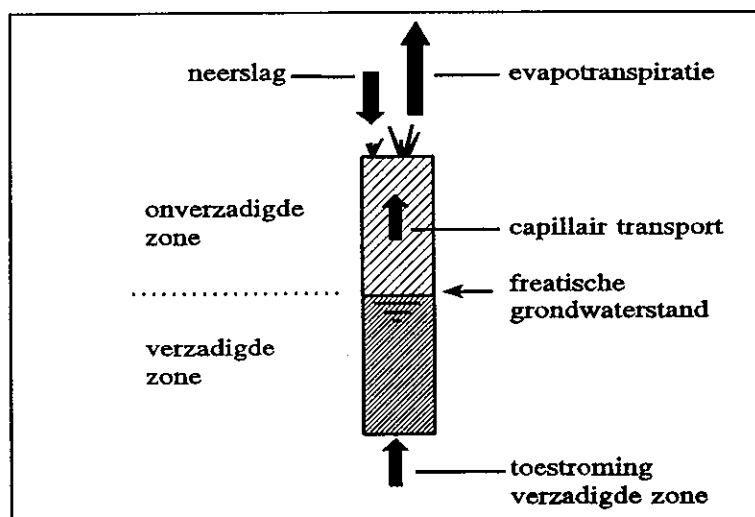
Figuur 4-1: Waterbalans Lauwersmeer



Op lokaal niveau zal de fluctuerende aan- en afvoer van oppervlaktewater na bodemdaling op een andere manier zijn vertaling vinden in de inundatiekarakteristiek. Gebieden die thans met een bepaalde frequentie inunderen zullen na bodemdaling vaker en langduriger inunderen. Andere gebieden die in de huidige situatie nooit onderlopen hebben na de bodemdaling een grotere kans op inundatie. De huidige hoogteligging en de lokale bodemdaling zijn bepalend voor de inundatiekans.

De grondwaterstand wordt in de zomersituatie op het merendeel van de platen bepaald door neerslag, evapotranspiratie en capillair transport in de onverzadigde zone. In de zomer overtreft de verdamping de nuttige neerslag. De vochtbalans van de onverzadigde zone wordt dan via capillaire opstijging sluitend gemaakt. Dit systeem is in figuur 4-2 schematisch weergegeven. In de evenwichtssituatie wordt de diepte van de grondwaterstand bepaald door de karakteristiek van de onverzadigde zone en de evapotranspiratie. Door het homogene bodemprofiel van de onverzadigde zone op de platen zal de maaiveld daling geen invloed hebben op de vochttoestand in de onverzadigde zone. De grondwaterstand in de zomersituatie zal na bodemdaling ten opzichte van het maaiveldniveau niet wijzigen maar meezakken met de maaiveld daling. Alleen bij de Rug en de Ballastplaat wordt in de zomer na bodemdaling een hogere grondwaterstand verwacht. Door de grotere doorlatendheid van de grofzandige plaatafzettingen wordt verwacht dat de invloed van het meerpeil op de grondwaterstand daar wel waarneembaar is. In de winter is er een neerslagoverschot. De plas-dras situatie die daardoor momenteel optreedt, zal na bodemdaling aanwezig blijven, voor zover het gebied niet wordt geïnundeerd.

Figuur 4-2: Waterbalans in zomersituatie, onderzadigde zone



#### Peilfluctuaties door opstuwing

De opstuwing van het waterpeil op het Lauwersmeer treedt met name op in het oostelijk gedeelte van het meer bij sterke noordwesten wind. Door vergroting van het natte oppervlak kan de opstuwing wat groter worden. Van belang hierbij is de "strijklengte" van de wind over het wateroppervlak en de helling van het maaiveld bij de waterlijn. Als strijklengte of maaiveldhelling toenemen, wordt de opstuwing groter.

#### Waterkwaliteit

De kwaliteit van het oppervlaktewater in het Lauwersmeer wordt in hoge mate bepaald door de kwaliteit van het aangevoerde water vanuit het achterland. Een wijziging van de kwaliteit van het oppervlaktewater als gevolg van de bodemdaling is bij handhaving van het huidige waterbeheer dan ook niet te verwachten.

Voor de gebieden die ook na bodemdaling worden gekarakteriseerd door een plas/dras-wintersituatie zal de snelheid van ontzilting niet wijzigen. Voor de zone waarin overspoeling in de winter optreedt zal als gevolg van een toenemende inundatiefrequentie en/of -duur mogelijk enige lokale versnelling van de ontzilting optreden.

#### Autonome ontwikkelingen

Het onderzoek beperkt zich tot de effecten binnen het Lauwersmeer-gebied in de periode tot 2010. Alhoewel hiervan in het onderzoek niet wordt uitgegaan is het niet uitgesloten dat in deze periode, als gevolg van ontwikkelingen die los staan van de bodemdaling en deels ook buiten het

gebied liggen veranderingen zullen optreden die van invloed kunnen zijn op het waterhuishoudkundig systeem. Dit betreft:

- 1 aanpassingen buiten het Lauwersmeer in relatie met de bodemdaling;
- 2 autonome ontwikkelingen in de omgeving zoals zeespiegelrijzing, en overige aanpassingen in het waterbeheer in het afwaterend gebied;
- 3 een gewijzigd beheers- en ontwikkelingsbeleid voor het gebied.

**ad 1** De bodemdaling vereist dat de waterhuishoudkundige inrichting van noordwest Groningen op termijn wordt aangepast (WING-onderzoek, 1993). De afwatering richting Lauwersmeer kan dan wijzigen. De volgende elementen kunnen aan verandering onderhevig zijn:

- de afwateringsrichting: naast afwatering naar het Lauwersmeer is afwatering in noordelijke richting (direct op de Waddenzee) en oostelijke richting denkbaar;
- peilbeheer in het gebied: door peilaanpassingen kan de kwantiteit en kwaliteit van het waterbezwaar van polders wijzigen en daardoor de afvoer naar het Lauwersmeer;
- bergend vermogen in de boezem: door vergroting van het bergend vermogen kunnen piekafvoeren naar het Lauwersmeer worden afgevlakt.

Dit betekent dat de afwateringskarakteristiek vanuit Groningen, en mogelijk ook vanuit Friesland, verandert. Afname van het jaarlijkse afwateringsvolume en afvlakking van piekafvoeren resulteren, bij handhaving van het vigerende spuibeleid, in een afname van de peilfluctuaties. Een toename van het totale afwateringsvolume kan een toename van de peilfluctuaties tot gevolg hebben.

**ad 2** Autonome ontwikkelingen als zeespiegelrijzing, vergroting van het stedelijk oppervlak in het afwaterend gebied en vergroting van het afwaterend gebied, kunnen eveneens van invloed zijn op de aanvoercharacteristiek vanuit de Groningse boezem.

De afvoer naar de Waddenzee via het spuicomplex bij Lauwersoog zal bij een zeespiegelrijzing worden bemoeilijkt. De vrije lozing vindt plaats bij buitenwaterstanden lager dan het meerpeil. Door de zeespiegelrijzing neemt de frequentie van gestremde lozing toe. Zonder aanpassing van het spuicomplex betekent dit dat de perioden waarin het Lauwersmeer als berging wordt benut, zullen toenemen. Hierdoor zal een specifiek hoog meerpeil frequenter optreden. Tenslotte zal bij zeespiegelrijzing en handhaving van het peilbeheer in het Lauwersmeer de kwelstroming vanuit de Waddenzee toenemen.

**ad 3** In het kader van de verdere uitwerking van het natuurontwikkelingsbeleid is het denkbaar dat het waterbeheer van het Lauwersmeer in de periode tot 2010 aangepast wordt. Beperkt toelaten van zout-invloed vanuit de Waddenzee is een vergaande optie (zie intermezzo in hoofdstuk 1) met zeer vergaande consequenties voor het waterhuishoudkundig systeem. Effecten van bodemdaling vallen daarbij in het niet. In de Beheers- en Ontwikkelingsvisie voor het Lauwersmeer (CNL, 1991) staan de volgende minder vergaande vanuit het natuurbeleid wenselijk geachte aanpassingen van het systeem opgesomd:

- het zolang mogelijk vasthouden van hoge waterstanden in de winterperiode (november t/m maart);
- verhoging van het streefpeil tot maximaal 0.50 m -NAP in de voor- en najaarsperiode (april/mei en september/oktober);
- verlaging van het streefpeil in de zomerperiode (juni t/m augustus) tot 1 m - NAP en het vasthouden van optredende tijdelijke peilverhogingen in neerslagrijke perioden.

Het kan niet uitgesloten worden dat voor 2010 één of meerdere van deze aanpassingen wordt doorgevoerd. De aanpassingen hebben een ingrijpender effect op het waterbeheer, de inundatiekarakteristieken en de daarmee samenhangende ecologische ontwikkelingen dan het effect dat als gevolg van bodemdaling door gasproductie optreedt. De conclusie lijkt in ieder geval getrokken te kunnen worden dat bijstelling van het peilregime in ieder geval eventuele negatieve effecten van bodemdaling kan compenseren.

## 4.2 Vegetatie

De effecten op de vegetatie kunnen worden afgeleid uit de relatie tussen de vegetatie en het standplaatsmilieu (par. 3.2.1). Het belangrijkste effect op de vegetatie is de relatieve stijging van het waterpeil en daarmee van de overstromingsduur en -frequentie. Omdat de bodemdaling zeer geleidelijk over enkele tientallen jaren verloopt zullen ook de omstandigheden op het standplaatsmilieu maar langzaam veranderen. Dit geeft de vegetatie gelegenheid om zich aan te passen waardoor het effect vooral zal bestaan uit verschuivingen van vegetatiezones. Per vegetatiegroep wordt hieronder aangegeven welk effect een stijgend waterpeil zal hebben op de vegetatiesamenstelling. Op basis hiervan zijn dosis-effectrelaties gedefinieerd. Deze geven aan wat het verband is tussen (verandering in) inundatie-duur en (verandering in) de vegetatie, en worden gebruikt om de effecten van bodemdaling te kwantificeren.

### *Zilte pioniervegetatie*

Zilte pioniervegetaties komen voor op de laagste delen van het Lauwersmeer, die vaak langdurig overstroomd zijn. Al bij een geringe daling van de bodem komen delen van deze vegetatiezone, met name bij Langs de Zwarten, het gehele jaar door onder water te staan en verdwijnt de pioniervegetatie. Voor de verspreid voorkomende plekken met zilte pioniervegetaties is de situatie ingewikkelder. Deze liggen vermoedelijk in lokale depressies. Ook hiervoor geldt echter dat tenminste delen van deze vegetaties in een situatie van continue inundatie terecht komen en dat daarom tenminste delen van de vegetaties verloren gaan. Op deze plekken ontstaan dan vrijwel permanente plasjes, zonder vegetatie, of met verspreid biezen groei.

### *Zilt grasland*

De ontwikkeling van zilte graslanden bij een (relatief) verhoogd waterpeil hangt samen met de huidige waterhuishouding. De hoogste delen blijven tot het zilte grasland behoren, waarbij overigens wel veranderingen in de soortensamenstelling verwacht kunnen worden. Zeekraal en Gewoon

kweldergras zullen toenemen, terwijl Zilte rus en Fioringras vermoedelijk zullen afnemen. De laagste delen, die nu ongeveer 40 dagen per jaar overstromd zijn, gaan over naar een overstromingsduur van 42 tot 252 dagen per jaar. Dit betekent, dat deze graslanden veranderen in een pioniervegetatie. De grassen en kruiden, die langdurige overstromingen niet tolereren, verdwijnen. Soorten die optimaal groeien bij langdurige overstromingen kunnen zich daarom vestigen. Gezien het (huidige) zilte karakter zal het daarom gaan om zilte pioniervegetaties.

#### *Brak tot ontzilt grasland*

Deze vegetaties, die voorkomen bij een brede range van overstromingsfrequenties, blijven bij bodemdaling tot hetzelfde type behoren. Alleen de laagstgelegen plekken, die vrijwel permanent onder water zullen komen te staan, gaan over in onbegroeide oevers, met wellicht verspreid groei van biezen.

#### *Rietvegetatie en natte ruigte*

De rietvegetaties en natte ruigten komen voor bij een brede range van overstromingsduur. (Relatieve) verhoging van het waterpeil zal dan ook geen veranderingen geven in het voorkomen van deze vegetaties.

#### *Oevervegetatie met biezen*

Oevervegetaties met biezen komen in de huidige situatie slechts incidenteel voor, voornamelijk in ondiep water en in vaak en langdurig overstromde oevers. Dit standplaatsmilieu komt in het Lauwersmeer over veel grotere oppervlakten voor dan het vegetatietype zelf. Bij (beperkte) bodemdaling zullen deze vegetaties zich doorgaans goed kunnen handhaven. Het standplaatstype dat behoort bij deze oevervegetaties kan bij bodemdaling ontstaan op plaatsen waar nu andere vegetaties voorkomen. Het vegetatietype met biezen zal zich op deze plaatsen slechts incidenteel ontwikkelen.

#### *Duinrietvegetatie*

De duinrietvegetaties zijn niet bestand tegen zeer frequente/langdurige overstromingen. De ontwikkelingen hangen af van de huidige hydrologie van de plekken waar deze vegetaties voorkomen. Van de duinrietvegetaties zijn daarom drie subtypen onderscheiden. Het type met Fioringras, dat vooral op droge plekken voorkomt, gaat bij een matige vernatting (5 tot 97 dagen geïnundeerd per jaar) over in ontzilt grasland, bij ernstiger vernatting (97 tot 252 dagen geïnundeerd per jaar) over in rietvegetatie en natte ruigte en bij langduriger inundaties over in open water met verspreid biezenegroei. Voor het type met Ruw beemdgras geldt bijna hetzelfde als voor het type met Fioringras. Het type met Ruw beemdgras is echter beter bestand tegen geringe overstroming en blijft daarom bij overstromingen tot 28 dagen per jaar onveranderd. Het type met Riet gaat bij een overstromingsduur van 5 tot 252 dagen per jaar over in een rietvegetatie of natte ruigte. Bij langduriger overstromingen gaat dit type ook over in oevervegetatie, met biezen en/of Riet.

*Duin(vallei)vegetatie*

De duin(vallei)vegetaties blijven grotendeels niet-overstroomd. Vanwege het voorkomen op vooral zandige bodems hoeft bij eventuele toename van de overstroming geen sterke nalevering van zout verwacht te worden. De duin(vallei)vegetaties, waarvan de meeste soorten bestand zijn tegen overstroming buiten het groeiseizoen, zullen zich daarom grotendeels handhaven. Alleen bij langduriger overstromingen worden effecten verwacht. Bij een overstromingsduur van 42 tot 252 dagen gemiddeld per jaar, gaan de duinvalleivegetaties over in brak tot ontzilt grasland. Bij nog langere overstroming ontstaat open water met oevervegetatie van vooral biezen en mogelijk Riet.

*Ruigtevegetatie*

Wat betreft de aanwezigheid van ruigtevegetaties zullen weinig veranderingen optreden. Het voorkomen van deze vegetaties wordt grotendeels bepaald door menselijke invloeden op het bemestingsniveau. Deze beïnvloeding verandert niet door eventuele bodemdaling. Bij langdurige overstromingen gaan de ruigtevegetaties over in natte ruigtes. Bij vrijwel permanente overstroming ontstaat open water (oever) met verspreide biezenegroei.

*Dwergstruweel*

De verandering van de standplaatsen van de dwergstruwelen bij een daling van de bodem met maximaal 15 cm is gering. Er vindt een geringe toename plaats van de overstromingsduur. De meeste soorten in de dwergstruwelen zijn hier wel tegen bestand. De dwergstruwelen zullen daarom als zodanig grotendeels aanwezig blijven. Bij langdurige overstromingen gaan de dwergstruwelen over in rietvegetatie en natte ruigte. Bij vrijwel permanente overstroming ontstaat open water (oever) met verspreide biezenegroei.

*Struweel*

De struwelen liggen grotendeels op een dusdanige hoogte dat deze ook bij een bodemdaling van 15 cm nog niet overstroomd raken. Slechts op enkele plekken zal wel overstroming gaan optreden. In het algemeen zal de toename van het vocht in de bodem leiden tot een verminderde diepte waarop de wortels van de bomen functioneren (de wortels van de hier aanwezige bomen nemen in de bodem zuurstof op). Het is daarom mogelijk dat soorten als Zomereik, Gewone esdoorn, Grauwe abeel en Gladde iep zullen afsterven.

## 4.3 Fauna

**Algemeen**

Effecten op de aantallen van bepaalde diersoorten kunnen het gevolg zijn van een gewijzigde oppervlakte broedbiotoop en/of een wijziging van de voedselbeschikbaarheid.

Het broedbiotoop wordt voor veel soorten vogels bepaald door de vegetatiestructuur. Veranderingen in de vegetatiestructuur leiden tot

veranderingen in de dichtheden van broedende vogelsoorten en verschuivingen in de samenstelling van de broedvogelbevolking. Beschikbaarheid van voedsel als relevante factor bij bodemdaling speelt bij bepaalde broedvogels een rol (bijvoorbeeld muizen voor de Velduil) en vooral bij winter- en trekvogels. Deze zijn afhankelijk van diverse voedselbronnen, variërend van Schedefonteinkruid tot muizen en vogels.

Zoals reeds bij de vegetatie is aangegeven, verlopen de door bodemdaling veroorzaakte veranderingsprocessen zeer langzaam. Ook veranderingen in vegetatiestructuur en voedselbeschikbaarheid verlopen daarom langzaam. Dit biedt de meeste diersoorten gelegenheid om te reageren op hun veranderende leefomgeving bij het zoeken naar geschikte broed- en foerageerhabitats. De in dit rapport beschreven effecten van bodemdaling komen dan ook geleidelijk tot stand.

In tabel 3-6 in de systeembeschrijving zijn de voedselgebieden aangegeven voor verschillende soorten winter- en trekvogels. Verandering in de oppervlakten van voedselgebieden zal leiden tot veranderingen in de beschikbaarheid van voedsel. De gevolgen die dit heeft voor de fauna zijn hier (in kwalitatieve termen) uit af te leiden.

### **Broedvogels**

#### *Pioniers*

Bontbekplevier, Kleine plevier en Strandplevier broeden op plekken met een hoge milieudynamiek. In het Lauwersmeer zijn dit met name de zilte pioniervegetaties. Verlaging van het maaiveld leidt tot het lokaal verdwijnen van deze vegetaties, maar op andere plaatsen ook weer tot het ontstaan van nieuwe pioniervegetaties. De plevieren zullen daarbij waarschijnlijk 'meeverhuizen'. Hoewel er geen lineaire relatie is tussen oppervlakte pioniervegetatie en aantallen broedparen (zie paragraaf 3.2.2.2), wordt hier bij de ten behoeve van de kwantificering van de effecten wel van uitgegaan. Deze kwantificering geeft daarom eerder een beeld van de verandering in potentieel broedareaal dan van de door zeer veel factoren bepaalde populatiegrootte. De in kolonies broedende pioniersoorten (meeuwen en sterns) zijn niet afhankelijk van de oppervlakte van de pioniervegetatie, maar van de aanwezigheid van open vegetaties. Deze soorten zullen daarom alleen beïnvloed worden door 'dichtgroeien' van het gebied, en naar verwachting niet door verschuivingen en (relatief) geringe veranderingen in oppervlaktes van open vegetaties.

#### *Water- en moerasvogels (excl. zangvogels)*

Fuut en Meerkoet broeden in oeverzones, en worden daarom nauwelijks beïnvloed door bodemdaling: de oeverzones zullen plaatselijk verschuiven, maar niet veel langer of korter worden.

De eendesoorten Slobeend, Kuifeend, Wilde eend, Bergeend en Krakeend zijn afhankelijk van bepaalde vegetatiestructuren om te broeden.

Veranderingen in de oppervlakte van deze vegetatiestructuren zullen mogelijk leiden tot veranderingen in broedaantallen. In paragraaf 3.2.2.2 is echter al aangegeven dat deze soorten meer voorkomen in natte jaren dan in droge jaren. Dit betekent, dat bodemdaling behalve een effect via de

vegetatie, ook andere (positieve) effecten teweeg zal brengen. Een afname van potentieel broedareaal kan daarom gecompenseerd worden door verhoging van de kwaliteit van het overblijvende areaal. Dosis-effectrelaties zijn echter niet bekend, en de invloed van dit effect is dan ook niet te kwantificeren.

Voor de in de rietvelden broedende soorten (Roerdomp, Porseleinhoen, Waterral, etc.) zal een relatie aanwezig zijn tussen de oppervlakte rietvegetatie en de aantallen van deze soorten (of in elk geval de potenties van het Lauwersmeer voor deze soorten). Veranderingen in de oppervlakte rietvegetatie leiden naar verwachting tot veranderingen in de aantallen van deze soorten. Lepelaar en Blauwe reiger, die in kolonies broeden in de rietvelden, zullen niet beïnvloed worden door (geringe) veranderingen. Alleen een continu onder water staan van hun broedplaatsen kan negatieve gevolgen hebben.

#### *Weidevogels*

Weidevogels zijn territoriaal broedende vogelsoorten en daardoor direct oppervlakte-afhankelijk van bepaalde vegetaties. Veranderingen in de oppervlakte van gras-vegetaties zullen leiden tot veranderingen in de aantallen van deze soorten. Een vernatten van de huidige grasvegetaties kan daarnaast leiden tot een hogere voedselbeschikbaarheid in deze graslanden, waardoor de dichtheid kan toenemen. Dit mogelijk (positief) effect kan niet worden gekwantificeerd.

#### *Roofvogels en uilen*

Roofvogels en uilen zijn voor een groot deel afhankelijk van de aanwezigheid van muizen. De oppervlakte waarop muizen kunnen voorkomen is afhankelijk van het areaal droge gronden, dat onder invloed van bodemdaling zal afnemen. Roofvogels en uilen zullen daardoor minder geschikt foerageergebied hebben en in aantallen achteruitgaan.

#### *Zangvogels*

De zangvogels zijn territoriaal en daarom rechtstreeks afhankelijk van de oppervlakte vegetatie waar zij in voorkomen. Verandering in oppervlakte van vegetatiegroepen leidt tot verandering in aantal broedparen.

#### **Winter- en trekvogels**

##### *Water- en moerasvogels*

Deze soorten kunnen grofweg in twee categorieën verdeeld worden, met verschillende voedselbiotopen:

- in het Lauwersmeer vooral in (ondiep) water foeragerende soorten;
  - in het Lauwersmeer vooral op grazige vegetaties foeragerende soorten.
- Bij bodemdaling neemt de oppervlakte (ondiep) water toe. Voor de hiervan afhankelijke water- en moerasvogels kan het Lauwersmeer daardoor in betekenis toenemen. Voor een aantal soorten kan dit leiden tot grotere aantallen in het Lauwersmeer (afhankelijk van de draagkracht van het gebied). De oppervlakte grazige vegetaties neemt af bij bodemdaling. Voor soorten die (een deel van het jaar) afhankelijk zijn van deze vegetaties wordt de draagkracht van het Lauwersmeer kleiner en dus zullen er geringere aantallen in het Lauwersmeer kunnen overwinteren. Dit betekent

dat een groter aantal individuen van deze soorten zal moeten uitwijken naar de omringende (landbouw)gebieden.

#### *Steltlopers*

Steltlopers komen vooral in de trektijd voor (najaar en voorjaar). Ze zijn vooral afhankelijk van slikkige gronden. Bodemdaling zal voor deze soorten vermoedelijk weinig gevolgen hebben, of zelfs positief zijn (de oppervlakte slikkige grond zal in elk geval niet afnemen en wellicht zelfs toenemen).

#### *Roofvogels en uilen*

Voor een deel foerageren overwinterende roofvogels en uilen op de beweide platen (met een open vegetatiestructuur), die bij bodemdaling in oppervlakte zullen afnemen. Dit zal leiden tot een geringere draagkracht van het gebied. In hoeverre dit verlies aan draagkracht kan worden opgevangen door andere gebieden, bijvoorbeeld de Marnewaard, is niet te voorspellen. Eén en ander hangt af van het huidige gebruik van niet beïnvloede gebieden door overwinterende roofvogels en uilen. Er vanuitgaande dat er optimaal gebruik gemaakt wordt van het gebied, leidt de afname van de oppervlakte beweide platen tot een afname van de aantallen roofvogels en uilen in het Lauwersmeer.

#### *Zangvogels*

De meeste doortrekkende en overwinterende zangvogels zijn slechts in geringe mate voor hun voedselvoorziening afhankelijk van het Lauwersmeer, en zullen daarom weinig beïnvloed worden door bodemdaling. Uitzondering hierop vormen Frater, Strandleeuwerik en Sneeuwgorst, die vooral foerageren op zaadbronnen in zout milieu. De draagkracht van het Lauwersmeer voor deze soorten is afhankelijk van de oppervlakte zilte (pionier)vegetaties. Door bodemdaling versnelde afname in deze oppervlakte zal leiden tot versnelde afname van deze soorten in het Lauwersmeer.

## 4.4 Beheer

Naast een directe relatie tussen overstromingsduur en vegetatie, bestaat ook een relatie tussen de overstromingsduur en het gevoerde begrazingsbeheer, waardoor indirecte effecten op de vegetatie-ontwikkeling op kunnen treden.

In het gebied wordt op twee wijzen een vegetatiebeheer met grote grazers gevoerd:

- zomerbegrazing op de lage platen in het noordelijk deel van het Lauwersmeer;
- jaarrondbegrazing, momenteel als proef op de Zoutkamperplaat, maar bij positieve resultaten uit te breiden naar andere gebieden waar voldoende hogere (overstromingsvrije) gronden aanwezig zijn.

Bij een toenemende overstromingsduur op de lager gelegen platen met graslanden zal de grasproductie in enige mate afnemen. Dit effect wordt echter ook nagestreefd door het begrazingsbeheer: afvoeren van organisch materiaal om de vegetatie-ontwikkeling te vertragen. Een agrarische productie-doelstelling (gras en/of vee) wordt niet nagestreefd. Daarnaast kan het totale areaal grasland afnemen. Deze effecten kunnen worden opgevangen door de begrazingsdruk af te stemmen op de nieuw ontstane grasproductie en het nieuwe totale areaal grasland.

Bij de jaarrondbegrazing bestaat een duidelijke wisselwerking tussen hoger en lager gelegen delen van het gebied. De bedoeling is dat het vee in de zomerperiode graast op de lager gelegen platen. In de winterperiode, wanneer de lager gelegen platen niet toegankelijk zijn, kan het vee overleven door gebruik te maken van de voedselvoorraad op de hoger gelegen platen. De begrazingsintensiteit voor jaarrondbegrazing is afhankelijk van de hoeveelheid voedsel op de hogere platen. De oppervlakte hoger gelegen gebieden is daarom een kritische factor. In globale zin dient het winteroverlevingsgebied (droge gronden) minimaal even groot te zijn als het zomerbegrazingsgebied. Bij de huidige begrenzing van het beheersgebied voldoen alleen de Zoutkamperplaat en de Ezumakeeg aan dit criterium. Bij een afnemend oppervlak droge gronden zal, door een te lage begrazingsdruk, de beheersdoelstelling voor de lagere platen niet gehaald worden, waardoor verruiging op kan gaan treden. In dit geval zullen aanvullende maatregelen getroffen moeten worden, zoals bijvoeding of aanvullende zomerbegrazing. Het beheersdoel om belangrijke delen van het Lauwersmeer te beheren met natuurlijke jaarrondbegrazing komt hiermee onder druk te staan.

## 4.5 Effectbepaling

### 4.5.1 Het gebruik van GIS

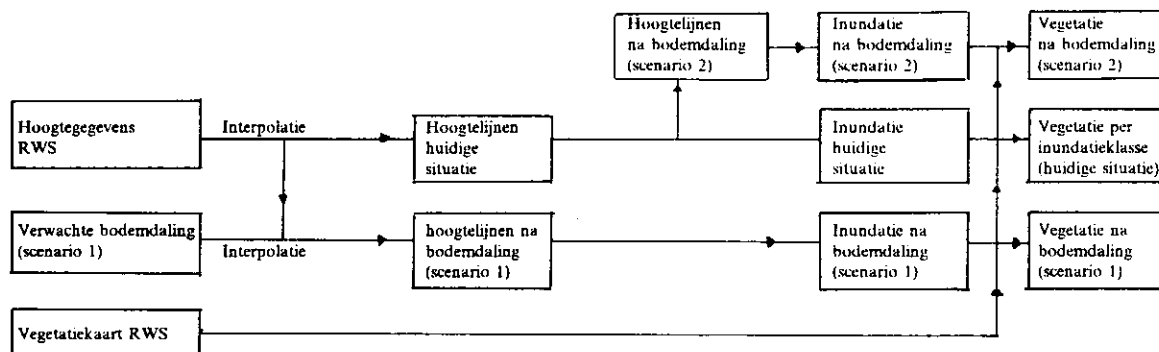
Bij de uitvoering van deze studie is gebruik gemaakt van een Geografisch Informatie Systeem (GIS). Zowel voor de systeembeschrijving als voor de beschrijving van de effecten zijn met behulp van GIS ruimtelijke analyses uitgevoerd, gebruik makend van digitale gegevensbestanden van Rijkswaterstaat (RWS) en de NAM. De resultaten van deze analyses zijn in de navolgende hoofdstukken van (5 en 6) dit rapport in kaart- en tabelvorm gepresenteerd. In het hiernavolgende gedeelte wordt toegelicht op welke wijze deze kaarten tot stand zijn gekomen, welke basisgegevens daarvoor gebruikt zijn en hoe de eindresultaten geïnterpreteerd kunnen worden.

In de toelichting worden een aantal stappen onderscheiden:

- Het berekenen van de huidige maaiveldhoogte;
- Het berekenen van de maaiveldhoogte na bodemdaling (2 scenario's);
- Het bepalen van de overstromingsduur (voor en na bodemdaling);
- Het bepalen van de effecten van bodemdaling op de vegetatie.

In Figuur 4-3 zijn deze stappen terug te vinden. Hierin is op een vereenvoudigde wijze weergegeven op welke wijze basisgegevens zijn verwerkt tot de kaarten in dit rapport.

Figuur 4-3: Toepassing GIS voor de systeembeschrijving en effectvoorspelling



### Huidige maaiveldhoogte

Als gevolg van de bodemdaling door de gasproductie stijgt het waterpeil ten opzichte van het maaiveld. Dit heeft direct gevolgen voor de vegetatie in het Lauwersmeergebied en daarmee indirect gevolgen voor de fauna. Om een voorspelling te kunnen doen van de reikwijdte van deze effecten is het van belang om zowel voor de huidige situatie als voor de situatie na de bodemdaling in beeld te brengen welke gebieden gedurende welke periode overstromen. Hiervoor moeten peilgegevens gekoppeld worden aan maaiveldhoogten.

De peilgegevens zijn door RWS op basis van waargenomen peilstanden in het verleden bepaald. Deze gegevens zijn in tabel 4-1 weergegeven. Hieruit is af te lezen gedurende hoeveel dagen in een jaar een bepaald peil in het Lauwersmeergebied op zal treden. De peilstanden zijn weergegeven in stappen van 10 centimeter.

RWS heeft ook een digitaal bestand ter beschikking gesteld met de huidige maaiveldhoogten. Dit bestand is door RWS vervaardigd op basis van lokaties waar in het verleden een hoogtemeting is verricht. De actualiteit van deze meetgegevens varieert sterk. Meetgegevens uit de jaren zestig zijn aangevuld met nieuwe metingen in de periode daarna. Een nadere beschrijving van de actualiteit is niet beschikbaar. Bovendien waren de oorspronkelijke hoogtegegevens (punten) niet beschikbaar voor dit onderzoek. RWS heeft een digitale kaart ter beschikking gesteld met hoogtelijnen. Deze zijn berekend via een interpolatie van de oorspronkelijke meetgegevens. Deze kaart is verder bewerkt omdat de hoogteklassen uit deze kaart (de stap tussen 2 hoogtelijnen) te grof zijn om de effecten van de bodemdaling te kunnen voorspellen. Zo bevat de kaart van RWS de klasse "-0.50m tot -0.75m N.A.P". De verwachte daling van de bodem in het Lauwersmeer ligt tussen de 3 en 24 centimeter. De inundatieduur verschilt beduidend voor elke stap van 10 centimeter. Dat betekent dat het niet mogelijk is om op basis van een dergelijke indeling van hoogteklassen een kaart af te leiden met maaiveldhoogten na bodemdaling omdat de bodemdaling een klasse niet of nauwelijks overschrijdt. Ook is het niet mogelijk om uit deze kaart inundatiekaarten af te leiden. Binnen 1 hoogteklasse is de variatie in overstromingsduur immers te groot.

Er is daarom een kaart samengesteld met hoogtelijnen in stappen van 10 centimeter. Hiertoe is uit de hoogtekaart van RWS een bestand afgeleid met punten, ieder met een "bekende" hoogte. Vervolgens is er een grid over het studiegebied gelegd, bestaande uit vierkanten van ieder 100 x 100 meter. Met het hoogtepunten-bestand is aan een aantal grids een hoogte toegekend. Daarna zijn via interpolatie (kriging in combinatie met een korte zoekafstand) ook aan de tussenliggende grids een maaiveldhoogte toegekend. Het resultaat van deze bewerking is daarna gebruikt om hoogtelijnen samen te stellen in stappen van 10 cm. Op deze wijze is de kaart van RWS met bestaande maaiveldhoogte toegesneden op de te verwachten effecten van bodemdaling.

**Gelet op de onnauwkeurigheid van de onderliggende data moet met de nodige voorzichtigheid met (gevisualiseerde) rekenresultaten worden omgegaan. Kwantitatieve conclusies zijn alleen indicatief.**

#### **Maaiveldhoogte na bodemdaling**

De NAM heeft een prognose opgesteld met de te verwachten bodemdaling (zie figuur linksboven achterin de flap van dit rapport). Deze prognose staat aan de basis van scenario 1. Per vierkante kilometer is door de NAM aangegeven hoeveel de bodem naar verwachting zal dalen. Deze gegevens zijn als invoer gebruikt voor een interpolatie, die op dezelfde wijze is uitgevoerd als hiervoor beschreven. Per vierkant van 100 x 100 meter is de bodemdaling berekend. Vervolgens is dit grid gecombineerd met het grid met de (berekende) huidige maaiveldhoogte. Op deze wijze is er per grid een nieuwe maaiveldhoogte (na bodemdaling volgens scenario 1) berekend om daarna de hoogtelijnen in stappen van 10 cm samen te stellen.

Scenario 2 gaat uit van een bodemdaling van 20 cm in het gehele gebied. Dat betekent dat de maaiveldhoogte na bodemdaling volgens dit scenario rechtstreeks kan worden afgeleid uit de kaart met de berekende maaiveldhoogte in stappen van 10 centimeter. Elke klasse schuift als het ware 2 klassen op. Een nieuwe interpolatie is niet nodig omdat de daling ruimtelijk niet varieert.

#### **Overstromingsduur (voor en na bodemdaling)**

Kaarten met de overstromingsduur zijn rechtstreeks af te leiden uit de hoogtekaarten en de peilgegevens. Op de twee navolgende pagina's is de overschrijdingskans gevisualiseerd voor de huidige situatie en de situatie na bodemdaling bij het realistische scenario 1.

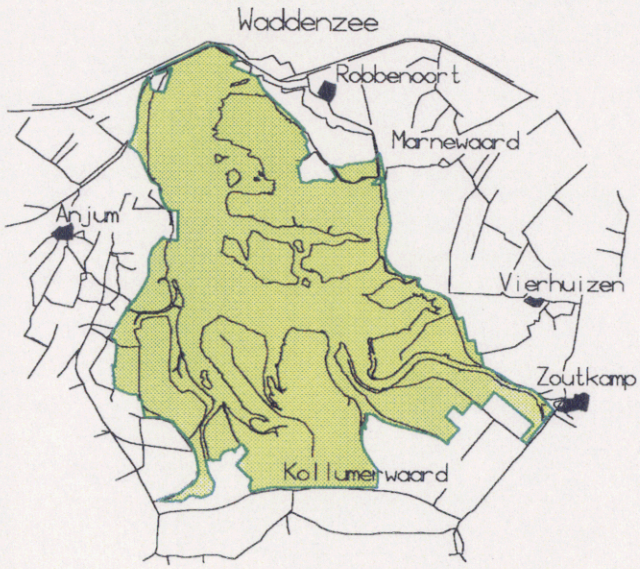
Elke hoogteklaas wordt vertaald in een inundatieklasse. Rekening houdend met de aanwezige vegetatie en de te verwachten effecten (ontziltng als het gevolg van een langere overstroming door zoet water) zijn de klassen samengesteld die in tabel 4-1 zijn weergegeven.

Tabel 4-1 Inundatieklassen

klasse	aantal dagen per jaar overstroomd
1	0
2	2-5
3	5-9
4	9-28
5	28-42
6	42-97
7	97-252
8	252-360

#### **Effecten van bodemdaling op de vegetatie**

RWS (lit. RWS Meetkundige Dienst Lelystad) heeft een digitaal bestand ter beschikking gesteld waarin de aanwezige vegetatie in het Lauwersmeergebied is geclassificeerd aan de hand van luchtfoto's uit 1989. De 93 vegetatietypen uit deze kaart zijn gegroepeerd tot 14 vegetatiegroepen. Uit een combinatie van de vegetatiekaart van RWS en de kaart met inundatieklasse in de huidige situatie (via een zgn. overlay: 2 kaarten worden als het ware op elkaar gelegd) is informatie afgeleid voor de systeembeschrijving. Het voorkomen van vegetatietypen is in beeld gebracht, gekwantificeerd en gerelateerd aan de huidige overstromingsduur. Op deze wijze zijn er dosis-effect relaties (tussen inundatieduur en het voorkomen van een bepaald type vegetatie) bepaald.

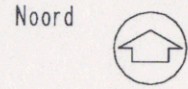


Onderzoek effecten bodemdaling Lauwersmeer

Overschrijdingskans (jaar): huidige situatie

Schaal: 0 1500 3000 m.

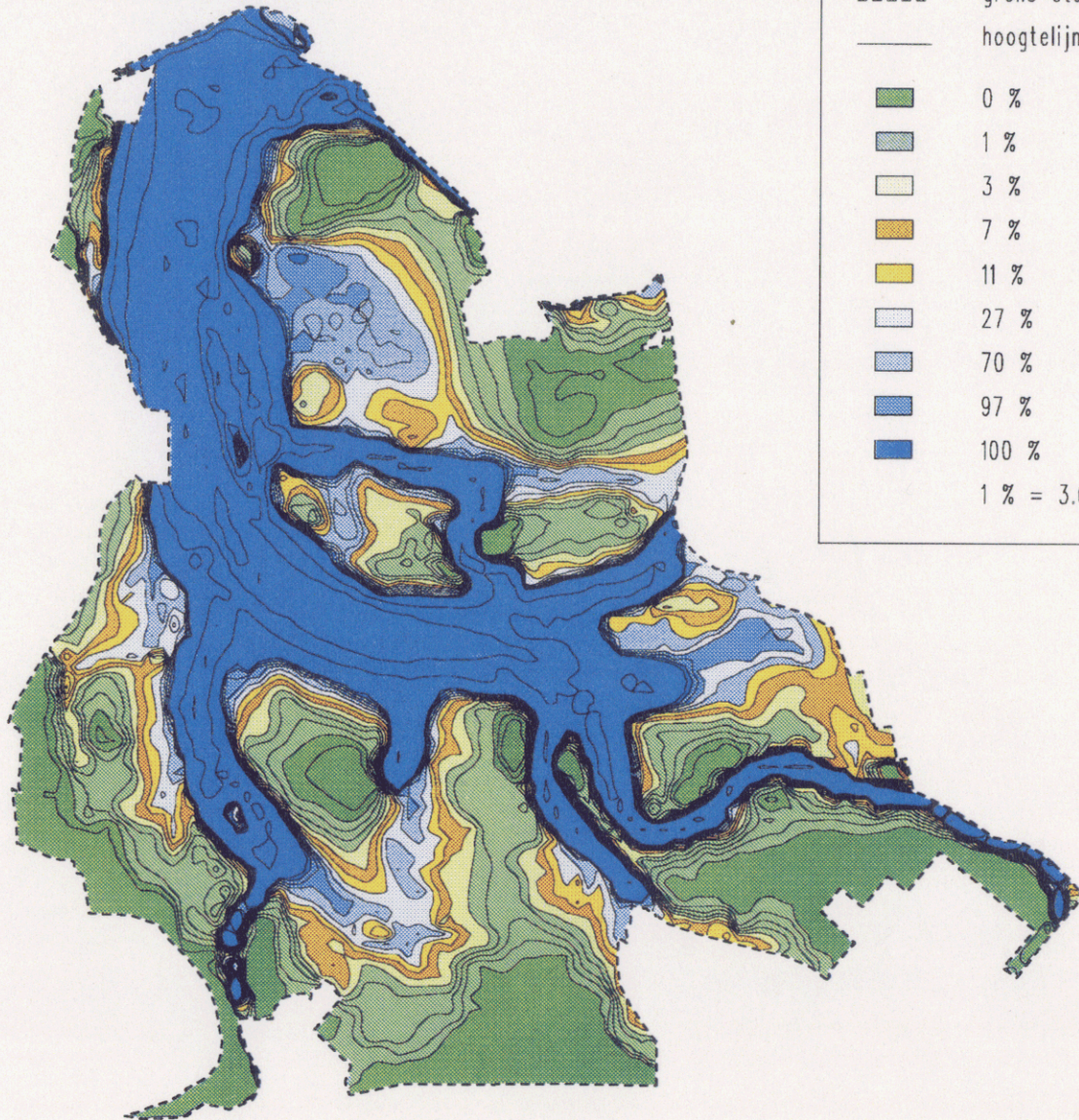
LB&P ecologisch advies BV  
 heidemij advies



Opdrachtgever: Nederlandse Aardolie Maatschappij

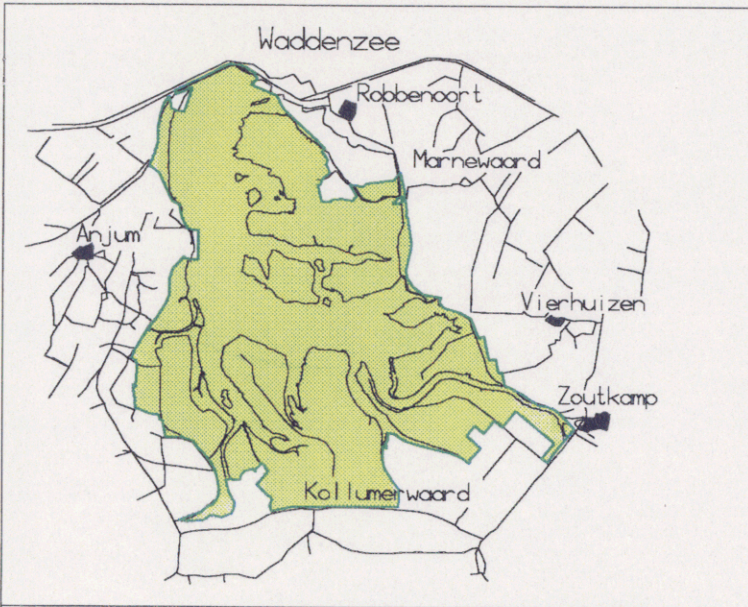
maart 1995

Project: 94GBL



LEGENDA:

- grens studiegebied
- hoogtelijn
- 0 %
- 1 %
- 3 %
- 7 %
- 11 %
- 27 %
- 70 %
- 97 %
- 100 %
- 1 % = 3.6 dag



Onderzoek effecten bodemdaling Lauwersmeer

Overschrijdingskans (jaar) na bodemdaling

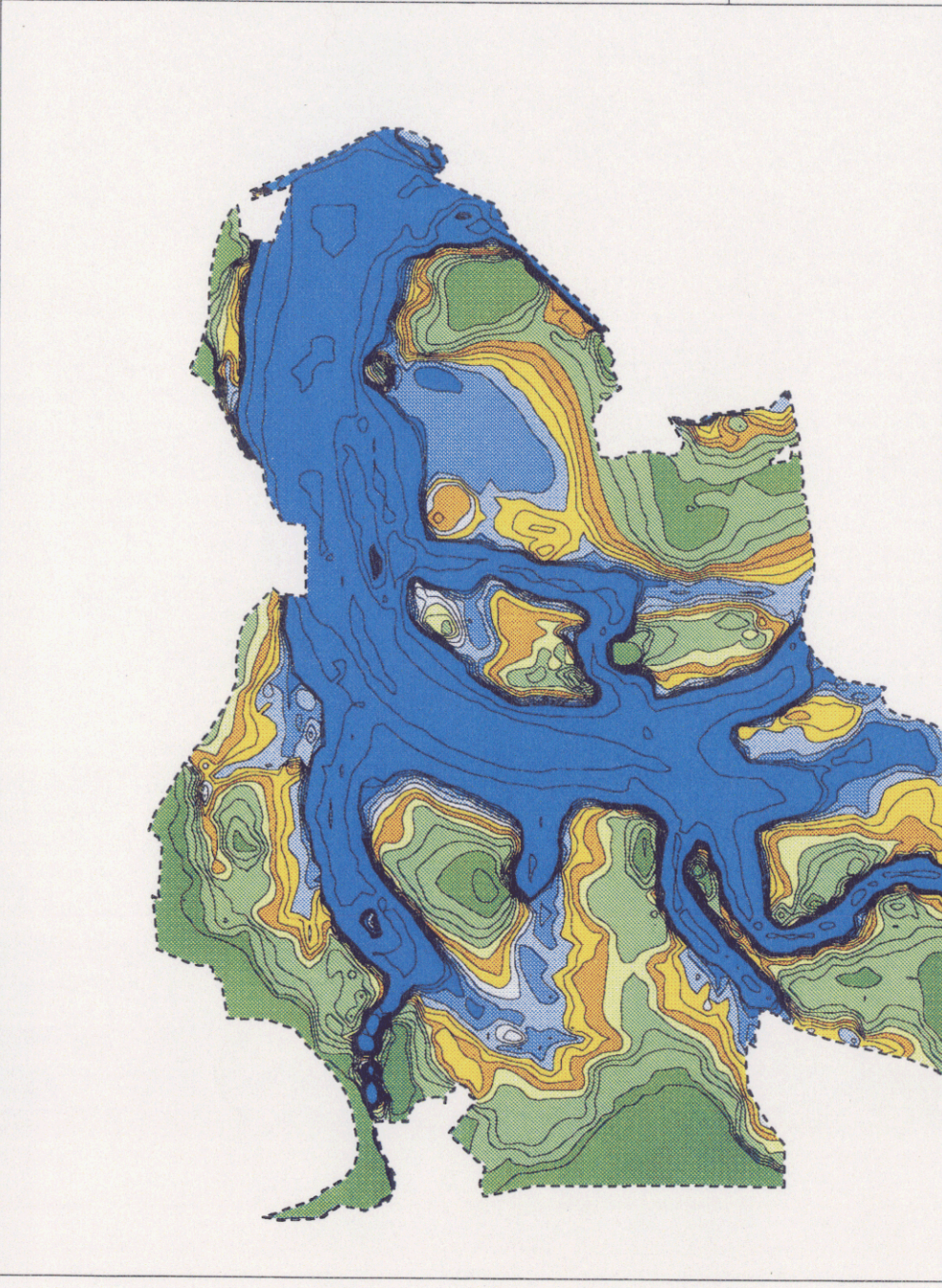
Schaal: 0 1500 3000 m.

LB&P ecologisch advies BV  
heidemij advies

Noord

Opdrachtgever: Nederlandse Aardolie Maatschappij

maart 1995 Project: 94GBL



LEGENDA:

- grens studiegebied
- hoogtelijn
- 0 %
- 1 %
- 3 %
- 7 %
- 11 %
- 27 %
- 70 %
- 97 %
- 100 %

1 % = 3.6 dag

De verandering van de inundatieduur is de belangrijkste factor als het gaat om de beschrijving van de effecten van bodemdaling op de vegetatie. Via een overlay van de huidige vegetatiekaart met de inundatiekaart na de bodemdaling (2 scenario's) is bepaald welke vegetatie gedurende welke periode blootgesteld wordt aan zoet water. De in de systeembeschrijving bepaalde dosis-effect relaties (zie tabel 4-2) zijn vervolgens gebruikt om een voorspelling te doen over de toe- of afname van de vegetatietypen. Er zijn dus op basis van de huidige vegetatie, de inundatieduur na bodemdaling en de dosis-effect relaties kaarten samengesteld die aangeven welke vegetatie te verwachten is na bodemdaling. Ook deze effecten zijn niet alleen ruimtelijk in beeld gebracht maar ook gekwantificeerd. Op basis hiervan kunnen ook effecten voor de (avi-)fauna voorspeld worden omdat de verandering van vegetatie en de inundatieduur relevante parameters zijn voor de ontwikkeling van (avi-)fauna.

#### **Betrouwbaarheid**

Toepassing van een GIS in dit soort studies maakt het mogelijk en ook zeer verleidelijk om effecten van veranderingen vergaand te kwantificeren. Het gevaar is dan groot dat de gevonden waarden (een toe- of afname van een bepaald vegetatietype) geïnterpreteerd worden als absolute waarden.

De kwaliteit van de basisgegevens bepaalt in hoge mate de kwaliteit van de eindresultaten. Bij de toepassing van GIS is in dit project gebruik gemaakt van diverse basisbestanden, die sterk variëren in nauwkeurigheid. Vervolgens zijn deze gegevens verder bewerkt, waarbij via interpolatie ontbrekende gegevens zo goed mogelijk zijn ingeschat. Niet alleen de basiskaarten maar ook de tussen- en eindkaarten erven als het ware deze onnauwkeurigheid. Bij een combinatie van kaarten wordt de onnauwkeurigheid alleen maar groter door een vermenigvuldiging van "fouten". Dat betekent dan ook dat de gevonden waarden niet als absolute waarden geïnterpreteerd mogen worden. Wel zijn ze van voldoende kwaliteit om een duidelijke tendens in de effecten waar te nemen. Absolute cijfers zijn in deze studie dan ook vertaald in relatieve cijfers en klassen. De effecten worden daarmee voldoende in beeld gebracht.

#### 4.5.2 Vegetatie

De methode volgens welke de veranderingen in de oppervlaktes van vegetaties door bodemdaling zijn vastgelegd, is schematisch weergegeven in figuur 4-3. De huidige verspreiding van vegetaties over het Lauwersmeer is gerelateerd aan het huidige overstromingsregime (dat bepaald wordt door de hoogteligging). Om inzicht te krijgen in de relatie tussen overstromingsduur en de vegetatie is met ARC/INFO een overlay gemaakt van de huidige vegetatiekaart met het huidig overstromingsregime. De vegetatie is hierbij ingedeeld in de in hoofdstuk 3 beschreven hoofdtypen. Het huidig overstromingsregime is ingedeeld in klassen volgens het aantal dagen overstroomd per jaar (tabel 4-1). De relatie tussen vegetatiehoofdtype en overstroming is weergegeven in de figuren in bijlage 2. Per

vegetatie-hoofdtype is aangegeven welke oppervlakte in de huidige situatie in welke inundatieklasse valt.

Door bodemdaling ontstaat een veranderde hoogteligging en een daaraan gerelateerd veranderd overstromingsregime. Het nieuwe overstromingsregime is met behulp van ARC/INFO ruimtelijk vastgelegd. De door bodemdaling optredende veranderingen in de vegetatie hangen af van de bestaande vegetatie op een plek (historische factor) en het nieuwe overstromingsregime (dynamische factor). De verwachte reactie van een vegetatietype op een toekomstig overstromingsregime is weergegeven in tabel 4-2. Verticaal zijn de huidige vegetaties aangegeven, met de huidige (kenmerkende) inundatieklassen waar zij hoofdzakelijk in voorkomen. Horizontaal zijn de toekomstige vegetatietypen aangegeven, na bodemdaling. In de tabel is voor elke vegetatiegroep aangegeven in welke vegetatiegroep zij terecht komen bij toekomstige inundatie-klassen. In paragraaf 4.2 is een onderbouwing gegeven van de te verwachten veranderingen.

Tabel 4-2: Verandering van vegetatietypen bij verandering van overstromingsduur

nr.	vegetatiegroep	huidige inundatie-klasse	Toekomstige vegetatietypen (nummering conform x-as)														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	zoute pioniervegetatie	6-7	1-7				8										
2	zilt grasland	5	6-7	1-5			8										
3	brak tot ontzilt grasland	3-7			1-7		8										
4	rietvegetatie en natte ruigte	1-8				1-8											
5	oevervegetatie met biezen	8					1-8										
6	duinrietvegetatie (type met fioringras)	1-2			3-6	7	8	1-2									
7	duinrietvegetatie (type met ruw beemdgras)	1-4			5-6	7	8		1-4								
8	duinrietvegetatie (type met riet)	1-2				3-7	8			1-2							
9	duin(vallei)vegetatie	1-5			6-7		8				1-5						
10	ruigtevegetatie	1				4-7	8					1-3					
11	dwergstruweel	1-4				5-7	8						1-4				
12	schietwilgstruweel	1-2				7	8									1-6	
13	duindoornstruweel	1-3				4-7	8										1-3

Met ARC/INFO is een overlay gemaakt van de kaart met de huidige verspreiding van vegetatiegroepen met het toekomstig overstromingsregime. Met de gedefinieerde dosis-effectrelaties (tabel 4-2) is vervolgens bepaald welke verschuivingen in de vegetatie optreden. Op basis van deze berekeningen is een nieuwe vegetatiekaart opgesteld, en zijn de oppervlaktes waarover vegetatietypen voorkomen uitgerekend. Zowel de kaart als de oppervlaktegegevens zijn vergeleken met de huidige situatie. De resultaten zijn samengevat in de uitklapbare figuur achterin dit rapport.

### 4.5.3 Fauna

Voor die soorten, waarvan de dichtheid per vegetatie-hoofdtype bekend (en relevant) is, worden de aantallen broedparen berekend bij de oppervlaktes van de vegetaties in de situatie na bodemdaling. Een veronderstelling bij deze methode is, dat de dichtheid van broedvogels in een biotoop onafhankelijk is van de plaats of de hoeveelheid van dit biotoop. De populatiegrootte van een soort zou hierbij evenredig veranderen met de verandering in areaalgrootte. In werkelijkheid reageren vogels echter op een complex van factoren, en is geen sprake van dit lineaire verband. Deze factoren zijn deels nog onbegrepen en kunnen zeker niet gekwantificeerd worden. Om tot een kwantificering van effecten te komen is daarom uitgegaan van het bovengenoemde lineaire verband tussen biotoop-oppervlak en populatiegrootte, uitgaande van de huidige gemiddelde dichtheden in het gebied. De hiermee gekwantificeerde effecten geven daarom eerder inzicht in veranderingen in potenties voor vogels dan in de exacte populatiegrootte.

De aantallen broedparen na bodemdaling worden vergeleken met de aantallen broedparen in de huidige situatie. De autonome ontwikkeling wordt hier kwalitatief bij betrokken. Hierdoor kan de situatie zoals die voorspeld wordt na afloop van het bodemdalingsproces worden afgezet tegen de situatie die na autonome ontwikkeling van de vogelstand op dat moment aanwezig zou zijn. Hiermee wordt voorkomen dat bepaalde veranderingen in de vogelstand, die autonoom ook optreden, een zwaar gewicht krijgen bij de beoordeling van de effecten van de twee scenario's.

Voor niet-broedvogels, broedvogels die niet duidelijk afhankelijk zijn van (de oppervlakte van) bepaalde vegetatietypen en voor zoogdieren worden de effecten kwalitatief aangegeven. De oppervlakte biotoop, voor zover te bepalen, is vastgesteld met ARC/INFO. Het gaat om biotoop voor de Veldmuis en ondiep water. Voor deze twee aspecten zijn met ARC/INFO de oppervlaktes van gebieden bepaald met de volgende hoogteligging:

Veldmuis: gebied boven 25 cm -NAP;  
 ondiep water: gebied tussen 80 cm -NAP en 110 cm -NAP.

Deze twee oppervlaktes kunnen beschouwd worden als een maat voor de draagkracht van het studiegebied voor op muizen foeragerende roofvogels en uilen en voor in ondiep water foeragerende watervogels. Bij de beschrijving van de effecten wordt nader ingegaan op de betekenis van deze oppervlaktes.

#### 4.5.4 Toetsings- en beoordelingscriteria

##### 4.5.4.1 Algemeen

Om tot een systematische en reproduceerbare beschrijving van de effecten van bodemdalingsscenario's te komen is een stelsel van criteria opgesteld, dat de leidraad vormt bij de effectbeschrijving. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen:

- toetsingscriteria: met behulp hiervan vindt de objectieve (waardevrije) vaststelling van de effecten plaats;
- beoordelingscriteria: met behulp hiervan wordt de (maatschappelijk relevante) ernst van geconstateerde effecten bepaald, en kunnen scenario's onderling worden vergeleken.

De beoordelingscriteria kunnen daarnaast gebruikt worden om een scenario te bepalen waarbij negatieve effecten op (potentiële) natuurwaarden op gaan treden. Bij de beoordelingscriteria is aangegeven op welke wijze effecten beoordeeld worden, waarbij de volgende klassen zijn onderscheiden:

- klasse 1 = zeer positief effect
- klasse 2 = positief effect
- klasse 3 = neutraal effect
- klasse 4 = negatief effect
- klasse 5 = zeer negatief effect

Per aspect is hieronder aangegeven welke toetsings- en beoordelingscriteria in dit onderzoek zijn gehanteerd. Onderscheiden zijn de aspecten vegetatie, fauna, systeem en beleid.

##### 4.5.4.2 Vegetatie

De huidige, en bij autonome ontwikkeling toekomstige vegetatie van het Lauwersmeer wordt niet gekenmerkt door het voorkomen van grote aantallen zeldzame en kritische soorten. Uitzonderingen hierop zijn de brakke/zilte vegetaties en duinvallei-vegetaties, die beide echter bij voortschrijdende ontwikkeling van het gebied geleidelijk zullen verdwijnen. De overige vegetaties in het gebied ontleen hun waarde met name aan de grote oppervlakten waarmee zij voorkomen, de relatief hoge mate van natuurlijkheid en de betekenis als biotoop voor de fauna.

Bij het beheer van het gebied worden dan ook geen specifiek vegetatiekundige doelen nagestreefd. Het op termijn verdwijnen van brakke en zilte vegetaties wordt geaccepteerd. De aanwezigheid van duinvalleivegetaties wordt door middel van specifiek maaibeheer lokaal verlengd. Het vegetatiebeheer is gericht op het ontstaan van een breed spectrum van vegetatietypen, waarin zowel plaats is voor ongestoorde ontwikkeling in de richting van climaxvegetaties, als voor ontwikkeling onder invloed van (grote) herbivoren, leidend tot een blijvend aandeel open grazige vegetatie. In het gebied wordt derhalve gekozen voor een zo groot

mogelijke diversiteit, bepaald door de abiotische variatie, de open waterdynamiek en het gedrag van de grazers.

**toetsingscriterium:**

- verandering oppervlakte per vegetatietype

**beoordelingscriteria:**

brakke en zilte vegetaties:

Deze zullen door autonome ontwikkeling verdwijnen, zijn buitendijks in de Waddenzee volop aanwezig en niet representatief voor een zoetwatersysteem. Veranderingen in de oppervlakte van deze vegetaties worden als neutraal beoordeeld (klasse 3).

duinvallei-vegetaties:

Ook deze zullen op termijn door natuurlijke processen (uitloging) verdwijnen. Door specifiek beheer wordt de afname vertraagd. Het vegetatietype heeft geen hoge prioriteit bij het beheer van het gebied, maar wel een hoge natuurwaarde met soortenrijke vegetaties en veel zeldzame en kritische soorten. Op het vasteland is het een zeer zeldzaam voorkomend vegetatietype. Beoordeling effect: afname wordt als negatief beoordeeld (klasse 4), toename als positief (klasse 2).

Overige vegetaties:

Hier wordt via het beheer een zo groot mogelijke variatie nagestreefd. Een exacte c.q. optimale verhouding voor de verschillende vegetatietypen is niet vastgesteld. Kleine verschuivingen kunnen daarom niet als positief of negatief beoordeeld worden. Effecten worden wel negatief beoordeeld als specifieke vegetatietypen sterk afnemen danwel verdwijnen, waardoor de totale variatie in het gebied sterk afneemt. Voor de groep vochtige graslanden kan daarnaast gesteld worden dat een geringe afname als negatief beoordeeld moet worden, en een geringe toename als positief.

In tabel 4-3 is aangegeven op welke wijze de effecten op de vegetatie beoordeeld worden.

Tabel 4-3: Beoordelingstabel vegetatietypen (2: positief, 3: neutraal, 4: negatief, 5: zeer negatief)

vegetatiegroep	oppervlak 1989 (%)	kritische grenzen	beoordeling		
			geringe toename	geringe afname	overschrijding kritische grenzen
vochtige graslanden	30,2	30-50	2	4	5
droge graslanden	11,9	10-17	3	3	4
oevervegetaties	0,1	0,1-4	3	3	4
riet- en ruigtevegetaties	37,8	27-43	3	3	4
struweel- en bosvegetaties	4	2-10	3	3	4

#### 4.5.4.3 Fauna

Effecten op de (avi)fauna van het Lauwersmeer zullen als gevolg van bodemdaling indirect optreden als gevolg van wijzigingen in habitat-omstandigheden. Vanuit deze habitat-wijzigingen kan een interpretatie uitgevoerd worden naar (indicatieve) aantalsverschuivingen in de fauna van het gebied. Deze verschuivingen kunnen gevolgen hebben voor de totale diversiteit van de fauna in het gebied.

##### **toetsingscriteria**

- verandering oppervlak geschikte habitats voor specifieke soorten/soortengroepen en daarvan afgeleid;
- aantalsveranderingen specifieke soorten/soortgroepen;
- verandering totale diversiteit.

Bij de beoordeling van de effecten speelt de totale diversiteit van het gebied een centrale rol. Toename van deze diversiteit wordt positief gewaardeerd, met name omdat de autonome ontwikkeling van het gebied zal leiden tot het verdwijnen van specifieke soorten en groepen, en daarmee tot een afname van de diversiteit. Vertraging van dit proces als gevolg van de bodemdaling kan daarom als een positief effect opgevat worden, versnelling als een negatief effect. Op grond hiervan zijn de volgende beoordelingscriteria opgesteld:

##### **beoordelingscriteria**

- aantalsverandering soorten die bij autonome ontwikkeling afnemen/verdwijnen: toename (klasse 2), afname (klasse 4);
- aantalsverandering soorten die bij autonome ontwikkeling belangrijke rol spelen in gebied: toename (klasse 1), afname (klasse 5);
- verandering diversiteit: toename (klasse 1), afname (klasse 5).

#### 4.5.4.4 Beheer

Naast de directe effecten op concrete biotische eenheden (vegetaties, dieren) worden ook de gevolgen beschreven op de beheersvormen die in het gebied worden toegepast. Hierbij ligt de nadruk op de seizoens- en jaarrondbegrazing met grote grazers, omdat deze als kenmerkend onderdeel van het natuurlijk systeem van het Lauwersmeer worden opgevat. Eventuele door bodemdaling gedwongen veranderingen in de beheerswijzen kunnen daarnaast ook effecten hebben op de vegetatie en fauna van het gebied.

##### **toetsingscriteria**

- seizoensbegrazing;
  - \* vermindering grasproductie;
  - \* afname te begrazen areaal;
- jaarrondbegrazing;
  - \* afname areaal droge gronden.

**beoordelingscriteria**

De gevolgen voor de seizoensbegrazing kunnen betrekkelijk eenvoudig opgelost worden door de veedichtheid aan te passen aan het nieuwe areaal te begrazen gebied en de eventueel veranderde grasproductie. De beheersdoelstelling van de seizoensbegrazing, het instand houden van een open grazig gebied blijft hiermee onveranderd. De beoordelingscriteria voor de seizoensbegrazing zijn daarom:

- geringe verandering in areaal en grasproductie: klasse 3;
- sterke verandering in areaal en grasproductie: klasse 4.

Bij de jaarrondbegrazing is in de huidige situatie het oppervlak droog gebied de beperkende factor voor het te beheren laaggelegen gebied. De dieren moeten in staat zijn om 's winters voldoende kwalitatief goed voedsel te vinden op de niet geïnundeerde plaatsen. Bij bodemdaling zal het areaal droog gebied afnemen, waardoor de condities voor jaarrondbegrazing verslechteren. Hiermee komt een belangrijk geachte beheers- en systeemfactor onder druk te staan. Deze effecten worden daarom als zeer negatief (klasse 5) beoordeeld.

#### 4.5.4.5 Beleid

In de concept beheers- en ontwikkelingsvisie voor het Lauwersmeer (1991) is een toekomstvisie voor de ontwikkeling van het Lauwersmeer als zoet ecosysteem uitgewerkt. Binnen de huidige abiotische en waterhuishoudkundige omstandigheden en met behulp van de inzet van grote grazers worden de hieraan verbonden doelstellingen deels haalbaar geacht. Binnen het kader van de beheers- en ontwikkelingsvisie worden daarnaast aanpassingen aan het waterhuishoudkundig systeem gewenst, die de kwaliteit van het ecosysteem verder kunnen vergroten. Verder bestaan er globale ideeën om (delen van) het Lauwersmeer in de toekomst weer in contact te brengen met de Waddenzee, waardoor zoutinvloeden en eventueel de getijdewerking weer invloed krijgt in het gebied. Tenslotte zou voor de verdere toekomst rekening gehouden moeten worden met andere concepten voor natuurontwikkeling in het gebied. Bodemdaling, en de daarvan afgeleide gevolgen, kunnen in principe invloed hebben op de mate waarin de potenties voor toekomstige ontwikkelingen in stand gehouden worden. De gevolgen voor toekomstig beleid worden daarom kwalitatief en globaal getoetst.

**toetsingscriterium**

- open houden van mogelijkheden voor toekomstige ontwikkelingen.

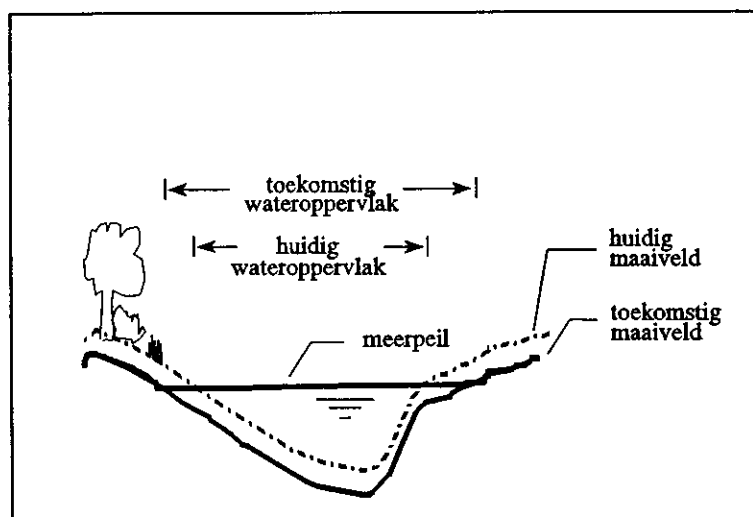
**beoordelingscriteria**

- ontwikkelingen worden als gevolg van bodemdaling beoordeeld: klasse 2;
- alle mogelijke ontwikkelingen blijven als gevolg van bodemdaling onverlet: klasse 3;
- bepaalde mogelijke ontwikkelingen worden als gevolg van bodemdaling beperkt: klasse 4;
- bepaalde mogelijke ontwikkelingen worden als gevolg van bodemdaling verhinderd: klasse 5.

## 5 Effecten van geprognostiseerd bodemdalingsscenario

### 5.1 Waterhuishouding

In Figuur 5-1 is geschematiseerd weergegeven wat er als gevolg van bodemdaling met maaiveldligging, meerpeil en wateroppervlak gebeurt.



Figuur 5-1: schematisatie van effecten van bodemdaling op meerpeil

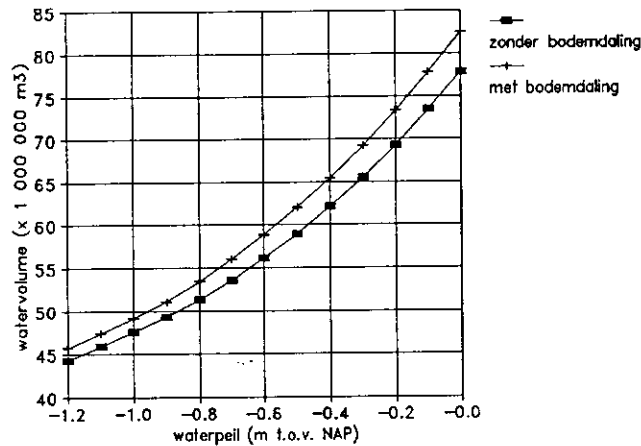
De volgende hydrologische effecten zijn nader gekwantificeerd:

- effect van bodemdaling op de dynamiek van het meerpeil;
- opstuwning van het oppervlaktewater bij harde wind.

#### Dynamiek van het meerpeil

In het Lauwersmeer wordt een constant peil nagestreefd van respectievelijk NAP - 0,93 m in de zomer en NAP - 0,83 m in de winterperiode. Peilvariaties worden veroorzaakt doordat het spuiregime bij Lauwersoog niet volledig kan worden afgestemd op de variabele aanvoer vanuit de Groningse en Friese boezem.

Op basis van de hoogtekkaart van het gebied is met behulp van GIS (zie paragraaf 4.5.1) het watervolume in het Lauwersmeer bepaald als functie van het waterpeil. In figuur 5-2 is het resultaat van de berekening weergegeven. Na aanpassing van de maaiveldhoogten aan de prognose van de maaiveldzakking is de volumeberekening nogmaals uitgevoerd. De relatie tussen watervolume en waterpeil na bodemdaling is eveneens weergegeven in figuur 5-2.

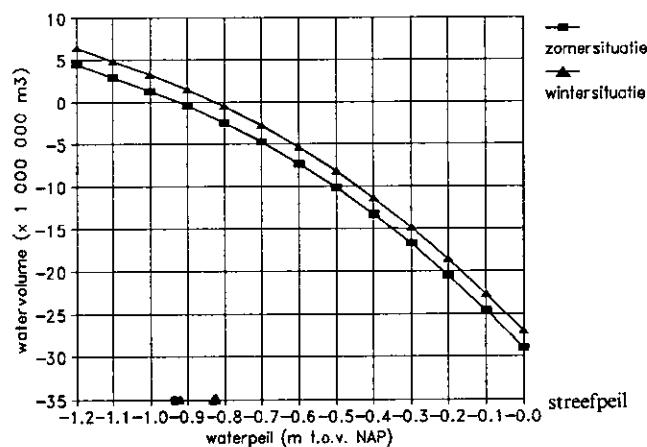


Figuur 5-2: Watervolume Lauwersmeer in relatie tot het waterpeil.

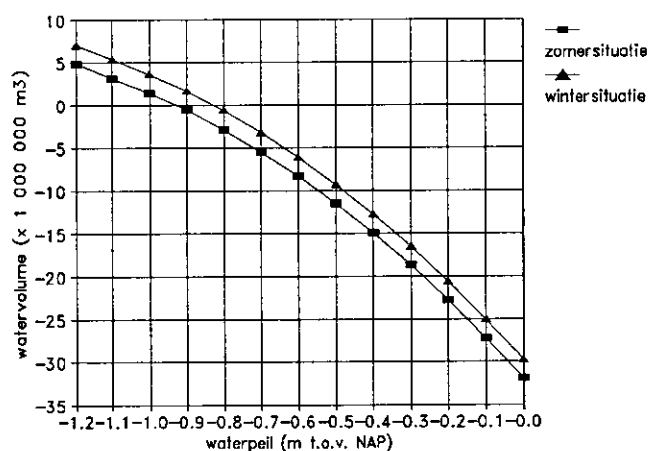
De bergingscomponent uit de waterbalans is voor de zomer- en wintersituatie bepaald als functie van het actuele waterpeil. Daarbij is verondersteld dat bij het streefpeil in zomer- en wintersituatie geen berging optreedt. In de figuren 5-3 en 5-4 is het resultaat voor de huidige situatie en de situatie na bodemdaling volgens het geprognostiseerd bodemdalingsscenario weergegeven.

Indien het hydrologisch systeem van het Lauwersmeer ongewijzigd blijft, kan uit een vergelijking van figuur 5-2 en 5-3 het effect van de bodemdaling op het meerpeil bij een veranderende waterberging worden afgeleid. Het hydrologisch systeem verandert niet indien de componenten  $Q_i$ ,  $Q_u$ ,  $N$ ,  $E$  uit de waterbalans in grootte en dynamiek niet veranderen na bodemdaling. In dat geval is de berging, die wordt gekarakteriseerd door de overschrijdingsfrequenties van het meerpeil en de bijbehorende bergingsvolumes ook voor de toekomstige situatie geldig.

Uit vergelijking van het waterpeil dat behoort bij een specifiek bergend vermogen in de uitgangssituatie met het waterpeil dat voor de situatie na bodemdaling correspondeert met hetzelfde bergend vermogen volgt vervolgens de toekomstige overschrijdingskarakteristiek.



Figuur 5-3: Berging in Lauwersmeer in huidige situatie



Figuur 5-4: Berging in Lauwersmeer na bodemdaling (geprognostiseerd bodemdalingsscenario)

Voor eenzelfde berging zal de peilverandering in toekomst maximaal 5 cm minder bedragen dan in de huidige situatie. Aangezien deze verandering kleiner is dan de intervalgrenzen van de overschrijdings-grafieken, is hier sprake van een beperkte wijziging die niet in een aangepaste frequentieverdeling is uit te drukken. Het gaat om een verwaarloosbaar effect.

### Opstuwing

De lokale opstuwing van het meerpeil benedenwinds kan indicatief worden berekend met de volgende formule:

$$\text{lokale opstuwing} = \frac{c \cdot w^2 \cdot F \cdot \cos \Upsilon}{g \cdot d}$$

waarin:

- c = factor afhankelijk van de dichtheid van water en lucht
- w = windsnelheid (m/s)
- F = strijklengte (m)
- $\Upsilon$  = invalshoek (°)
- d = waterdiepte (m)
- g = versnelling van de zwaartekracht (m/s<sup>2</sup>)

Uit de bovenstaande formule volgt dat de opstuwing recht evenredig met de strijklengte toeneemt. Als gevolg van de bodemdaling neemt de strijklengte bij noordwesten wind ter plaatse van de Blikplaat toe van circa 4400 m tot circa 4500 m. De opstuwing neemt hierdoor met circa 3 % toe. Gelet op een maximale opstuwing in de huidige situatie van 10 tot 30 cm komt deze toename neer op een absolute stijging kleiner dan een centimeter. Dit is verwaarloosbaar. Het effect op lokaal aanwezige oeververdediging is nihil.

## 5.2 Vegetatie

In de uitflapbare kaart achterin dit rapport is de huidige verspreiding van vegetatietypen opgenomen naast de volgens de in paragraaf 4.5 beschreven methode vervaardigde, nieuwe vegetatiekaarten na bodemdaling volgens beide scenario's. In bijlage 2B is een grafiek opgenomen met een overzicht van de veranderingen in de oppervlakte van de verschillende vegetatietypen. In tabel 5-1 zijn de resultaten getalsmatig weergegeven: de huidige oppervlakten en de na bodemdaling verwachte oppervlakte, per vegetatietype.

Hiernavolgend wordt per vegetatietype aangegeven wat de effecten zijn (oppervlakte-verschuivingen) en waar de effecten vooral optreden.

### *Zilte pioniervegetaties*

Zilte pioniervegetaties komen vooral voor op De Rug, Zuidelijke Lob en Schoenerbult. Op circa 40 % van de oppervlakte vindt een dusdanige toename plaats van de overstromingsduur, dat de pioniervegetaties zich niet zullen kunnen handhaven en overgaan in vrijwel permanent onder water staande vlakten, waarin verspreid biezten tot ontwikkeling kunnen komen. Een deel van de zilte graslanden wordt zodanig vernat, dat deze overgaan in pioniervegetaties. Het verlies aan pioniervegetaties wordt hierdoor met circa de helft gecompenseerd.

Tabel 5-1 Huidige en toekomstige (na bodemdaling) oppervlakten ingenomen door vegetatiehoofdtypen

vegetatietype	oppervlakte in huidige situatie	opp. na bodemdaling	verandering (ha)	verandering (%)
Zilte pioniervegetatie	106,1	87,5	- 18,6	- 18 %
Zilt grasland	113,1	85,6	- 27,5	- 24 %
Brak tot ontzilt grasland	727,7	700,9	- 26,8	- 4 %
Rietvegetatie en natte ruigte	911,3	946,1	+ 34,8	+ 4 %
Oevervegetatie met biezen <sup>1</sup>	1,7	105,0	+ 103,3	+ 6076 %
Duinrietvegetatie: Duinriet en Fioringras	100,9	91,1	- 9,8	- 10 %
Duinrietvegetatie: Duinriet en Ruw beemdgras	13,2	0,8	- 12,4	- 94 %
Duinrietvegetatie: Duinriet en Riet	171,7	145,6	- 26,1	- 15 %
Duin(vallei)vegetatie	139,4	133,9	- 5,5	- 4 %
Ruigtevegetatie	25,9	24,4	- 1,5	- 6 %
Dwergstruweel	81,5	76,3	- 5,2	- 6 %
Schietwilg-struweel	12,6	9,8	- 2,8	-22 %
Duindoorn-struweel	2,9	1,0	- 1,9	- 66 %

#### *Zilt grasland*

Circa 20 % van de oppervlakte zilt grasland gaat over in zilte pioniervegetaties. Circa 5 % wordt zodanig vernat, dat het ook te lang overstroomd raakt voor pioniervegetaties, en gaat dus over in vrijwel permanent geïnundeerde plekken (uitbreiding van het huidig altijd geïnundeerd gebied) met verspreid wellicht biezen groei.

#### *Brak tot ontzilt grasland*

Circa 7 % van het huidige grasland-areaal wordt zodanig langer overstroomd, dat het geen grasland kan blijven. Dit effect treedt met name op op Pampusplaat en Schildhoek. Dit deel van het grasland gaat overwegend over in riet-

<sup>1</sup> Het betreft hier eerder het standplaatstype van deze vegetaties dan het vegetatietype zelf. Ondiep water komt ook in de huidige situatie veel voor. Vegetaties met biezen komen daarentegen slechts spaarzaam voor. In de toekomstige situatie zal dit standplaatstype vooral uit onderwatervegetaties en riet-oeveren bestaan, en slechts in beperkte mate uit biezenvegetaties.

vegetatie en natte ruigte, die vrijwel permanent onder water komt te staan. Op plekken waar het grasland grenst aan rietvegetaties, of waar riet in het grasland voorkomt, zal dit mogelijk overgaan in rietvegetaties. Op andere plekken zal een uitbreiding van het huidige ondiepe water ontstaan, met verspreid wellicht biezenegroei. In de tabellen is ervan uitgegaan, dat alle graslanden die (vrijwel) permanent geïnundeerd worden, overgaan in (het standplaatstype van) biezenvegetaties in ondiep water. In werkelijkheid zullen hier vooral Schedefonteinkruidvegetaties en rietoevers ontstaan.

#### *Rietvegetaties en natte ruigte*

Deze vegetaties nemen in geringe mate in oppervlakte toe, doordat een deel van de grasland- en duinrietvegetaties (en dan met name duinriet met rietvegetaties) bij bodemdaling in dit hoofdtype overgaat.

#### *Oevervegetatie met biezen*

Het huidige areaal aan oevervegetatie met biezen zal waarschijnlijk blijven bestaan, zij het dat in een deel de gemiddelde waterdiepte zal toenemen. Overigens neemt de oppervlakte van het standplaatsmilieu van dit vegetatietype sterk toe. Dit wordt veroorzaakt doordat een deel van het gebied permanent onder water komt te staan. Deze oppervlakte zal waarschijnlijk echter slechts incidenteel overgaan in een biezenvegetatie. Het gebied dat in inundatieklasse 8 terecht komt, zal zich ontwikkelen tot:

- open permanent water met Schedefonteinkruid-vegetaties;
- gebied met potenties voor biezenvegetaties, in de praktijk zullen biezen waarschijnlijk op een gering oppervlak tot ontwikkeling komen;
- rietzomen (grenzend aan huidige rietvegetaties en aan graslandvegetaties met relatief veel Riet).

Voor de te verwachten oppervlakten van vegetatietypen na bodemdaling, zoals aangegeven in tabel 5-1, betekent dit:

- een overschatting van de oppervlakte biezenvegetaties;
- een onderschatting van de oppervlakte rietvegetaties.

#### *Duinrietvegetatie: Duinriet en Fioringras*

Dit type, dat voorkomt op De Rug en op Schoenersbult, blijft voor ruim 90 % ongewijzigd aanwezig. In een klein deel vindt een zodanig langduriger overstroming plaats, dat verwacht wordt dat deze vegetatie overgaat in een graslandvegetatie, rietvegetatie of oevervegetatie met biezen (Duinriet verdwijnt grotendeels door de langduriger overstromingen, terwijl enkele tolerante soorten de opengevallen ruimte zullen innemen).

#### *Duinrietvegetatie: Duinriet en Ruw beemdgras*

Dit hoofdtype komt vooral voor op een deel van de Zuidelijke Lob, waar de overstromingsduur belangrijk toeneemt. Hierdoor verandert dit type grotendeels in ontzilt grasland.

#### *Duinrietvegetatie: Duinriet en Riet*

De Duinrietvegetaties met Riet komen voor in het zuidelijk deel vooral op Zoutkamperplaat, Pompsterplaat en Kollumeroord op de hoogste delen die tot maximaal 5 dagen per jaar onder water staan. Verspreid over het gebied zal de overstromingsduur dusdanig toenemen dat deze vegetaties zich niet

kunnen handhaven. Het betreft circa 15 % van de totale oppervlakte die dit vegetatietype nu inneemt. Naar verwachting zal het type bij langduriger overstroming overgaan in riet- en natte ruigtevegetaties.

*Duin(vallei)vegetatie*

De duin(vallei)vegetaties blijven voor 96 % onveranderd. Circa 3 % krijgt te maken met een zodanige toename van de overstromingsduur, dat deze vegetaties veranderen. Ze gaan dan over in (overstromingstolerante) graslanden (brakke tot ontzilte graslanden). Dit gebeurt met name op de zuidoost-rand van Ballastplaat. Eén hectare gaat over in oevervegetatie met biezen.

*Ruigtevegetatie*

In de ruigtevegetaties treden geen noemenswaardige veranderingen op.

*Dwergstruweel*

Evenals bij de ruigtevegetaties is er bij het dwergstruweel geen sprake van noemenswaardige veranderingen.

*Struweel: Schietwilg*

Op enkele plekken met Schietwilg vindt een zodanige toename plaats van de overstromingsduur dat de Schietwilg zich vermoedelijk niet zal kunnen handhaven. Het gaat om circa 20 % van dit in het Lauwersmeer schaarse type. Daarentegen zullen Schietwilg-struwelen in de autonome ontwikkeling op onbegraasde platen toenemen. Het effect van bodemdaling betreft dus vooral een vermindering van de toename van Schietwilg-struwelen. De veranderingen zullen met name optreden op de randen van de Sennerplaat en de Blikplaat. Op de hogergelegen delen van deze platen, waar de meeste schietwilgstruwelen voorkomen, treden geen effecten op op de struwelen.

*Struweel: Duindoorn*

Dit type struweel komt slechts voor op enkele kleine plekkjes op de Zoutkamperplaat. De toename van de overstromingsduur op deze plekken zal leiden tot een afname van een groot deel van dit in het Lauwersmeer schaarse type. In de autonome ontwikkeling zullen naar verwachting geen milieus voor herkolonisatie van Duindoorn optreden.

## 5.3 Avifauna

### 5.3.1 Broedvogels

Voor een aantal broedvogelsoorten behorend tot de pionierssoorten, de weide-, roof- en zangvogels is een duidelijke relatie te leggen met de vegetatiestructuur. De effecten (tabel 5-2) zijn ingeschat op basis van een verondersteld lineair verband. Daarbij is geen rekening gehouden met onderlinge verschuivingen door verdringingseffecten. De percentages zijn derhalve indicatief. Voor de soorten waar de relatie met de vegetatie minder duidelijk is (aantal pioniers en water-/moerasvogels) is het effect ten opzichte van de autonome situatie kwalitatief ingeschat in tabel 5-3.

Tabel 5-2 Aantal broedvogels met een duidelijke relatie met de vegetatiestructuur in huidige situatie, na bodemdaling (realistisch scenario) en in autonome situatie (voor grafieken zie bijlage 2C).

soort	aantallen in de huidige situatie	aantallen na bodemdaling	verandering in aantallen	verandering in procenten	autonome ontwikkeling <sup>1)</sup>
<b>Pioniersoorten:</b>					
Bontbekplevier	6	5	- 1	- 17 %	-
Kleine plevier	3	2	- 1	- 33 %	-
Strandplevier	3	2	- 1	- 33 %	-
Kluut	150	118	- 32	- 21 %	-
<b>Weidevogels:</b>					
Kievit	290	282	- 8	- 3 %	-
Grutto	265	258	- 7	- 3 %	-
Tureluur	250	243	- 7	- 3 %	-
Scholekster	460	448	- 12	- 3 %	-
Kemphaan	190	185	- 5	- 3 %	-
<b>Roofvogels en uilen:</b>					
Grauwe kiekendief	2	2	0	0	-
Bruine kiekendief	52	54	+ 2	+ 4 %	-
Ransuil	14	10	- 4	- 29 %	-
Velduil	6	5	- 1	- 17 %	-
<b>Zangvogels:</b>					
Veldleeuwerik	400	389	- 11	- 3 %	-
Graspieper	135	132	- 3	- 2 %	-
Gele kwikstaart	20	19	- 1	- 5 %	-
Nachtegaal	1	1	0	0	+
Blauwborst	2	2	0	0	+
Sprinkhaanrietzanger	120	124	+ 4	+ 3 %	0
Snor	5	5	0	0	0
Rietzanger	760	787	+ 27	+ 4 %	0
Bosrietzanger	375	319	- 56	- 15 %	+
Kleine karekiet	1400	1450	+ 50	+ 4 %	0
Spotvogel	1	1	0	0	+
Braamsluiper	2	1	- 1	- 50 %	+
Grasmus	7	5	- 2	- 29 %	+
Baardmannetje	12	12	0	0	0
Kneu	26	18	- 8	- 31 %	0
Rietgors	715	743	+ 28	+ 4 %	0

<sup>1)</sup> volgens Beemster et al. (1989); voor soorten waarvoor Beemster geen verwachting aangeeft, is de verwachting voor soorten van vergelijkbare biotopen gegeven.

-/0/+ = afname/gelijkblijven/toename van aantallen

Tabel 5-3 Veranderingen bij broedvogels zonder duidelijke relatie met vegetatiestructuur in de autonome situatie en na bodemdaling

soort	autonoom optredende verandering <sup>1)</sup>	verandering door bodemdaling
<b>Pioniers:</b>		
Kokmeeuw	-	0
Zilvermeeuw	-	0
Kleine mantelmeeuw	-	0
Dwergmeeuw	-	0
Noordse stern	-	0
Visdief	-	0
<b>Water- en moerasvogels:</b>		
Fuut	0	0
Meerkoet	0	0
Kuifeend	-	-
Slobeend	-	-
Wilde eend	-	-
Krakeend	-	-
Bergeend	-	-
Zomertaling	-	-/+
Roerdomp	0	+
Grauwe gans	0	+
Waterral	0	+
Porseleinhoen	0	+
Lepelaar	0	0
Blauwe reiger	0	0
<b>Roofvogels en uilen:</b>		
Torenvalk	0	0/-

<sup>1)</sup> volgens Beemster et al. (1989); voor soorten waarvoor Beemster geen verwachting aangeeft, is de verwachting voor soorten van vergelijkbare biotopen gegeven.  
-0/+ = afname/gelijk blijven/toename van aantallen broedparen

#### *Pioniers*

Door bodemdaling neemt de oppervlakte broedbiotoop in geringe mate af. Voor Bontbekplevier, Kleine plevier en Strandplevier kan dit leiden tot een afname van de aantallen broedparen. Voor deze soorten is het echter van belang op te merken dat de doorgaande (autonome) successie zal leiden tot een afname en mogelijk het verdwijnen van deze soorten als broedvogels in het Lauwersmeer. Voor de in kolonie broedende vogels (meeuwen, sterns)

blijft voldoende oppervlakte over om te broeden. Deze soorten zullen daarom niet in belangrijke mate beïnvloed worden door bodemdaling. Eventuele toename van de visstand kan zelfs leiden tot een toename van de aantallen van deze soorten. Overigens zullen deze soorten veelal foerageren op de Waddenzee. Een doorgaande successie van de vegetatie, leidend tot een afname van lage vegetatie-structuren, kan op termijn leiden tot een sterke afname of zelfs het verdwijnen van pioniersoorten (bijvoorbeeld Visdief en Noordse stern).

#### *Water- en moerasvogels*

De Fuut en de Meerkoet broeden vooral in oeverzone. De verandering qua oppervlakte biotoop en de afname van overstromingsfrequentie (positief) zijn zo gering dat nauwelijks veranderingen optreden door bodemdaling. Eenden broeden in grazige tot meer gestructureerde vegetaties, afhankelijk van de soort (zilte tot ontzilte vegetaties, duinrietvegetaties). Door bodemdaling nemen deze vegetaties in oppervlakte af, zodat verwacht kan worden dat er minder eenden tot broeden komen in het Lauwersmeer. Voor sommige soorten kan de vernatting door bodemdaling gunstige gevolgen hebben, bijvoorbeeld voor de Zomertaling, die in jaren met langdurende hoge waterstanden in grotere aantallen aanwezig is dan in drogere jaren. De grotere oppervlakte van ondiep water geeft een toename van het foerageergebied. Ook voor andere soorten kan de toename van de oppervlakte ondiep water leiden tot een toename van foerageergebied en daarmee tot een toename van de aantallen broedparen. De voortgaande vegetatiesuccessie (autonome ontwikkeling) leidt tot een achteruitgang van de waarde van het Lauwersmeer als broedgebied.

Roerdomp, Grauwe gans, Waterral en Porseleinhoen broeden in kleine aantallen in de smalle oeverzones en schaarse verlandingsvegetaties. Bodemdaling kan voor deze soorten een positief niet kwantificeerbaar effect hebben, door een toename van natte rietlanden. Voor Lepelaar, Blauwe reiger en Aalscholver wordt geen effect verwacht.

#### *Steltlopers*

De steltlopers (Kievit, Scholekster, Grutto, Tureluur, Kempmaan) broeden op de open graslanden. Door bodemdaling neemt de oppervlakte van dit biotoop af, waardoor verwacht kan worden dat de aantallen broedparen van deze soorten ook in enige mate zullen afnemen. Relaties met de voedselvoorziening voor deze groep zijn niet bij de effectbepaling betrokken. Verwacht mag worden dat de laagste delen van de platen waar ze na bodemdaling nog kunnen broeden, kwalitatief achteruit gegaan zijn, terwijl de kwaliteit van hogergelegen delen van de platen hoger is geworden. Dit effect zal uitmiddelen over de totale oppervlakte van het broedbiotoop. De autonome ontwikkeling van het gebied leidt tot een achteruitgang van deze groep broedvogels, met name door een doorgaande vegetatiesuccessie op de onbeweide platen (het daar verdwijnen van open graslanden) en vertrapping door vee op de beweide platen.

#### *Roofvogels en uilen*

Het broedbiotoop voor de meeste roofvogels en uilen neemt in oppervlakte af. Ook het foerageerbiotoop binnen het studiegebied neemt in oppervlakte

af. Het gebied met de hoogste dichtheid aan muizen (gebied boven 20 cm beneden NAP) neemt in het studiegebied af van 1270 ha naar 990 ha. De effecten zijn niet duidelijk te voorspellen. De afname van broedbiotoop kan gecompenseerd worden door een hogere dichtheid in het broedbiotoop. Het foerageergebied van de roofvogels en uilen ligt hoofdzakelijk buiten het studiegebied. Overall treedt er een relatieve verslechtering op van de waarde van het studiegebied voor deze groep vogels, maar kan niet worden aangegeven wat de gevolgen zijn voor de aantallen broedparen.

#### *Zangvogels*

Bij de zangvogels, die veelal een duidelijke relatie vertonen met de vegetatiestructuur, lopen de effecten uiteen van een geringe afname van soorten van relatief open vegetaties (Graspieper, Veldleeuwerik, etc.) tot een geringe toename van soorten van rietvegetaties (Rietzanger, Kleine karekiet, etcetera). De effecten lopen grotendeels parallel met de autonome ontwikkeling. De soorten van open vegetaties nemen zowel door bodemdaling als in de autonome ontwikkeling in aantal af. De soorten van gestructureerde rietvegetaties nemen door bodemdaling toe, of blijven gelijk, zowel in de autonome ontwikkeling als door bodemdaling. Uitzondering is de in droge biotopen broedende Bosrietzanger. Bij bodemdaling wordt met name door de achteruitgang van struwelen een forse achteruitgang en in de autonome situatie juist een toename verwacht.

### 5.3.2 Winter- en trekvogels

De verwachte effecten zijn in tabel 5-5 kwalitatief weergegeven voor de soorten die de 1 %-norm overschrijden, en voor een aantal andere soorten met een bijzondere betekenis voor het natuurbeheer.

#### *Water- en moerasvogels*

Grauwe gans, Brandgans, Smient en Wintertaling foerageren in eerste instantie op zoute pioniervegetatie. Het afnemen van het oppervlak van deze vegetatie (zowel autonoom als effect van bodemdaling) leidt tot een afname van de aantallen van deze soorten. Voor een deel wordt de afname van de oppervlakte pioniervegetatie gecompenseerd doordat deze vogels overgaan op andere voedselbronnen. De totale afname van open vegetaties leidt tot een afname van de draagkracht van het gebied.

Het in ondiep water groeiende Schedefonteinkruid is een belangrijke voedselbron voor Smient, Meerkoet en Krakeend in de periode mei-september (bladeren en zaden) en voor Kleine zwaan en Tafeleend in de periode oktober-november (knolletjes).

De Slobeend foerageert op diverse diersoorten in ondiep water. De oppervlakte ondiep water (tussen 80 en 110 cm beneden NAP) neemt toe van nu circa 600 ha tot circa 800 ha na bodemdaling en daarmee de foerageermogelijkheden, hetgeen kan leiden tot hogere maxima van de in het Lauwersmeer aanwezige aantallen.

Tabel 5-5 Verwachte verandering aantallen winter- en trekvogels in autonome situatie en na bodemdaling (realistisch scenario)

groep	overschrijding 1 %-norm	verandering autonome ontwikkeling <sup>1)</sup>	verandering na bodemdaling
<b>Water- en moerasvogels: Aalscholver</b>	ja	0	0/+
Lepelaar	ja	0	0/+
Kleine zwaan	ja	0	+
Grauwe gans	ja	-	-
Brandgans	ja	-	-
Smient	ja	-	-/+
Krakeend	ja	0	+
Wintertaling	ja	-	-
Wilde eend	ja	-	+
Pijlstaart	ja	-	+
Slobeend	ja	0	+
Meerkoet	nee		+
Tafeleend	nee		+
<b>Roofvogels en uilen: Slechtvalk</b>	ja	-	0
Smelleken	nee		-
Blauwe Kiekendief	nee		-
Grauwe Kiekendief	nee		-
Torenvalk	nee		-
Velduil	nee		-
<b>Meeuwen en sterns: Dwergmeeuw</b>	ja	0	0
<b>Steltlopers: Kluut</b>	ja	0	0
Bontbekplevier	ja	-	0
Kleine strandloper	ja	0	0
Grutto	ja	0	0
Zwarte ruiter	ja	0	0
<b>Zangvogels: zwaluwen</b>	nee		+
Frater	nee		-
Strandleeuwerik	nee		-
Sneeuwgors	nee		-

<sup>1)</sup> volgens Beemster et al. (1989)

Na uitputting van de hiervoor beschreven voedselbronnen gaan veel soorten over op hogergelegen delen in het Lauwersmeer. Door bodemdaling neemt de oppervlakte hiervan af. Met name voor in de winter in het Lauwersmeer verblijvende soorten watervogels neemt de draagkracht van het studiegebied (als foerageergebied) daardoor af. Overigens wordt door deze soorten vaak gefoerageerd op gras- en bouwlandgebieden buiten het Lauwersmeer.

#### *Steltlopers*

De oppervlakte slikkige gronden is niet bepaald, omdat deze slecht definieerbaar is in termen van hoogte t.o.v. NAP. Er hoeft echter geen afname verwacht te worden van de oppervlakte, eerder een toename (vergelijkbaar met ondiep water). De betekenis van het Lauwersmeer voor foeragerende steltlopers zal daarom gelijk blijven of toenemen.

#### *Roofvogels en uilen*

De oppervlakte met hoge dichtheden aan muizen (gebied boven 20 cm -NAP) neemt af, zodat voor de meeste soorten ook het foerageerbiotoop zal afnemen. Veel soorten foerageren echter buiten het studiegebied, terwijl ze in het studiegebied (vanwege de rust) verblijven. De effecten op overwinterende en doortrekkende roofvogels en uilen is daarom niet eenduidig te bepalen.

Voor soorten die niet op muizen foerageren geldt het volgende:

- de Slechtvalk foerageert vooral op vogels, met name Wintertaling. Bodemdaling heeft voor deze soort geen negatieve gevolgen;
- Smelleken, Blauwe kiekendief en Grauwe kiekendief, die deels ook op zangvogels foerageren, zullen minder voedsel in het studiegebied zelf ter beschikking hebben.

Overall neemt de waarde van het studiegebied als foerageerbiotoop af. De functie als rustgebied wordt gehandhaafd. Effecten op aantallen in het studiegebied verblijvende roofvogels en uilen zijn daarom niet te geven.

#### *Zangvogels*

Veel soorten hebben slaappleatsen in het Lauwersmeer, terwijl ze daarbuiten foerageren. Op deze soorten zijn geen effecten te verwachten.

Op muggen foeragerende soorten als zwaluwen worden niet negatief of wellicht zelfs positief beïnvloed. De beschikbaarheid van muggen zal mogelijk toenemen door de grotere oppervlakte ondiep water.

De in het gebied zelf op diverse voedselbronnen van het terrestrisch milieu foeragerende soorten zullen afnemen. Er treedt een afname op van de oppervlakte niet overstromd gebied, zodat de oppervlakte waarop deze soorten kunnen foerageren ook afneemt (bijvoorbeeld Graspieper op open graslanden, lijsterachtigen op besdragende struiken). Gedeeltelijk loopt dit effect parallel met de autonome ontwikkeling (nog steeds afname van open graslandvegetaties op de onbeweide platen), deels ook tegengesteld aan de autonome ontwikkeling (autonoom is een toename te verwachten van besdragende struiken). Voor soorten die vooral op zaden van planten uit het zoute/brakke milieu foerageren (Frater, Strandleeuwerik, Sneeuwgorst) kan autonoom ook een sterke afname verwacht worden.

## 5.4 Overige fauna

### *Zoogdieren*

Het voorkomen van met name kleine zoogdieren is gebonden aan de relatief goed ontwaterde, niet of zelden overstroomde gebieden. De kleine zoogdieren zullen daarom afnemen. De oppervlakte rustbiotop voor grotere zoogdieren zal gelijk blijven of toenemen. Het foerageerbiotop en het voedsel van deze dieren is echter gerelateerd aan het terrestrisch milieu. Omdat een groter deel van het studiegebied vaker onder water staat nemen voedsel en/of foerageerbiotop af, waardoor de draagkracht van het gebied kleiner wordt (relevant voor Ree, Vos, kleine marterachtigen). In de autonome ontwikkeling is met name voor de roofdieren een toename van biotop te verwachten, gezien de toename van struweelbegroeiing en ruigten in de autonome ontwikkeling.

### *Vissen*

Waarschijnlijk leidt bodemdaling tot een toename van paaigelegenheid, met positieve gevolgen voor de visstand.

### *Overig*

Van andere (herpeto)fauna zijn geen gegevens bekend.

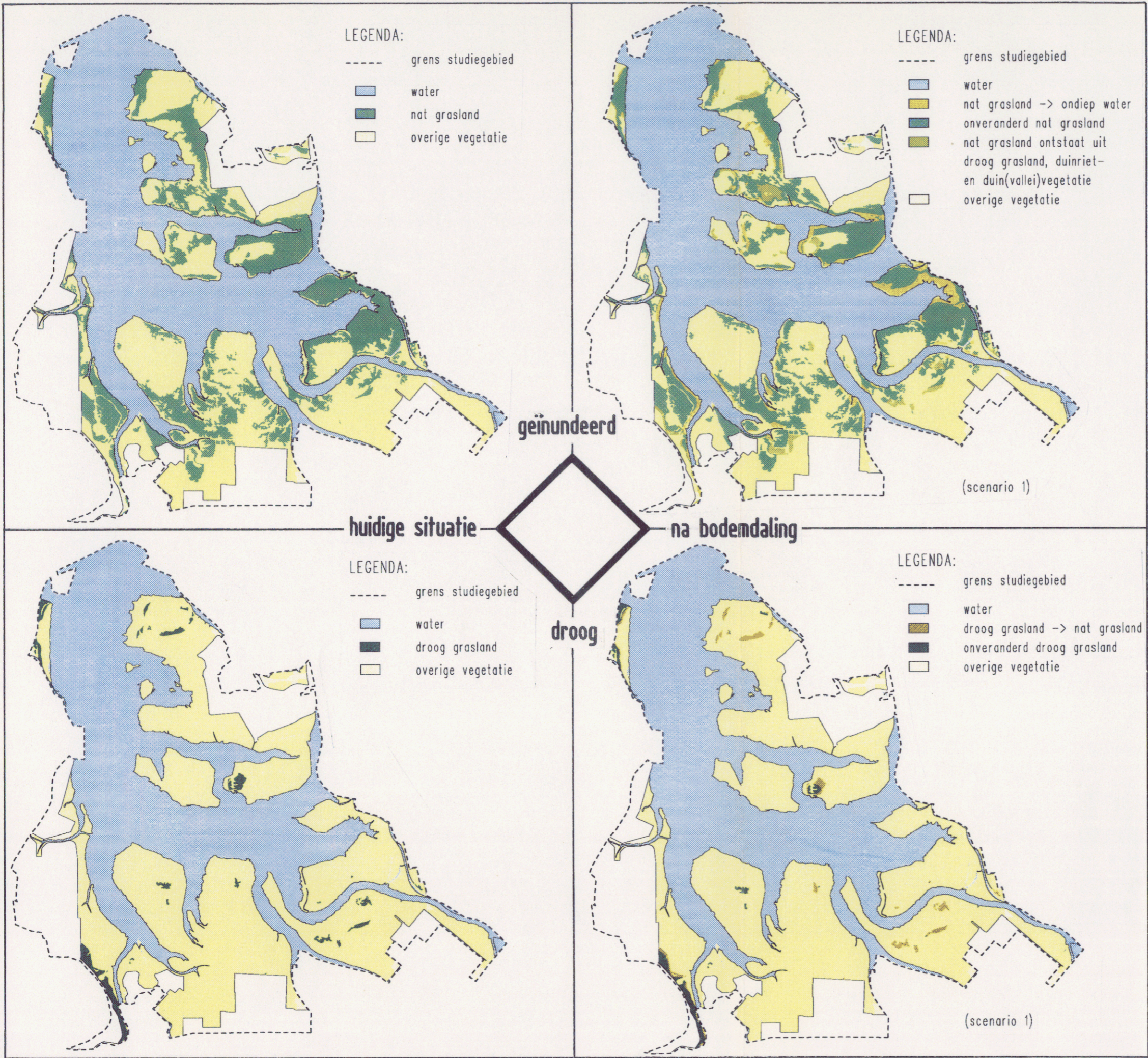
## 5.5 Beheer

Het areaal zilte en ontzilte graslanden neemt bij bodemdaling met circa 65 ha af. Een klein deel van de huidige vochtige graslanden zal dermate nat worden dat rietvegetaties ontstaan. Het totale te beheren areaal (potentieel) grasland neemt hierdoor enigszins af. Daarnaast zal de grasproductie, door de gemiddeld wat nattere omstandigheden in de graslanden, in beperkte mate afnemen. De instandhouding van een open grazig landschap vindt plaats door een combinatie van natuurlijke dynamische processen en zomerbegrazing. Omdat de natuurlijke invloeden de grasproductie in iets toenemende mate afremmen, zal de aanvullende begrazingsdruk op termijn moeten worden verminderd. Het netto-effect van de begrazing zal hiermee in hoofdlijnen gelijk zijn aan de huidige situatie.

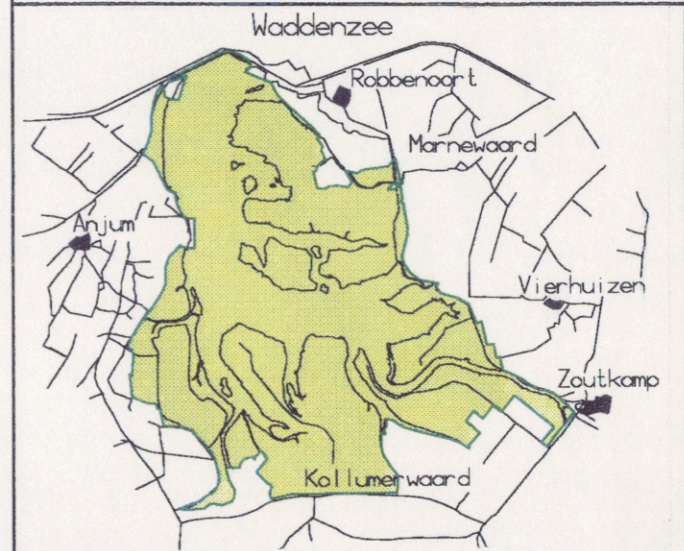
Het areaal zelden of nooit droogvallende gronden neemt sterk af van 1270 ha in de huidige situatie tot 991 ha na bodemdaling. In het 320 ha grote gebied op de Zoutkamperplaat waar nu een proef met jaarrondbegrazing loopt neemt het areaal droge gronden af met circa 80 hectare. Deze afname leidt tot een vermindering van de draagkracht van het Lauwersmeer voor jaarrondbegrazing. Om tot gelijke beheersresultaten te komen zal daarom (ook in het Friese deel) meer gewerkt moeten worden met zomerbegrazing, zal moeten worden bijgevoerd of zal een groter areaal (voormalige) landbouwgronden in de jaarrondbegrazing moeten worden opgenomen. De figuur op de volgende pagina geeft een overzicht van het effect van het realistisch bodemdalingsscenario op de verspreiding van zowel de regelmatig geïnundeerde als de droge graslanden. Het geeft een kwalitatieve inschatting van de verschuivingen die optreden als gevolg van bodemdaling.



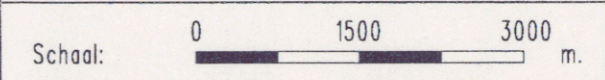
--- grens natuurmonument



### wijzigingen in verspreiding van natte en droge grasland-biotopen



Onderzoek effecten bodemdaling Lauwersmeer



LB&P ecologisch advies BV

**heidemij advies**

Noord

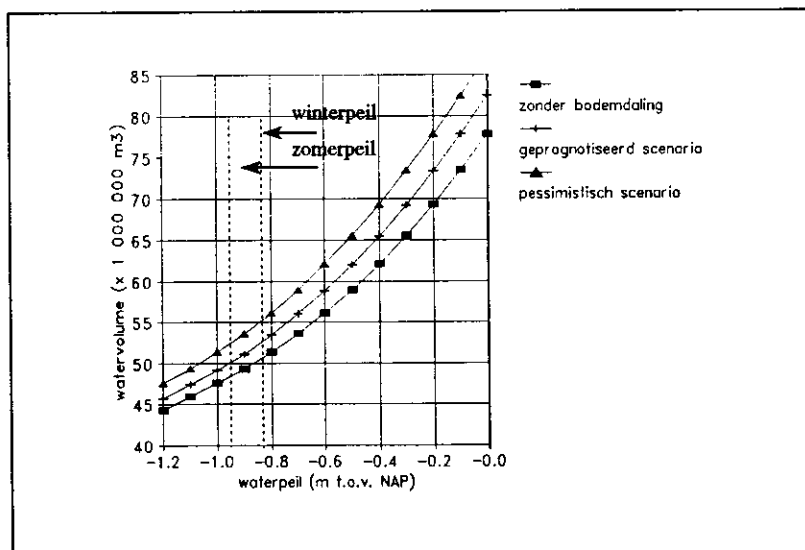
Opdrachtgever: Nederlandse Aardolie Maatschappij

maart 1995 Project: 94GBL

## 6 Effecten bij worst-case bodemdalingsscenario

### 6.1 Waterhuishouding

In dit scenario is een fictieve situatie berekend waarbij in het gehele studiegebied een maximale daling van het maaiveld van 20 cm optreedt. In dit scenario neemt het relatieve waterpeil (waterpeil ten opzichte van maaiveld), uitgaande van gelijkblijvende aan- en afvoercharacteristieken, toe met 20 cm. Ook hier is met GIS het watervolume bepaald als functie van het waterpeil. Figuur 6-1 geeft een overzicht van de resultaten van de berekeningen voor de huidige situatie, de situatie na bodemdaling volgens geprognostiseerd scenario (beschreven in paragraaf 5.1) en de situatie na bodemdaling volgens het worst-case (pessimistisch) scenario.



Figuur 6-1: Watervolume Lauwersmeer in relatie tot het waterpeil

Uitgaande van eenzelfde berging zal de peilverandering in de toekomst in het geval van een worstcase scenario maximaal circa 12 centimeter minder bedragen dan in de huidige situatie. Ook deze verandering is gelet op de intervalgrenzen van de overschrijdingsgrafieken zeer klein, te klein om uit te drukken in aangepaste frequentieverdelingen.

Ten aanzien van opstuwung is uitgerekend dat deze niet meer zal zijn dan enkele centimeters. Het effect op bestaande oeververdediging daarvan is nihil. Voor zowel de dynamiek van het meerpeil als de opstuwung kan derhalve net als bij het geprognostiseerd scenario het geval is, worden gesproken van zeer kleine voor het totale waterhuishoudkundige systeem verwaarloosbare effecten.

## 6.2 Vegetatie

In tabel 6-1 zijn de verwachte oppervlakten van de vegetaties na 20 cm overall bodemdaling aangegeven.

Tabel 6-1 Huidige en toekomstige (na 20 cm overall bodemdaling) oppervlakten ingenomen door vegetatiehoofdtypen

vegetatietype	oppervlakte in huidige situatie	oppervlakte na bodemdaling	verandering (ha)	verandering (%)
Zilte pioniervegetatie	106,1	56,5	- 49,6	- 47 %
Zilt grasland	113,1	50,0	- 63,1	- 56 %
Brak tot ontzilt grasland	727,7	634,4	- 93,3	- 13 %
Rietvegetatie en natte ruigte	911,3	955,6	+ 44,3	+ 5 %
Oevervegetatie met biezen	1,7	271,6	+ 269,9	+ 15876 %
Duinrietvegetatie: Duinriet en Fioringras	100,9	72,7	- 28,2	- 28 %
Duinrietvegetatie: Duinriet en Ruw beemdgras	13,2	0,7	- 12,5	- 95 %
Duinrietvegetatie: Duinriet en Riet	171,7	140,2	- 31,5	- 18 %
Duin(vallei)vegetatie	139,4	117,9	- 21,5	- 15 %
Ruigtevegetatie	25,9	24,3	- 1,6	- 6 %
Dwergstruweel	81,5	73,6	- 7,9	- 10 %
Schietwilg-struweel	12,6	9,8	- 2,8	-22 %
Duindoorn-struweel	2,9	0,7	- 2,2	- 76 %

### *Zilte pioniervegetaties*

Van de zilte pioniervegetaties gaat bijna de helft verloren bij dit scenario. Dit komt vooral door de daling van De Rug, waar een groot deel van de huidige pioniervegetatie voorkomt. Voor een deel gaat zilt grasland over in zilte pioniervegetatie.

### *Zilt grasland*

Van het zilte grasland gaat ruim de helft verloren. Dit komt vooral doordat veel zilte graslanden op de randen van de platen voorkomen, waar het overstromingsregime verandert. Het veranderende grasland gaat voor een

deel over in zilte pioniervegetatie, voor een ander deel in vrijwel permanent water met verspreid biezenegroei.

*Brak tot ontzilt grasland*

Ongeveer 20 % van het huidige brakke tot ontzilte grasland gaat verloren. Dit gaat over in vrijwel permanent onder water staand gebied, met verspreid biezenegroei, of in rietvegetaties. Door een overgang van duinrietvegetaties en duin(vallei)vegetaties in brakke tot ontzilte grasland vindt voor een deel compensatie plaats.

*Rietvegetaties en natte ruigte*

De rietvegetaties en natte ruigten nemen in geringe mate in omvang toe. De werkelijke toename zal groter zijn, daar een deel van wat tot de oevervegetatie met biezen is gerekend zich in werkelijkheid tot rietvegetatie zal ontwikkelen.

*Oevervegetatie met biezen*

Voor dit vegetatietype geldt hetzelfde als beschreven bij het realistisch scenario, zij het dat de toename van dit type in dit (20 cm overall daling) scenario groter is. Circa 270 ha wordt toegeschreven aan dit type.

*Duinrietvegetatie: Duinriet en Fioringras*

Er vindt een sterke afname plaats van het areaal van dit vegetatietype (circa 25 %). Het veranderende deel zal overgaan in een ontzilt grasland-type.

*Duinrietvegetatie: Duinriet en Ruw beemdgras*

Dit vegetatietype verdwijnt vrijwel geheel. Het gaat grotendeels over in ontzilt grasland.

*Duinrietvegetatie: Duinriet en Riet*

Een deel van dit vegetatietype gaat over in rietvegetatie en/of natte ruigte. Overigens blijft dit type grotendeels in de huidige vorm aanwezig.

*Duin(vallei)vegetatie*

Van de duin(vallei)vegetaties gaat circa 15 % verloren, dat overgaat in brak tot ontzilt grasland.

*Ruigtevegetatie*

In de ruigtevegetaties treden slechts in geringe mate veranderingen op.

*Dwergstruweel*

Het dwergstruweel gaat met circa 10 % achteruit, dat grotendeels overgaat in rietvegetatie en natte ruigte.

*Struweel: Schietwilg*

Evenals bij het realistisch scenario vindt bij circa 20 % van de Schietwilg-struwelen zodanige verandering van het overstromingsregime plaats, dat de Schietwilg zich vermoedelijk niet zal kunnen handhaven.

*Struweel: Duindoorn*

Een groot deel (circa 3/4) van dit in het Lauwersmeer schaarse type zal verdwijnen bij dit scenario.

## 6.3 Avifauna

### 6.3.1 Broedvogels

De huidige aantallen en de aantallen na 20 cm overall bodemdaling voor die broedvogels, die een duidelijke relatie hebben met vegetatietypen, zijn aangegeven in tabel 6-2.

*Pioniers*

Halvering van de pioniervegetaties en zilte graslanden leidt tot een fors verlies van broedbiotoop voor deze soorten. De plevieren nemen hierdoor met ruim de helft af. De effecten op in kolonies broedende soorten zijn niet goed in te schatten. Hoewel de oppervlakte van het biotoop halveert, blijven er wel plekken over voor kolonies.

*Water en moerasvogels*

Voor de in graslanden (waaronder duinrietvegetaties) broedende soorten zijn negatieve effecten te verwachten. Van deze broedbiotopen gaat oppervlakte verloren (met name voor de eenden). Voor de in riet en rietkragen broedende soorten zijn positieve effecten te verwachten, gezien de toename van rietvegetaties.

*Steltlopers*

Als broedvogels verliezen deze soorten nu een groter deel van hun broedgebied, en gaan de aantallen verder achteruit dan bij het realistisch scenario.

*Roofvogels en uilen*

Voor de roofvogels en uilen is voor de in bomen en in duinrietvegetaties broedende soorten een achteruitgang te verwachten van geschikt broedbiotoop. Voor de in riet broedende soorten is er een matig grote toename van geschikt broedbiotoop. De beschikbaarheid van voedsel neemt grotendeels af (met name de aantallen muizen zullen sterk afnemen). De effecten op de roofvogels en uilen, die veelal buiten het Lauwersmeer zelf foerageren, zijn niet duidelijk te voorspellen.

*Zangvogels*

Van de vogels van graslanden en overige (tenminste tijdens het broedseizoen) droge biotopen nemen de aantallen af. Bij de vogels van natte milieus (rietvegetaties etc.) nemen de aantallen broedparen licht toe.

Tabel 6-2 Aantal broedvogels met een duidelijke relatie met de vegetatiestructuur in huidige situatie en na bodemdaling volgens het worst-case scenario

soort	aantallen in de huidige situatie	aantallen na bodemdaling	verandering in aantallen	verandering in procenten
<b>Pioniersoorten:</b>				
Bontbekplevier	6	3	- 3	- 50 %
Kleine plevier	3	1	- 2	- 67 %
Strandplevier	3	1	- 2	- 67 %
Kluut	150	73	- 77	- 51 %
<b>Weidevogels:</b>				
Kievit	290	251	- 39	- 13 %
Grutto	265	230	- 35	- 13 %
Tureluur	250	217	- 33	- 13 %
Scholekster	460	399	- 61	- 13 %
Kemphaan	190	165	- 25	- 13 %
<b>Roofvogels en uilen:</b>				
Grauwe kiekendief	2	2	0	0
Bruine kiekendief	52	55	+ 3	+ 6 %
Ransuil	14	9	- 5	- 36 %
Velduil	6	4	- 2	- 33 %
<b>Zangvogels:</b>				
Veldleeuwerik	400	347	- 53	- 13 %
Graspieper	135	117	- 18	- 13 %
Gele kwikstaart	20	17	- 3	- 15 %
Nachtegaal	1	1	0	0
Blauwborst	2	2	0	0
Sprinkhaanrietzanger	120	125	+ 5	+ 4 %
Snor	5	5	0	0
Rietzanger	760	795	+ 35	+ 5 %
Bosrietzanger	375	315	- 60	- 16 %
Kleine karekiet	1400	1468	+ 68	+ 5 %
Spotvogel	1	1	0	0
Braamsluiper	2	1	- 1	- 50 %
Grasmus	7	5	- 2	- 29 %
Baardmannetje	12	13	+ 1	+ 8 %
Kneu	26	18	- 8	- 31 %
Rietgors	715	750	+ 35	+ 5 %

Tabel 6-3 Veranderingen bij broedvogels zonder duidelijke aantalsrelatie met vegetatiestructuur in autonome situatie en na 20 cm overall bodemdaling

soort	autonoom optredende verandering <sup>1)</sup>	verandering door bodemdaling
Pioniers:		
Kokmeeuw	-	0/-
Zilvermeeuw	-	0/-
Kleine mantelmeeuw	-	0/-
Dwergmeeuw	-	0/-
Noordse stern	-	0/-
Visdief	-	0/-
Water- en moerasvogels:		
Fuut	0	0
Meerkoet	0	0
Kuifeend	-	-
Slobeend	-	-
Wilde eend	-	-
Krakeend	-	-
Bergeend	-	-
Zomertaling	-	-/+
Roerdomp	0	+
Grauwe gans	0	+
Waterral	0	+
Porseleinhoen	0	+
Lepelaar	0	0
Blauwe reiger	0	0
Roofvogels:		
Torenvalk	0	0/-

<sup>1)</sup> volgens Beemster et al. (1989); voor soorten waarvoor Beemster geen verwachting aangeeft, is de verwachting voor soorten van vergelijkbare biotopen gegeven.

-0/+ = afname/gelijk blijven/toename van aantallen broedparen

### 6.3.2 Winter- en trekvogels

De verwachte effecten zijn in tabel 6-4 kwalitatief weergegeven voor de soorten die de 1 %-norm overschrijden, en voor een aantal andere soorten met een bijzondere betekenis voor het natuurbeheer.

Tabel 6-4 Verwachte veranderingen voorkomen winter- en trekvogels, per onderscheiden groep, bij autonome ontwikkelingen en na 20 cm overall bodemdaling

groep	overschrijding 1 %-norm	verandering autonome ontwikkeling <sup>1)</sup>	verandering na bodemdaling
<b>Water- en moerasvogels: Aalscholver</b>	ja	0	0/+
Lepelaar	ja	0	0/+
Kleine zwaan	ja	0	+
Grauwe gans	ja	-	-
Brandgans	ja	-	-
Smient	ja	-	-/+
Krakeend	ja	0	+
Wintertaling	ja	-	-
Wilde eend	ja	-	+
Pijlstaart	ja	-	+
Slobeend	ja	0	+
Meerkoet	nee		+
Tafeleend	nee		+
<b>Roofvogels en uilen: Slechtvalk</b>	ja	-	0
Smelleken	nee		-
Blauwe Kiekendief	nee		-
Grauwe Kiekendief	nee		-
Torenvalk	nee		-
Velduil	nee		-
<b>Meeuwen en sterns: Dwergmeeuw</b>	ja	0	0
<b>Steltlopers: Kluut</b>	ja	0	0
Bontbekplevier	ja	-	0
Kleine strandloper	ja	0	0
Grutto	ja	0	0
Zwarte ruiter	ja	0	0
<b>Zangvogels: zwaluwen</b>	nee		+
Frater	nee		-
Strandleeuwerik	nee		-
Sneeuwgorst	nee		-

<sup>1)</sup> volgens Beemster et al. (1989)

De aard van de optredende effecten is voor dit scenario identiek aan die in het realistisch scenario. De bovenstaande tabel is daarom dan ook gelijk aan die bij het realistisch scenario. Een belangrijk verschil ligt in de kwantiteit waarmee veranderingen optreden. Deze is voor alle soorten groter. De afname van foerageerbiotoop voor Strandleeuwerik en Sneeuwgorz is bijvoorbeeld groter dan bij het realistisch scenario, terwijl ditzelfde geldt voor de toename van foerageergebied voor bijvoorbeeld Kleine zwaan (ondiep water) en steltlopers (slikkige gronden). De effecten worden daarom hier niet voor elke groep afzonderlijk besproken.

## 6.4 Overige fauna

### *Zoogdieren*

Door de afname van de relatief goed ontwaterde, niet of zelden overstroomde gebieden zullen de kleine zoogdieren afnemen. Dit effect treedt in dit scenario sterker op dan in het realistisch scenario.

Voor de grotere zoogdieren geldt, dat het foerageerbiotoop afneemt. Hierdoor wordt de draagkracht van het studiegebied kleiner voor deze soorten (Ree, Vos, kleine marterachtigen).

### *Vissen*

De oppervlakte ondiep water neemt in dit scenario sterker toe dan in het realistisch scenario. Waarschijnlijk leidt dit tot een verdere toename van paaigelegenheid voor vissen.

## 6.5 Beheer

Het areaal grasland en de grasproductie nemen af. Dit betekent dat de begrazingsdruk (door zomerbegrazing) verlaagd moet worden. Het netto resultaat (in stand houden van open, grazige gebieden) blijft dan gelijk.

Het areaal zelden of nooit overstroomde droogvallende gronden neemt af van 1270 ha in de huidige situatie tot 711 ha na bodemdaling. Deze afname leidt tot een verdere beperking van de mogelijkheden om jaarrondbegrazing in het Lauwersmeer toe te passen.

Op de Zoutkamperplaat wijkt de geprognoseerde bodemdaling slechts weinig af van de bodemdaling bij het worstcase scenario. (Tabel 6-5)

Tabel 6-5 Effecten van bodemdaling op areaal zelden of nooit droogvallende graslanden, die een belangrijke rol spelen bij het begrazingsbeheer

	Huidig	Geprognoseerd scenario	Worst-case scenario
totaal areaal (ha)	1270	990	710
areaal Zoutkamperplaat (ha)	320	240	nvt *)

\*) bodemdaling in dit gebied voor beide scenario's ongeveer gelijk

## 7 Effectbeoordeling

In paragraaf 4.2.4. zijn de criteria omschreven waarmee de in hoofdstuk 6 omschreven effecten beoordeeld worden. In dit hoofdstuk vindt deze beoordeling plaats voor de beide onderzochte scenario's, respectievelijk:

- bodemdaling conform prognoses;
- bodemdaling van 20 cm over het gehele studiegebied.

Bij de beoordeling wordt een onderscheid gemaakt tussen criteria die te maken hebben met vegetatie, fauna, en beheersaspecten.

### Vegetatie

Uit de effectbeschrijving blijkt dat vegetatietypen waaraan het Lauwersmeer op grond van systeem- of zeldzaamheidscriteria zijn waarde ontleent bij het prognose-scenario over het algemeen licht in oppervlak afnemen. Hoewel de totale diversiteit van het gebied niet aangetast wordt, blijken de kritische grenzen zoals gedefinieerd paragraaf 4.5.4.2 voor een aantal vegetatietypen in geringe mate overschreden te worden. Deze veranderingen worden daarom beoordeeld als (licht) negatief (tabel 7-1).

In het 20 cm-overall-scenario vindt een gelijkgerichte maar sterkere toename van de bovenbeschreven effecten plaats. De effecten zijn dermate groter dat de gehanteerde kritische grenzen voor een aantal vegetatietypen ruim overschreden worden. De effecten van dit scenario worden daarom beoordeeld als negatief tot zeer negatief (tabel 7-1).

Tabel 7-1 Beoordeling effecten vegetatie

vegetatie(groepen)	huidige situatie	kritische grens	prognose-scenario		20 cm-scenario	
	%	%	%	beoordeling	%	beoordeling
zilte en brakke vegetaties	9,1	-	7,2	neutraal	4,4	neutraal
duinvalleivegetaties	5,8	-	5,6	(licht) negatief	4,9	negatief
vochtige graslanden	30,2	30-50	29,1	(licht) negatief	26,3	zeer negatief
droge graslanden	11,9	10-17	9,9	(licht) negatief	8,9	negatief
biezenvegetaties (ondiep water)	0,1	0,1-4	4,4	(licht) negatief	11,3	negatief
riet- en ruigtevegetaties	37,8	27-43	39,3	neutraal	39,7	neutraal
struweel- en bosvegetaties	4,0	2-10	3,6	neutraal	3,5	neutraal

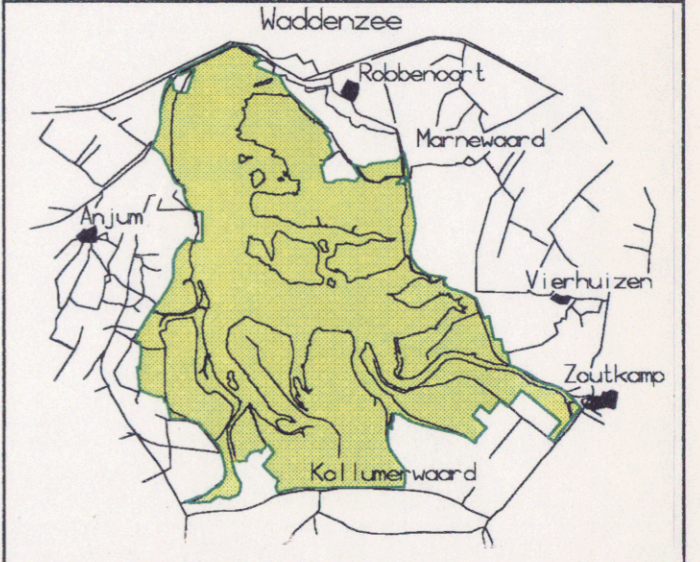
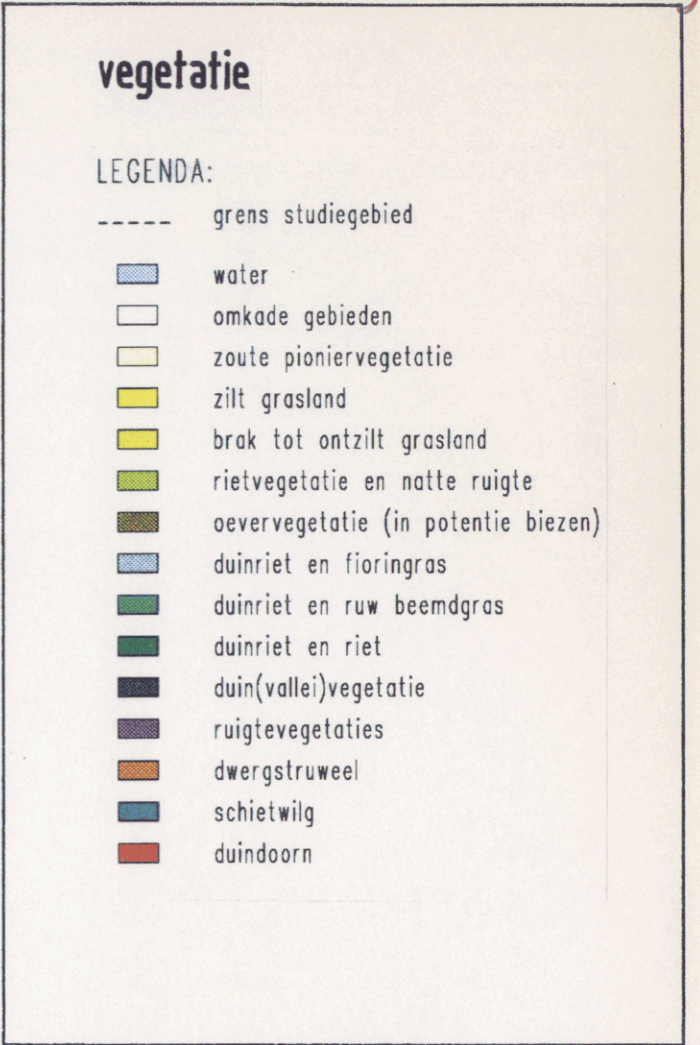
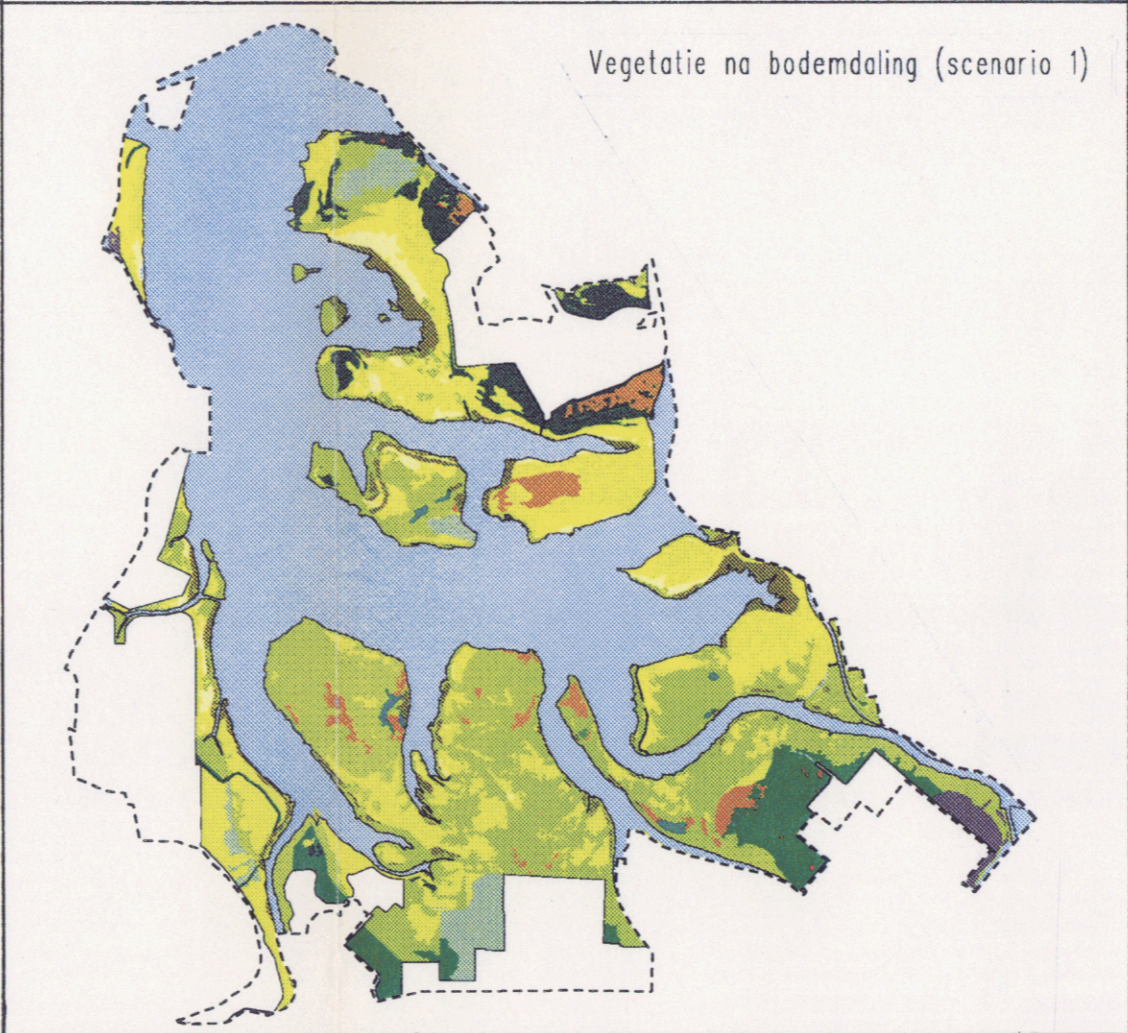
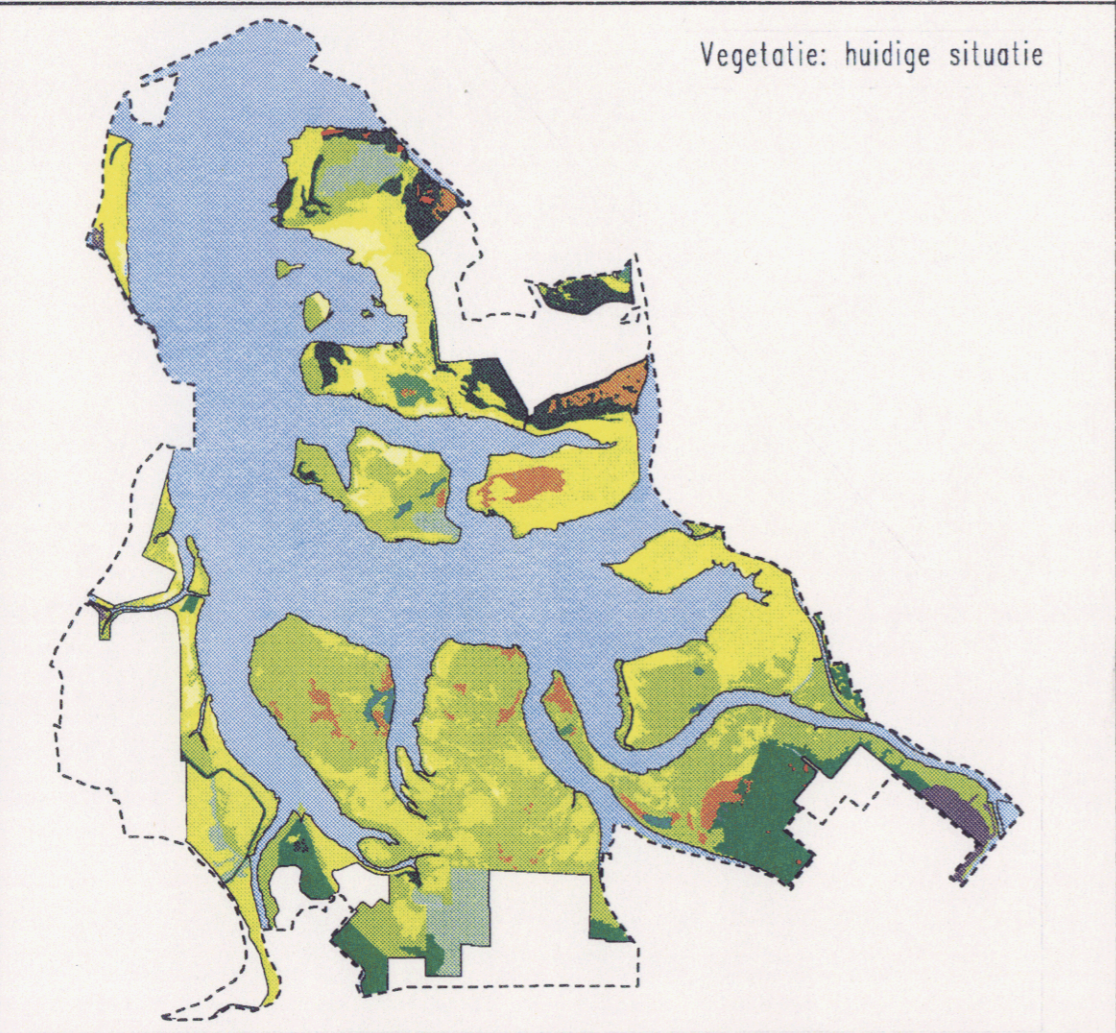
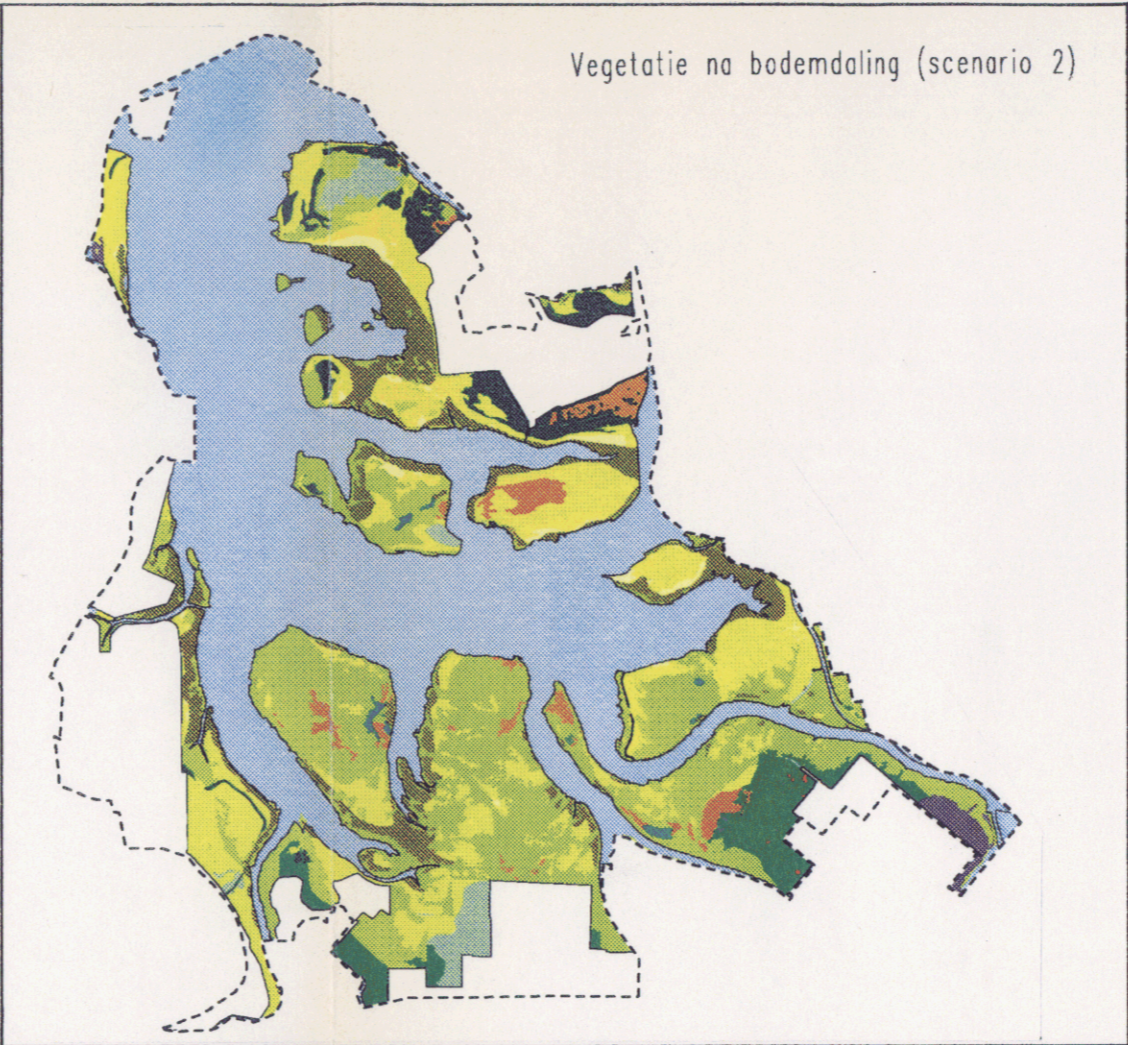
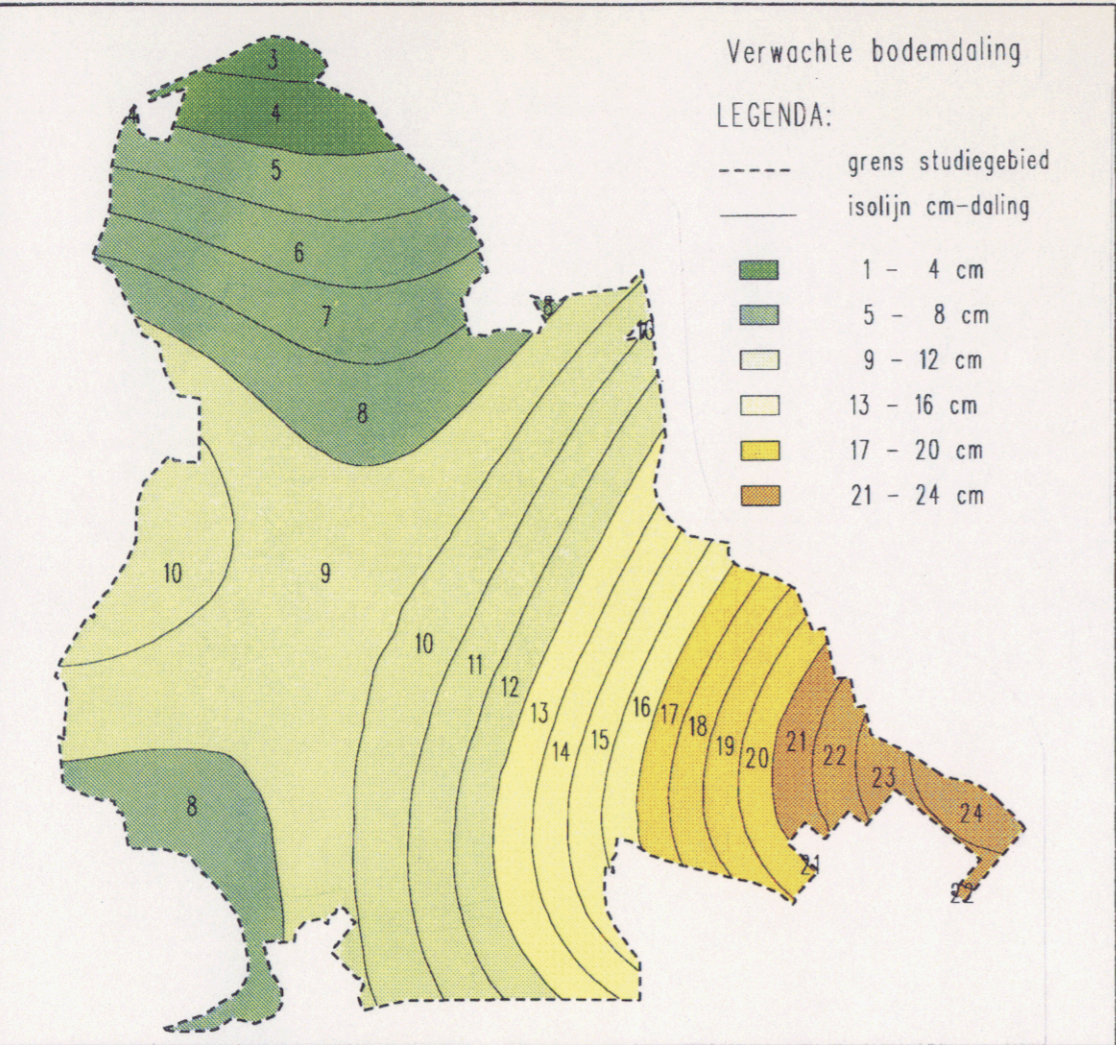
### Fauna

De effecten op de avifauna betreffen een verandering in de aantallen voorkomende individuen van zowel broedvogels als winter- en trekvogels.

Zowel het prognose-scenario als het 20-cm-scenario hebben geen invloed op de totale diversiteit (het aantal voorkomende soorten) zoals deze zich in de autonome situatie ontwikkelt. De bodemdaling leidt hooguit tot enige versnelling van de afname van de diversiteit zoals deze bij de autonome ontwikkeling optreedt. Uit de effectbeschrijving blijkt dat de aantallen individuen van soorten die bij de autonome ontwikkeling van het gebied zullen afnemen of verdwijnen als gevolg van bodemdaling extra zullen afnemen. Het betreft hierbij vooral pioniersoorten, weidevogels en steltlopers, roofvogels en winter- en trekvogels die fourageren op open grazige vegetaties. Deze afname is bij het 20 cm-scenario groter dan bij het prognose-scenario. Deze versnelling van het autonome proces wordt als negatief beoordeeld (tabel 7-2). De soorten die bij de autonome ontwikkeling van het gebied een belangrijke rol blijven spelen zullen als gevolg van de bodemdaling over het algemeen toenemen. Het betreft hierbij soorten van rietlanden, moerassen en struwelen en watervogels en steltlopers die in ondiepe wateren fourageren. Deze toename is bij het 20 cm-scenario iets groter dan bij het prognose-scenario. Deze effecten worden als positief tot zeer positief beoordeeld.

Tabel 7-2 Beoordeling effecten fauna

kenmerk	prognose-scenario		20 cm-scenario	
	effect	beoordeling	effect	beoordeling
<b>broedvogels</b>				
diversiteit	geen verandering	neutraal	geen verandering	neutraal
autonoom afnemende soorten	afname aantallen	negatief	afname aantallen	negatief
autonoom belangrijke soorten	geringe toename aantallen	positief	toename aantallen	zeer positief
<b>winter- en trekvogels</b>				
diversiteit	geen verandering	neutraal	geen verandering	neutraal
autonoom afnemende soorten	afname aantallen	negatief	afname aantallen	negatief
autonoom belangrijke soorten	geringe toename aantallen	positief	toename aantallen	zeer positief
<b>overige fauna</b>				
zoogdieren	geringe afname aantallen	(licht) negatief	afname aantallen	
vissen	verbetering paai-omstandigheden	(licht) positief	verbetering paai-omstandigheden	positief



Onderzoek effecten bodemdaling Lauwersmeer

Schaal: 0 1500 3000 m.

LB&P ecologisch advies BV

heidemij advies

Opdrachtgever: Nederlandse Aardolie Maatschappij

maart 1995

Project: 94GBL

Noord

**Beheer**

De bodemdaling heeft, door het vochtiger worden van het milieu en het hierdoor afnemen van droge graslanden, effecten op het beheer van het gebied. De (beperkte) gevolgen voor de seizoensbegrazing kunnen bij beide scenario's vrij gemakkelijk opgevangen door de veedichtheid aan te passen aan de nieuw ontstane situatie. Dit effect wordt daarom als neutraal beoordeeld (tabel 7-3). De jaarrondbegrazing komt, door een aanzienlijke afname van het nooit overstroomde oppervlak binnen het huidige beheerde gebied, sterk onder druk te staan. Door deze afname zal het aantal inzetbare dieren afnemen, waardoor een geringer deel van het Lauwersmeer op semi-natuurlijke wijze met jaarrondbegrazing beheerd kan worden en/of aanvullende maatregelen als bijvoeding in de winter of aanvullende seizoensbegrazing moeten worden getroffen. Bij het 20 cm-scenario zijn deze effecten beduidend sterker dan bij het prognose-scenario. Het natuurlijke procesbeheer in het Lauwersmeer wordt hiermee beperkt. Dit effect wordt als zeer negatief beoordeeld (tabel 7-3).

Tabel 7-3 Beoordeling effecten op beheer

kenmerk	prognose-scenario		20 cm-scenario	
	effect	beoordeling	effect	beoordeling
verlies oppervlakte (ha)	van 1270 naar 990		van 1270 naar 710	
seizoensbegrazing	afname productie en areaal	neutraal	afname productie en areaal	neutraal
jaarrondbegrazing	afname areaal droge gronden	zeer negatief	sterke afname areaal droge gronden	zeer negatief

## 8 Conclusies en aanbevelingen

### Waterhuishouding

Door bodemdaling wordt een groter gedeelte van het Lauwersmeer met water bedekt.

De variaties in het meerpeil zijn na bodemdaling geringer en de opstuwung door de wind wat groter. Ten aanzien van meerpeilfluctuaties gaat het om een orde grote van 5 centimeter (geprognoseerd bodemdalingsscenario) tot circa 12 centimeter (worst-case scenario). Dit valt binnen de onnauwkeurigheidsmarges van de uitgevoerde berekeningen.

Voor opstuwung door de wind geldt dat deze beperkt blijft tot < 1 cm (geprognoseerd scenario) tot < 2 cm, een stijging die nauwelijks effect zal hebben ook niet op de reeds in het gebied aanwezige oeververdediging.

Het voor het ecosysteem veruit belangrijkste effect van de bodemdaling op de waterhuishouding is de lokaal grotere kans op inundatie en de langere duur en grotere frequentie van inundatie.

### Vegetatie

Voor de vegetatie kan geconcludeerd worden dat de nu te onderscheiden vegetatietype's gebonden zijn aan bepaalde inundatiekarakteristieken, die met de bodemdaling verschuiven. De desbetreffende vegetatietypes zullen de geleidelijke bodemdaling volgen. Gelet op de bodemopbouw en de hoogteligging leidt dit tot een verschuiving van het nu voorkomende spectrum aan vegetatietypen. De verschuivingen zijn beperkt en worden allemaal als neutraal danwel licht negatief beoordeeld bij het geprognoseerde bodemdalingsscenario. Opvallend is de relatief sterke toename van de ondiep waterzone, die geschikt is voor het ontstaan van biezenvetatie, op dit moment een nauwelijks voorkomend vegetatietype, dat echter niet hoog wordt gewaardeerd. Daarnaast valt op dat het effect op het voorkomen van zilte en brakke vegetaties gering is.

Bij het worst-case scenario, waarbij wordt aangenomen dat de bodem overall 20 centimeter daalt, ligt dit anders.

Daar zakt het areaal vochtige graslanden van meer dan 30 % naar 26 %, hetgeen gelet op de beheers- en natuurontwikkelingsdoelen van het Lauwersmeer als relatief negatief moet worden aangemerkt. Ook de lichte afname van duinvalleivegetaties en droge graslanden passeert hier de in deze studie gehanteerde kritische norm, waarbij gesproken wordt van een negatief effect.

De zeer sterke toename van ondiep water (potentieel biezenvetatie) die bij dit scenario optreedt wordt ook als negatief aangemerkt.

### Avifauna

Ten aanzien van de vogels kan de conclusie worden getrokken dat er effecten te verwachten zijn op zowel de broedvogels als de trek- en wintervogels. De totale soortendiversiteit blijft naar verwachting gelijk aan die in de autonome situatie, waarin voortgaande vegetatiesuccessie zal leiden tot een zekere verrijking en verdichting van de vegetatie en daarmee tot een

verschuiving van de samenstelling van de vogelbevolking. De bodemdaling leidt hooguit tot enige versnelling van de afname die in autonome omstandigheden toch te verwachten is. Het gaat hier met name om pioniersoorten, weidevogels, steltlopers, roofvogels en van grazige vegetaties afhankelijke winter- en trekvogels (ganzen en dergelijke). Op zich wordt deze versnelde afname als negatief beoordeeld.

Soorten die van de vegetatiesuccessie ook zonder bodemdaling zullen profiteren zullen als gevolg van de bodemdaling juist sneller verder in aantal toenemen. Hier gaat het om soorten van riet- en moeraslanden, struwelen en soorten die hun voedsel zoeken in ondiep water. Bij het worst-case bodemdalingsscenario gaan beide processen (versnelde afname en versnelde toename) sneller. Bezien vanuit de lokale beheers- en ontwikkelingsdoelstellingen in het gebied moet het totale effect op de avifauna als betrekkelijk neutraal worden beoordeeld. Bekijken we de verandering alleen in het licht van een zo sterk mogelijke relatie met de Waddenzee en waarden we de voor het wad karakteristieke soorten het hoogste, dan moet de verandering van de vogelbevolking als negatief worden aangemerkt. Overigens is de afname van aan grazige vegetaties gekoppelde soorten erg relatief voorzover het de voedsel- en rustbehoefte betreft als we dit afzetten tegen de zeer grote mogelijkheden in het omringende boerenland.

#### **Fauna overig**

Door vernatting nemen de bestaansmogelijkheden van het Lauwersmeer voor zoogdieren licht af. Een geringer aantal muizen kan van invloed zijn op de draagkracht voor roofvogels, Vos en kleine marterachtigen. Een verminderde oppervlakte grasland leidt tot enige beperking voor het Ree.

#### **Begrazingsbeheer**

Door het vochtiger worden van de bodem en de afname van het areaal aan droge graslanden treedt in beide bodemdalingsscenario's een negatief effect op. De mogelijkheid om door jaarrondbegrazing een semi-natuurlijk procesbeheer te voeren wordt immers verkleind. Dit kan op zich wel worden opgevangen door een verminderde inzet van dieren.

#### **Aanbevelingen**

Opgemerkt wordt dat eventuele toekomstige keuzes voor een natuurlijker peilbeheer danwel het beperkt toestaan van de zoutwater invloed, van veel grotere invloed zullen zijn op het waterhuishoudkundig systeem en het ecosysteem dan de maaiveldverlaging als gevolg van de bodemdaling door gasproductie. De omvang van de ecologische effecten zoals ze in deze studie zijn beschreven geven geen aanleiding te veronderstellen dat zich hierdoor veranderingen zullen voordoen die toekomstige keuzes voor een ander natuurlijker waterbeheer beïnvloeden.

Ten aanzien van het terrestrisch systeem moet worden opgemerkt dat ook op de huidige oppervlaktes jaarrondbegrazing zonder bijvoeren niet goed realiseerbaar is. Het toevoegen van een groter areaal aaneengesloten droge gronden door agrarische gebieden toe te voegen aan het natuurmonument biedt echter belangrijke perspectieven, in een situatie met of zonder bodemdaling.

## 9 Geraadpleegde literatuur

- Beemster, N.J., H.J. Drost & M.R. van Eerden, 1986, Evaluatie van het beheer in het Lauwersmeer in de periode 1982-1987, Flevobericht nr. 303. Rijkswaterstaat Directie Flevoland, Lelystad.
- Boekema, E.J., P. Glas & J.B. Hulscher, 1983. Vogels van de provincie Groningen. Vereniging Avifauna Groningen, Groningen.
- Broekhuizen, S., B. Hoekstra, V. van Laar, C. Smeenk & J.B.M. Thissen (red.), 1992. Atlas van de Nederlandse Zoogdieren. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht.
- Commissie Bodemdaling door Aardgaswinning, 1987. Studieresultaten betreffende ongelijkmatige zakkings in verband met aardgaswinning in de provincie Groningen.
- Commissie Natuurontwikkeling Lauwerszee, 1991. Beheers- en ontwikkelingsvisie voor de grote eenheid natuurgebied Lauwersmeer. Versie december 1991. Rijkswaterstaat Directie Flevoland, Lelystad.
- Deursen, E.J.M. van, P. Cornelissen, J.T. Vulink & P. Esselink, 1993. Jaarrondbegrazing in het Lauwersmeer: zelfredzaamheid van grote grazers en effecten op de vegetatie. *De Levende Natuur*, 94/6, pp. 196-204.
- J. Geertsma, 1973. A basic theory of subsidence due to reservoir compaction; the homogenous Case. *Verhandelingen van het KNGMG*, deel 28.
- J. Geertsma en G. van Opstal, 1973. A numerical technique for predicting subsidence above compacting reservoirs, based on the nucleus of strain concept. *Verhandelingen van het KNGMG*, deel 28.
- Haskoning, 1993. Onderzoek Waterhuishoudkundige inrichting Noordwest Groningen (WING), Eindrapport.
- Ph. van Hasselt, 1992. Reservoir Compaction and Surface Subsidence resulting from Oil and Gas-production -a review of theoretical and experimental research approaches - *Geologie en Mijnbouw* 71.
- Huijser, M.P. en Y.J.B. Röling, 1994. Toelichting bij het GIS Lauwersmeergebied. Intern rapport. Bijlage 2. 1994-14 Lio. Rijkswaterstaat Directie Flevoland, Lelystad.
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990. Natuurbeleidsplan. Sdu, Den Haag.
- Ministeries van LNV en VROM, 1993. Structuurschema Groene Ruimte. Sdu, Den Haag.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1994. Toelichting bij de aanwijzing van het gebied Lauwersmeer tot natuurmonument, NBLF 94-6768/NBLF 94-6794.

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V., 1990. Bodemdaling door aardgaswinning, Groningen veld en Randvelden, Status Rapport 1990, Prognose tot het jaar 2050.

Onderzoekscommissie bodemdaling Friesland, 19... "Bodemdaling in Friesland" (Sakjen fan 'e boaiem yn Fryslân). In opdracht van Minister van Economische Zaken en Gedeputeerde Staten van de provincie Friesland).

Provinciale Staten van Friesland en Gedeputeerde Staten van Groningen, 1988. Interprovinciale Inrichtingsschets Lauwersmeergebied.

Provincie Friesland, 1991. Eerste waterhuishoudingsplan Friesland 1992-1995.

Provincie Groningen, 1991. Waterhuishoudingsplan Provincie Groningen 1992-1996.

Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst. Vegetatiekaart Lauwersmeer.

Slager, H., 1985. Grondwaterregimes in natuurterreinen in het Lauwerszeegebied, RIJP rapport 1985- 11 abw. Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.

Slager, P., 1979. Enkele aspecten van het vegetatieonderzoek in het lauwerszeegebied in 1978, RIJP rapport 1979-25 Abw. Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.

SOVON, 1987. Atlas van de Nederlandse Vogels. Arnhem.

D. Teeuw, 1973. Laboratory measurement of compaction properties of Groningen Reservoir Rock. Verhandelingen van het KNGMG 28.

M.N. Toksöz, J.B. Walsh, 1990. Bodemdaling boven het Groningen gasveld, een evaluatie van het bodemdalingsprogramma van de NAM.

Waterloopkundig Laboratorium in samenwerking met Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1995 Gaswinning op Ameland-Oost -effecten van bodemdaling.

## **BIJLAGEN**

**Bijlage 1 Soortensamenstelling vegetatietypen Lauwersmeer**

**Bijlage 2 Grafieken vegetatie en avifauna**

- A Spreiding vegetatietypen over inundatieklassen**
- B Verandering oppervlakte vegetatietypen**
- C Verandering aantallen broedvogels**

## Bijlage 1

### Soortensamenstelling vegetatietypen Lauwersmeer

Onderstaand overzicht van de soortensamenstelling van de in het Lauwersmeer voorkomende vegetatietypen is gebaseerd op het beschikbaar gestelde opnamemateriaal van de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat. In dit opnamemateriaal zijn alleen de belangrijkste soorten opgenomen. Dit betekent dat onderstaande beschrijvingen niet compleet zijn.

De soorten zijn per vegetatietype verdeeld in:

- kenmerkende soorten: deze komen in meer dan 75 % van de opnamen van een bepaald vegetatietype voor;
- begeleidende soorten: deze komen in 25 tot 75 % van de opnamen van een bepaald vegetatietype voor;
- incidentele soorten: deze komen in minder dan 25 % van de opnamen van een bepaald vegetatietype voor.

#### 0. Onbegroeid

##### VEGETATIE OP ZILTE-BRAKKE BODEM

###### 1a. Vegetatie met Zeekraal

Kenmerkende soorten: Zeekraal, Zilte schijnspurrie, Gewoon kweldergras

Begeleidende soorten: Schorrekruid

Incidentele soorten: Greppelrus

###### 1b. vegetatie met Zeekraal en Gewoon kweldergras

Kenmerkende soorten: Zeekraal, Gewoon kweldergras, Schorrekruid, Zilte rus

Begeleidende soorten: Zilte schijnspurrie, Fioringras, Zulte, Gerande schijnspurrie

##### VEGETATIE OP (BRAKKE) NATTE TOT VOCHTIGE, MATIG TOT ZEER VOEDSELRIJKE BODEM

###### 2a. Vegetatie met Gewoon kweldergras

Kenmerkende soorten: Zeekraal, Gewoon kweldergras, Schorrekruid, Fioringras, Zulte, Zilte rus

Begeleidende soorten: Zilte schijnspurrie, Rode ogentroost, Spiesmelde

###### 2b. Vegetatie met Zilverschoon en Krulzuring

Kenmerkende soorten: Zilverschoon, Krulzuring, Akkerdistel, Fioringras

Begeleidende soorten: Zeebies, Grote brandnetel

### **2c. Vegetatie met Fioringras**

Kenmerkende soorten: Fioringras, Witte klaver

Begeleidende soorten: Krulzuring, Riet, Watermunt, Akkerdistel, Engels raaigras, Rood zwenkgras, Viltige basterdwederik, Ruw beemdgras, Wolfspoot, Kruijpende boterbloem, Gewone hoornbloem, Zomprus, Zilverschoon, Veldbeemdgras, Kleine klaver, Gestreepte witbol, Kruijpwilg, Geelhartje, Madeliefje, Paardebloem, Liggende vetmuur

Incidentele soorten: Rode ogentroost

### **2d. Vegetatie met Fioringras en Zilte rus**

Kenmerkende soorten: Fioringras, Zilte rus

Begeleidende soorten: Witte klaver, Rode ogentroost, Watermunt, Rood zwenkgras, Ruw beemdgras, Moeraszoutgras, Fraai duizendguldenkruid, Zomprus, Vertakte leeuwetand, Riet, Zompvergeet-mij-nietje, Zilverschoon, Engels raaigras

### **2e. Vegetatie met Zilte rus en Fioringras**

Kenmerkende soorten: Schorrezoutgras, Fioringras, Zilte rus, Ruw beemdgras

Begeleidende soorten: Vertakte leeuwetand, Valse voszegge, Witte klaver, Rode ogentroost, Watermunt, Rood zwenkgras, Riet

### **2f. Vegetatie met Fioringras en Ruw beemdgras**

Kenmerkende soorten: Rood zwenkgras, Witte klaver, Fioringras, Ruw beemdgras, Riet

Begeleidende soorten: Moeraswalstro, Watermunt, Zomprus, Zilte zegge, Krulzuring, Akkerdistel, Zompvergeet-mij-nietje, Engels raaigras, Zilte rus, Vertakte leeuwetand, Rode ogentroost, Speerdistel, Kamgras, Paardebloem, Gestreepte witbol, Madeliefje, Valse voszegge, Kruijpende boterbloem

### **2g. Vegetatie met Rood zwenkgras**

Kenmerkende soorten: Rood zwenkgras, Witte klaver, Riet, Fioringras, Gestreepte witbol

Begeleidende soorten: Zomprus, Paardebloem, Geelhartje, Valse voszegge, Kruijpwilg, Watermunt, Gewone hoornbloem, Kleine klaver, Zilte zegge, Vertakte leeuwetand, Duinriet, Akkerdistel, Engels raaigras, Zilte rus, Madeliefje, Veldbeemdgras, Dwergzegge, Fraai duizendguldenkruid, Rode ogentroost, Ruw beemdgras

Incidentele soorten: Liggende vetmuur

Binnen dit vegetatietype komen ook de duinvallei-achtige vegetaties voor.

Deze worden gekenmerkt door de hoge rijkdom aan veelal zeldzame soorten (diverse orchideeën-soorten, Parnassia, kleine zeggensoorten e.d.). Deze

soorten zijn niet in het beschikbaar gestelde opnamemateriaal van de Meetkundige Dienst opgenomen, maar komen wel voor in het Lauwersmeer.

#### **2h. Vegetatie met Engels raaigras**

Kenmerkende soorten: Witte klaver, Paardebloem, Gewone hoornbloem, Engels raaigras, Madeliefje, Ruw beemdgras, Grote weegbree, Veldbeemdgras, Fioringras, Kamgras  
Begeleidende soorten: Vertakte leeuwetand, Kruipende boterbloem, Rood zwenkgras, Akkerdistel, Riet, Zilte rus

### **VEGETATIE OP VOCHTIGE TOT DROGE, VOEDSELARME TOT MATIG VOEDSELRIJKE BODEM**

#### **3a. Vegetatie met Kruipwilg en Fioringras**

Kenmerkende soorten: Kruipwilg, Witte klaver, Zomprus, Riet, Rode ogen-troost, Fioringras  
Begeleidende soorten: Rood zwenkgras, Gestreepte witbol, Geelhartje, Dwergzegge, Vertakte leeuwetand, Duinriet, Zilte zegge, Kleine klaver, Veldbeemdgras, Strandduizend-guldenkruid, Watermunt, Gewone hoornbloem, Liggende vetmuur, Zilverschoon, Grauwe wilg, Fraai duizendguldenkruid, Zilte rus, Duindoorn

#### **3b. Vegetatie met Kruipwilg en Duinriet**

Kenmerkende soorten: Kruipwilg, Grauwe wilg, Riet, Duinriet  
Begeleidende soorten: Watermunt, Speerdistel, Rood zwenkgras, Koninginnekruid, Boswilg, Ruw beemdgras, Zilte rus, Akkerdistel, Gestreepte witbol, Duindoorn, Schietwilg, Fioringras

### **VEGETATIE OP NATTE TOT VOCHTIGE EN MATIG TOT ZEER VOEDSELRIJKE BODEM**

#### **4a. Vegetatie met Riet en Fioringras**

Kenmerkende soorten: Fioringras, Riet, Watermunt  
Begeleidende soorten: Akkerdistel, Kruipwilg, Duinriet, Ruw beemdgras, Valse voszegge, Rood zwenkgras, Wolfspoot, Koninginnekruid, Gestreepte witbol, Krulzuring, Zilte rus  
Incidentele soorten: Zeebies, Harig wilgeroosje

#### **4b. Vegetatie met Riet**

Kenmerkende soorten: Riet  
Begeleidende soorten: Fioringras, Akkerdistel, Watermunt, Duinriet, Ruw beemdgras, Koninginnekruid, Grote brandnetel, Gewone hennepnetel, Zeebies

### **VERLANDINGSVEGETATIE IN BRAK WATER**

#### **5. Vegetatie met Ruwe bies en Zeebies**

Kenmerkende soorten: Zeebies, Ruwe bies, Fioringras

VEGETATIE OP VOCHTIGE TOT DROGE, VOEDSELARME TOT  
MATIG VOEDSELRIJKE BODEM

**6a. Vegetatie met Duinriet en Fioringras**

Kenmerkende soorten: Duinriet, Fioringras  
Begeleidende soorten: Gewone hoornbloem, Ruw beemdgras, Riet,  
Kruipwilg, Akkerdistel, Valse voszegge, Rood  
zwenkgras, Gestreepte witbol, Watermunt,  
Wolfspoot, Witte klaver, Zomprus, Dwergzegge,  
Zilte rus  
Incidentele soorten: Engels raaigras

**6b. Vegetatie met Duinriet en Rood zwenkgras**

Kenmerkende soorten: Duinriet, Rood zwenkgras, Riet, Kruipwilg  
Begeleidende soorten: Gestreepte witbol, Akkerdistel, Fioringras, Paarde-  
bloem, Watermunt, Gewone hoornbloem, Geelhartje,  
Witte klaver, Zilte rus, Koninginnekruid, Kleine  
klaver, Veldbeemdgras, Ruw beemdgras, Gewone  
engelwortel, Valse voszegge  
Incidentele soorten: Zilte zegge

**6c. Vegetatie met Duinriet en Riet**

Kenmerkende soorten: Duinriet, Riet, Akkerdistel  
Begeleidende soorten: Ruw beemdgras, Koninginnekruid, Rood zwenkgras,  
Grauwe wilg, Kruipwilg, Watermunt, Gestreepte wit-  
bol, Fioringras

VEGETATIE OP VOCHTIGE, MATIG TOT ZEER VOEDSELRIJKE  
BODEM

**7a. Vegetatie met Ruw beemdgras en Akkerdistel**

Kenmerkende soorten: Grote brandnetel, Akkerdistel, Ruw beemdgras,  
Wilgeroosje  
Begeleidende soorten: Speerdistel, Harig wilgeroosje, Riet, Gewone hennep-  
netel, Kleefkruid, Duinriet

**7b. Vegetatie met Akkerdistel en Harig wilgeroosje**

Kenmerkende soorten: Grote brandnetel, Akkerdistel, Harig wilgeroosje,  
Riet  
Begeleidende soorten: Kleefkruid, Duinriet, Fioringras, Rood zwenkgras,  
Wilgeroosje, Zilverschoon, Speerdistel

#### **8a. Vegetatie met Schietwilg**

Kenmerkende soorten: Schietwilg, Grauwe wilg, Riet, Speerdistel, Koninginnekruid, Watermunt, Ruw beemdgras, Akkerdistel, Duinriet

Begeleidende soorten: Gestreepte witbol, Krulzuring, Kruipwilg, Boswilg, Grote brandnetel, Rood zwenkgras, Duindoorn

Incidentele soorten: Gewone vlier

#### **VEGETATIE OP DROGE, VOEDSELARME TOT ZEER VOEDSELRIJKE BODEM**

#### **8b. Vegetatie met Duindoorn**

Kenmerkende soorten: Duindoorn, Akkerdistel, Grote brandnetel, Riet

Begeleidende soorten: Duinriet, Gewone esdoorn, Zomereik, Rood zwenkgras, Akkermelkdistel, Kleefkruid, Gewone vlier, Gladde iep, Grauwe abeel, Wilde liguster

Incidentele soorten: Boswilg, Watermunt

#### **VEGETATIE OP DROGE, VOEDSELARME TOT MATIG VOEDSELRIJKE BODEM**

#### **8c. Vegetatie met Wilde liguster, Vlier, Esdoorn of Zomereik**

Kenmerkende soorten: Ruw beemdgras

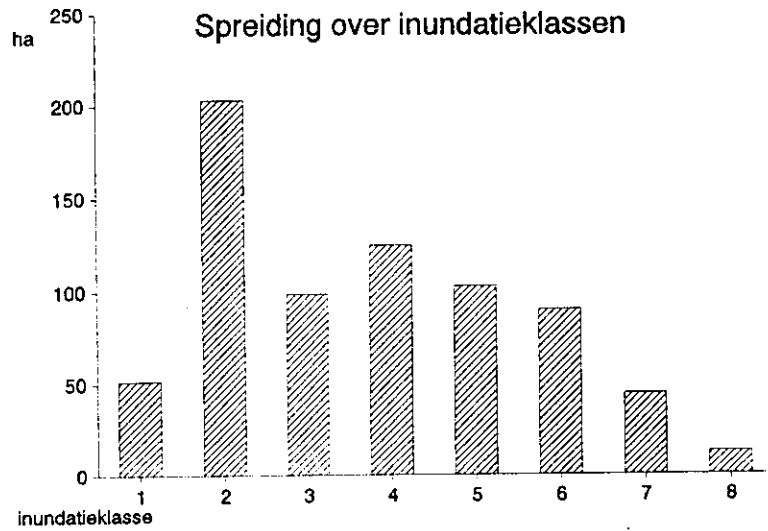
Begeleidende soorten: Veldbeemdgras, Akkerdistel, Rood zwenkgras, Harig wilgeroosje, Wilgeroosje, Grote brandnetel, Kleefkruid

## **Bijlage 2 Grafieken vegetatie en avifauna**

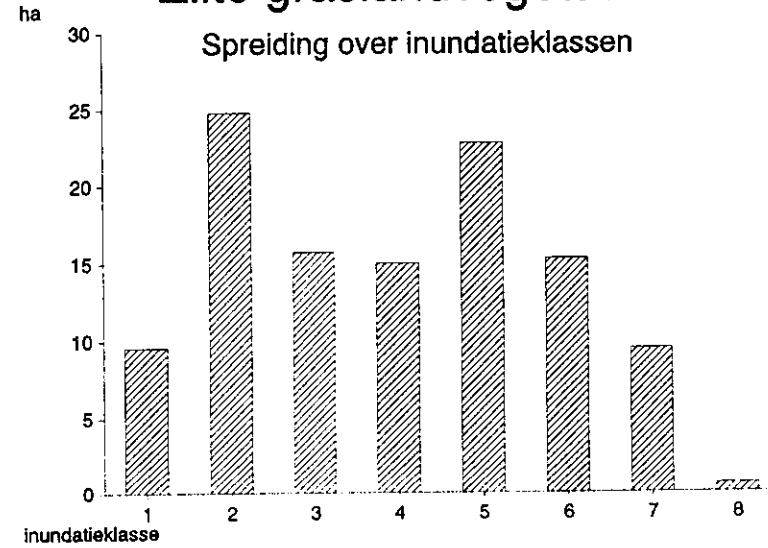
- A Spreiding vegetatietypen over inundatieklassen**
- B Verandering oppervlakte vegetatietypen**
- C Verandering aantallen broedvogels**

A Spreiding vegetatietypen over inundatieklassen

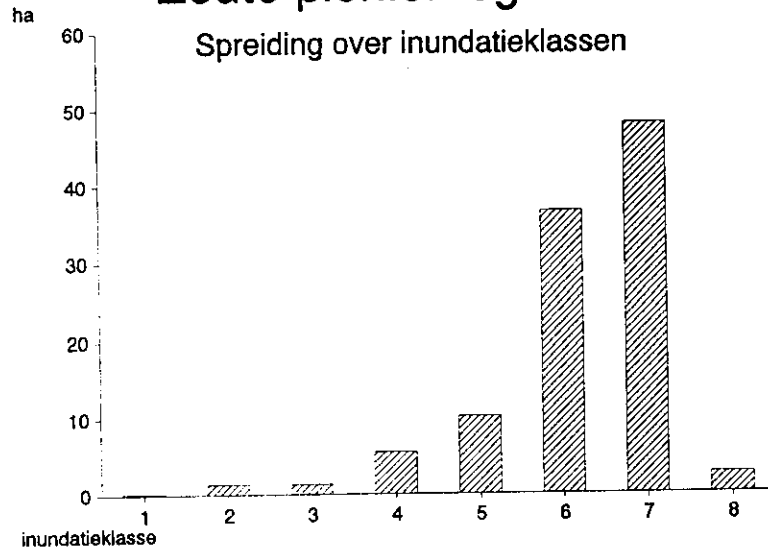
### Brakke en ontzilte graslandvegetaties



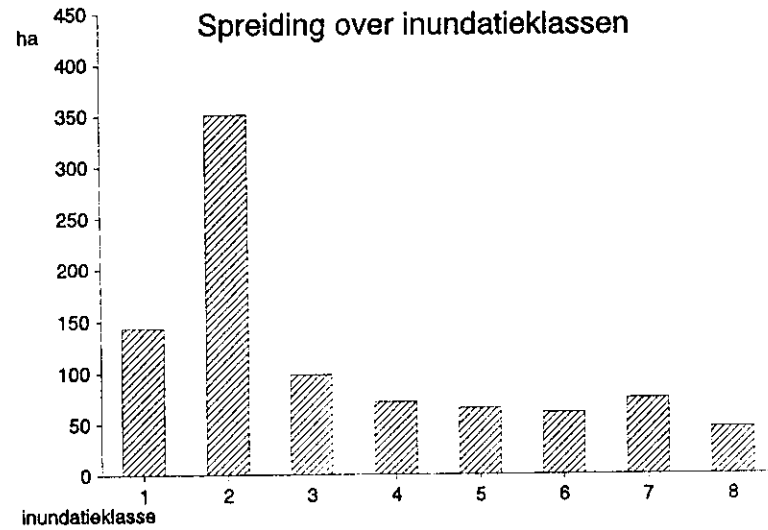
### Zilte graslandvegetaties



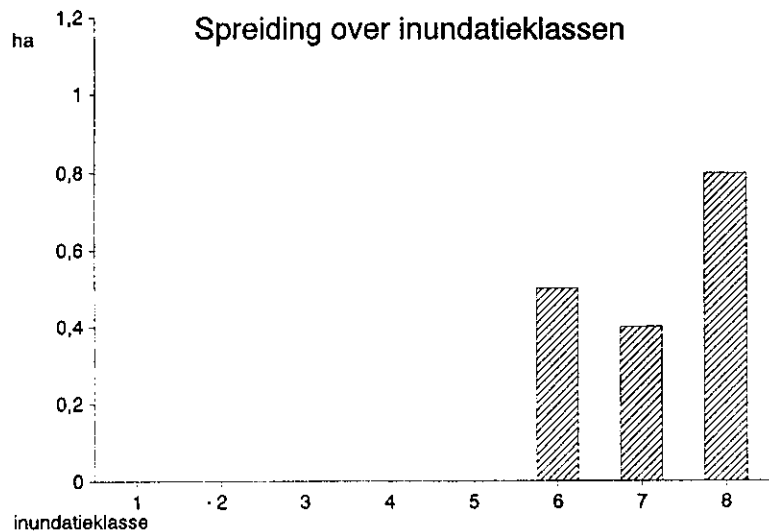
### Zoute pioniervegetaties



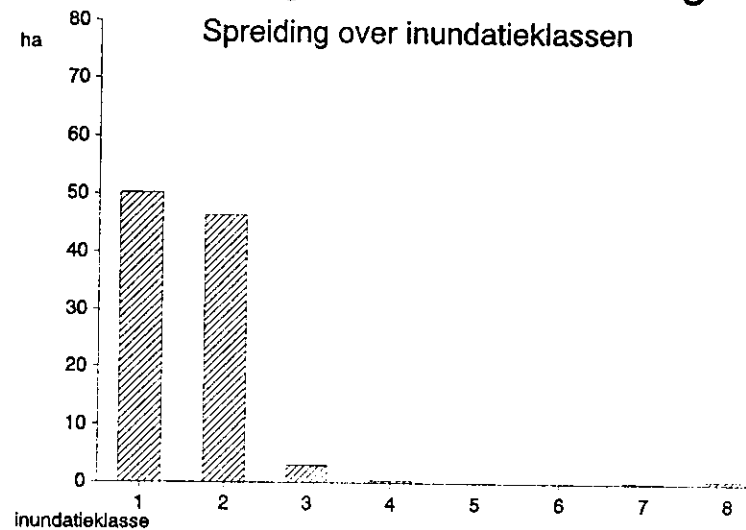
### Rietvegetaties en natte ruigtes



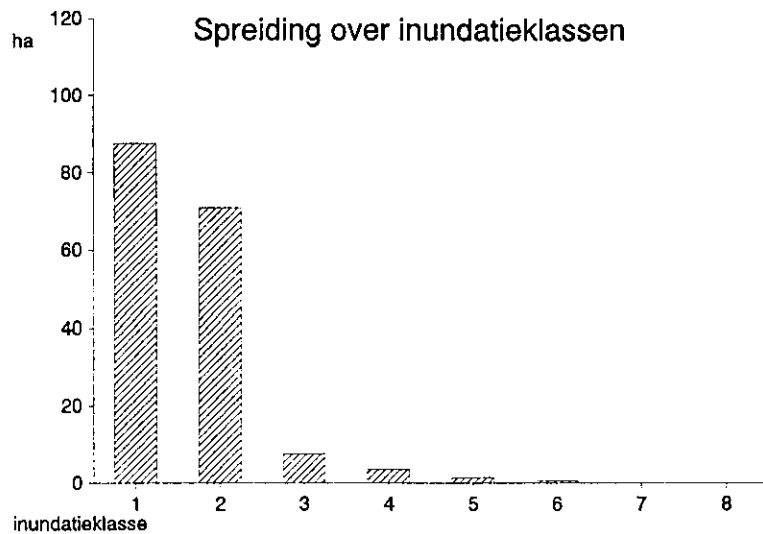
## Oevervegetaties met biezen



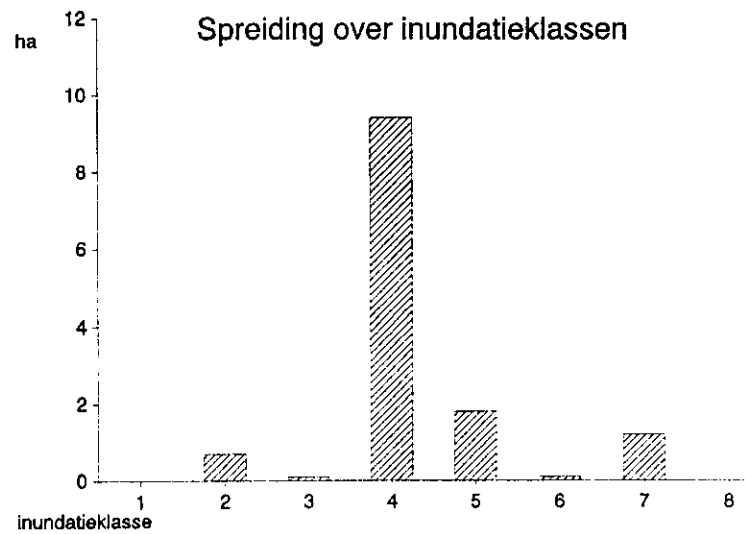
## Duinrietvegetaties met Fioringras



## Duinrietvegetaties met Riet

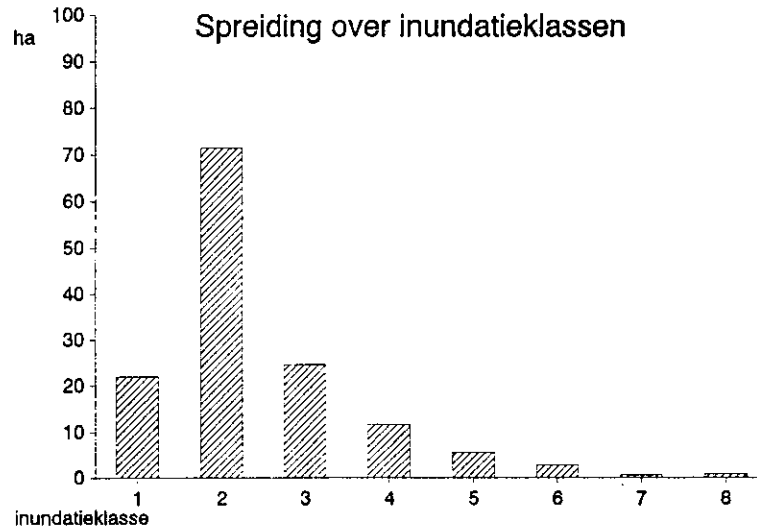


## Duinrietvegetaties met Ruw beemdgras



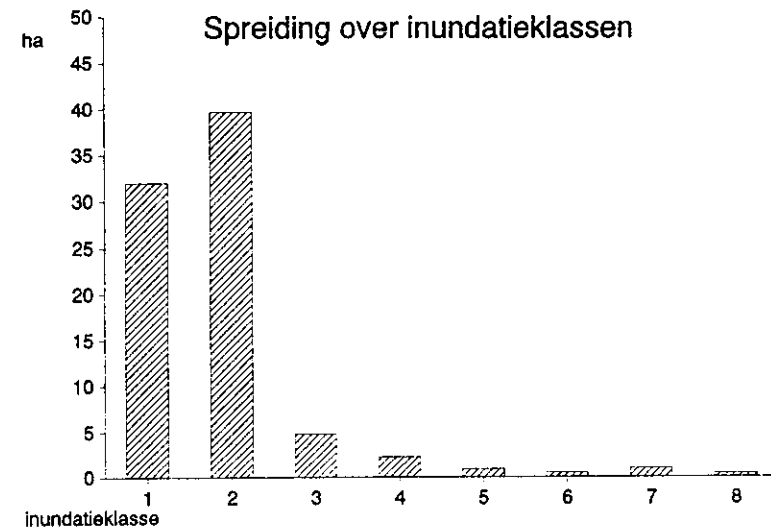
## Duinvalleivegetaties

Spreiding over inundatieklassen



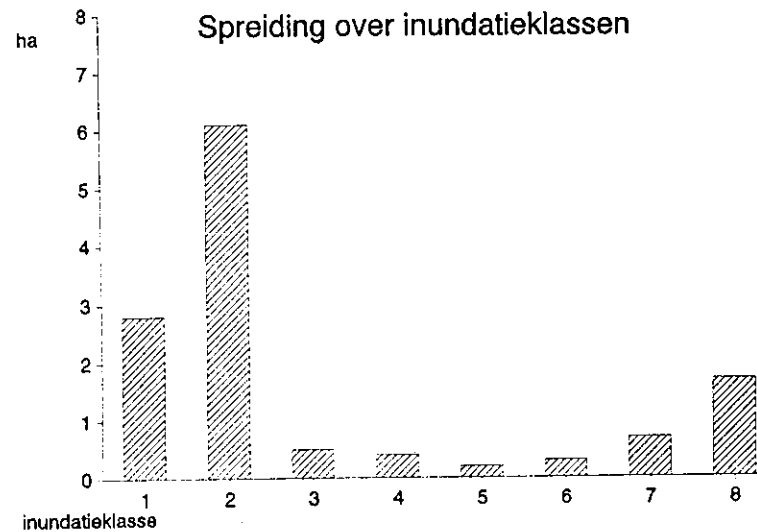
## Dwergstruwelen

Spreiding over inundatieklassen



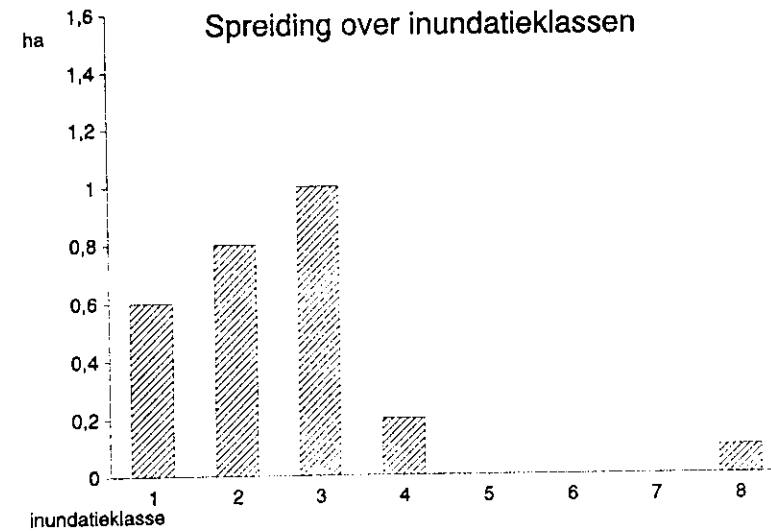
## Struwelen met Schietwilg

Spreiding over inundatieklassen



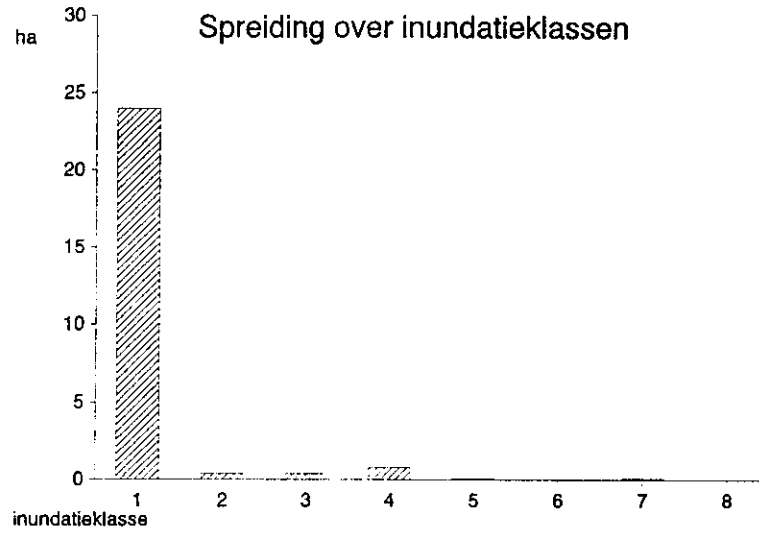
## Struwelen met Duindoorn

Spreiding over inundatieklassen

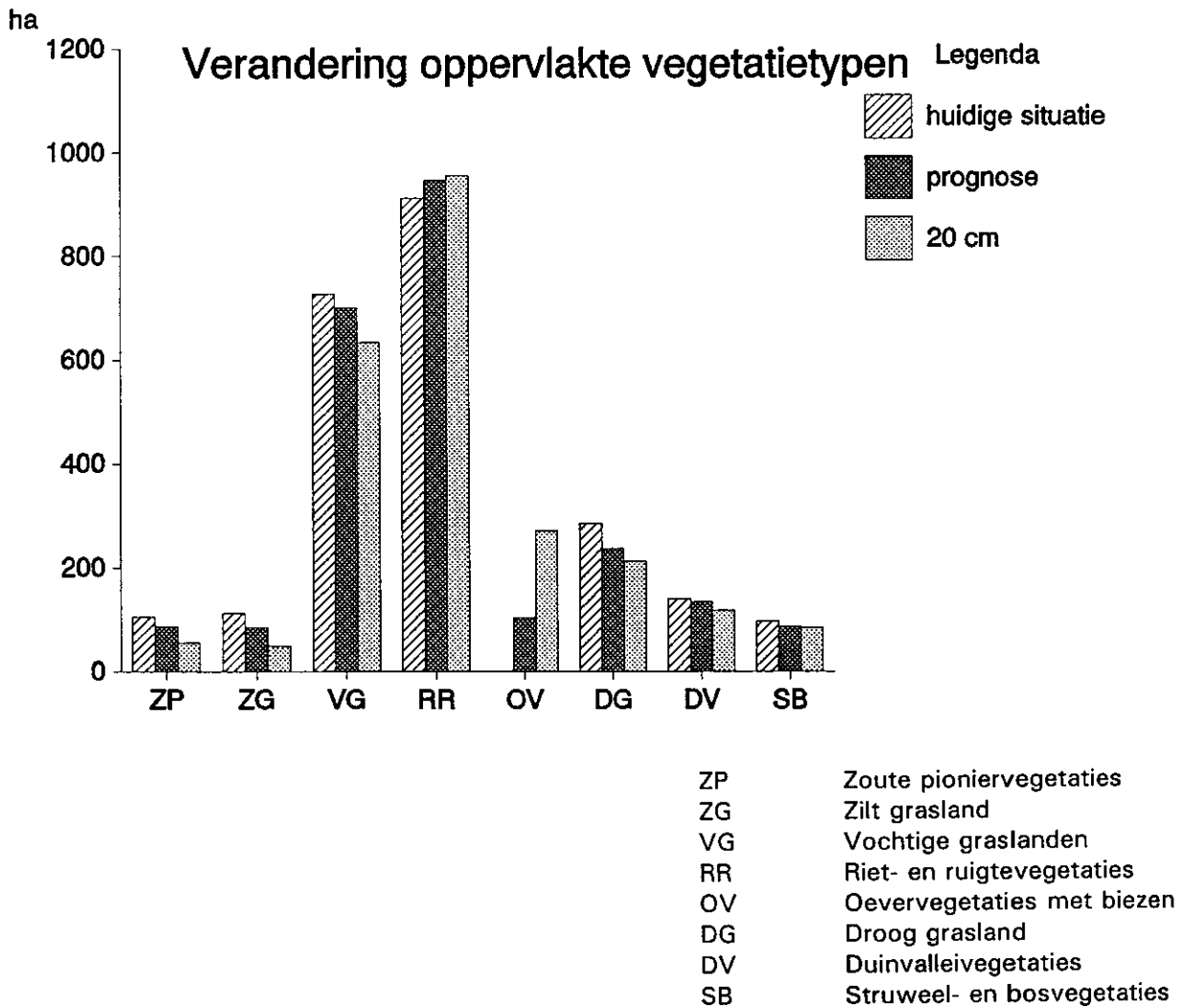


# Ruigtevegetaties

Spreiding over inundatieklassen

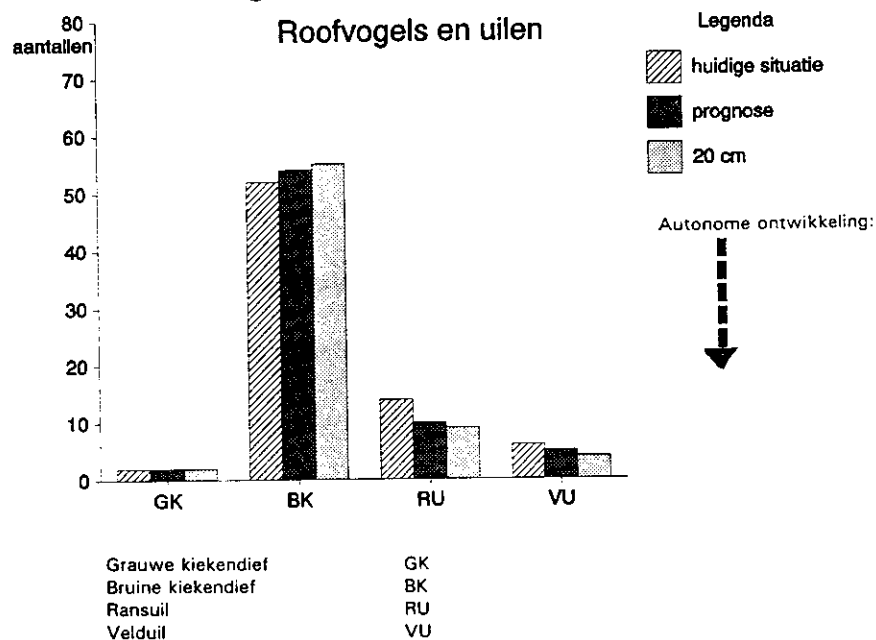


## B Verandering oppervlakte vegetatietypen

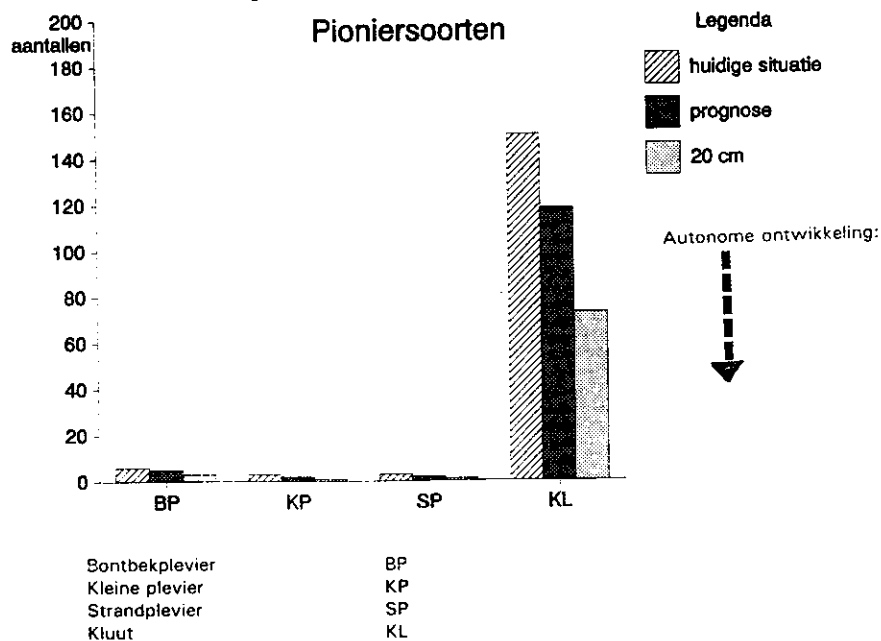


## C Verandering aantallen broedvogels

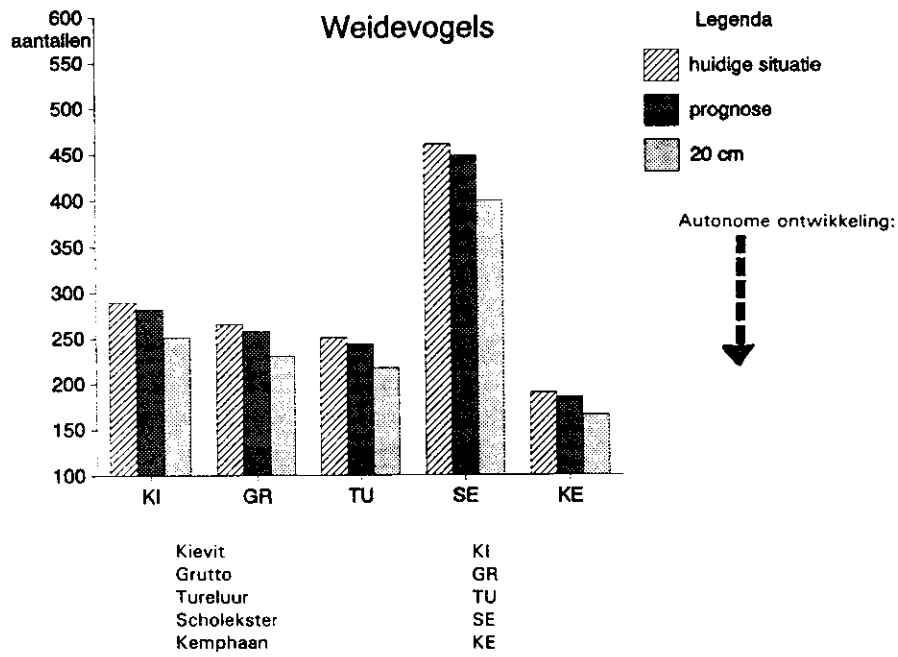
### Veranderingen aantallen broedvogels



### Veranderingen aantallen broedvogels



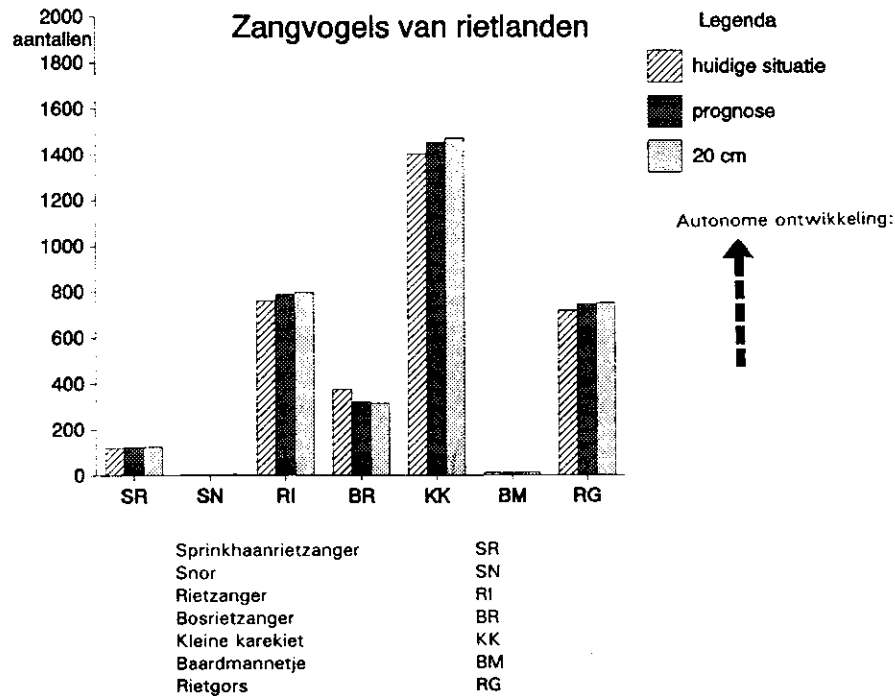
## Veranderingen aantallen broedvogels



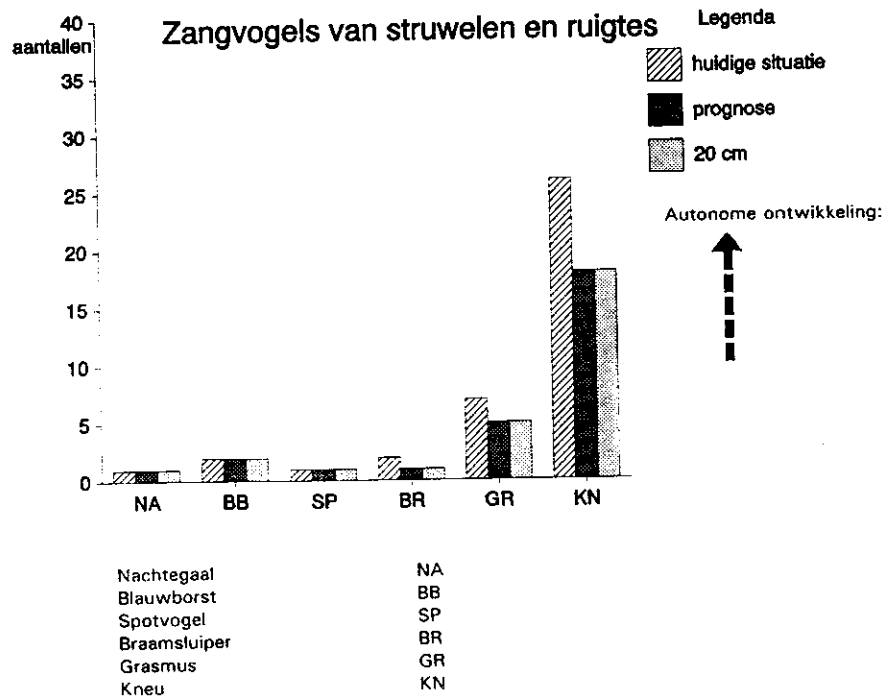
## Veranderingen aantallen broedvogels



## Veranderingen aantallen broedvogels



## Veranderingen aantallen broedvogels



# Onderzoek effecten bodemdaling Lauwersmeer


## Verwachte bodemdaling

Schaal: 0 1500 3000 m.

LB&P ecologisch advies BV

**heidemij advies**









Noord

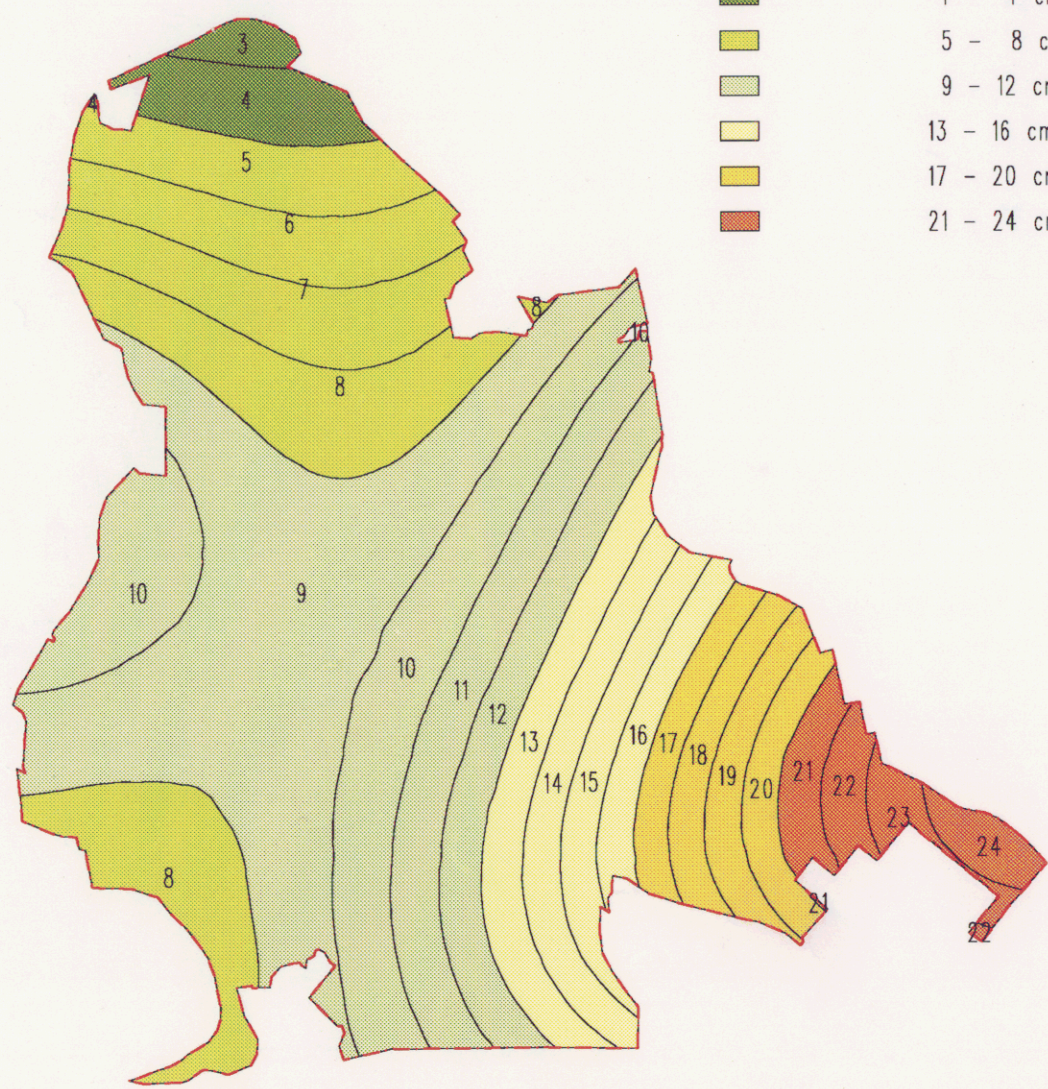


Opdrachtgever: Nederlandse Aardolie Maatschappij

december 1994 Project: 94GBL

### LEGENDA:

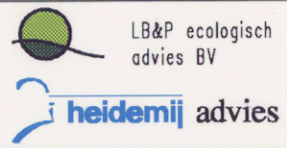
-  grens studiegebied
-  isolijn cm-daling
-  1 - 4 cm
-  5 - 8 cm
-  9 - 12 cm
-  13 - 16 cm
-  17 - 20 cm
-  21 - 24 cm



Onderzoek effecten bodemdaling Lauwersmeer

Hoogte t.o.v. NAP: huidige situatie













Schaal: 0 1500 3000 m.

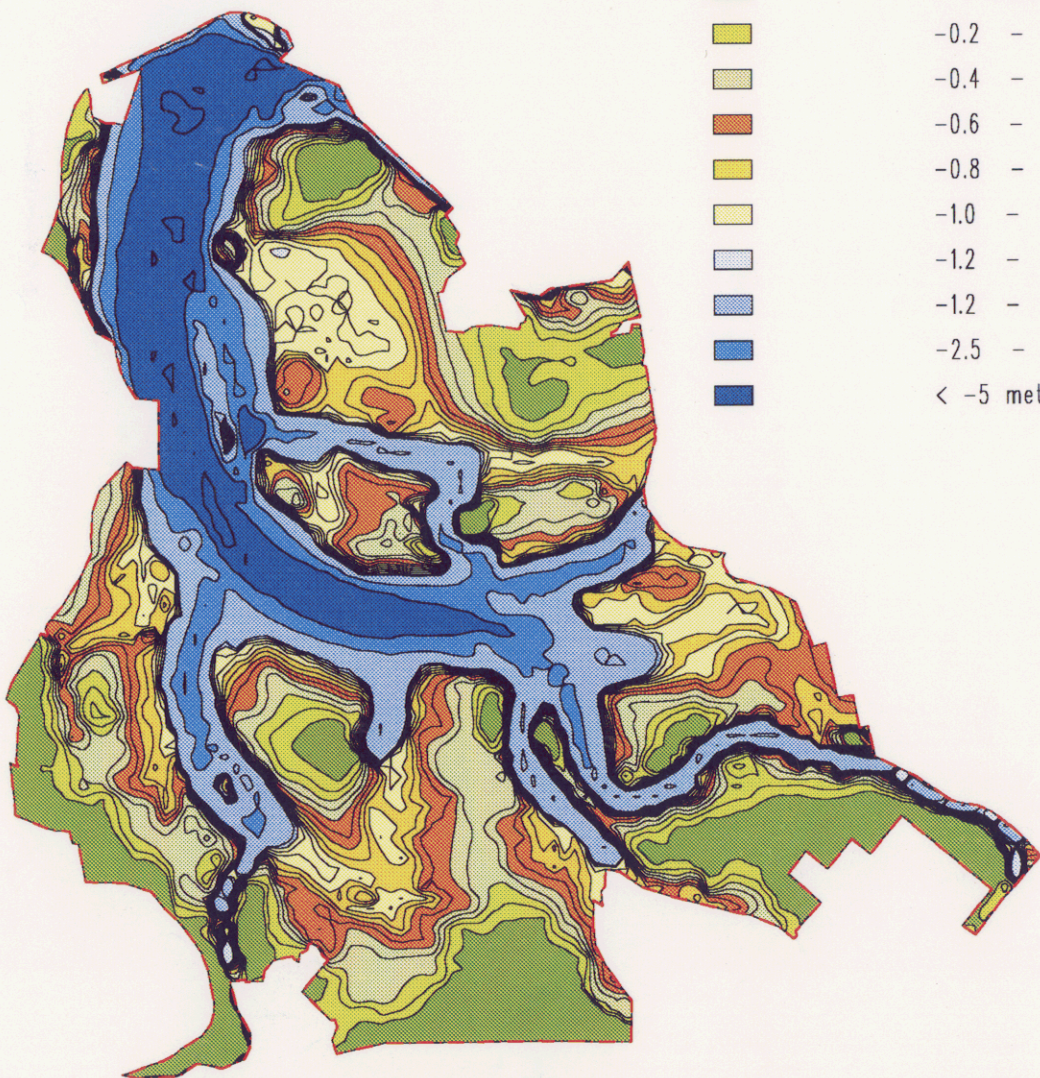


Opdrachtgever: Nederlandse Aardolie Maatschappij

december 1994 Project: 94GBL

LEGENDA:

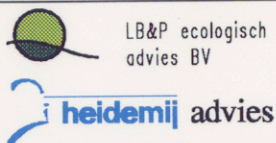
-  grens studiegebied
-  isolijn 10cm
-  > 0 meter
-  -0.2 - 0 meter
-  -0.4 - -0.2 meter
-  -0.6 - -0.4 meter
-  -0.8 - -0.6 meter
-  -1.0 - -0.8 meter
-  -1.2 - -1.0 meter
-  -1.2 - -2.5 meter
-  -2.5 - -5 meter
-  < -5 meter



Onderzoek effecten bodemdaling Lauwersmeer

Hoogte t.o.v. NAP: na bodemdaling

Schaal: 0 1500 3000 m.















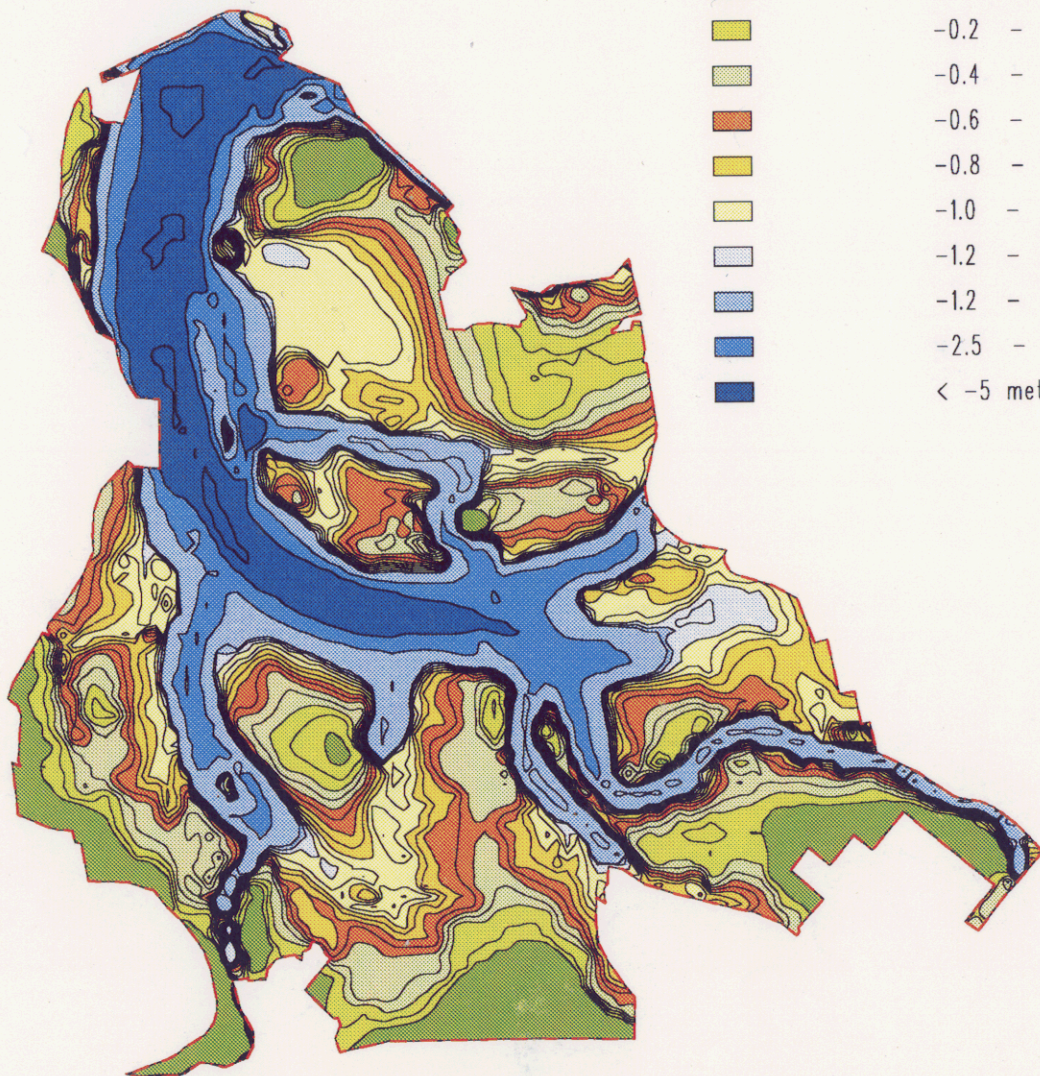
Opdrachtgever: Nederlandse Aardolie Maatschappij




december 1994

Project: 94GBL










LEGENDA:

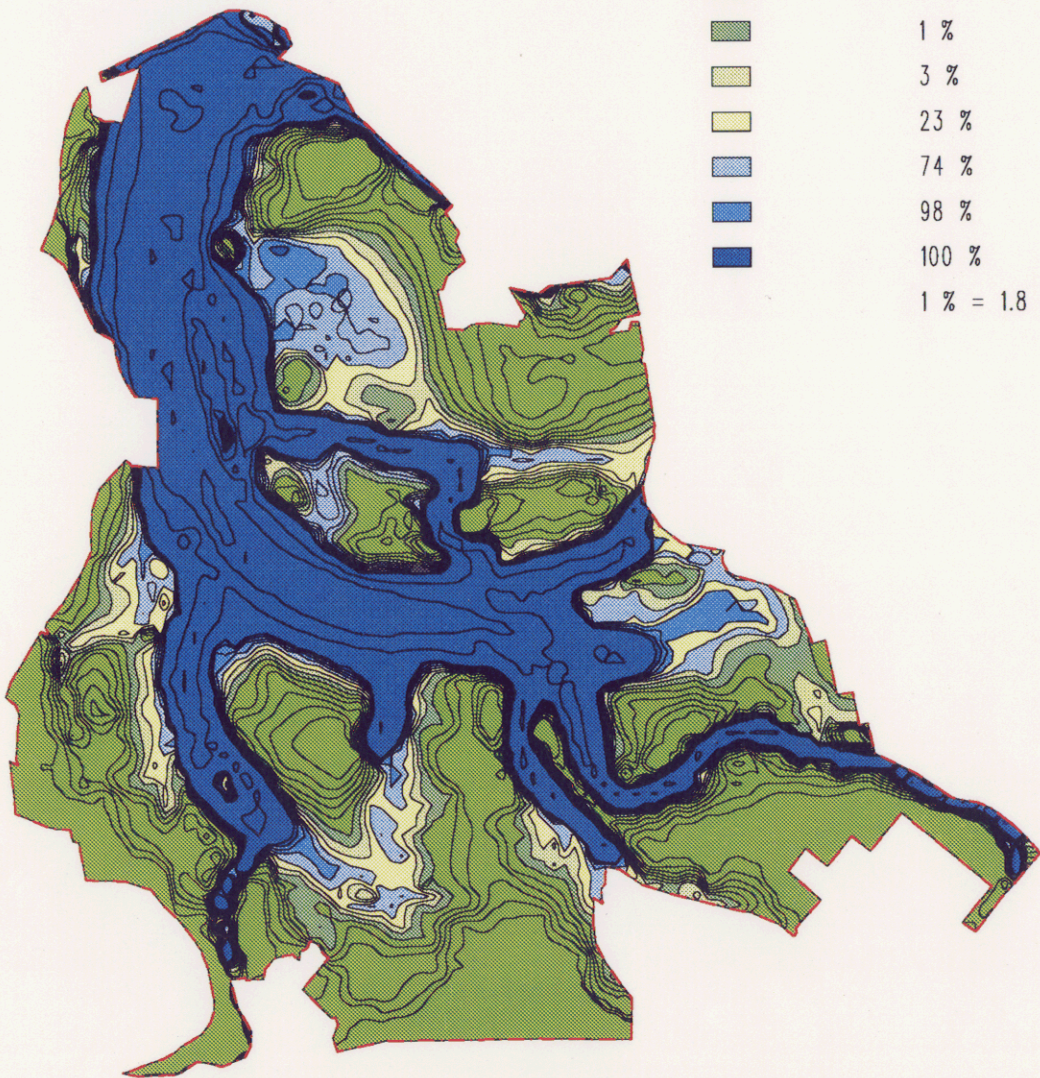
-  grens studiegebied
-  hoogtelijn
-  > 0 meter
-  -0.2 - 0 meter
-  -0.4 - -0.2 meter
-  -0.6 - -0.4 meter
-  -0.8 - -0.6 meter
-  -1.0 - -0.8 meter
-  -1.2 - -1.0 meter
-  -1.2 - -2.5 meter
-  -2.5 - -5 meter
-  < -5 meter






Onderzoek effecten bodemdaling Lauwersmeer	
Overschrijdingskans in de zomer: huidige situatie	
Schaal:	0 1500 3000 m.
 LB&P ecologisch advies BV	Noord 
	
Opdrachtgever:	Nederlandse Aardolie Maatschappij
december 1994	Project: 94GBL










LEGENDA:

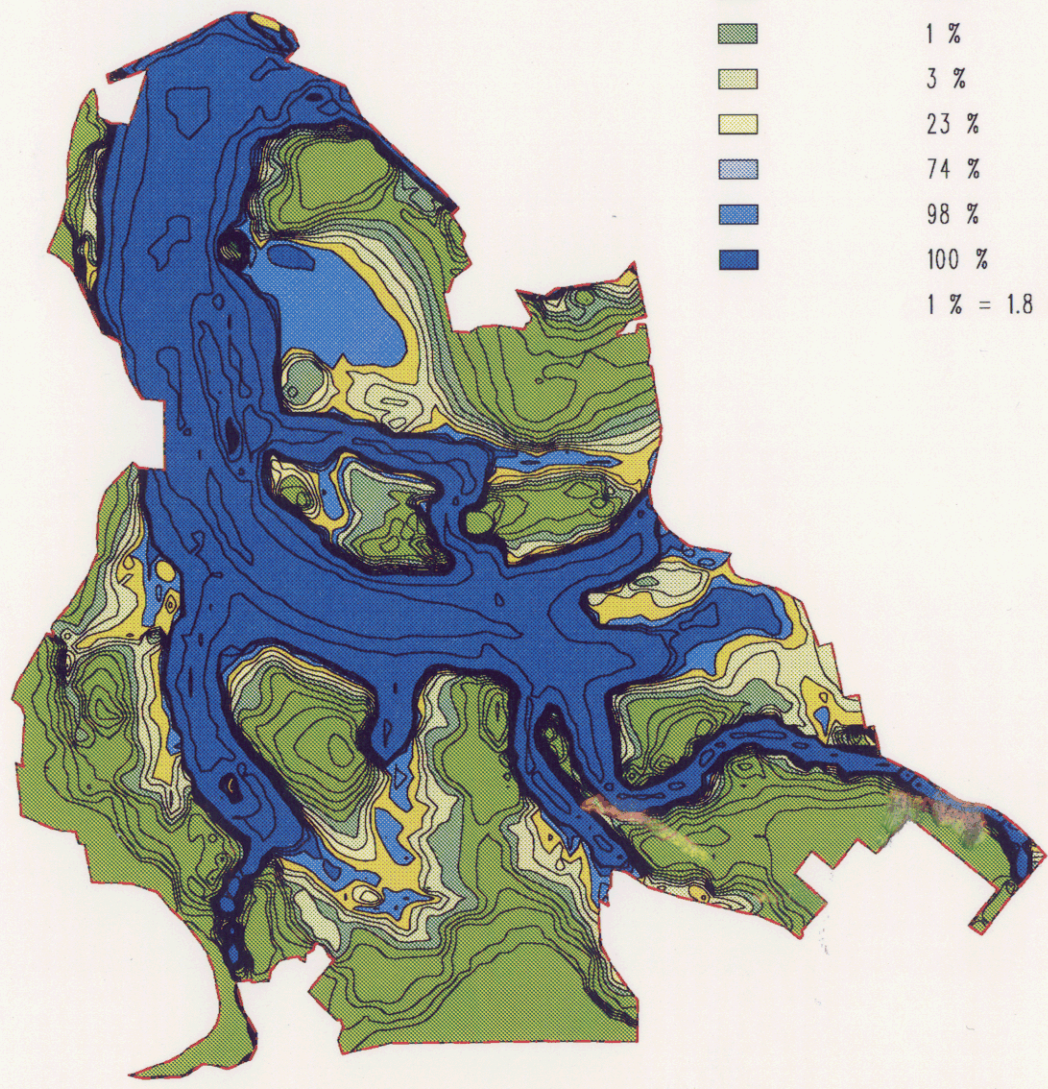
-  grens studiegebied
  -  isolijn 10cm
  -  0 %
  -  1 %
  -  3 %
  -  23 %
  -  74 %
  -  98 %
  -  100 %
- 1 % = 1.8 dag



Onderzoek effecten bodemdaling Lauwersmeer	
Overschrijdingskans in de zomer na bodemdaling	
Schaal:	0 1500 3000 m.
 LB&P ecologisch advies BV  heidemij advies	Noord 
Opdrachtgever:	Nederlandse Aardolie Maatschappij
december 1994	Project: 94GBL

LEGENDA:

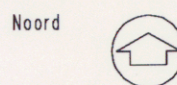
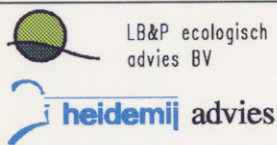
-  grens studiegebied
  -  hoogtelijn
  -  0 %
  -  1 %
  -  3 %
  -  23 %
  -  74 %
  -  98 %
  -  100 %
- 1 % = 1.8 dag



# Onderzoek effecten bodemdaling Lauwersmeer

## Overschrijdingskans in de winter: huidige situatie

Schaal: 0 1500 3000 m.















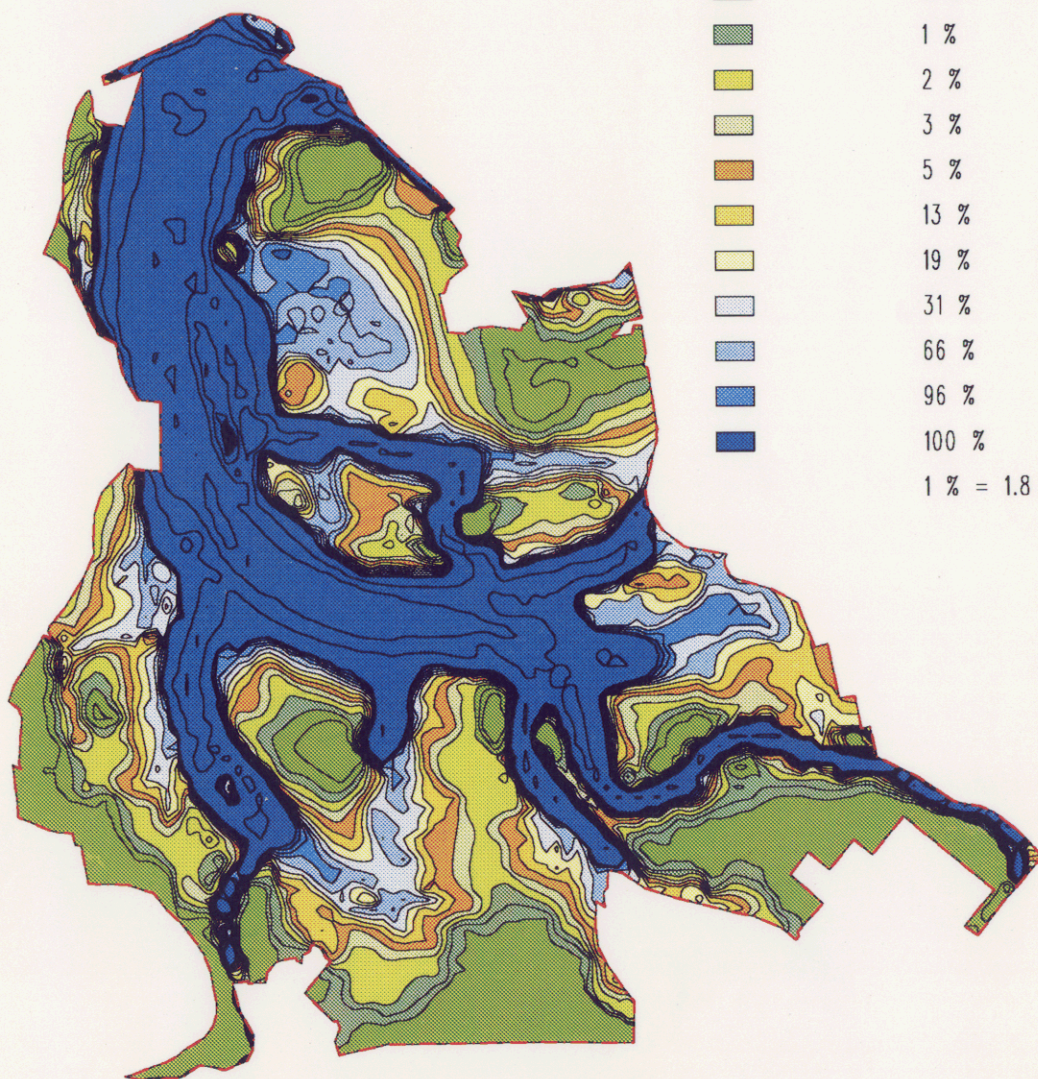
Opdrachtgever: Nederlandse Aardolie Maatschappij

december 1994

Project: 94GBL

### LEGENDA:

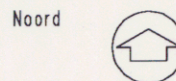
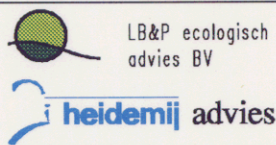
-  grens studiegebied
  -  isolijn 10cm
  -  0 %
  -  1 %
  -  2 %
  -  3 %
  -  5 %
  -  13 %
  -  19 %
  -  31 %
  -  66 %
  -  96 %
  -  100 %
- 1 % = 1.8 dag



Onderzoek effecten bodemdaling Lauwersmeer

Overschrijdingskans in de winter na bodemdaling

Schaal: 0 1500 3000 m.



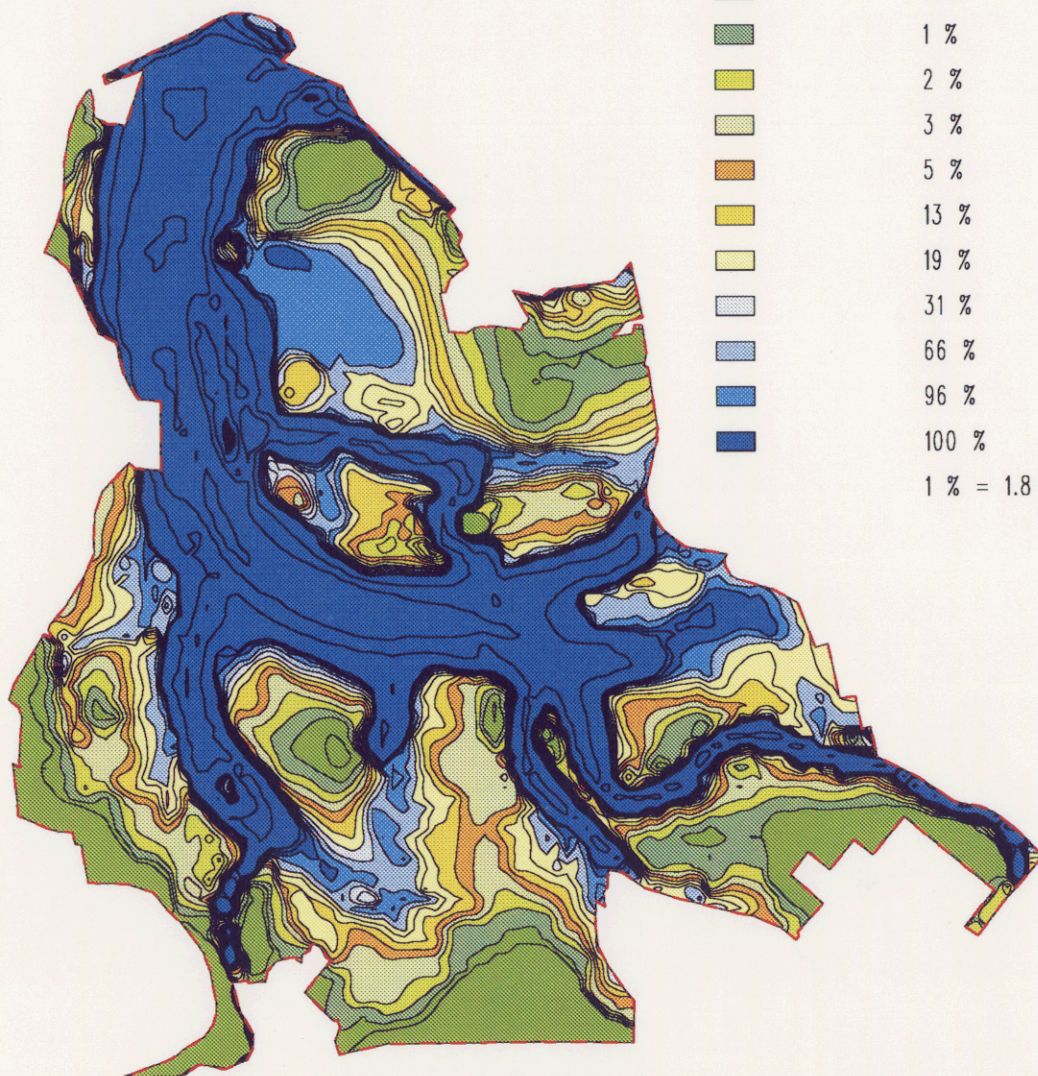
Opdrachtgever: Nederlandse Aardolie Maatschappij

december 1994

Project: 94GBL

LEGENDA:

-  grens studiegebied
  -  isolijn 10cm
  -  0 %
  -  1 %
  -  2 %
  -  3 %
  -  5 %
  -  13 %
  -  19 %
  -  31 %
  -  66 %
  -  96 %
  -  100 %
- 1 % = 1.8 dag



Onderzoek effecten bodemdaling Lauwersmeer

Overschrijdingskans (jaar): huidige situatie



LB&P ecologisch advies BV

heidemij advies

Noord

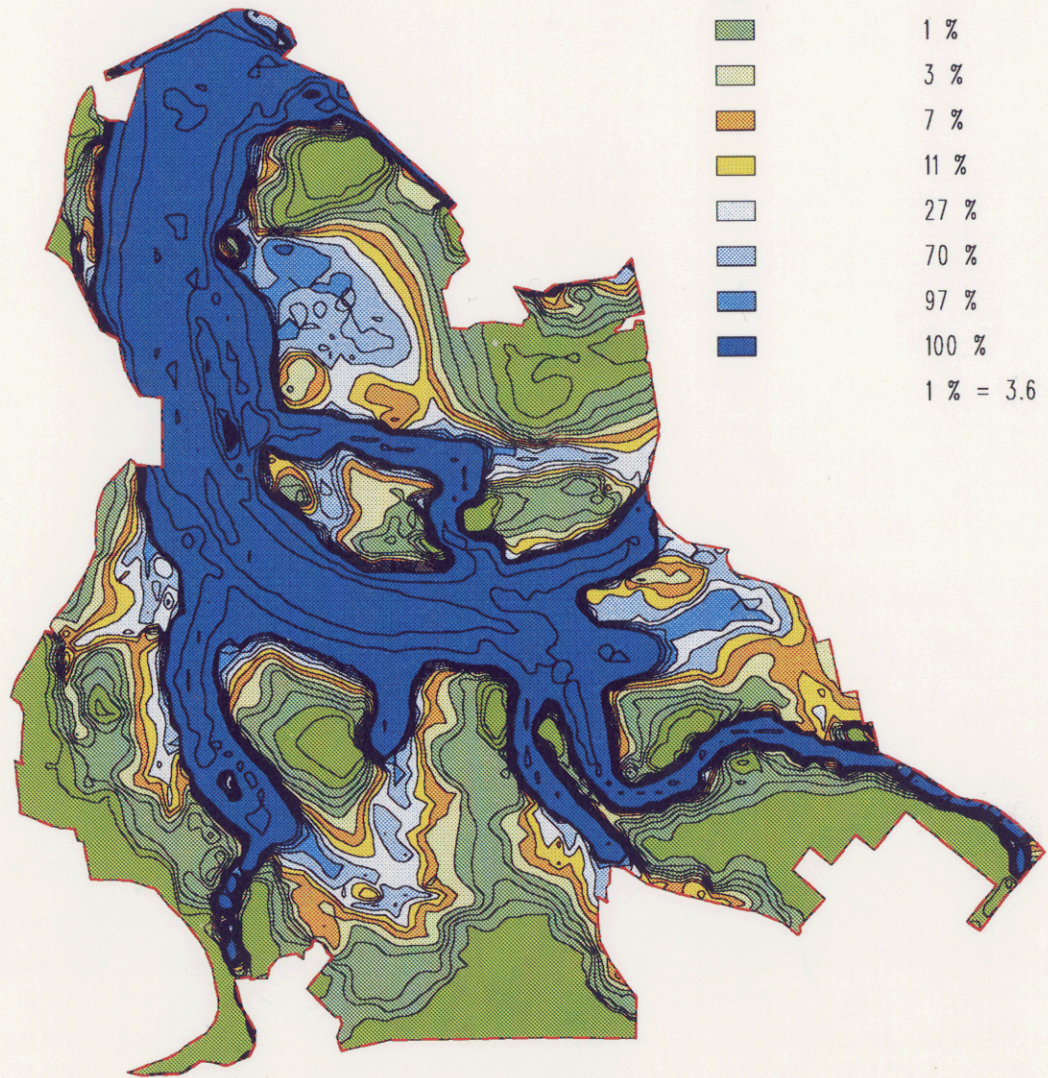
Opdrachtgever: Nederlandse Aardolie Maatschappij

december 1994

Project: 94GBL

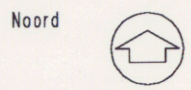
LEGENDA:

- grens studiegebied
  - hoogtelijn
  - 0 %
  - 1 %
  - 3 %
  - 7 %
  - 11 %
  - 27 %
  - 70 %
  - 97 %
  - 100 %
- 1 % = 3.6 dag



Onderzoek effecten bodemdaling Lauwersmeer

Overschrijdingskans (jaar) na bodemdaling



Opdrachtgever: Nederlandse Aardolie Maatschappij

december 1994

Project: 94GBL

LEGENDA:

- grens studiegebied
  - hoogtelijn
  - 0 %
  - 1 %
  - 3 %
  - 7 %
  - 11 %
  - 27 %
  - 70 %
  - 97 %
  - 100 %
- 1 % = 3.6 dag

