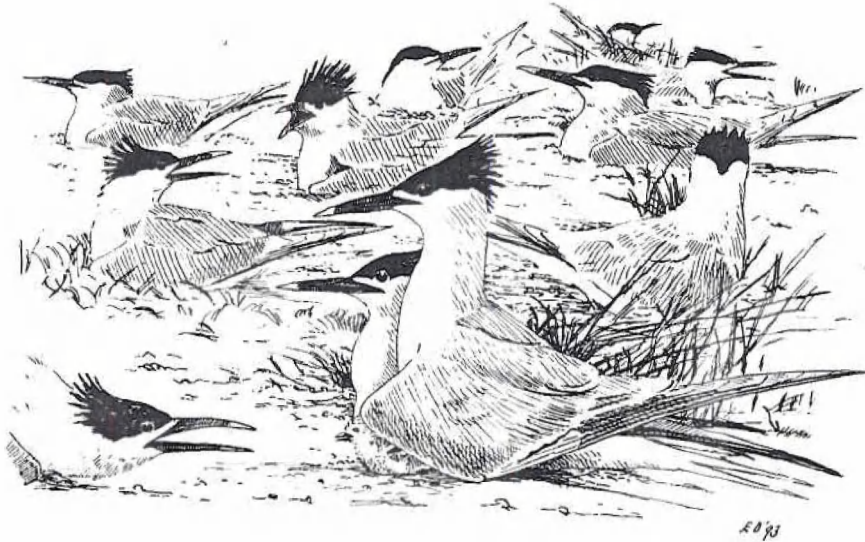


Ecologische randvoorwaarden voor de aanleg van een broedplaats voor sterns in de voorhaven van Zeebrugge

*J. Veen**, *E.W.M. Stienen**, *A. Brenninkmeijer**,
*H. Offringa***, *P. Meire*** & *J. Van Waeyenberge***



*Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO)
Postbus 23
6700 AA Wageningen
Nederland

**Instituut voor Natuurbehoud (IN)
Kliniekstraat 25
1070 Brussel
België

Rapport IN 97/15

September 1997

Colofon

Tekst: J. Veen, E.W.M. Stienen, A. Brenninkmeijer, H. Offringa, P. Meire & J. Van Waeyenberge

Eindredactie en lay-out: H. Offringa

Figuren: H. Offringa & E.W.M. Stienen

Wijze van citeren: Veen, J.; Stienen, E.W.M.; Brenninkmeijer, A.; Offringa, H.; Meire, P. & Van Waeyenberge, J., 1997. Ecologische randvoorwaarden voor de aanleg van een broedplaats voor sterns in de voorhaven van Zeebrugge. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 97/15, Brussel.

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
INLEIDING	2
Inleiding en vraagstelling	2
Locaties	3
Broedvogelaantallen	4
BROEDECOLOGIE VAN DE GROTE STERN	5
Broedbiotoop en koloniesamenstelling	5
Abiotische factoren	6
Biotische en antropogene factoren	6
BROEDBIOLOGIE VAN VISDIEF, DWERGSTERN EN KOKMEEUW	10
Visdief	10
Dwergstern	10
Kokmeeuw	11
ECOLOGISCHE RANDVOORWAADEN	11
CONCEPTEN VOOR DE AANLEG VAN EEN BROEDPLAATS IN ZEEBRUGGE ...	12
Grootte	12
Vorm	13
Substraat	13
Relatieve hoogteligging	13
Ligging	14
INTERNE INRICHTING EN BEHEERSMAATREGELEN	15
Inrichting van een gebied	15
Beheersmaatregelen	16
Inrichting van de voorgestelde terreinen	17
Vergelijking van de varianten	18
DANKWOORD	19
LITERATUUR	19
FIGUREN	26
BIJLAGEN	34
Bijlage I. Waterstaatkundige aspecten; ervaringen met Griend	35
Bijlage II. De aanleg van een vogeleiland bij Neeltje Jans	36
Bijlage III. Suggesties voor de inrichting vogeleilanden Schelpenhoek	37

SAMENVATTING

Dit rapport is gericht op het vaststellen van de ecologische randvoorwaarden waaraan een in te richten broedplaats voor Grote Stern, Visdief, Dwergstern en Kokmeeuw bij de voorhaven van Zeebrugge dient te voldoen.

De genoemde soorten hebben voorkeur voor geïsoleerde broedplaatsen die gelegen zijn op (schier)eilanden langs de zee kust. Het broedbiotoop is zandig, schaars begroeid en soms bedekt met schelpen.

Een aan te leggen broedplaats dient te voldoen aan de volgende eisen:

- geïsoleerde ligging, bij voorkeur omringd door water;
- schaarse begroeiing van kruidachtige planten;
- op vliegafstand van de voedselgebieden;
- afwezigheid van landroofdieren;
- afwezigheid van (grote aantallen) broedende Zilvermeeuwen;
- afwezigheid van menselijke verstoring.

Uitgaande van de situatie bij de voorhaven van Zeebrugge worden voorts de volgende aanbevelingen gedaan:

- broedplaats minimaal 5 ha groot (voorkeur 10-20 ha);
- compacte vorm (bijvoorbeeld ovaal);
- broedplaats voorzien van zandig substraat, plaatselijk dicht bij het water bedekt met schelpen;
- hoogteligging zodanig dat overstroming in de winter wel optreedt, maar in de zomer niet;
- broedplaats door water isoleren van de omgeving.

Binnen de havendammen is er één lokatie die met minimale ingrepen geschikt gemaakt kan worden voor sterns. Voorts zijn er nog 4 locaties die relatief eenvoudig geschikt gemaakt kunnen worden voor sterns (fig. 2). Hiervan heeft de variant ten noorden van de LNG terminal de voorkeur, vanwege zijn oppervlak, ligging en bewaking. Een combinatie van kleinere terreinen is uiteraard ook mogelijk. Van de buitendamse varianten heeft de eilandvariant de voorkeur (fig. 3). Deze is omgeven door water en biedt de beste bescherming tegen landpredatoren. Bij de inrichting van het gebied moet de vegetatie zo snel mogelijk gestimuleerd worden, enerzijds om het opgespoten zand vast te leggen, anderzijds om geschikt broedbiotoop te creëren. De op te stellen beheersmaatregelen dienen de vegetatieontwikkeling te sturen en de predatie door Zilvermeeuwen en Kleine Mantelmeeuwen en verstoring door mensen te beteugelen. Aanbevolen wordt dan ook om het gebied in de broedperiode te bewaken.

INLEIDING

Inleiding en vraagstelling

In 1974 werd een begin gemaakt met de uitbouw van de oude haven aan de zeezijde van de bestaande haven van Zeebrugge (fig. 1). Hiervoor werden twee strekdammen aangelegd, die in 1985/1986 gereed waren. Door opspuiting met zand en slib ontstond tussen de westelijke strekdam en de oude kademuur een voor sterns zeer geschikt broedbiotoop van zo'n 150 ha. Meteen na de havenuitbreiding vestigden zich de eerste Dwergsterns *Sterna albifrons*. Hun voorbeeld werd binnen enkele jaren gevolgd door Visdieven *S. hirundo* en Grote Sterns *S. sandvicensis* (Rossaert *et al.* 1993, Van den Bossche *et al.* 1995).

Tot 1994 namen de aantallen van de drie sternensoorten gestaag toe. Van de Grote Stern, die in 1988 voor het eerst in België broedde, werden de grootste aantallen geteld in 1993: 1650 paren. Na 1994 daalde de stand sterk, terwijl de andere soorten tot 1996 in aantal toenamen (F. De Ruwe pers. med.; F. De Scheemaeker pers. med.; Devos & Meire, 1992; Orbie, 1991; De Scheemaeker & Defoort, 1992; De Scheemaeker & D'hoore, 1994; Willemyns & De Scheemaeker, 1991). In 1996 broedden in de voorhaven van Zeebrugge 670 paren Grote Sterns, 250 paren Dwergsterns en 1735 paren Visdieven (G. De Putter pers. med.). De sternekolonies ter plaatse zijn niet alleen van groot nationaal belang, maar zijn ook op Europese schaal van betekenis. Tussen 1985 en 1996 bedroegen de maximale aantallen broedparen van de Zeebrugse Grote Sterns, Dwergsterns en Visdieven respectievelijk 3,3% van de West-Europese, 2,4% van de Oost-Atlantische en 2,9% van de Zuidwest-Europese populatie (Rose & Scott, 1994). Het relatief grote aantal in Zeebrugge broedende sterns kan dan ook worden aangemerkt als een natuurwaarde van internationaal belang.

Tot nu toe wisten de sterns zich te handhaven, ondanks ingrijpende veranderingen in de voorhaven. De uitbreiding van de havenfaciliteiten, bracht niet alleen een drastische inkrimping van geschikt biotoop met zich mee, maar ook extra verstoring van broedvogels en vernietiging van nesten. Ieder jaar verschoven de broedplaatsen en de aantallen broedende Grote Sterns en Dwergsterns zijn de laatste jaren merkbaar achteruit gegaan.

Thans wordt de mogelijkheid onderzocht om, ter vervanging van de huidige broedplaats, nieuwe broedgelegenheden in of bij de voorhaven te creëren. Het geschikt maken van bestaande structuren voor sterns dient evenwel als mogelijkheid opengehouden te worden. Voor het behoud van broedende sterns op lange termijn is echter niet alleen een duurzame natuurontwikkeling vereist, maar ook een aangepast beleid, welke rust kan garanderen (Van den Bossche *et al.*, 1995).

¹De uitbreiding houdt voor de buitenhaven o.a. in: de aanleg van spoorwegen en rijbanen, verdieping van de vaargeul, de bouw van kaaimuren en de ophoging van terreinen. Meer bepaald zal de kaaimuur van Flanders Container Terminals worden verlengd en aan de noordzijde van het Albert II-dok wordt een kaaimuur aangelegd van 1500 m voor de ontvangst van containers. Het Wielingendok wordt verder geschikt gemaakt voor ro-ro verkeer. Aangrenzende terreinen worden opgehoogd en aangesloten op de toegangswegen.

Aan het Instituut voor Natuurbehoud (IN) te Brussel en het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen, Nederland, is gevraagd om, op grond van een literatuuronderzoek en de op de twee instituten aanwezige expertise, de ecologische randvoorwaarden voor de aanleg van een broedplaats voor sterns aan te geven. De resultaten van dit onderzoek worden in dit rapport gepresenteerd. De randvoorwaarden worden nader uitgewerkt in de vorm van eisen waaraan een te creëren broedplaats bij Zeebrugge moet voldoen. Vervolgens worden de genoemde locaties bij de voorhaven vergeleken, en worden aanbevelingen gedaan voor de aanleg en het toekomstige beheer van het gebied of een combinatie van meerdere kleine terreinen.

Locaties

In het rapport “Ontwikkeling en toekomst van sternenkolonies aan de Belgische kust” (Van den Bossche *et al.* 1995), werden reeds enkele potentiële locaties binnen de voorhaven aangeduid. Op grond van de huidige structuur is één bestaand terrein reeds geschikt voor sterns (①) en behoeft minimale aanpassing. Andere locaties komen in aanmerking voor de aanleg van een nieuw broedbiotoop binnen (② t/m ⑤), of buiten de dammen (⑥ t/m ⑧; fig. 2).

- ① De baai van het Albert II-dok. Het strand van het Albert II-dok is onderhevig aan het getij. Bij laag water is er een aanzienlijk oppervlak aan schor, zowel ‘s zomers als ‘s winters een belangrijke foerageerplaats voor vogels. Grenzend aan het schor, ligt voor de vloedmerk een schelpenstrand, waarop enkele Dwergsterns broedden. Op de hoger gelegen delen met Helm en Zandhaver, broedden Grote Sterns en Kokmeeuwen. Met de aanleg van een ro-roterminal aan de noordzijde van het Albert II-dok, kan van het oorspronkelijke strand nog zo’n 9 ha bewaard blijven.
- ② De kop van de FCT terminal. Buiten de stortstenen van FCT aan de oostkant en tegen de 75 m uitstekende oude kademuur (Leopold II-dam) aan de zuidkant, kan een strand opgespoten worden van ongeveer 5 ha, zonder daarbij de rest van de havenstructuur te sterk te hinderen. Het gebied is reeds ondiep en onbevaarbaar voor schepen. Het ligt dicht bij de huidige broedkolonie van Visdieven en Dwergsterns en de foerageergebieden van beide soorten.
- ③ en ④ De koppen van de west-en oostdam. De beide damhoofden liggen ver uit de kust en bieden van alle land-opties de meeste rust. Door deze ‘verloren’ hoekjes te benutten, kan al 15 ha gewonnen worden. Niet ver hiervandaan liggen belangrijke foerageergronden voor de drie sternensoorten. Er staat evenwel een sterke stroming, die het behoud van een strand bemoeilijkt.
- ⑤ Het gebied ten noorden van de LNG terminal. Het ligt tegen de met windolens bezette oostelijke dam, welke bewaking geniet omwille van Distrigas N.V. Door zandopsputting kan een relatief groot natuurgebied gecreëerd worden (minimaal 60 ha). In de kom heeft een natuurlijke verzanding plaats.
- ⑥ en ⑦ De buitenbochten van de west- en de oostdam. Beide locaties zijn onafhankelijk van eventuele aanpassingen binnen de haven, maar dienen extra beschermd te worden tegen sterke golfslag. Ze zijn door een watermassa gescheiden van het vasteland, maar zijn bij

laagwater over het strand nog toegankelijk voor toeristen. Aan de basis van de oostelijke dam ligt het natuurgebied van het strand van Heist.

- ⑧ Op enige afstand uit de kust is er tenslotte de mogelijkheid voor een eiland, volledig gescheiden van het land. Er zijn verschillende locaties mogelijk.

Alle locaties liggen binnen een straal van 5 km van de huidige broedplaatsen.

Broedvogelaantallen

Uitgangspunt is, dat een te creëren broedplaats ruimte biedt aan de maximale aantallen broedparen van Grote Stern, Visdief, Dwergstern en Kokmeeuw *Larus ridibundus*, die de afgelopen jaren in Zeebrugge zijn vastgesteld (tabel 1). De genoemde soorten vertonen grote overeenkomst met betrekking tot hun biotoopeisen. Aangezien de Grote Stern goed bestudeerd is, wordt deze soort als uitgangspunt genomen voor een bespreking van de ecologische randvoorwaarden. Voor de overige soorten wordt volstaan met een bespreking van de biotoopeisen voor zover die verschillen van de Grote Stern en relevant geacht worden voor deze studie.

Tabel 1. Het aantal broedparen van Kokmeeuw, Zilvermeeuw, Grote Stern, Visdief, Noordse Stern en Dwergstern in de voorhaven van Zeebrugge na de havenuitbreiding (Debruyne, 1990; De Scheemaeker & Defoort, 1992; De Scheemaeker & D'hoore, 1994; De Scheemaeker & Lust, 1995, 1996; Orbie, 1991; Van den Bossche *et al.*, 1995; Willemyns & De Scheemaeker, 1991; gegevens 1996 pers. med. G. de Putter en F. De Scheemaeker).

Jaar	Kokmeeuw	Zilvermeeuw	Grote Stern	Visdief	Noordse Stern	Dwergstern
1985	?	0	0	0	0	1
1986	?	0	0	0	1	8
1987	?	2	0	30	2	24
1988	15	?	1	80	0	50-57
1989	250	?	250	650	3	65-66
1990	?	19	300	650	0	45-50
1991	600	19	950	650	0	134
1992	700-800	19-22	1100	300	0	87
1993	105	9	1650	416	0	93
1994	250	40	800	400	0	228
1995	250	140	250	±1000	0	273
1996	150	205	670	1735	0	±250

BROEDECOLOGIE VAN DE GROTE STERN

Broedbiotoop en koloniesamenstelling

Broed- en rustgebieden De Grote Stern nestelt bij voorkeur op zandige of rotsachtige bodem met een schaarse vegetatie. Voorbeelden van dergelijke habitatten zijn zandige of rotsachtige eilandjes, kiezelstranden, zandduinen en rivierdelta's. Zulke gebieden zijn doorgaans zeer onstabiel, en kennen een grote mate van dynamiek. De meeste broedgebieden bevinden zich langs kusten in waddengebieden en estuaria. Sporadisch komen ook binnenlandse broedkolonies op laagveen of op niet-gebruikte schapenweiden en heide voor.

De rustgebieden van de Grote Stern bevinden zich in de directe nabijheid van de broedkolonies. Deze bestaan vaak uit strand- en wadvlakten, zandbanken en andere lage, vlakke en zandige gebieden. De rustplaatsen dienen als verzamelplaats: voorafgaand aan het bezetten van het broedgebied, als overnachtingsplaats voor niet-broedende individuen, als rustplaats tussen foerageervluchten in en als verzamelplaats voor de trek aan het einde van de broedperiode (Brenninkmeijer & Stienen, 1992; Cramp, 1985; Veen, 1977; Voous, 1960; Glutz von Blotzheim & Bauer, 1982).

Begroeiing Het broedbiotoop van de Grote Stern is over het algemeen kaal of weinig begroeid (bedekkingsgraad vegetatie 10-30%, hoogte 10-25 cm). Vaak bevindt zich een vegetatierand in de directe omgeving ervan, waarin de kuikens zich kunnen verschuilen. De nesten liggen op de grond, in het zand, op vloedmerken, tussen gras of tussen lage zoutplanten. De vegetatie rond het nest wordt sterk beïnvloed door de uitwerpselen van kuikens en ouders, aangezien beide rond het nest defeceren. Wanneer de vegetatie te dicht of te hoog wordt, kan het nest verlaten worden (Beijersbergen, 1976; Brenninkmeijer & Stienen, 1992; Cramp, 1985; Glutz von Blotzheim & Bauer, 1982; Lack, 1968; Lind, 1963; Rooth & Mörzer Brujns, 1959; Salomonsen, 1947; Veen, 1977; Voous, 1960).

In veel gebieden zijn veranderingen in de broedaantallen van sterns toe te schrijven aan de successie van de vegetatie. Bij verruiging verdwijnen achtereenvolgens Dwergstern, Noordse Stern *S. paradisaea*, Vissie en Grote Stern. Langs de Duitse kust (Wangerooe, Scharhörn, Minsener Oldeog, Knechtsand) werd de successie van de vegetatie vroeger tenietgedaan door regelmatige overstromingen. Tegenwoordig worden veel gebieden tegen hoog water beschermd, waardoor overstromingen niet meer optreden. Langs de Duitse kust is de hoeveelheid geschikt broedbiotoop hierdoor afgenomen. Meeuwen (vooral Zilvermeeuw *L. argentatus*, Kleine Mantelmeeuw *L. fuscus* en Stormmeeuw *L. canus*), die een voorkeur hebben voor meer begroeide broedgebieden, hebben dan in veel gevallen de plaats van de sterns ingenomen. (Becker & Erdelen 1987). In het Deltagebied (Nederland) nam na het droogvallen van het Markiezaat (1984), het Zoommeer (1986) en het Krammer-Volkerak (1987) het aantal geschikte broedplaatsen voor sterns snel toe. Het afsluiten van de zeearmen veroorzaakte echter een snelle successie van de vegetatie, waardoor de oppervlakte geschikt broedbiotoop hier vervolgens weer afnam (Meiningen, 1986, 1991). Het broedgebied op de

Hompelvoet is eveneens onderhevig aan verruiging van de vegetatie. Het gebied wordt geschikt gehouden voor sterns door de vegetatie geregeld te maaien.

Samenstelling van de kolonie De broedkolonies van de Grote Stern zijn doorgaans zeer compact. De dichtheid van de nesten varieert van 10 per m² (centrum kolonie) tot 2 per m² (kolonierand). Grote Sterns broeden meestal in de omgeving van broedende Kokmeeuwen. De kolonies van de Grote Stern worden pas gevormd enkele dagen nadat de eerste Kokmeeuwen zich hebben gevestigd. Ze bevinden zich bij voorkeur aan de randen of zelfs midden in de meeuwenkolonie. Grote Sterns broeden ook vaak tussen andere sternsoorten, zoals Visdieven en Noordse Sterns (Brenninkmeijer & Stienen, 1992; Cramp, 1985; Lind, 1963; Veen, 1977; Voous, 1960).

Abiotische factoren

Overstroming De Grote Stern heeft een sterke voorkeur voor broedgebieden die door water omringd zijn. Overstroming van het broedgebied buiten het seizoen zorgt ervoor dat de successie van de vegetatie wordt geremd. Bovendien wordt het gebied ook schoongespoeld van mogelijke ziekteverwekkers, parasieten en landpredatoren. Overstroming tijdens het broedseizoen kan echter tot gevolg hebben dat eieren en jongen wegspoelen. Om de kans hierop te verkleinen, kiest de Grote Stern binnen een laaggelegen gebied meestal weer de hogere delen uit om te broeden. Voor de afsluiting van de Grevelingen in het Deltagebied zijn op de Hompelvoet veelvuldig eieren en jongen van Grote Sterns als gevolg van overstroming verloren gegaan. Ook op de Hooge Platen in de Westerschelde zijn de afgelopen jaren veel legfels door overstroming verloren gegaan (Beijersbergen, 1976; Veen, 1977; Veen & Faber, 1989).

Overstuiving Overstuiving van een broedplaats met zand kan voordelig zijn, omdat hierdoor de successie van de vegetatie wordt teruggezet. Tijdens het broedseizoen kunnen, als gevolg van zandstormen, eieren en jongen echter onderstuiven en verloren gaan (Mes *et al.*, 1980; Rooth, 1956; Veen & Faber, 1989).

Biotische en antropogene factoren

Voedsel Grote Sterns zijn gespecialiseerde viseters, die hun voedsel in de bovenste 1,5 tot 2 m van het wateroppervlak vangen (Borodulina, 1960; Dunn, 1972). Het voedsel van de oude vogels en jongen bestaat voornamelijk uit kleine zeevissen met afmetingen van 5-15 cm en een gewicht van 7-11 g, die in grote scholen in de ondiepe wateren voorkomen. In de zuidelijke Noordzee wordt voornamelijk gevestigd op Clupeidae (Haring *Clupea harengus* en Spruit *Sprattus sprattus*) en Ammodytidae (Zandspiering *Ammodytes tobianus*, *A. marinus* en Smelt *Hyperoplus lanceolatus*). Wanneer deze soorten niet in voldoende mate beschikbaar zijn, wordt wel overgeschakeld op energetisch minder gunstige prooien als garnaal (Crangonidae), Puitaal *Zoarces viviparis*, Geep *Belone belone*, grondels (Gobiidae), platvis

(Pleuronectiformes) en inktvis (Cephalopoda). De voedselgebieden dienen zo dicht mogelijk in de buurt van de kolonie te liggen.

In Nederland liggen de foerageergebieden meestal binnen een straal van 15 km van de kolonie (Baptist & Meininger, 1984; Raaijmakers *et al.*, 1993; Veen, 1977). De Grote Sterns in de Po-delta (Italië) hebben vergelijkbare foerageervluchten van 11-15 km (Fasola & Bogliani, 1990). Langere foerageervluchten (tot 40 km) zijn ook wel waargenomen, maar vormen een uitzondering. Er zijn aanwijzingen, dat het doorzicht van het water een rol kan spelen bij de beschikbaarheid van de prooivissen. Onderzoek naar het voedselaanbod in het Nederlandse deel van de Waddenzee laat zien, dat in zeer helder water (doorzicht meer dan 2 m) geen vis in de bovenste waterlaag aanwezig is. Foeragerende Grote Sterns worden dan ook vooral aangetroffen boven water met een doorzicht van 1-2 m (Stienen & Brenninkmeijer, 1997). In een deltagebied in Guinea-Bissau waar een met modder beladen rivier een sterke gradiënt in helderheid van het water veroorzaakte, speelde het doorzicht eveneens een belangrijke rol voor foeragerende sterns. Hier vingende sterns weliswaar meer vis per uur met toenemende helderheid van het water, maar waren de vissen in het heldere water kleiner. Uitgedrukt in gram vis per uur speelde het doorzicht van het water geen significante rol, hoewel het crop leek dat ook in dit gebied de troebele wateren iets gunstiger foerageergebieden vormden dan de heldere (Brenninkmeijer *et al.*, in prep.).

Predatie Predatie van eieren en kuikens kunnen de broedresultaten van een kolonie sterk beïnvloeden. Vooral grondpredatoren, zoals Vos *Vulpes vulpes*, Rat *Rattus norvegicus*, Hermelijn *Mustela erminea*, Wezel *M. nivalis*, Bunzing *M. putorius*, Egel *Erinaceus europaeus* en Hond *Canis familiaris* kunnen desastreuze gevolgen hebben (Beijersbergen, 1976; Bourne & Smith, 1974; Knight & Haddon, 1980; Kruuk, 1964; Lind, 1963; Veen, 1977). Zo hebben ratten in 1948 en 1949 alle eieren en jongen opgegeten van een kolonie van 1000 paren van de Grote Stern op Norderoog in het Duitse deel van de Waddenzee (Veen, 1977). Ook op de Makkumerwaard en Markenje (Nederland) hebben ratten soms aanzienlijke aantallen eieren geroofd (Beijersbergen, 1978). De kolonie op de Hompelvoet (Nederland) heeft vaak te kampen met predatie door Hermelijnen (Derks & De Kraker, 1990, 1991). Ratten en Vossen zijn ook in staat om adulte sterns te doden. Het sterneneiland Neeltje Jans bleek te dicht bij het vasteland te liggen, om zonder voorzorgsmaatregelen het vrijblijven van Ratten te kunnen garanderen. In 1996 daalde het broedsucces sterk door een combinatie van Ratten en Zilvermeeuwen (Hoekstein, 1996b).

Om landpredatoren op een veilige afstand te houden, vestigen de sterns zich veelal op eilanden, schiereilanden of laaggelegen kwelders. Het meest geschikt zijn gebieden die gedurende de wintermaanden overspoeld raken, waardoor landpredatoren zich er niet permanent kunnen vestigen.

Luchtpredatoren als Kokmeeuw, Stormmeeuw, Zilvermeeuw, Kleine Mantelmeeuw, Grote Mantelmeeuw *L. marinus*, Scholekster *Haematopus ostralegus* en Zwarte Kraai *Corvus corone* kunnen eveneens belangrijke predatoren van eieren of kuikens zijn. Daarnaast kunnen roofvogels als Slechtvalk *Falco peregrinus*, kiekendieven *Circus* spp., Torenvalk *Falco*

tinnunculus en Velduil *Asio flammeus* voor verliezen onder kuikens en adulte sterns zorgen.

Zilvermeeuwen kunnen een groot probleem vormen voor broedende sterns. De menukeuze van Zilvermeeuwen is zeer breed en omvat naast allerlei dieren, plantendelen, aas en huishoudelijk afval ook eieren, jongen en volwassen vogels (Cramp, 1983; Glutz von Blotzheim & Bauer, 1982; Götmark, 1984; Spaans, 1971; Vauk & Prüter, 1987). In het algemeen is het aantal resten van eieren en jongen, dat in Zilvermeeuwenkolonies wordt gevonden, gering (overzicht in Vauk & Prüter, 1987). Een uitzondering daarop vormen meeuwenkolonies op hogere breedte, waar kleinere zeevogels een groot deel van het menu kunnen vormen. In Noordwest-Europa predeert slechts een klein deel van de broedende Zilvermeeuwen op eieren en jonge vogels; meestal zijn deze vogels hierop geheel gespecialiseerd (overzicht in Vauk & Prüter, 1987). Zo vond Parsons (1971), dat meer dan 50% van alle door Zilvermeeuwen gepredeerde Zilvermeeuwenkuikens door slechts vier vogels waren verorberd. Op Griend in het Nederlandse deel van de Waddenzee waren in het begin van de jaren zeventig twee tot vier rovende Zilvermeeuwen (van de 500-1000 ter plekke overtuigende vogels) verantwoordelijk voor een verlaging van het broedsucces van de Grote Stern met 4-14% (Veen, 1977). In veel gevallen gaat het bij predatie door Zilvermeeuwen om een gering aandeel van de eieren en jongen in een kolonie. Soms echter wordt een gehele kolonie in korte tijd volledig gepredeerd (overzicht in Vauk & Prüter, 1987). Door Mörzer Bruijns (1958) wordt erop gewezen, dat sterns, Kluten *Recurvirostra avosetta* en Bergeenden *Tadorna tadorna* in sommige jaren plaatselijk langs de Nederlandse kust geen enkel jong vliegvlug weten te krijgen vanwege de hoge predatiedruk van Zilvermeeuwen. Op het eiland Griend vindt sinds de jaren zeventig in sommige jaren aanzienlijke predatie van eieren van Grote sterns en Kokmeeuwen plaats (jaarverslagen bewaking Griend). Ook uit Noord-Amerika zijn grote verliezen door predatie van Zilvermeeuwen gemeld. Zo vermeldt Hatch (1970) voor een gemengde kolonie Visdieven en Noordse sterns in Maine, USA, een verlies van 0,5 kuiken tot 1,2 kuikens per paar als gevolg van predatie door Zilver- en Grote Mantelmeeuwen. Niet altijd is predatie echter de primaire sterftiefactor van jongen. Zo vond Nisbet (1973) in Massachusetts, USA, dat vooral zwakke en zieke kuikens van sterns door Zilvermeeuwen werden gepredeerd.

De Kokmeeuw heeft een uitzonderingspositie als predator. Enerzijds worden door deze soort eieren, jongen en visjes bij de sterns geroofd (Fuchs, 1977; Rooth, 1960; Veen, 1977); anderzijds bieden broedende Kokmeeuwen bescherming tegen andere predatoren. Veen (1977) toonde aan dat de voordelen van bescherming opwegen tegen de nadelen. De omringende Kokmeeuwen vormen een buffer tegen landpredatoren (de predator moet eerst door de Kokmeeuwenkolonie om bij de Grote Sterns te komen) en beschermen de kolonie actief tegen luchtpredatoren.

Nestplaatsconcurrentie Zilvermeeuwen zijn, naast predatoren van eieren en kuikens, ook concurrenten om nestplaatsen. Zilvermeeuwen verdedigen hun territorium fel tegen indringers en zijn in directe interacties met andere soorten vrijwel steeds de sterkere. Vooral sterns en de kleinere meeuwensoorten hebben in dit opzicht van Zilvermeeuwen te lijden. De vestiging van een nieuwe kolonie Zilvermeeuwen op een plaats waar traditioneel een sternkolonie is

gevestigd, zal dan ook veelal binnen enkele jaren de verdwijning van de sterns tot gevolg hebben (Burger, 1977, 1979; Burger & Shisler, 1978; Spaans *et al.*, 1987; Thomas 1972). Op deze wijze zijn in het noordoosten van de Verenigde Staten waarschijnlijk veel sternkolonies verdwenen (Drury, 1965; Nisbet, 1973). Ook de sterke afname c.q. verdwijning van sterns in Bretagne, Frankrijk (Camberlein & Floté, 1978) en op Isle of May, Schotland (Duncan, 1978) wordt toegeschreven aan concurrentie om nestgelegenheid door Zilvermeeuwen.

Verstoring Tijdens de vestigingsfase en gedurende de eerste week na het leggen van de eieren zijn Grote Sterns zeer gevoelig voor verstoring, hetgeen kan leiden tot het verlaten van de kolonie. Vaak vestigen de sterns zich in zo'n geval elders (Beijersbergen, 1976; Veen, 1977). Ook in latere fasen van het broedproces is de Grote Stern gevoelig voor verstoring. Chestney (1970) beschrijft, dat de oudervogels de kolonie verlaten met hun nog zeer jong kuiken, zelfs wanneer het tweede ei nog niet is uitgekomen. De belangrijkste veroorzakers van verstoring zijn mensen en loslopende honden. Strandbezoekers, wadlopers, pleziervaart, vliegtuigen en helikopters, maar ook natuurgerichte recreatie vormen in sommige kolonies bronnen van verstoring (Bourne & Smith, 1974; Buckley & Buckley, 1976; Chestney, 1970; Courtney & Blokpoel, 1983; Goethe *et al.*, 1980; Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, 1980).

Geluidshinder De meningen over de gevolgen van geluidshinder bij sterns zijn sterk verdeeld. In de literatuur worden voorbeelden genoemd van verstoorde communicatie, het herhaaldelijk opvliegen van de kolonie en het in de steek laten van de nesten als gevolg van geluidsoverlast (Austin *et al.*, 1970; Bell, 1972; Blok, 1964; Burger, 1981; Goethe *et al.*, 1980; Platteeuw, 1986). Meestal gaat het hierbij om langdurige geluidshinder of zeer luidruchtige knallen veroorzaakt door schietoefeningen of straaljagers. Aan de andere kant is een kolonie Dwergsterns bekend, die gevestigd was tussen twee startbanen voor straaljagers en waarvan de vogels ogenschijnlijk ongestoord broedden (Altman & Gano, 1984). Nabij Amsterdam (Nederland) was een kolonie Visdieven gevestigd in het groene hart van enkele drukke verkeerspleinen (Groen 1992). Blijkbaar kan met betrekking tot geluidshinder een hoge mate van gewenning optreden.

Aanvaringen met windturbines en hoogspanningsleidingen

Er is vrijwel niets bekend over aanvaringen van sterns met windturbines (Musters *et al.*, 1991; Van Swelm, 1988; Winkelman, 1992). Op Griend in het Nederlandse deel van de Waddenzee is uit de periode 1989-1996 slechts één geval bekend van een aanvaring van een Visdief met de windmolen die de bewakers van stroom voorziet (pers. obs.). In een Visdievenkolonie in Engeland, waar hoogspanningsleidingen tussen broed- en foerageergebied aanwezig waren, werd gedurende het broedseizoen 0,4% van de broedpopulatie dood gevonden. Daarnaast hadden de hoogspanningsleidingen invloed op het gedrag van de sterns; de Visdieven hadden vooral met harde wind moeite om de lijnen te ontwijken (Balmer & Henderson, 1996; Henderson *et al.*, 1996). Winkelman (1992) berekende als aanvaringskans voor meeuwen gemiddeld 0,01% per vliegbeweging door een windturbinepark. Bij het meest ongunstige scenario dat Winkelman aangeeft, is de aanvaringskans 0,02% per vliegbeweging. Voor sterns zal de aanvaringskans waarschijnlijk lager liggen, omdat deze vogels zelden in het donker

vliegen en de aanvaringskans 's nachts relatief groot is. Op de oostdam van Zeebrugge staat momenteel een 22-tal windturbines, welke in de nabije toekomst mogelijk uitgebreid wordt met een nieuw windmolenpark. Tijdens regelmatige controles van 1991 tot 1997 is er slechts een slachtoffer (Visdief) op de 9 meter brede strook naast de molens op de dam gevonden. De sterns vlogen ogenschijnlijk probleemloos onder de molens door. Juveniele Zilvermeeuwen daarentegen, werden regelmatig dood aangetroffen (pers. med. G. De Putter).

In het algemeen is de kans op aanvaringen met windturbines voor vogels tamelijk gering; deze wordt echter sterk beïnvloed door de heersende weersomstandigheden (slecht zicht, mist, harde wind zijn ongunstig) en de ligging van de windturbines ten opzichte van de kolonie (Henderson *et al.*, 1996).

BROEDECOLOGIE VAN VISDIEF, DWERGSTERN EN KOKMEEUW

De broedecologie van Visdief, Dwergstern en Kokmeeuw wordt hieronder uitsluitend behandeld indien deze afwijkt van de eerder omschreven situatie bij de Grote Stern en in het belang is voor de aanleg van een broedplaats.

Visdief

Visdieven stellen ongeveer dezelfde eisen aan hun voedsel en aan hun nestbiotoop als Grote Sterns (Stienen & Brenninkmeijer, 1992). Hoewel Visdieven, evenals Grote Sterns, voornamelijk afhankelijk zijn van energierijke rondvis als zandspieringachtigen en haringachtigen, kent deze soort veel alternatieve prooi-soorten zoals platvissen, garnalen, krabben (Portunidae) en insecten. Een studie uit 1991 toonde aan, dat de Zeebrugse Visdieven indertijd voornamelijk haring- en wijtingachtigen aanbrachten. De dieetsamenstelling veranderende echter langzaam bij het vorderen van het broedseizoen (Rossaert *et al.*, 1993). De vliegafstand naar de voedselgebieden is bij Visdieven iets minder groot dan bij Grote Sterns; de foerageergebieden liggen veelal op een afstand van 3-5 km van de kolonie, hoewel afstanden tot 10-15 km ook voorkomen (Boecker, 1976; Fasola & Bogliani, 1990; Becker *et al.*, 1993; Offringa *et al.*, 1995; Rossaert *et al.*, 1993). Visdieven broeden doorgaans in hetzelfde broedbiotoop als Grote Sterns, maar kunnen ook op iets meer begroeide plaatsen nestelen dan de laatste soort.

Dwergstern

Dwergsterns stellen andere eisen aan hun broedbiotoop dan Grote Sterns en Visdieven. Dwergsterns broeden op rustig gelegen grind- of schelpenbanken, met weinig of geen vegetatie. De nesten liggen op minder dan 1,5 m boven de hoogwaterlijn en zijn uitermate overstromingsgevoelig (Cramp, 1985; Hoekstein, 1996a; Koenen *et al.*, 1996; Nadler, 1976;

SOVON, 1987). In tegenstelling tot de andere sterns broeden Dwergsterns bij voorkeur niet nabij andere Laridae (Beijersbergen, 1980; Hoekstein, 1996a). Nog meer dan voor Grote Sterns geldt voor Dwergsterns dat ze zeer gevoelig zijn voor verstoring. Wat betreft hun voedsel, zijn Dwergsterns voornamelijk afhankelijk van relatief kleine (tot 8 cm) rondvissen, zoals zandspiering, smelt, haring en sprat, maar ook platvis, kreeftachtigen en insecten staan op het menu (Nadler, 1976; Cramp, 1985). Dwergsterns halen het voedsel dicht bij de kolonie, meestal binnen een afstand van 3 km (Beijersbergen, 1980; Cramp, 1985).

Kokmeeuw

Kokmeeuwen broeden doorgaans in dichtere en hogere vegetatie dan sterns, hoewel nesten ook op kale plekken worden aangetroffen. Aan de kust liggen de meeste kolonies in gebieden met Helm *Ammophila arenaria*, Zandhaver *Elymus arenarius*, Biestarwegras *Elytrigia juncea*, Engels Slijkgras *Spartina townsendii* en Gewoon Kweldergras *Puccinellia maritima*. In de omgeving van het broedgebied heeft de Kokmeeuw een slaapplek nodig, die duidelijk gescheiden is van de broedplaats (soms enkele kilometers van de broedplaats verwijderd). De slaappleken zijn minder dicht begroeid (bijvoorbeeld kwelders en stranden) dan de broedplaatsen (Cramp, 1985; Glutz von Blotzheim & Bauer, 1982; pers. obs.). Wat betreft de voedselkeuze, is de Kokmeeuw een echte opportunist. Het hoofdvoedsel bestaat uit regenwormen, insecten, vis (zowel rondvis als platvis), kreeftachtigen en krabben (Cramp, 1985; Glutz von Blotzheim & Bauer, 1982; Gorke, 1990).

ECOLOGISCHE RANDVOORWAARDEN

De ecologische randvoorwaarden voor een aan te leggen broedplaats voor Grote Sterns, Visdieven, Dwergsterns en Kokmeeuwen in de voorhaven van Zeebrugge, volgen uit de beschrijving van de broedecologie van deze soorten, zoals die hierboven is gegeven.

Een aan te leggen broedplaats dient zo mogelijk te voldoen aan de volgende eisen:

- geïsoleerde ligging;
- schaarse begroeiing van kruidachtige planten;
- op vliegafstand van de voedselgebieden;
- in nabijheid van rustplaats;
- afwezigheid van landroofdieren;
- afwezigheid van (grote aantallen) broedende Zilvermeeuwen;
- afwezigheid van menselijke verstoring.

Naast bovengenoemde algemene voorwaarden, dienen de grootte, hoogtelegging, bodemstructuur en vegetatie van de aan te leggen broedplaats zodanig te zijn, dat alle genoemde soorten op de locatie een geschikte plek kunnen vinden.

CONCEPTEN VOOR DE AANLEG VAN EEN BROEDPLAATS IN ZEEBRUGGE

In principe zijn er 8 mogelijke locaties voor de aanleg van nieuwe, of de aanpassing van al bestaande terreinen. Door de initiatiefnemer (Administratie Waterwegen en Zeewezen, afdeling Waterwegen Kust van de Vlaamse Gemeenschap) zijn echter de alternatieven ① t/m ⑤ (binnen beide dammen) op voorhand afgewezen vanwege de reeds vastgelegde bestemmingsplannen voor dit gebied. Ook alternatief ⑥ aan de westelijke dam wordt als onhaalbaar beschouwd, door de overheersende westenwinden. Hierdoor blijven er feitelijk 2 scenario's over: enerzijds een schiereiland (A) en anderzijds een eiland (B), beide gelegen aan de oostkant van de oostelijke strekdam. Beide voorstellen zijn globaal weergegeven in figuur 3.

Hieronder worden de ecologische randvoorwaarden uitgewerkt tot concrete aanbevelingen, waarna de voor- en nadelen van de alternatieven zullen worden vergeleken.

Grootte

Een aan te leggen broedplaats dient groot genoeg te zijn om de huidige populaties aan sterns en meeuwen te herbergen. Daarnaast moet worden voorzien in een mogelijke groei van de populaties. Uitgaande van een minimale nestdichtheid (500 nesten per 100 m²) hebben 2000 broedparen van de Grote Stern 0,04 ha nodig. De nestdichtheid van Visdieven verschilt sterk tussen kolonies, en is in het centrum van een kolonie veel groter dan aan de randen. De nesten liggen 0,4-10 m uit elkaar. De maximale nestdichtheid op Griend in het Nederlandse deel van de Waddenzee bedroeg in de periode 1992-1996 30-50 nesten per 100 m² (eigen gegevens) en op Coquet Island (Engeland) gemiddeld 6-13 nesten per 100 m² (Cramp, 1985). Uitgaande van 10 nesten per 100 m² hebben 2000 paren Visdieven 2 ha nodig. Dwergsterns broeden nog iets verder uit elkaar dan Visdieven. Hun nesten liggen 0,4-34 m van elkaar (Cramp, 1985). Uitgaande van 300 paren en een nestdichtheid van 5 nesten per 100 m² is een oppervlakte van 0,6 ha vereist. De nestdichtheid van Kokmeeuwen verschilt zowel binnen een kolonie als tussen kolonies, en varieert van minder dan 10 tot 500 nesten per 100 m² (Cramp, 1983). Op Griend bedroeg de maximale nestdichtheid in de periode 1992-1996 80-170 nesten per 100 m². Uitgaande van 500 broedparen en een dichtheid van 50 nesten per 100 m² hebben de Kokmeeuwen 0,1 ha nodig. In totaal hebben de sterns en de meeuwen (in enige groei van de aantallen voorzien) ongeveer 2,7 ha nodig als broedgebied. De locatie dient echter ook ruimte te bieden aan verzamel- en slaapplekken. Bovendien moeten de kuikens wanneer ze wat ouder zijn, de mogelijkheid hebben om zich te verspreiden. Daarnaast is het van belang, dat de sterns en meeuwen enige mate van keuze open staat wanneer ze zich op de nieuwe broedplaats willen vestigen. Als richtlijn voor de minimale grootte van de locatie geldt daarom een oppervlakte van 5 ha. Veel beter is het echter om een oppervlakte van 10 ha of meer aan te houden.

Aanbeveling: minimaal 5, maar bij voorkeur 10-20 ha groot.

Vorm

Compacte broedkolonies (rond of ovaal) vormen een goede bescherming tegen predatoren, maar verhogen de interspecifieke concurrentie om broedplaatsen (pers. med. R. Beijersbergen). Ellipsvormige broedplaatsen hebben de voorkeur boven een langgerekt of een rond eiland. In geval van een schiereiland heeft een compacte vorm de voorkeur. Voorts zijn er geen speciale vormen vereist ten aanzien van de ecologische randvoorwaarden.

Aanbeveling: ronde, ovale, of anderszins compacte vorm.

Substraat

Grote Sterns en Visdieven geven de voorkeur aan een zandig substraat. Kokmeeuwen zijn gebonden aan begroeiing, die zich eveneens in deze omgeving het beste op zandig substraat ontwikkelt. Dwergsterns daarentegen broeden veel liever op schelpen- of kiezelrijke stukken. Alleen wanneer beide biotopen op de aan te leggen locatie aanwezig zijn, kunnen alle soorten worden aangetrokken. Aanbevolen wordt om een zandige broedplaats te creëren en daarop plaatselijk voor de Dwergsterns een c. 10 cm dikke laag schelpen aan te brengen. Het gebied dat bestemd is voor de Dwergsterns, dient c. 1 ha groot, laag gelegen (dus dicht bij het water) en zo veel mogelijk afgezonderd van de beoogde broedplaatsen van de andere soorten te zijn. Aan de korrelgrootte van het zandige substraat worden vanuit de ecologie van de vogels geen bijzondere eisen gesteld. Een hoog slibgehalte in de bovenlaag dient vermeden te worden, omdat zich dan snel een ongewenste begroeiing ontwikkelt.

Aanbeveling: zandig substraat, plaatselijk (1 ha dicht bij het water) bedekt met schelpen.

Relatieve hoogteligging

De hoogte van de broedplaats dient zodanig gekozen te worden dat de locatie tijdens de wintermaanden overspoeld kan raken. Dit voorkomt verruiging van de vegetatie. Bovendien wordt het gebied dan jaarlijks schoongespoeld van mogelijke ziektebronnen. Tijdens de zomermaanden moeten de hogere delen van de locatie gevrijwaard zijn van overspoeling tijdens springvloed. Een jaarlijkse, geringe overstromingskans in de wintermaanden (eenmaal tot enkele malen per jaar) en een zeer geringe overstromingskans (maximaal 1 keer per 15 jaar) in de zomermaanden heeft de voorkeur. Wanneer wordt gekozen voor een overstromingskans die ook in de wintermaanden vrijwel nihil is, moet rekening worden gehouden met een intensief beheer van de vegetatie en een verhoogde kans op infectieziekten.

Aanbeveling: hoogteligging zodanig dat het gebied in de winterperiode wel wordt

overstroomd, maar in de broedperiode niet.

Ligging

De exacte ligging van een aan te leggen broedgebied in Zeebrugge ten opzichte van de haven van Zeebrugge is van belang in verband met (a) predatie, (b) verstoring door mensen, (c) bereikbaarheid van de voedselgebieden en (d) kans op aanvaring met windturbines.

ad. a. Ligging in verband met predatie Sterns en meeuwen hebben een sterke voorkeur voor een broedgebied dat moeilijk bereikbaar is voor landroofdieren (Vos, marterachtigen, Rat, etc.). Frequente overspoeling in het winterhalfjaar of scheiding van de vaste wal door water dragen hiertoe bij. Een eiland verdient de voorkeur boven een schiereiland, aangezien landroofdieren tot een eiland minder gemakkelijk toegang hebben dan tot een schiereiland. Om te voorkomen dat landpredatoren naar een eiland zwemmen, voldoet een waterbarrière van ongeveer 1 km breed en 0,5 m diep (pers. med. F. Niewold). Zo'n barrière dient ook tijdens extreem laag water aanwezig te zijn. Wanneer niet wordt voldaan aan bovenstaande voorwaarden voor een geïsoleerde ligging, dient rekening gehouden te worden met specifieke beheersmaatregelen gericht op het voorkomen van predatie door landroofdieren. Het plaatsen van schrikdraad is een afdoende om Vossen uit het gebied te houden. Ratten dienen al in de voorafgaande winter bestreden te worden door het strooien van gif (pers. med. J. Beijersbergen).

ad. b. Ligging in verband met verstoring door mensen Het aan te leggen broedgebied dient gevrijwaard te zijn van menselijke verstoring. Voor zover deze niet gerealiseerd kan worden door het creëren van een geïsoleerde ligging (zie ad. a) dienen hiertoe beheersmaatregelen te worden getroffen (zie "Beheersmaatregelen").

ad. c. Ligging in verband met de voedselgebieden De belangrijkste voedselgebieden van Grote Stern, Visdief en Dwergstern zijn in figuur 6 weergegeven. De genoemde soorten hebben een actieradius van respectievelijk 15, 5 en 3 km. De uiteindelijke plaats waar de verschillende soorten hun voedsel zoeken, is afhankelijk van de beschikbaarheid van de prooi binnen de actieradius van de soorten. De beschikbaarheid kan van jaar tot jaar van plaats tot plaats verschillen.

De figuur is een compilatie van de resultaten van een viertal inventarisaties van sterns rondom Zeebrugge in 1997 (scheepstellingen) en toont de hoogste concentraties nabij de broedplaatsen (inzet). Ondanks het geringe aantal teldagen en de dagelijkse variatie tonen de drie sternensoorten een duidelijke voorkeur. Dwergsterns foerageerden dicht onder de kust, van buiten de Westdam tot aan Wenduine. Grote Sterns werden nauwelijks nabij de kust waargenomen, zij werden in kleine aantallen ver op zee gezien, tot op de Vlakte van de Raan. Waarschijnlijk overlappen de foerageergebieden van de verschillende Grote Sternkolonies in het Delta gebied en Zeebrugge met elkaar (Arts & Meininger, 1995). Visdieven namen een tussenpositie in. Zij werden gezien tot zo'n 10 km afstand van Zeebrugge maar waren zeer

talrijk in de voorhaven, met name bij de NSF ro-ro terminals (ten zuiden van Leopold II-dam). De verspreiding van de drie sternensoorten werd in belangrijke mate bepaald door de aanwezigheid van vissersboten, baggerschepen en veerboten. Het geschetste patroon wijkt enigszins af van Rossaert *et al.* (1993), die de Visdieven bijna uitsluitend tot een afstand van 1 km uit de Westdam zagen foerageren. Enerzijds lag de toenmalige kolonie op een andere lokatie, anderzijds werd er in 1991 uitsluitend vanaf de kust waarnemingen verricht. Zowel Visdieven als Dwergsterns foerageerden ook dicht onder de Oostdam. Kokmeeuwen zijn niet systematisch op zee geteld, hun globale verspreiding kwam echter sterk met die van Visdieven overeen. Een deel van de Kokmeeuwen foerageerde op land, zij werden regelmatig boven Zeebrugge Bad waargenomen.

Gezien de geringe afstand van de nieuwe lokatie tot de huidige kolonie is een verschuiving van het foerageergebied niet te verwachten. Dit betekent dat geen van de sterns, wat betreft hun voedsel, negatieve effecten zullen ondervinden van de verplaatsing naar de nieuwe lokatie.

ad. d. Ligging in verband met windturbines De kans op aanvaringen van vogels met windturbines wordt vooral bepaald door de tijd van de dag en de weersomstandigheden ('s nachts groter dan overdag, groter in donkere nachten met slecht weer dan in heldere nachten met goed weer). Daarnaast spelen de afstand van de turbines tot de broedplaats (dicht bij broedkolonie hogere vogeldichtheid en dus grotere aanvaringskansen) en de ligging ten opzichte van de vliegroutes een rol. De varianten ④, ⑤ en A zijn dicht bij de turbines gelegen dan de overige (fig. 1) en in dit opzicht minder gunstig. Overigens worden de kansen op aanvaringen zeer gering geacht in verband met het feit dat sterns in de broedtijd vrijwel uitsluitend overdag actief zijn. Bovendien is het gehele gebied 's nachts kunstmatig verlicht.

Aanbeveling: broedplaats isoleren van omgeving door middel van water.

INTERNE INRICHTING EN BEHEERSMAATREGELEN

Bij het creëren van een broedplaats voor sterns en Kokmeeuwen nabij de voorhaven van Zeebrugge zal er aandacht besteed moeten worden aan de inrichting van het gebied en te nemen beheersmaatregelen.

Inrichting van een gebied

Substraat Alle gebieden dienen rondom de vloedmerk voorzien te worden van een kunstmatige schelpenlaag, indien de schelpenconcentratie in het opgespoten materiaal niet hoog genoeg is. De bovenste 5 cm van het zandigsubstraat van de huidige Dwergsternkolonies in de voorhaven bestaat voor ongeveer 11 massa% uit schelpen(-gruis) en 3% uit stenen. Samen bedekken zij meer dan 50% van het oppervlak (zand wordt weggeblazen, schelpen en

stenen blijven liggen). Indien "schoon" zand gebruikt wordt voor de aanleg van een broedplaats, moet er kunstmatig schelpmateriaal aangebracht worden. Volgens de bevindingen van G. De Putter, dient men, om een 4-5 cm dikke laag te krijgen, ongeveer 900 ton per ha aan te brengen. Schelpenmateriaal kan elders langs de kust verzameld worden, eenvoudiger is het om lege kokkelschelpen van de Nederlandse kokkelvisser over te brengen (Yerseke) en deze te vergruizen voor ze gestort worden. Voor de overige soorten zijn geen speciale vereisten noodzakelijk.

Beplanting Kokmeeuwen, Grote Sterns en Visdieven prefereren een per soort verschillend geaarde begroeiing op de broedplaats, terwijl Dwergsterns bij voorkeur op schelpenbanken nestelen. Enerzijds is het van belang om de nieuwe broedplaats zo snel mogelijk geschikt te maken voor broedvogels; anderzijds zal voorkomen moeten worden dat het gebied dichtgroeit, en daardoor ongeschikt wordt voor sterns. Hierbij speelt nog als extra factor, dat het wenselijk is om direct na het creëren van de nieuwe broedplaats het opgespoten zand zo goed mogelijk met behulp van planten vast te leggen. In figuur 5 is de gewenste begroeiing van het gebied schematisch weergegeven. Op Griend (Nederlandse deel Waddenzee) is ervaring opgedaan tijdens herstelwerkzaamheden aan het eiland (veelal opspuitingen met zand) waarbij vegetatie geplant en ingezaaid werd. Op basis hiervan wordt aanbevolen om de hoogste delen van de locatie te beplanten met Helm, Zandhaver en Biestarwegras en de lagere delen in te zaaien met zoutresistente grassoorten, zoals Rood Zwenkgras *Festuca rubra*. Er is ongeveer 25 kg graszaad per ha nodig op vlak terrein (pers. med. R. Koole). Om het zand zo snel mogelijk na het opspuiten vast te leggen, wordt aanbevolen om het gebied eveneens in te zaaien met rogge. De ervaring op Griend heeft geleerd dat dit gewas zich snel en goed kan ontwikkelen, om vervolgens in de concurrentiestrijd met de eerder genoemde soorten ook weer snel te verdwijnen. Op het voormalige werkeiland Neeltje Jans (Zeeland) bleek beplanting niet nodig, het eiland had genoeg beschutting van het dijk. Op andere eilanden in de Delta, prefereert men uit esthetisch oogpunt Biestarwegras. Dit gras kan op nabijgelegen plaatsen gewonnen worden. De wortelstokken met knoppen worden door 'ineggen' gepoot, in een dichtheid van 10-15 stekken /m² (J. Beijersbergen pers. med.).

Een juist gekozen verloop van de hoogteligging van de zandplaat zal, middels een verschil in overstromingsfrequentie en overstromingsduur, kunnen zorgdragen voor een min of meer stabiele differentiërende zonering van de vegetatie. Wanneer de vegetatie zich te sterk ontwikkelt, zal dit door beheersmaatregelen (maaaien, eggen) moeten worden tegengegaan.

Kolonisatie Sterns en meeuwen hebben een sterke neiging om van jaar tot jaar naar het oude koloniegebied terug te keren. Dit betekent, dat het in bezit nemen van een nieuwe broedplaats mogelijk pas in de loop van enkele jaren zal plaatsvinden. In een aantal kolonies is geconstateerd, dat Grote Sterns en Kuifsterns *Sterna bergii* door dummies worden aangetrokken, en in de directe omgeving van dergelijke lokvogels tot broeden komen (o.a. Veen, 1977). Overwogen dient te worden om de 'verhuizing' van de vogels in Zeebrugge eveneens met behulp van dummies te stimuleren.

Beheersmaatregelen

Te nemen beheersmaatregelen op een kunstmatig aangelegde broedplaats zullen betrekking hebben op bescherming van de broedvogels tegen predatie en menselijke verstoring. Maatregelen om het gebied te beschermen tegen erosie en afslag vallen grotendeels buiten het bestek van dit rapport, enkele aanbevelingen worden gedaan in "Inrichting van de voorgestelde terreinen" en Bijlage I: "Waterstaatkundige aspecten; ervaringen met Griend").

Predatie Wanneer landpredatoren het broedgebied weten te bereiken, dienen onmiddellijk maatregelen getroffen te worden. Vossen kunnen effectief geweerd worden met behulp van schrikdraad (zie voor ontwerp Knight & Haddon, 1980); marterachtigen en ratten dienen met passende middelen weggevangen te worden. Voorts moet er op worden toegezien, dat Zilver- en Kleine Mantelmeeuwen geen kans krijgen om zich als broedvogel hier te vestigen. Het rapen van eieren en het verwijderen van nesten bleek op Griend (Nederlandse deel Waddenzee), waar de vogels verspreid over het eiland broedden, geen afdoende maatregel te zijn om Zilvermeeuwen daar te weren (eigen obs.). Het doden van broedende meeuwen bleek hier het meest effectief te zijn. Mörzer Bruijns (1958) noemt een ondergrens van 25% eliminatie om tot een aantoonbare reductie van de populatie te komen. Overigens heeft het rapen van eieren op Schiermonnikoog (Nederland), waar de vogels minder verspreid over het gebied broeden, wel geleid tot een reductie van het aantal broedparen ten opzichte van niet-geraapte gebieden (Veen *et al.* 1996).

Verstoring Alle vormen van toerisme, recreatie en pleziervaart moeten geweerd worden (verbodsbepalingen en/of bewaking). 's Zomers kan een cordon van boeien met drijvers ertussen de landing van plezierbootjes tegengaan. Het aanmeren van dieper stekende boten kan worden tegengehouden door het water rond het broedgebied ondiep te houden. Op de boeien of palen moeten verbodsborden geplaatst worden ("vogelbroedterrein, toegang verboden van 1 april tot 1 september"). Voor het overvliegen van vliegtuigen en helikopters moet een toegestane hoogte van minimaal 150 m (bij voorkeur 250 m) worden aangehouden.

Voor het uitvoeren van beheersmaatregelen gericht op het voorkomen van predatie en verstoring is bewaking van de broedplaats het meest effectief. Bewaking kan gecombineerd worden met het verrichten van biologisch onderzoek aan de broedende vogels, waardoor waardevolle gegevens verkregen worden met betrekking tot de kwaliteit van het broedbiotoop en het verloop van het broedproces. Het creëren van een bufferzone die gemakkelijk toegankelijke gebieden moet behoeden van teveel verstoring kan door middel van het plaatsen van prikkeldraad, in combinatie met schrikdraad (voor grotere landpredatoren als vos en kat).

Inrichting van de voorgestelde terreinen (fig. 4)

- ① Wanneer de bestaande structuren onberoerd worden gelaten bij de aanleg van de ro-ro terminal aan de noordzijde van het dok, wordt volstaan met kleine aanpassingen.
 - a) het opschonen (omploegen) van de verhoging aan de FCT zijde, meer geleidelijke

- overgang maken naar het strand, inzaaien met Rood Zwenkgras;
- b) het verwijderen van dik algen pakket in de hoek, tegen Helmgras aan;
- c) aanbrengen schelpenlaag net boven HW-lijn van 50 m breed;
- d) plaatsen afscheiding (prikeldraad), minstens 100 m rondom zone met Helm (groen).
- ② a) het aanleggen van een lage stortstenen dam (lengte 800 m), welke met LW juist boven water uitsteekt (1.5 m + TAW), dam markeren met steekbakens;
- b) opspuiten kom met slib (baggerspecie havengeul Zeebrugge), bedekken met 0.5 m zand;
- c) inzaaien Rood Zwenkgras over de gehele lengte;
- d) inplanten Biestarwegras in een strook van 25 m breed en 150 m lang;
- e) aanbrengen schelpenlaag in strook van 50 m breed, 200 m lang.
- ③ en ④ zie ②, m.u.v.
 - a) lengte langs westdam 500 en 225 m, aan oostdam 600 m;
 - d) in de hoeken, lengte van benen 50 m;
 - e) op westdam over lengte van 300 m, op oostdam 400 m.
- ⑤ a) opspuiten kom met slib en zand;
- b) inplanten Biestarwegras in de kom, de contouren volgende, 150 m breed en 600 m langs de oostdam;
- c) inzaaien Rood Zwenkgras;
- d) aanbrengen schelpenlaag in strook van 100 m breed, 700 m lang.
- ⑥ a) aanleggen van hoge dam;
- b) opspuiten kom met slib en zand;
- c) inplanten Biestarwegras in de noordelijke hoek, met een lengte langs de dam van 250 m;
- d) inzaaien Rood Zwenkgras, aansluitend op c) tot aan de helft van het schiereiland;
- e) aanbrengen van schelpenlaag, in strook van 100 m breed, boven de HW-lijn;
- f) plaatsen palen met borden (toegangsverbod).
- ⑦ a) aanleggen van hoge dam;
- b) opspuiten kom met slib en zand;
- c) inplanten Biestarwegras in de noordwestelijke hoek, met een lengte langs de dam van 100 m;
- d) inzaaien Rood Zwenkgras, aansluitend op c) tot aan de helft van het schiereiland;
- e) aanbrengen van schelpenlaag, in strook van 100 m breed, boven de HW-lijn;
- f) plaatsen palen met borden (toegangsverbod).
- ⑧ a) aanleggen van hoge dam;
- b) opspuiten kom met slib en zand;
- c) inplanten Biestarwegras in de bovenwindse hoek, op een stuk van 50 x 50 m;
- d) inzaaien Rood Zwenkgras, aansluitend op c) tot aan de helft van het eiland;
- e) aanbrengen van schelpenlaag, aansluitend op d), tot aan HW-lijn.
- f) leggen van permanente tonnen rondom het eiland, waartussen van 1 april tot 1 september een kabel, voorzien van drijvers komt.

Vergelijking van de varianten

Van de binnendamse varianten is ① waarschijnlijk de goedkoopste. Het gebied blijft echter gevoelig voor verstoring en predatie. Variant ② ligt dicht bij de voornaamste voedselbronnen van Visdieven (schepen), maar zal waarschijnlijk veel hinder ondervinden van predatie en verstoring. De gebieden ③ en ④ liggen het verst van het vasteland verwijderd en krijgen door hun min of meer geïsoleerde ligging waarschijnlijk minder met predatie en verstoring te maken. Er hoeven in principe geen speciale dammen te worden aangelegd. Naast deze voordelen heeft variant ⑤ ook een groot oppervlak, waardoor er een meer natuurlijke vegetatie zich kan ontwikkelen en uiteindelijk minder strikt beheer van de vegetatie noodzakelijk zal zijn. Het terrein wordt streng bewaakt en de kans op menselijke verstoring is normaliter gering.

De buitendamse variant ⑥ ligt pal op de overheersende windrichting en zal een sterke dam nodig hebben. Door aanwas van het strand bij Zeebrugge, is het gebied vanaf het strand toegankelijk voor mens en dier. Er zullen extra maatregelen nodig zijn om dit te behoeden. Wanneer de varianten A en B (fig. 3) voor een aan te leggen broedplaats onderling worden vergeleken, heeft variant B de voorkeur. Variant B voldoet beter aan de gestelde eisen dan A. Vooral de geïsoleerde ligging van de broedplaats in variant B heeft een groot voordeel. De kans op predatie door landroofdieren is in dit geval gering en verstoring door mensen kan betrekkelijk gemakkelijk voorkomen worden. Bovendien is de afstand tot de windturbines groter. Variant A kan belangrijk worden verbeterd als er een watergang tussen dit gebied en de strekdam gerealiseerd kan worden. Wanneer dit niet het geval is, zal variant A extra beheersmaatregelen eisen gericht op het voorkomen van predatie door landroofdieren. Over het algemeen is het moeilijk om dergelijke maatregelen effectief uit te voeren. Voorstellen voor het ontwerp van de twee varianten (in overleg met Eurosense) staan weergegeven in figuren 7 en 8.

DANKWOORD

De Maatschappij van de Brugse Zeevaartinrichtingen N.V. verleende ons toegang tot de voorhaven, voor het doen van onderzoek. Roel Colpaert (Belconsulting B.V.), D. Fransaer en Rik Houthuys (Eurosense) gaven aanvullende informatie over getijdenstroming, bathymetrie en waterstanden en stelden ons een recente luchtfoto voor digitalisatie ter beschikking. De plaatselijke ornithologen George De Putter, Filip De Ruwe en Guido Orbie stelden ons op de hoogte van de broedvogels van de voorhaven. Peter Meininger en Floor Arts (Rijks Instituut voor Kust en Zee) toonden ons hun kunstmatige eilanden in de Volkerak. Tenslotte zijn wij Gert-Jan Buth, Rene Beijersbergen (Zeeuws Landschap) en John Beijersbergen (Provincie Zeeland) erkentelijk voor hun onthaal op Neeltje Jans en hun bereidheid om ervaringen uit te wisselen. Zij stelden tevens informatie over de Schelpenhoek en Neeltje Jans ter beschikking.

LITERATUUR

- Altman, R.L. & Gano R.D., 1984. Least Terns nest alongside Harrier jet pad. *Journal of Field Ornithology* 55: 108-109.
- Anselin, A. & Devos, K., 1992. Populatie schattingen van broedvogels in Vlaanderen. Periode 1989-91. Vlaamse Avifaunacommissie, Gent.
- Arts, F.A. & Meininger, P.L., 1995. Foeragerende sterns in het Westerschelde estuarium: een verkenning in verband met verdieping. RIKZ werkdokument 95. Bureau Waardenburg bv. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.
- Austin, O.L.; Robertson, W.B. & Woolfenden, G.E., 1970. Mass hatching failure of Dry Tortugas Sooty Terns (*Sterna fuscata*). In: K.H. Voous (ed.), *Proceedings of the Xvth International Ornithological Congress*, The Hague, 1970; 627 pp.
- Balmer, D. & Henderson, I., 1996. Power lines and birds. *BTO-News* 206:9.
- Baptist, H.J.M. & Meininger, P.L., 1984. Ornithologische verkenningen van de voordelta van Zuidwest-Nederland 1975-1983. Nota DDMI-83.19, Rijkswaterstaat, Middelburg.
- Becker, P.H. & Erdelen, M., 1987. Die Bestandsentwicklung von Brutvögeln der deutschen Nordseeküste 1950-1979. *Journal für Ornithologie* 128: 1-32.
- Becker, P.H.; Frank, D.; & Sudmann, S.R., 1993. Temporal and spatial pattern of Common Tern (*Sterna hirundo*) foraging in the Wadden Sea. *Oecologia* 93: 389-394.
- Beijersbergen, J., 1976. De terreinkeus van de Grote Stern (*Sterna s. sandvicensis*) en de relatie tussen Kokmeeuwen en Grote Sterns op de voormalige zandplaat de Hompelvoet. Intern rapport, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Beijersbergen, J., 1980. Vergelijking van de broedplaatsen van de verschillende soorten sterns. *Sterna* 24: 100-104.
- Beijersbergen, R.B., 1978. Het verband tussen legselgrootte en voortplantingssucces bij de Grote Stern (*Sterna sandvicensis*). Doctoraal scriptie, Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht.
- Bell, W.B., 1972. Animal response to sonic booms. *Journal of the Acoustical Society of America* 51: 758-765.
- Blok, A.A., 1964. Enkele gegevens over de militaire oefeningen en de verontrusting van de avifauna op Vlieland. Rapport 283, Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten Behoeve van het Natuurbehoud, Leersum.
- Boecker, M., 1967. Vergleichende Untersuchungen zur Nahrungs- und Nistökologie der Flusseeeschwalbe (*Sterna hirundo* L.) und der Küstenseeschwalbe (*Sterna paradisaea* Pont.). *Bonner zoologische Beiträge* 18: 15-126.
- Borodulina, T.L., 1960. Biology and economic importance of gulls and terns of southern-USSR water bodies. *Akademija Nauk SSSR Trudy Institut Morfologija Zhivotnykh* 32: 1-132.
- Bourne, W.R.P. & Smith, A.J.M., 1974. Threats to Scottish Sandwich Terns. *Biological Conservation* 11: 222-224.
- Brenninkmeijer, A. & Stienen, E.W.M., 1992. Ecologisch profiel van de Grote Stern (*Sterna sandvicensis*). RIN-rapport 92/17, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.
- Brenninkmeijer, A.; Stienen, E.W.M.; Klaassen, M. & Kersten, M., in prep. Feeding ecology of wintering terns in Guinea-Bissau.

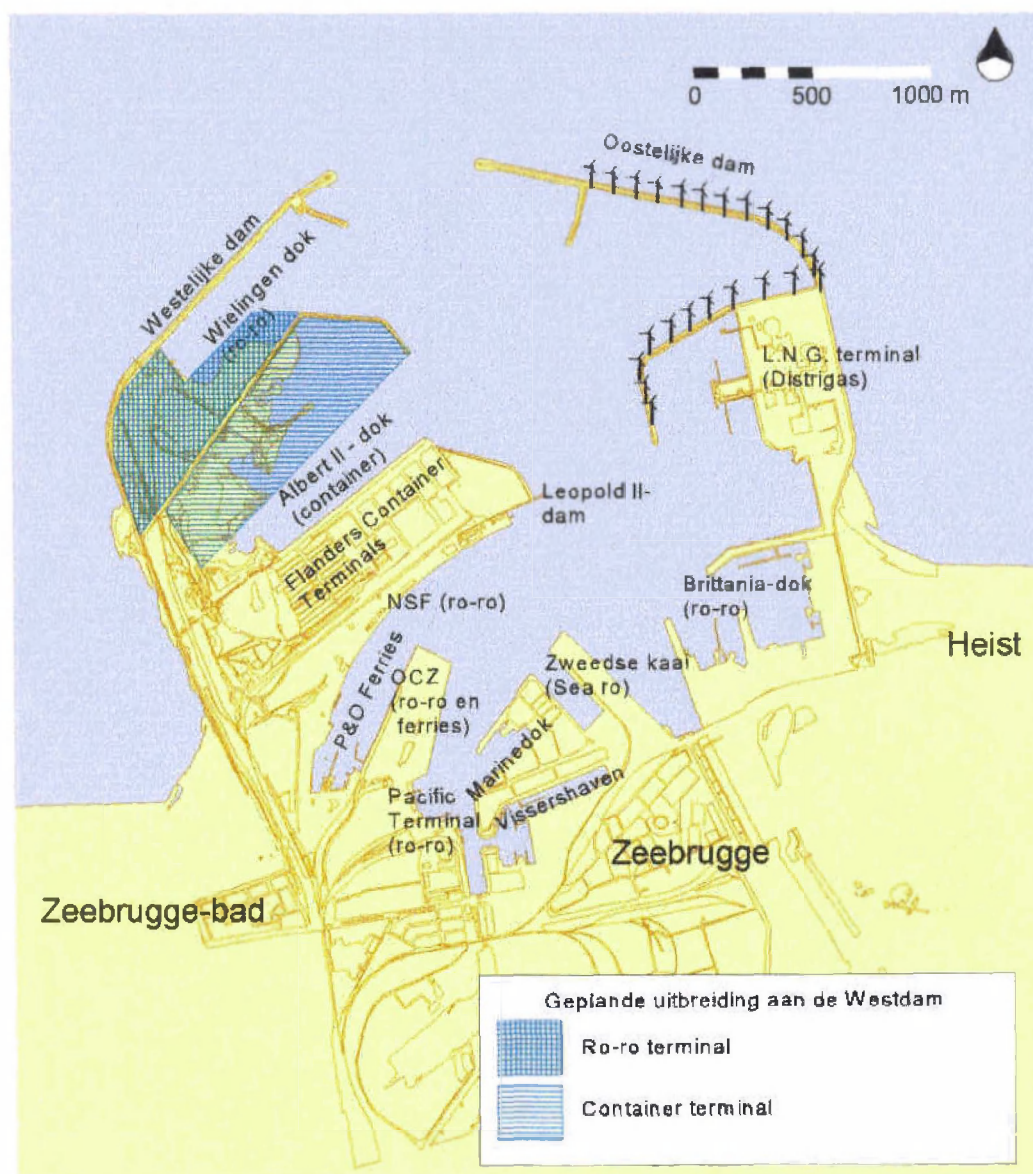
- Buckley, P.A. & Buckley, F.G., 1976. Guidelines for the protection and management of colonially nesting waterbirds. National Park Service, Boston.
- Burger, J., 1977. Nesting behavior of Herring Gulls: invasion into *Spartina* salt marsh areas of New Jersey. *Condor* 79: 162-169.
- Burger, J., 1979. Competition and predation: Herring Gulls versus Laughing Gulls. *Condor* 81: 269-277.
- Burger, J., 1981. Behavioral response of Herring Gulls *Larus argentatus* to aircraft noise. *Environmental Pollution A* 24: 177-184.
- Burger, J. & Shisler, J., 1978. Nest site selection and competitive interactions of Herring and Laughing Gulls in New Jersey. *Auk* 95: 252-266.
- Camberlein, G. & Floté, D., 1978. Le Goéland argenté en Bretagne: nouvelles données biologiques, mesures de protection, contrôle démographique. Société pour l'Etude et la Protection de la Nature en Bretagne/Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Paris.
- Chestney, R., 1970. Notes on the breeding habits of Common and Sandwich Tern on Scolt Head Island. *Transactions of the Norfolk and Norwich Naturalists' Society* 21: 353-363.
- Courtney, P.A. & Blokpoel, H., 1983. Distribution and numbers of Common Terns on the lower Great Lakes during 1900-1980: a review. *Colonial Waterbirds* 6: 107-120.
- Cramp, S., 1983. Handbook of Europe, the Middle East and North Africa: the birds of the western Palearctic. Volume III, waders to gulls. Oxford University Press, Oxford.
- Cramp, S., 1985. Handbook of Europe, the Middle East and North Africa: the birds of the western Palearctic. Volume IV, terns to woodpeckers. Oxford University Press, Oxford.
- Debruyne, R., 1990. Recente broedkolonies van Kokmeeuwen *Larus ridibundus* te Veurne en Zeebrugge. *Mergus* 4: 47-52.
- De Putter, G. & Orbie, G., 1990. Het voorkomen van de Dwergstern *Sterna albifrons* als broedvogel aan de Vlaamse kust. *Mergus* 4: 14-22.
- De Putter, G. & Willemyns, F., 1992. Broedgevallen van de Dwergstern *Sterna albifrons* in de voorhaven te Zeebrugge, periode 1990-1992. *Mergus* 6: 173-181.
- De Scheemaeker, F. & D'hoore, P., 1994. Broedvogels in Noordwest-Vlaanderen in 1993. *Mergus* 8: 61-78.
- De Scheemaeker, F. & Defoort, T., 1992. Broedvogels in Noordwest-Vlaanderen in 1992. *Wielewaal* 6: 213-228.
- De Scheemaeker, F. & Lust, P., 1995. Broedvogels in Noord-West-Vlaanderen in 1994. *Mergus* 9: 26-54.
- De Scheemaeker, F. & Lust, P., 1996. Broedvogels in Noord-West-Vlaanderen in 1995. *Mergus* 10: 266-332.
- den Boer, T. E.; Arts, F.; Beijersbergen, R. & Meininger, P. L., 1993. Actieplan Dwergstern. Rapport 8. Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- Derks, P. & de Kraker, K., 1990, 1991 (in serie). Verslag Hompelvoet/Markenje 1989, 1990. Bewakersrapporten Staatsbosheer.
- Devos, K. & Anselin, A., 1997. Kolonievogels en zeldzame broedvogels in Vlaanderen in 1994. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 96/20, Vlavico-rapport 96/1.
- Devos, K. & Meire, P. 1992. Milieueffekt-rapport opgesteld in het kader van de bouw van een containerkaai in de Voorhaven van Zeebrugge. Intern rapport. Instituut voor

- Natuurbehoud, Hasselt.
- Drury, W.H., 1965. Gulls vs. terns, clash of coastal nesters. Massachusetts Audubon -Summer 1965. Leaflet, Massachusetts Audubon Society, Lincoln, Massachusetts.
- Duncan, N., 1978. The effects of culling Herring Gulls (*Larus argentatus*) on recruitment and population dynamics. Journal of applied Ecology 15: 697-713.
- Dunn, E.K., 1972. Studies on terns, with particular reference to feeding ecology. Ph.D. thesis, Durham University, Durham.
- Eysink, W.D., 1986. Vogeleiland Griend in de Waddenzee: voorstel voor maatregelen ter behoud van het eiland. Intern rapport H 262, Waterloopkundig Laboratorium, Delft.
- Fasola, M. & Bogliani, G., 1990. Foraging ranges of an assemblage of Mediterranean seabirds. Colonial Waterbirds 13: 72-74.
- Fuchs, E., 1977. Kleptoparasitism of Sandwich Terns *Sterna sandvicensis* by Black-headed Gulls *Larus ridibundus*. Ibis 119: 183-190.
- Glutz von Blotzheim, U.N. & Bauer, K.M., 1982. Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 8/2: Charadriiformes III. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden; 791-911.
- Goethe, F.; Smit, C.J. & Wolff, W.J., 1980. Threats to the birds of the Wadden Sea. In: C.J. Smit & W.J. Wolf (eds), Birds of the Wadden Sea. Stichting Veth tot steun aan Waddenonderzoek, Leiden; 301-308.
- Gorke, M., 1990. Die Lachmöwe (*Larus ridibundus*) in Wattenmeer und Binnenland. Ein verhaltensökologischer Vergleich. Seevögel 11: 1-48.
- Götmark, F., 1984. Food and foraging in five European *Larus* gulls in the breeding season: a comparative review. Ornis fennica 61: 9-18.
- Groen, N.M., 1992. De Visdiefjes van Amsterdam moeten weer verhuizen. Levende Natuur 93: 10-13.
- Hatch, J.J., 1970. Predation and piracy by gulls at a ternery in Maine. Auk 87: 244-254.
- Henderson, I.G.; Langston, R.H.W. & Clark, N.A., 1996. The response of Common Terns *Sterna hirundo* to power lines: an assessment of risk in relation to breeding commitment, age and windspeed. Biological Conservation 77: 185-192.
- Hoekstein, M.S.J., 1996a. Broedbiologie en voedsel van de Dwergstern. Graspieper 96: 106-111.
- Hoekstein, M.S.J., 1996b. Dwergsterns Neeltje Jans. Intern rapport. Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- Koenen, M.T.; Leslie, D.M. & Gregory, M., 1986. Habitat changes and success of artificial nests on an alkaline flat. Wilson Bulletin 108: 292-301.
- Knight, R. C. & Haddon, P. C., 1980. Little Terns (*Sterna albifrons*) in England and Wales 1977-79, with details of conservation work carried out at Rye harbour local nature reserve. Proceedings of a symposium on Little Terns *Sterna albifrons*, 4-11-1980, Graham Water Residential Centre. p 21-47. The Royal Society for the protection of birds, The Lodge, Sandy, Bedfordshire, UK.
- Kruuk, H., 1964. Predators and anti-predator behaviour of the Black-headed Gull (*Larus ridibundus*). Behaviour, Supplement 11: 1-130.
- Lack, D., 1968. Ecological adaptations for breeding in birds. Methuen, London.
- Lind, H., 1963. Nogle sociale reaktioner hos terner. Dansk ornitologisk Forenings Tidsskrift 57: 155-175.

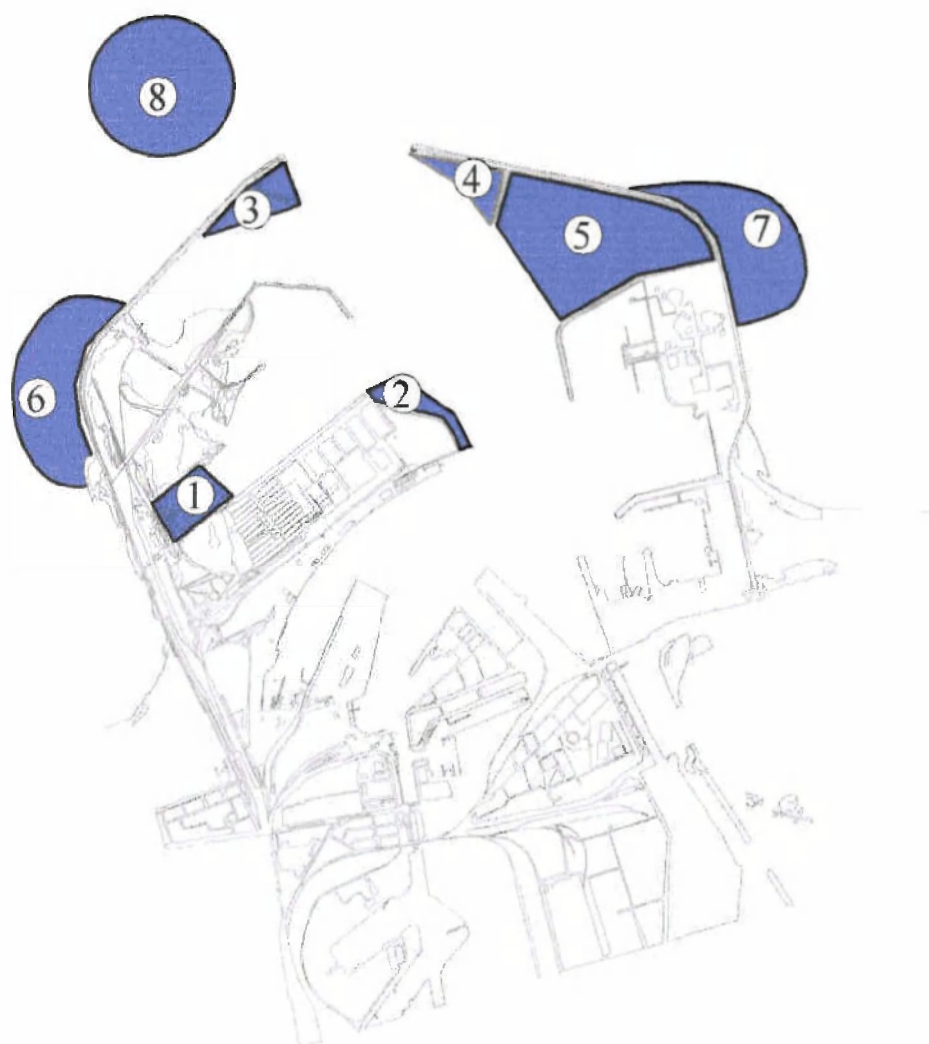
- Meininger, P.L., 1986. Kluut *Recurvirostra avosetta*, plevieren *Charadrius* en sterns *Sterna* als broedvogel in het Deltagebied in 1979-85. *Limosa* 59: 1-14.
- Meininger, P.L., 1991. Effecten van de Oosterschelde-werken op de functie van het Deltagebied voor kustbroedvogels (1979-1990). Nota GWAO-91.084, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, Middelburg.
- Mes, R.; Schuckard, R. & H. Smit, 1980. Flora en fauna van de Engelsmanplaat. Stichting Veth tot steun aan Waddenonderzoek, Leiden.
- Mörzer Bruijns, M.F., 1958. Gulls which are a menace to other species: the Herring Gull problem in The Netherlands. *Bulletin of the International Committee for Bird Preservation* 7: 103-107.
- Musters, C. J. M.; van Zuylen, G. J. C. & ter Keurs, W. J., 1991. Vogels en windmolens bij de Kreekraksluizen. Rapport Rijksuniversiteit Leiden, Leiden.
- Nadler, T., 1976. Die Zwergseeschwalbe *Sterna albifrons*. Ziemsen, Wittenberg.
- Nisbet, I.C.T., 1973. Terns in Massachusetts: present numbers and historical changes. *Bird-Banding* 44: 27-55.
- Offringa, H.; Seys, J.; Van de Bossche, W. & Meire, P., 1995. Seabirds on the Channel doormat. Report IN 95.12. Institute of Nature Conservation, Hasselt.
- Orbie, G., 1991. De Grote Stern *Sterna sandvicensis*, nieuwe broedvogel voor België. *Mergus* 5: 3-12.
- Parsons, J., 1971. Cannibalism in Herring Gulls. *British Birds* 64: 528-537.
- Platteeuw, M., 1986. Effecten van geluidhinder door militaire activiteiten op gedrag en ecologie van wadvogels. RIN-rapport 86/13, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel.
- Raaijmakers, M.H.J.E.; van Beers, P.W.M. & Habraken, J.M.P.M., 1993. Telemetrische bepalingen van de foerageerplaatsen en foerageerroutes van de op Griend broedende grote sterns *Sterna sandvicensis*. Intern rapport, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, 1980. Umweltprobleme der Nordsee. Kohlhammer, Stuttgart.
- Rooth, J., 1956. Vreemd broedgedrag. *Levende Natuur* 59: 225-230.
- Rooth, J., 1960. Nog eens: het Kokmeeuwenprobleem. *Vogeljaar* 8: 1-3.
- Rooth, J., & Mörzer Bruijns, M.F., 1959. De Grote Stern (*Sterna s. sandvicensis* Lath.) als broedvogel in Nederland. *Limosa* 32: 13-23.
- Rose, P.M. & Scott, D.A., 1994. Waterfowl population estimates. IWRB publication 29, International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, Slimbridge.
- Rossaert, G.; Dirksen, S.; Boudewijn, T.J.; Meire, P.M.; Ysebaert, T.; Evers, E.H.G. & Meininger, P.L., 1993. Effects of PCB's, PCDDs and PCDFs on reproductive success, and morphological, physiological and biochemical parameters in chicks of the Common tern (*Sterna hirundo*). Report A93.31 Institute of Nature Conservation, 92.35 Bureau Waardenburg, DGW-93.010 Tidal Water Division.
- Salomonsen, F., 1947. Maagekolonierne paa Hirsholmene. Dansk ornitologisk Forenings Tidsskrift 41: 174-186.
- SOVON, 1987. Atlas van de Nederlandse broedvogels. Stichting Uitgeverij SOVON, Arnhem.
- Spaans, A.L., 1971. On the feeding ecology of the Herring Gull *Larus argentatus* Pont. In the

- northern part of The Netherlands. *Ardea* 59: 73-188.
- Spaans, A.L.; de Wit, A.A.N. & van Vlaardingen, M.A., 1987. Hoe kunnen we de Zilvermeeuw in ons land het beste beheren? *Levende Natuur* 88: 103-109.
- Stienen, E.W.M. & Brenninkmeijer, A., 1992. Ecologisch profiel van de Vissdief (*Sterna hirundo*). RIN-rapport 92/18, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.
- Stienen, E.W.M. & Brenninkmeijer, A., 1997. Fluctuaties in de lokale voedselbeschikbaarheid in relatie tot de populatiedynamiek van de Grote Stern *Sterna sandvicensis*: resultaten 1995-1996. BEON rapport 97-1. Beleidsgericht Ecologisch Onderzoek van de Noordzee/Waddenzee, Den Haag.
- Thomas, G.J., 1972. A review of gull damage and management methods at nature reserves. *Biological Conservation* 4: 117-127.
- Van den Bossche, W.; Meire, P.; Anselin, A.; Kuijken, E.; De Putter, G.; Orbie, G. & Willemijns, F., 1995. Ontwikkeling en toekomst van sternkolonies aan de Belgische kust. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 95/3, Hasselt.
- Van Swelm, N., 1988. Vogels en de multi-windturbines op de Maasvlakte (1987): onderzoek naar slachtoffers, vogelbewegingen en vogelgedrag. Rapport Provincie Zuid-Holland/Stichting Ornithologisch Station Oostvoorne, Oostvoorne.
- Vauk, G. & Prüter, J., 1987. Möwen - Arten, Bestände, Verbreitung, Probleme. Niederelbe-Verlag, Otterndorf.
- Veen, J., 1977. Functional and causal aspects of nest distribution in colonies of the Sandwich Tern (*Sterna s. sandvicensis* Lath.). Brill, Leiden.
- Veen, J.; van den Bergh, L.M.J. & Spaans, A.L., 1996. Evaluatie van het beheer van de Zilvermeeuwenpopulatie op Schie rmonnikoog in 1986-1995. IBN-rapport 227, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.
- Veen, J. & Faber, J., 1989. Sterns: een bedreigde vogelgroep? In: A.L. Spaans (ed.), *Wetlands en watervogels*. Pudoc, Wageningen; 18-33.
- Veen, J. & van de Kam, J., 1988. Griend vogeleiland in de Waddenzee. Natuurmonumenten, 's-Graveland/Terra, Zutphen.
- Voous, K.H., 1960. Atlas van de Europese vogels. Elsevier, Amsterdam.
- Willemijns, F. & De Scheemaeker, F., 1991. Bijzondere Waarnemingen in De Vlaamse Kuststreek, periode Juni - Augustus 1991. *Mergus* 3: 109-118.
- Winkelman, J.E., 1992. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 1: aanvaringsslachtoffers. RIN-rapport 92/2, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.

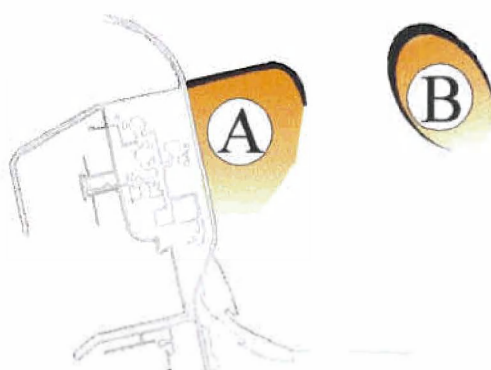
FIGURE



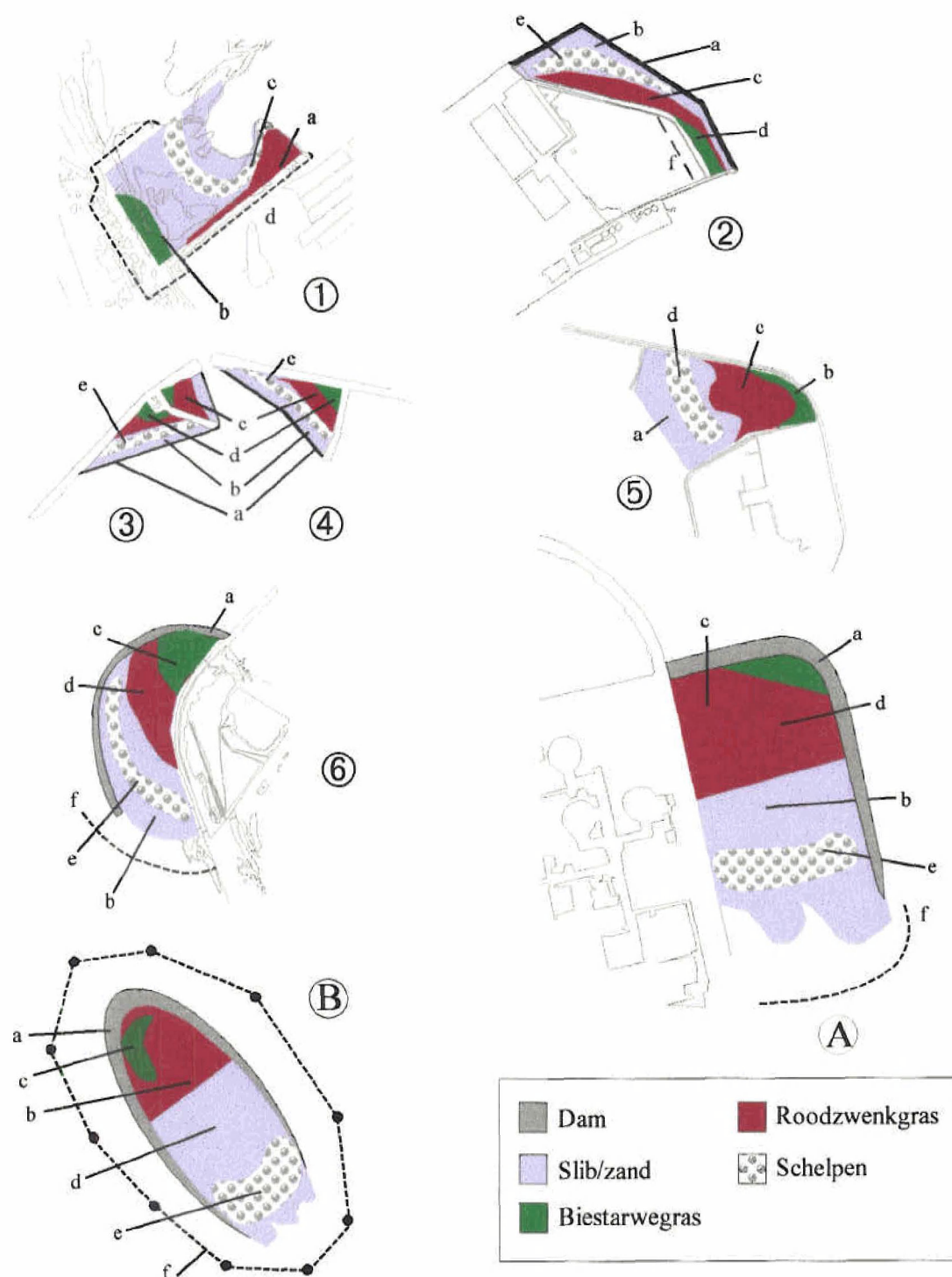
Figuur 1. Ligging van de voorhaven van Zeebrugge en de geplande uitbreidingswerken.



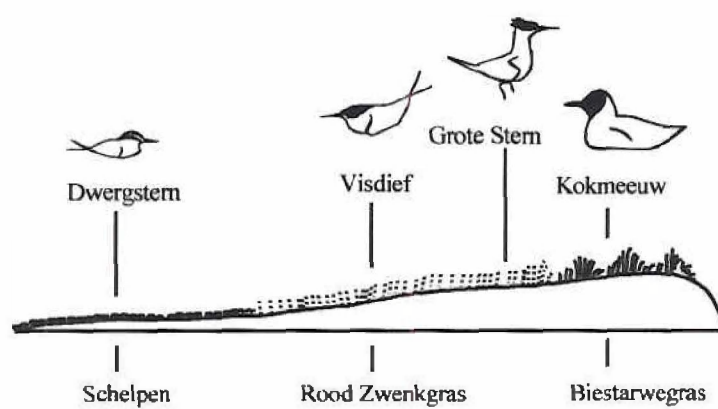
Figuur 2. Schets van de mogelijke locaties voor de aanleg van een broedplaats voor sterns.



Figuur 3. Schets van de varianten A en B aan de oostelijke dam, welke als meest reëel worden beschouwd.



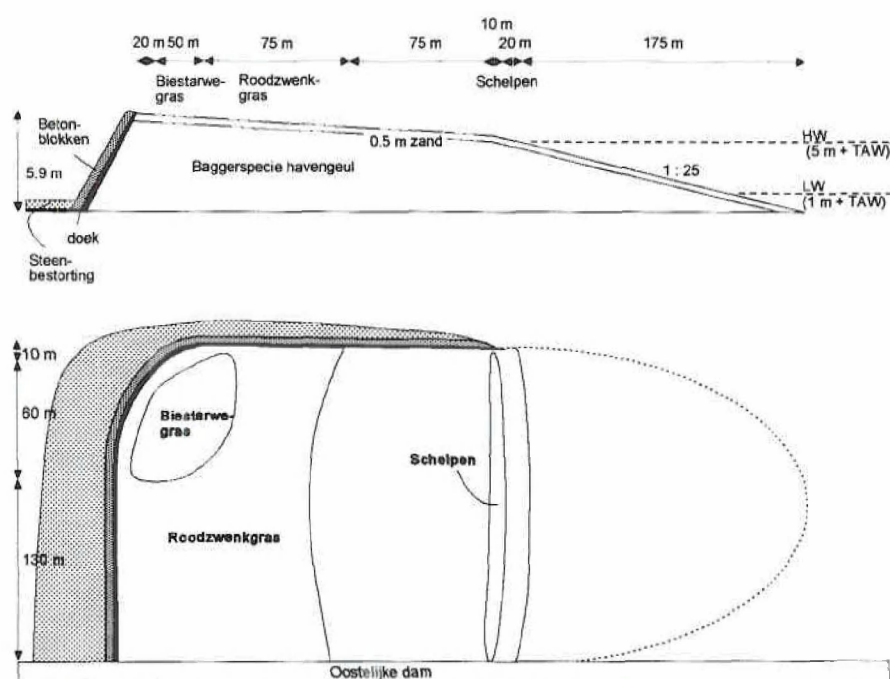
Figuur 4. Schetsen van de inrichting van de 8 varianten (niet op schaal).



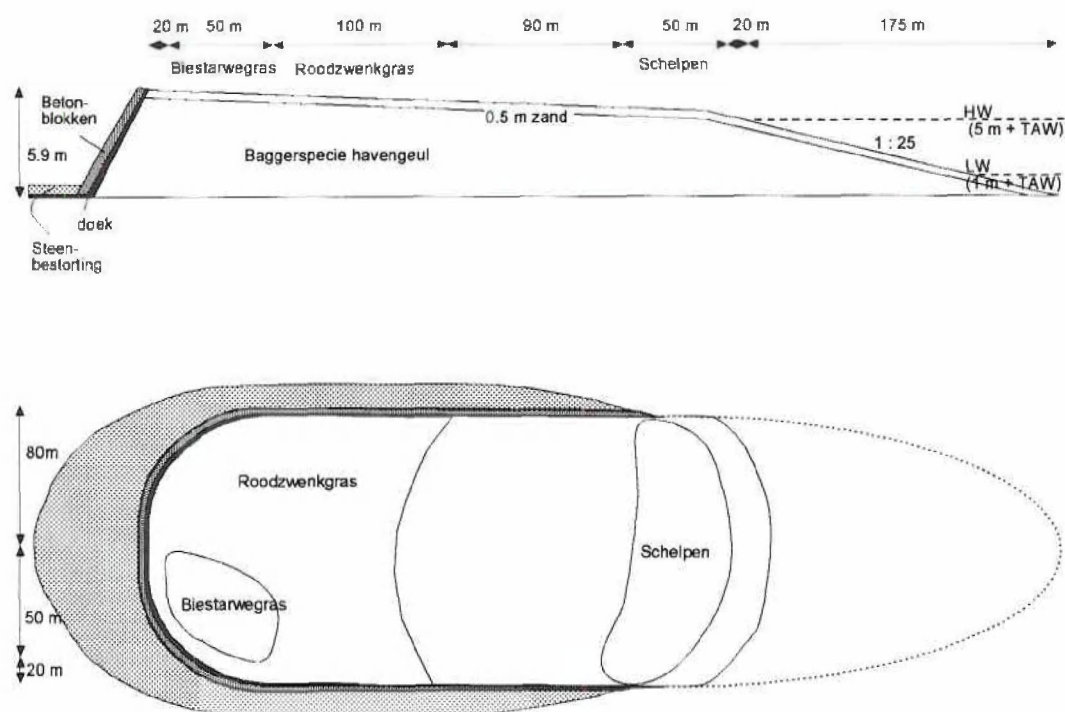
Figuur 5. Schematische doorsnede (niet op schaal) van kunstmatige broedplaats met globale weergave van zonering in vegetatie en broedvogels.



Figuur 6. Schets van de ligging van de broedplaatsen en foerageergebieden in 1997. De bovenste figuur toont het gebied waarin de drie sternensoorten zijn waargenomen. De onderste figuur toont waar de grootste concentraties in en rondom de haven zaten.



Figuur 7. Ontwerp van variant A, het schiereiland ter hoogte van de LNG terminal (dwarsdoorsnede boven, bovenaanzicht onder). Grootte van het schiereiland is ongeveer 250 x 200 m.



Figuur 8. Ontwerp van variant B, het eiland in de baai van Heist (dwarsdoorsnede boven, bovenaanzicht onder). De grootte van het eiland is ongeveer 330 x 150 m.

BIJLAGEN

- BIJLAGE I -

WATERSTAATKUNDIGE ASPECTEN; ERVARINGEN MET GRIEND

De mogelijkheden om een broedgebied voor meeuwen en sterns te creëren bij de voorhaven van Zeebrugge worden in belangrijke mate bepaald door de ter plaatse heersende waterstaatkundige omstandigheden als waterdiepte, getijdenbewegingen, stroomsterkte, stroomrichting en golfkracht. Het doen van uitspraken hieromtrent valt buiten het kader van deze studie. In kort bestek wordt hieronder ingegaan op de ervaringen opgedaan met de waterstaatkundige versterking van het eiland Griend.

Het eiland Griend, halverwege tussen Harlingen en Terschelling, gelegen in het Nederlandse deel van de Waddenzee, herbergt al sinds het begin van deze eeuw de grootste kolonie van de Grote Stern in Europa (maximum 25.000 broedparen). Er zijn tevens omvangrijke kolonies van Visdief (maximum 25.000 paren), Noordse Stern (maximum 1000 paren) en Kokmeeuw (maximum 28.000 paren) op dit eiland. Griend is een zandig eiland, dat van nature gevormd is op het hoogste deel van de Grienderwaard, een omvangrijke zandplaat in de Waddenzee. Als gevolg van veranderingen in de waterhoogte en stroomsterkte binnen de Waddenzee na de aanleg van de Afsluitdijk is Griend geleidelijk aan steeds meer afgeslagen. Het eiland kent inmiddels een lange historie van menselijk ingrijpen om te voorkomen dat het als broedplaats van sterns en meeuwen verloren gaat (Veen & Van de Kam, 1988). De belangrijkste maatregelen die op Griend genomen zijn, hebben betrekking op zandsuppletie (1958, 1973, 1987). Tevens is geëxperimenteerd met de volgende maatregelen:

- palenrijen loodrecht geplaatst op het strand (afremmen stroming), resultaat onduidelijk;
- aanbrengen van een 50 cm dikke kleilaag aan de strandzijde van het meest geëxponeerde deel van het eiland, resultaat niet overtuigend, veel klei weggeslagen na eerste winterstormen;
- aanbrengen van gobi-matten (betonblokken op weefsel) op het meest geëxponeerde deel van het eiland, resultaat: negatief als gevolg van een sterke erosie op de overgang van betonmat naar zand.

De werkzaamheden die in 1987 werden uitgevoerd, hadden betrekking op de aanleg van een zanddijk ter ondersteuning van het eiland (Eysink, 1986). De betreffende werkzaamheden werden voorafgegaan door een uitgebreide studie van het Waterloopkundig Laboratorium (Delft Hydraulics Laboratory, Netherlands). Daarbij zijn in de eerste plaats de historische veranderingen in de omgeving van Griend in kaart gebracht, gebaseerd op dieptepeilingen. Daarna zijn patronen van erosie en sedimentatie bepaald. Met behulp van computermodellen is vervolgens de meest gunstige ligging berekend van een zandlichaam dat ter ondersteuning van het eiland werd opgespoten. De ervaringen met het aldus uitgevoerde plan zijn zeer goed.

Alle herstelwerkzaamheden op Griend zijn gecombineerd geweest met het stimuleren van de plantengroei (inplanten en/of inzaaien). De primaire reden hiervan was het vastleggen van het opgespoten zand. De ervaringen hiermee opgedaan zijn in het vorige hoofdstuk verwerkt.

- BIJLAGE III -

SUGGESTIES VOOR DE INRICHTING VOGELEILANDEN SCHELPHOEK

De Directie Zeeland van Rijkswaterstaat is voornemens de nog resterende havendam in de voormalige haven van de Schelphoek (nabij Serooskerke) geschikt te maken voor broedvogels als Visdief en Dwergstern. Het voorstel is om een langwerpig broedgebied te creëren ($\pm 260 \times 80$ meter), met twee hogere gedeeltes aan weerszijden (80×80 m, resp. 130×80 m), gescheiden door een smalle geul (80×50 m). Hiertoe wordt de dam afgegraven tot een hoogte van $1 \text{ m} + \text{NAP}$, waarbij het overblijvende zand/breuksteenmengsel als oeververdediging dient. De zink- en mijnstenen oeververdediging onder NAP blijft ongewijzigd. De hoogte van de geplande broedgebieden is voorzien op $2.4 \text{ m} + \text{NAP}$, waardoor zij in het najaar 12 x per 7.5 jaar overspoelen en in de broedtijd 1 x per 8 jaar. Op het grote eiland is een toplaag gepland van > 20 cm dik, bestaande uit twee proefvlakken; een met een mengsel van gewassen grind, de ander van 80% grind en 20% kokkelschelpen. Op het kleine eiland wordt schelpenrijk fijn zand aangebracht (geen mosselschelpen). Beplanting wordt niet nodig geacht (bron: adviesnota Rijks Instituut voor Kust en Zee).