

# Vogelslachtoffers door windturbines?

Luit S. Buurma

Op 3 juni 1981 meldde het NOS-journaal dat er rond de eeuwwisseling minstens 17.000 moderne windmolens in Nederland zullen staan. Het Energie Centrum Nederland te Petten schat dat met 15.000 kleinere molens tezamen 450 megawatt kan worden opgewekt. Daarnaast wordt gedacht over de bouw van 2.000 zeer grote molens, elk goed voor een vermogen tot 3 megawatt. Deze laatste zullen opmerkelijke nieuwe elementen in het Nederlandse landschap vormen, want bij een torenhoogte van 80 meter en wiel lengtes van 40 meter zal de draaicirkel tot 120 meter hoogte reiken.

Het ligt voor de hand om de vraag te stellen of deze supermolens levensgevaarlijke obstakels voor vogels zullen zijn. Dit artikel heeft tot doel aan te geven dat noch voor een optimistische, noch voor een pessimistische, stellingname goede gronden bestaan. Omdat er in de wereld nog nauwelijks ervaring is opgedaan met zeer grote windturbines kan niet worden aangegeven welke plaats deze molens zullen innemen in de reeks hoge obstakels waartegen vogels te pletter vliegen, zoals telecommunicatiemasten, hoogspanningsleidingen, hoge gebouwen en vuurtorens. Enkele hieronder voorgestelde typen van onderzoek zouden nader moeten worden uitgewerkt en ter hand worden genomen. Hoe eerder daarmee wordt begonnen des te effectiever kunnen de ontwikkelingen ten gunste van de vogels worden bijgestuurd.

## De recente opleving van de belangstelling voor windenergie

De aandacht voor windturbines in het tv-journaal hield verband met de Nationale Windenergie Conferentie 1981 die op 3 en 4 juni te Veldhoven werd gehouden. Ook op 14 mei was windenergie volop in het nieuws. Toen bood de Begeleidingscommissie Voorstudie Plan Lieveense (BPL) haar eindrapport 'Windenergie en Waterkracht' aan de minister voor Wetenschapsbeleid, dr Ir A.A.Th.M. van Trier. De samenstelling en werkwijze van deze commissie en de manier waarop het rapport werd gepresenteerd doen vermoeden dat de overheid de toepassing van windenergie nu ernstig in overweging neemt en kennelijk een grootschalige aanpak niet schuwt.

Naast het direkt opwekken van energie met windturbines omhelst het Plan Lieveense ook de tijdelijke opslag van energie ter overbrug-

ging van windstille periodes. Het op zich niet nieuwe, maar wat betreft omvang en uitvoering wel zeer opzienbarende en inmiddels verontrusting oproepende, idee is het oppompen van water in een groot bassin teneinde dat water later weer weg te kunnen laten lopen via waterkracht turbines. In eerste instantie wordt gedacht aan een bekken met een oppervlakte van 55 km<sup>2</sup> en dijken van 30 meter hoog, waarin het water tot 23 + NAP kan worden opgepompt. De voorkeur gaat uit naar een lokatie in het Markermeer, langs de dijk Lelystad - Enkhuizen. Afhankelijk van de energiebehoefte zou het bekken na 1995 nog aanzienlijk kunnen vergroot, bijvoorbeeld tot 165 km<sup>2</sup>.

Een ambitieus project zoals voorgesteld door ir. Lieveense heeft uiteraard grote consequenties voor het milieu. De enorme watercirculatie en de planologische aspecten verbonden

Windturbines in het Rotterdamse havengebied, fotomontage.



aan de bekkenlocatie en de situering van 2000 grote windturbines roepen tal van vragen op.

Het nu ter tafel liggende rapport heeft de aspecten van ruimtelijke ordening en milieubeheer slechts verkend en stelt terecht vast dat uitvoerige studies dienen te volgen. De stichting Natuur en Milieu, hoewel sterk gepoeterd voor windenergie, heeft inmiddels de plannenmakers de wacht aangezegd (Olthof 1981), terwijl er ook in politiek opzicht gesproken kan worden van mee- en tegenwind, althans te oordelen naar publieke uitspraken van politici.

Het debat over de eventuele uitvoering van zoiets als een Plan Lieveuse is niet het onderwerp van dit artikel. Wel is het belangrijk om nog op te merken dat de windmolens niet vlakbij een spaarbekken behoeven te worden geplaatst. Men denkt aan 'windparken' en lijnopstellingen in de windrijke provincies, met name langs de kust. Verder zou zonder een Plan Lieveuse aandacht voor de mogelijke problemen van botsingen tussen vogels en windmolens mogen worden gevraagd. Ongetwijfeld zullen er spoedig vele moderne windmolens van verschillende typen in ons landschap verschijnen. De vraag naar goedkope en schone energie neemt immers toe en verschillende producenten zien brood in de nieuwe markt voor windturbines.

Ondanks de reputatie van Nederland wat betreft oude molens loopt ons land niet voorop in de ontwikkelingen. Denemarken ligt een paar jaar voor en op het Deense platteland kan men al veel windmolens waarnemen. Het gaat nu nog vooral om molens voor kleinschalig gebruik. Voor de productie van molens met een vermogen van 10 tot 100 kilowatt zijn er volgens de BPL vanaf 1982 tot 1985 geen commerciële belemmeringen meer. Nederland zou de technologische achterstand nog wel kunnen inlopen.

Inmiddels zijn er hier en daar ook al enkele grote windmolens in aanbouw of zelfs experimenteel in gebruik. In de staat Ohio, USA, verscheen de eerste grote molen voor basisonderzoek in 1975 (type MOD O, diameter 38 meter, hoogte maximaal 50 meter, vermogen 100 kW).

Elders in de USA werden daarna nog enkele molens met de zelfde diameter gebouwd. Zeer onlangs zijn in Washington de proeven begonnen met enkele zeer grote molens (diameter 91,5 meter). De vliegtuigindustrie Boeing onderzoekt serieus de productiemogelijkheden.

Ook in Europa gaan de ontwikkelingen snel. In Zweden komen nog dit jaar twee supermo-



100 kilowatt-windturbine NASA.

lens gereed, één bij Marglarp, niet zo heel ver van Falsterbo, en één op Gotland. Ook aan de Duitse zijde van de Oostzee experimenteert men met grote windturbines. Er is daar zelfs een type met een diameter van 145 meter en een ontwerpervermogen van 5 megawatt in studie. Verder heeft het Deense energiecentrum op Sjaelland bij Nibe 2 redelijk forse knapen in werking (40 meter diameter). De scholengemeenschap in Tvind, aan de westkust van Jutland, beet de spits af met een molen met een diameter van 54 meter en een hoogte van 80 meter.

#### **De consequenties voor vogels**

Speciaal de zeer hoge windturbines, waarvan de draaicirkel tot hoogten boven 100 meter reikt, roepen vragen op met betrekking tot vogelaanvaringen. Dat is des te meer het geval wanneer aan grote aantallen molens wordt gedacht (zoals door Lieveuse) en bij groeps-aties in de kustzone.

De belangrijkste categorie potentiële slachtoffers wordt ongetwijfeld gevormd door de 's nachts trekkende vogels. Overdag hebben de dieren de mogelijkheid de molens al van ver te zien, vooral door de draaiende rotorbladen. Slechts zeer slecht weer zou tot ongevallen kunnen leiden, zoals bij hoogspanningsleidingen is gebleken (PPD Zuid-Holland 1975, Renssen 1977).

Het totale aantal slachtoffers wordt bepaald door het 'aanbod' van vogels en het 'vangoppervlak' van de molens. De sterfte zal kleiner zijn wanneer de dieren het obstakel bijtijds opmerken en ontwijken.

Daarentegen bestaat er een kans op extra veel slachtoffers als zou blijken dat er ophopingen van vogels rond de molen ontstaan door obstakelverlichting.

In een recent rapport van het Centrum voor Energiebesparing (Arkesteijn e.a. 1981) wordt een poging gedaan de mogelijke complicaties van vooral de kleinere windturbines (type Klaver-10, diameter 18 m, max. hoogte 23 m) te inventariseren. Erg duidelijk blijkt dat het met uitzondering van één Amerikaanse studie (Rogers e.a. 1977) tot nu toe ontbroken heeft aan serieuze onderzoeken.

In de hoop daarmee de planning van goed onderzoek te stimuleren ga ik hierna kort in op enkele belangrijke factoren die de botsingskans beïnvloeden.

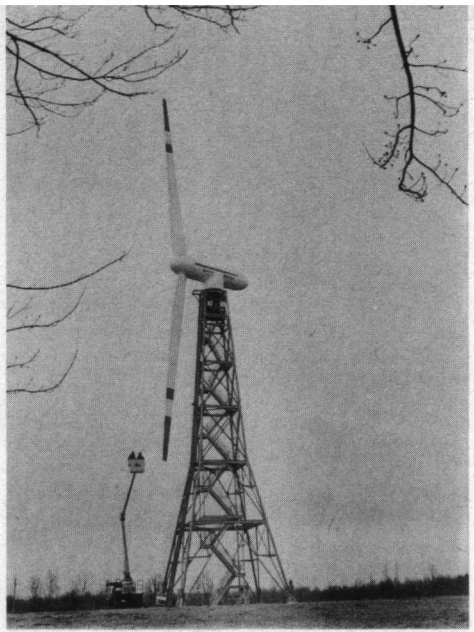
#### **Het vangoppervlak van de windturbine**

De kans dat een vogel de toren of de rotorbladen raakt is niet onder alle omstandigheden gelijk. Vogels kunnen zelf tegen het rotorblad aanvliegen maar ook van opzij door een blad worden getroffen. Het dier heeft immers een zekere tijd nodig om met zijn hele lijf het rotatievlak te passeren. Hoe sneller de wieken draaien, des te groter is het gevaarlijke deel van het rotatievlak. Omgekeerd betekent een grotere snelheid van de vogel een grotere kans om tussen de wieken door te schieten.

Vogels die het rotatievlak met forse tegenwind doorboren lopen vanwege hun lage snelheid en de hoge draaisnelheid van de molen de grootste risico's.

De lineaire snelheid van de bladdelen is bij het uiteinde van de wieken het grootst. Nabij de punten van de wieken ontstaan daarom waarschijnlijk de gevaarlijkste situaties. Niet alleen slaat daar het mes het hardst, maar bovendien is door de hoge lineaire snelheid van de wiektip de kans om het blad tijdig op te merken en een ontsnapingsmanoeuvre te maken kleiner dan in het centrum van het rotatievlak. Ten slotte is ook de hoek waaronder de vogels de rotor passeren belangrijk. Bij een zelfde snelheid van de vogels is de haakse passage uiteraard de minst ongunstige.

Kleine windmolens hebben een aanzienlijk geringer vangoppervlak dan de grote, maar vallen door hun hoge toerental overdag iets minder goed op. Bovendien zullen deze molens in veel grotere aantallen gaan voorkomen. Arkesteijn e.a. (1981) en Baptist & Saeyns (1981) verwachten op grond hiervan dat de kleine molens gevaarlijker zullen blijken te



's Wereld grootste windmolen. NASA-type. Sandusky, Ohio.

zijn dan de grote. Deze veronderstelling houdt in dat het zichtbaarheidsaspect een orde van grootte belangrijker zou zijn dan het verschil in aanbod van vogels van laag naar hoog in de 100 meter luchtlaag.

Dat laatste is echter allerminst zeker. Verder is de vergrote opmerking als gevolg van het langzaam ronddraaien van de wieken alleen een visuele kwestie. 's Nachts zal het zicht een minder grote rol spelen terwijl attentie van de vogels via geluidseffecten van een relatief grotere betekenis zou kunnen zijn. Bij grote molens verwacht Sørensen (1980) echter minder geluidsproductie dan bij kleine.

Kortom, we kunnen met deze redeneringen nog alle kanten uit zolang er nauwelijks iets aan de praktijk is getoetst.

#### **De vlieghoogte van vogels**

Afgezien van onderlinge verschillen tussen de vele categorieën 's nachts vliegende vogels is het vooral van belang te weten hoe de totale hoogteverdeling van al die nachtelijke vogelverplaatsingen er uitziet. Over deze hoogteopbouw is, als het gaat om de onderste honderd meter, minder bekend dan de talrijke studies met behulp van radar wellicht doen vermoeden. Weliswaar weten wij dank zij de toepassing van radar hoe massaal, wijdverspreid en hoog nachttrek kan optreden (Eastwood 1967) maar wat betreft de gebeurtenissen in de onderste luchtlaag tast ook de radar meestal in het duister. Bij grote rondzoekradars spelen de kromming van de aarde en de afscherpende werking van heuvels en grondobjecten meestal een storende rol. Bij

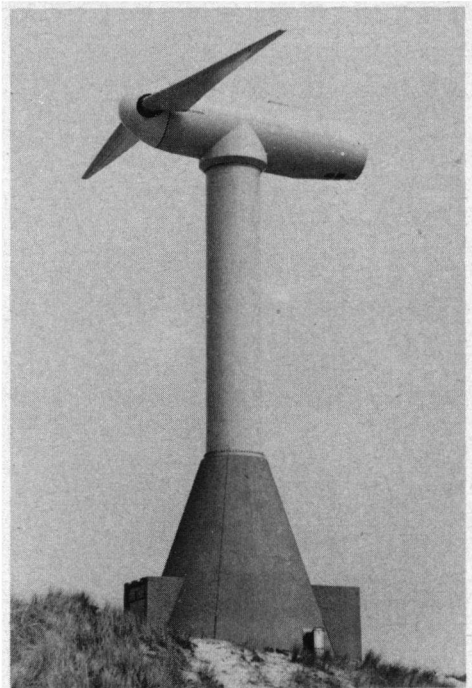
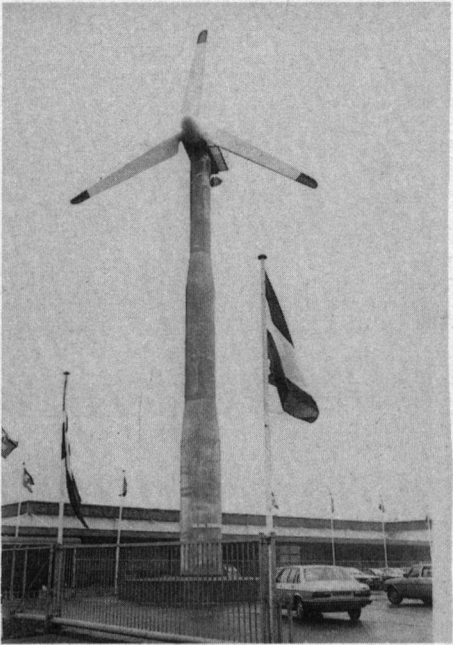
studies met kleine doelvolgradars is het probleem het volgen van kleine, laagvliegende doelen. Bovendien zijn doelvolgradarstudies minder kwantitatief en bovendien schaars.

Een onderzoek dat enig houvast geeft bij het schatten van het belang van de vogelactiviteit op lagere hoogte ten opzichte van de hogerop optredende trek is dat van Bellrose (1971). Deze Amerikaan bestudeerde de ruimtelijke verdeling van vogels gedurende de nacht zeer direkt, namelijk vanuit een klein vliegtuigje. Hij telde vogels die door de bundel van een aan het vliegtuig bevestigde sterke lamp flitsten.

Door volgens vaste patronen te vliegen kon hij zijn telresultaten ondermeer groeperen naar hoogte. Figuur 1 geeft de totale hoogteverdeling van al zijn steekproeven tezamen. Duidelijk blijkt dat zowel in de herfst als in het voorjaar de grootste dichtheden worden waargenomen rond de 1000 voet (328 m). Het aantal vogels dat Bellrose waarnam in z'n laagste parcours op ruim 100 m, dus in het bovenste bereik van de grote windmolens, bleek ook nog zeer aanzienlijk.

Figuur 1 geeft gemiddelden. De situatie is echter in de loop van de nacht niet constant. De meeste onderzoekers zijn het er over eens dat de nachttrekkers snel een bepaalde hoogte bereiken, maar er veel langer over doen om weer af te zakken. Het is dan ook te verwachten dat veel slachtoffers van hoge obstakels

**Een 34 meter hoge windmolen, die een vermogen van 55 kw kan leveren te Emmeloord. De stalen toren met generator is een Deens product.**



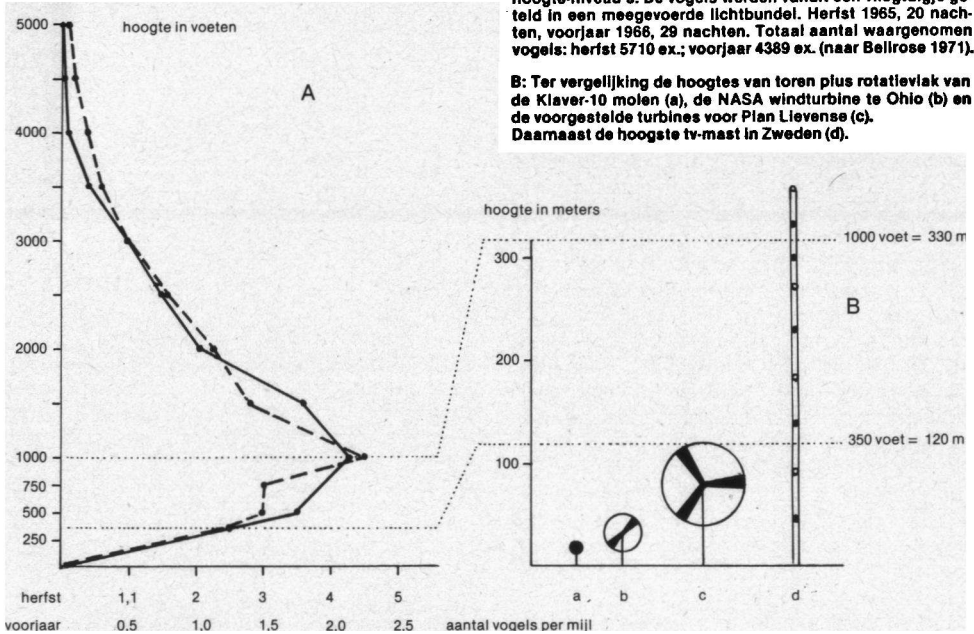
**Experimentele windturbine van het Energiecentrum (ECN) te Petten.**

vallen gedurende de tweede helft van de nacht (uitgebreid literatuuroverzicht over slachtoffers door hoge objecten: Weir 1976). Ook van nacht tot nacht kan de trekhoogte zeer sterk variëren, waarbij vooral de wind maar ook wolken en temperatuur, belangrijke factoren zijn. Soms komt het voor dat de trek wordt gesplitst in een stroom boven en één onder een wolkendek.

Tegenwind kan de trek naar lagere luchtlagen drukken, zodat bij een zelfde totale treksterkte veel meer vogels het risico van een botsing lopen (voor voorbeelden van hoogteverdelingen zie Bruderer 1971). Het is van belang op te merken dat de waarnemingen van Bellrose alleen kleine trekvogels betreffen, dus voornamelijk zangvogeltjes. Er werden wel grotere vogels in de lichtbundel gesignaleerd, maar steeds ver weg van het vliegtuig. Bellrose trekt daaruit de conclusie dat deze grotere soorten eerder op het naderende vliegtuig reageren en verder uitwijken.

De hoogteverdeling van figuur 1 komt niet overeen met de conclusie van Bruderer (1976) dat in Midden-Zwitserland 50 % van alle nachttrekkers hoger dan 700 meter boven grondniveau vliegen. Deze conclusie is gebaseerd op zeer veel waarnemingen met een kleine doelvolgradar. Afgezien van het feit dat de radar in de onderste luchtlag minder goed vogels kan registreren, zou het ook zo

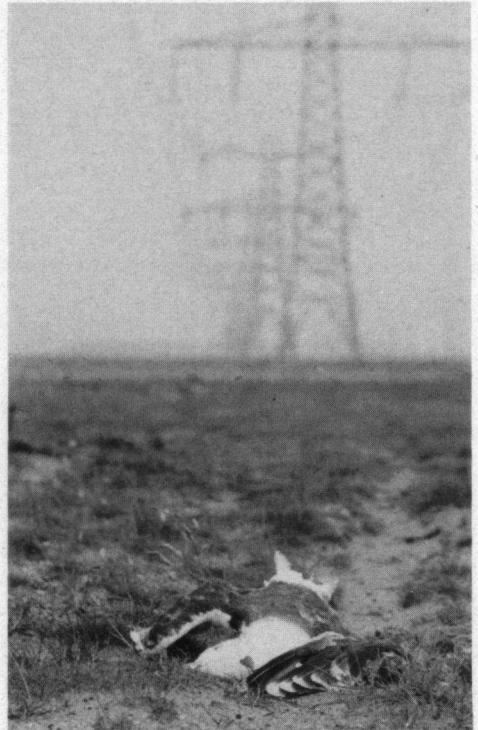
Figuur 1



kunnen zijn dat naar verhouding grote vogels beter werden geregistreerd dan kleine. Omdat uit de waarnemingen van Bruderer (1971) ook gebleken is dat grote en snelle soorten gemiddeld hoger trekken dan langzame en kleine soorten, zou het verschil in selectie tussen de registraties van Bellrose en Bruderer het verschil in de gevonden gemiddelde trekhoogte gedeeltelijk kunnen verklaren.

Al met al weten we over de vlieghoogte dus eigenlijk alleen zeker dat in gunstige trek-nachten een zeer groot deel van de trekvogels veel hoger dan 100 meter hoog vliegt. Wat er zich echter in de onderste luchtlag afspeelt, vooral onder matige trekomstandigheden, is niet goed bekend. Er wordt wel beweerd dat vogels 's nachts een zekere minimale vlieghoogte aanhouden om botsingen met natuurlijke obstakels zoals bomen te voorkomen. Bellrose merkte tijdens starts en landingen onder 100 voet (33 m) geen vogels op. Enkele door mij zelf verrichte waarnemingen met een tot op de golven afgestelde smalle radarbundel van een mobiele kleine radar op het zee-duin bij Hoek van Holland toonden echter drukke nachtelijke vogelactiviteit laag boven zee aan. Dat zelfs in de onderste 20 tot 40 m talrijke nachtrekkers kunnen verongelukken bewijzen de tellingen van slachtoffers door hoogspanningsleidingen (Renssen 1977). Van windmolens die aanzienlijk hoger reiken kan dus zeker niet bij voorbaat worden aangenomen dat ze voor vogels ongevaarlijk zijn.

**Maasvlakte. Hoogspanningsleidingen met dode Grote Mantelmeeuw.**  
Foto: Kees van Heerde.



Frequentie van het optreden van vogelaanvaringen met radio en tv-masten in Zweden (In %), naar Karlsson 1977. NB: Geen van de masten staat in zones met zeer geconcentreerde vogeltrek, zoals langs de kust.

hoogte(m)	aantal	min. & max. hoogte (m)	gemiddelde hoogte (m)	nooit	zelden	vaak
100	180	—	—	96	4	—
100-199	222	100-193	125	77	23	—
200-299	14	210-280	230	71	29	—
300	38	300-335	325	32	34	34

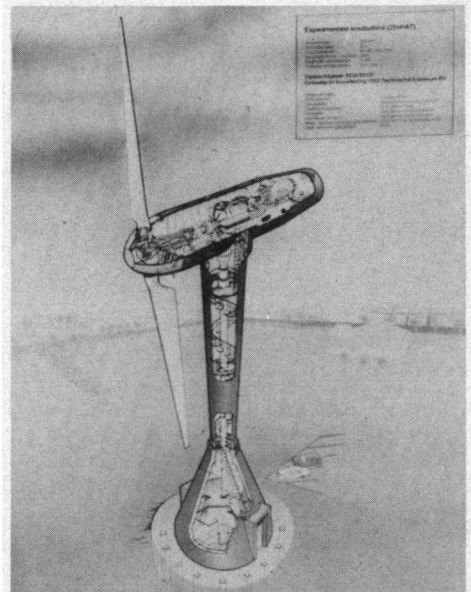
### Concentratievorming van trekvogels

In het algemeen is de trek naarmate ze hoger plaatsvindt minder sterk gebonden aan het landschap. De meeste vogelverplaatsingen welke zichtbaar kunnen worden gemaakt op radarschermen hebben daarom een nogal egale verspreiding. Voor voorbeelden zij verwezen naar foto's van zulke beelden van de vroegere luchtmachtradar te Den Helder (Buurma 1977). Dit type trekbeeld, meestal aangeduid met de term breedfronttrek, is vooral 's nachts overheersend. Kaarten die zeer smalle trekroutes vertonen zullen in sterke mate gebaseerd zijn op lokale waarnemingen van vogeltrekconcentraties op lage hoogte en overdag. Lang niet altijd zijn deze trekstromen maatgevend voor de totale trek. Uit hoogspanningsslachtoffertellingen blijkt dan ook dat we het gemiddeld aantal slachtoffers per km per jaar van plaats tot plaats minder grote verschillen oplevert dan aanvankelijk werd verwacht.

Radarwaarnemingen langs de Zuidhollandse kust laten echter onder bepaalde omstandigheden wel concentratievorming zien, soms ook op grotere hoogte en zelfs 's nachts. Deze stromen zijn, vooral op wat grotere hoogte, vaak kilometers breed. Waarschijnlijk spelen naast ophopings-effecten ook oriëntatieaspecten een rol bij de tot stand koming van deze stromen trekvogels. Mogelijk speelt de branding, die zelfs 's nachts tot op aanzienlijke hoogte door de vogels waargenomen kan worden een rol als gidslijn. Verder kunnen bepaalde luchtbewegingen het vliegen parallel aan de kust bevorderen. Met het oog op de minst hinderlijke opstelling van groepen grote windturbines is het daarom van belang dat de aard van topografiegebonden concentratievorming in meer detail wordt bestudeerd.

### De factor licht

Volgens Bellrose (1971) zijn de meeste vogels niet beter in staat in de duisternis te zien dan mensen. Slechts soorten, die gespecialiseerd zijn in nachtelijke foerage vormen daarop een uitzondering. Experimenten geven zelfs aanleiding tot de conclusie dat voor Roodborsten, Spreeuwen en duiven de wereld 's nachts donkerder is dan voor ons. Dat neemt niet weg dat Roodborsten en Spreeuwen 's

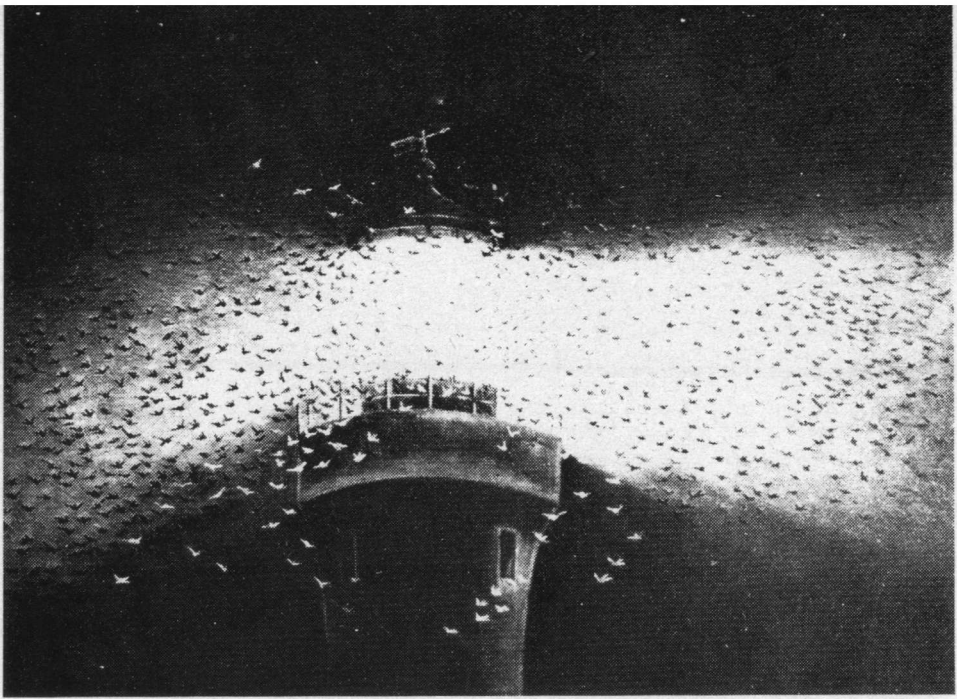


Impressie van de experimentele windturbine te Petten.

nachts massaal kunnen trekken en derhalve hoge obstakels wel eens te laat kunnen zien. Het wit schilderen van zulke objecten kan ervoor zorgen dat het schaarse licht in een donkere nacht in elk geval maximaal wordt gereflecteerd.

Niet zozeer voor de vogels maar voor de luchtvaart worden hoge masten en soms ook gebouwen van obstakelverlichting voorzien. Een dergelijke maatregel mag ook worden verwacht voor de zeer hoge windturbines, in ieder geval op plaatsen waar problemen met vliegtuigen kunnen worden verwacht. Het lijkt een aantrekkelijk idee om via verlichting ook de schadelijkheid van de molens voor nachtelijke trekkers te verkleinen.

Toch blijken deze lichten niet zo'n veilige oplossing voor de vogels. Al in 1958 werd er op gewezen dat obstakelverlichting juist tot extra veel slachtoffers kan leiden, omdat vogels soms op deze lichten blijken af te komen. Ook de voordelen van flietsende en knipperlichten zijn nog niet eenduidig aangetoond (Weir 1976). Door Avery e.a. (1974) zijn vlak naast en op 305 m afstand van een 300 m hoge TV-mast waarnemingen aan nachtelijke vogelbewegingen gedaan. Deze observaties



Deze illustratie uit het boek 'Trekvogels' van Jaap Taapken en D.A.C. van den Hoorn illustreert duidelijk hoe veel aantrekkingskracht de stralenbundel van een vuurtoren voor de vogels kan hebben.

werden verricht in de vertikaal omhoog gerichte bundel van een wolkenbasismeter. Ze lieten zien dat bij volledig bedekte hemel meer dan tien keer zo veel vogels vlak bij de mast vlogen dan op 305 m afstand. Wanneer de hemel echter onbedekt was werden juist de meeste vogels gezien boven de het verst van de mast verwijderde locatie, en wel ruim drie keer zoveel als bij de mast.

Wat precies het effect is van kunstlicht in de duisternis op 's nachts vliegende vogels is nog steeds niet opgehelderd. Het geconcentreerd raken nabij de toch niet extreem sterke obstakelverlichting doet denken aan de grote vogelaantallen die in sommige nachten worden aangetrokken door vuurtorens. Brouwer (1929) en Verwey (1924-1928) stelden al vast dat bij nieuwe maan veruit de meeste slachtoffers door vuurtorens werden gemaakt. Kennelijk speelt een minimale achtergrondverlichting van de omgeving een rol bij het gevangen raken in de lichtbundel van de vuurtoren. Onlangs is door professor Verheijen van het Laboratorium voor Vergelijkende Fysiologie van de Rijksuniversiteit te Utrecht opnieuw aandacht voor deze oude bevinding gevraagd. (Verheijen 1980, en Ardea, in voorbereiding). Hij heeft van alle publicaties over sterfte door hoge obstakels die maar te vinden waren nagegaan hoe de maanstand was gedurende de gerapporteerde gebeurtenissen. Net als bij vuurtorenslachtoffers blijken de ongelukken in hoge mate samen te vallen met nachten waarin er weinig of geen maanlicht was.

Dat er in verreweg de meeste onderzoeken niet op de maanstand is gelet zou het gevolg kunnen zijn van het feit dat de massasterftes tevens samenvallen met volledig bewolkte nachten. Zelfs door een volledig gesloten wolkendek dringt een zekere hoeveelheid maanlicht door. Verheijen wijst er op dat de gerichtheid van natuurlijk licht anders is dan van kunstmatig licht. Net als bij andere diergroepen zou het zo kunnen zijn dat vogels de natuurlijke lichtval gebruiken bij het navigeren. Wanneer de hoeveelheid aanwezig natuurlijk licht niet meer kan concurreren met licht van een kunstmatige bron kunnen problemen ontstaan. Wat er precies in het gedrag van de vogels ontspoord en welke de fysiologische achtergronden daarvan zijn is nog lang niet tot de bodem onderzocht.

Het is echter wel duidelijk dat subtiele gedragseffecten bij de vogels bij allerlei typen en opstellingswijzen van lichtbronnen tot uiteenlopende omvang van sterfte aanleiding kunnen geven.

#### **Windmolenslachtoffers tot nu toe**

Arkesteijn e.a. (1981) slaagden er niet in meer dan enkele zeer vluchtige praktijkervaringen te verzamelen over slachtoffers gemaakt door windturbines. Uit geen der gerefereerde bronnen blijkt dat speciaal op vogelsterfte werd gelet. De enige uitzondering daarop vormt de eerder genoemde studie van Rogers e.a. (1977) bij de turbine in Ohio.

Deze studie, die ook als enige bron wordt gebruikt in de milieueffect-rapportage aangaan-

de de toepassing van windenergie van Sørensen (1980), geeft op het eerste gezicht aanleiding tot optimistische verwachtingen. De onderzoekers melden over vier trekseizoenen slechts 1 slachtoffer, dat waarschijnlijk in aanvaring kwam met de toren van de molen. Er werd een minimale poging gedaan om vast te stellen in welke mate aaseters de slachtoffers zouden kunnen hebben weggehaald. Het weggenomen aandeel uitgelegde kadavers bedroeg slechts 5 %, waarschijnlijk omdat er ter plaatse te weinig aanbod was voor aaseters om zich op slachtoffers te specialiseren. Elders zijn wel percentages tot 90 % gevonden. Of de NASA-studie in Ohio de conclusie rechtvaardigt dat het wel meevalt met die windturbines meen ik voorshands te moeten betwijfelen, en wel om de volgende redenen:

1. In de eerste plaats is de NASA-turbine een middelgrote. De rotatiecirkel reikt tot 50 meter, dus maar net iets hoger dan hoogspanningsleidingen. Uit een Zweedse enquête onder beheerders van tv-masten (Karlsson 1977) bleek dat slechts het personeel van de masten hoger dan 100 meter wel eens slachtoffers opmerkte. Bij masten hoger dan 300 meter kwam dat vaak voor (tabel).
2. De molen stond gedurende het grootste deel van de onderzoeksperiode stil. De nachtelijke draaiuren vormen met elkaar een te korte periode om een goede indicatie te kunnen opleveren voor de slechts af

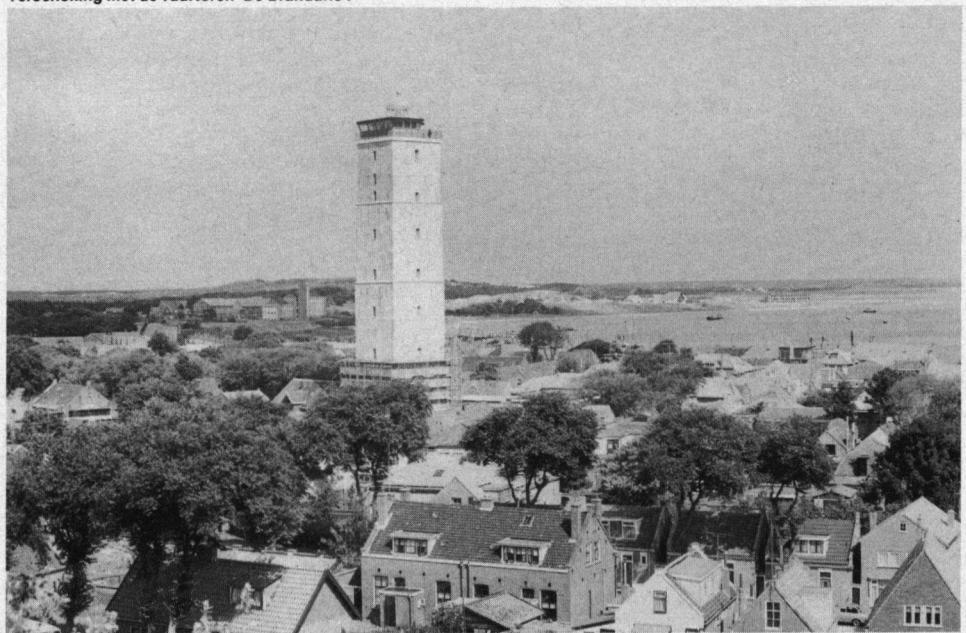
en toe optredende massasterftes met hoge obstakels. Zeer grote sterftes treden slechts op om de zoveel jaar, waarbij de grootste sterftegevallen vele duizenden slachtoffers in één nacht betreffen.

3. Uit het praktische deel van de studie valt niet op te maken of, en zo ja met welk type obstakelverlichting is gewerkt.
4. Er worden geen waarnemingen beschreven waaruit blijkt dat de windturbine in een zone met geconcentreerde vogelverplaatsingen staat.

#### Onderzoeksvoorstellen

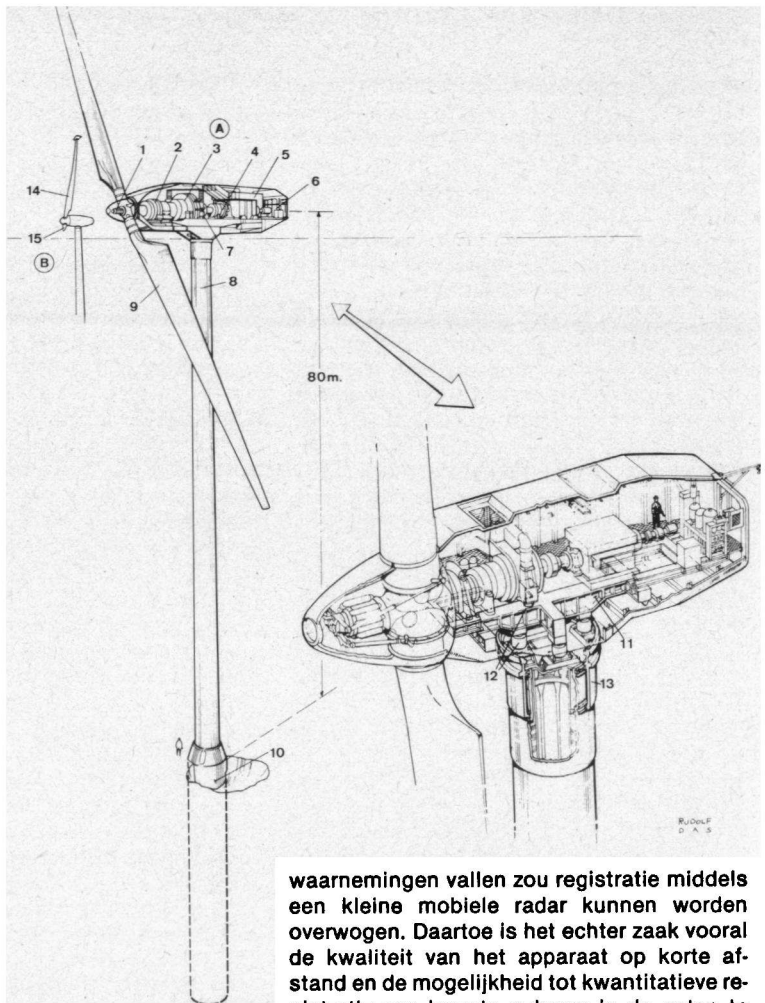
- a. In de allereerste plaats is er grote behoefte aan meer kennis over feitelijke sterfte. Vooral het vaststellen van verschillen in mortaliteit door uiteenlopende typen windturbines en dat op verschillende lokaties zou de aanknopingspunten kunnen opleveren voor meer gedetailleerd onderzoek. Het verrichten van de benodigde waarnemingen behoeft slechts weinig te kosten, maar moet wel zeer zorgvuldig geschieden, en over een lange periode worden volgehouden. Lang niet alle kadavers zijn even gemakkelijk te vinden, in sommige vegetaties is het moeilijk zoeken, de dieren kunnen over aanzienlijke afstanden wegwaaien, aaseters kunnen roet in het eten gooien. Het op korte termijn contact zoeken met vogelkundigen in het buitenland verdient aanbeveling.
- b. Directe nachtelijke observaties aan het gedrag van passanten nabij en op enige afstand

Terschelling met de vuurtoren 'De Brandaris'.





Perspectief en doorsnede van een eerste generatie windturbine (3 à 4 MW).



van turbines is van groot belang, ook wanneer het niet tot slachtoffers komt. Het nog veel te geringe aantal waarnemingen van Rogers e.a. (1977) laat wel zien dat spoedig een beeld kan worden verkregen van gedrag en vliegroures. De Amerikaanse onderzoekers namen gedurende zeven nachten een korte tijd na zonsondergang waar en signaleerden 27 passanten waarvan 18 parallel aan het rotatie vlak vlogen, terwijl van de 9 overige er 6 ontsnappingsmanoeuvres uitvoerden. Van drie vogels werd waargenomen dat ze het rotorvlak doorkruisten zonder geraakt te worden.

Wanneer gekozen wordt voor de door Gauthreaux (1969, 1979) voorgestelde helderheidsversterker in combinatie met een vertikaal gerichte lichtbundel als waarnemingsmethode dient het effect van deze waarnemingsmethode op het waarnemingsresultaat apart nagegaan te worden.

Teneinde te schatten binnen welke vogelverplaatsingspatronen bovengenoemde detail-

waarnemingen vallen zou registratie middels een kleine mobiele radar kunnen worden overwogen. Daartoe is het echter zaak vooral de kwaliteit van het apparaat op korte afstand en de mogelijkheid tot kwantitatieve registratie van hoogte opbouw in de gaten te houden.

c. De bovengenoemde zeer direct op windturbines (en liefst ter vergelijking ook op andere hoge objecten) gerichte, beschrijvende aanpak verdient dringend ondersteuning van meer experimenteel opgezet onderzoek.

De effecten van verschillende lamptypen en verlichtingswijzen kunnen in een experimentele opstelling in het veld worden getest.

Hetzelfde geldt voor een voorstel van Verheijen (model. med.) om reacties van vogels op objecten en lichtbronnen te onderzoeken in een windtunnel. Door een vogel te trainen telkens een vlucht uit te voeren tussen twee punten, lijkt het mogelijk de vogel in een min of meer vaste positie in de luchtstroom te houden teneinde zijn reactie op diverse stimuli te testen.

d. Er zouden nieuwe mogelijkheden moeten worden geschapen voor gedegen onderzoek naar de vluchtpaden van vogels nabij landschapsovergangen, vooral 's nachts maar ook overdag. Vooral de aspecten vlieghoogte

en groeppvorming moeten daarbij centraal staan.

Er zijn natuurlijk meer typen van onderzoek denkbaar. Ik suggereer hier alleen onderzoeksvoorstellen die aansluiten op de in allerlei rapporten al zo vaak gestelde vragen. De eerste twee onderzoektypen hebben direct betrekking op windturbines. Meer fundamenteel speurwerk, zoals vooral bedoeld onder c en d kan een bredere betekenis hebben en verdient daarom royale ondersteuning.

Ten slotte zij vermeld dat de Zweedse 'Nämnden för energieproduktionsforskning' in samenwerking met de universiteit van Lund veldwerk bij de twee nieuwe superwindmolens voorbereidt. Er zijn plannen om daarbij ook radarapparatuur in te zetten. (Karlsson, pers. med..)

### Slot

Hoewel er herhaaldelijk op wordt gewezen dat de milieuaspecten van grootschalige toepassing van windenergie grondig moeten worden onderzocht, waarbij ook het probleem van vogelbotsingen wordt genoemd, heb ik nog geen aanwijzing kunnen vinden dat al onderzoeksplannen zijn geformuleerd. Wellicht past een dergelijke stap in het Nationaal Programma Windenergie, waarvan het beheer bij het ECN te Petten berust.

Zolang er nog maar een enkele zeer hoge windturbine in werking is zal een meevallend slachtofferaantal gemakkelijk tot de slotsom leiden dat er geen vogelpopulaties worden

■ Drs. L.S. Buurma, De Olmenhorst, Lisserweg 493, 2165 AS Lisserbroek.

### LITTERATUUR:

- Arkesteljn, L.A. Bleijenberg & J. van Dalen (1981): Wind en ruimte, een planologische studie naar de toepassing van kleine windturbines. Afstudeerverslag, Delft.
- Avery, M.L., P.F. Springer & J.F. Cassel (1974): Progress report on bird losses at the Omega Tower, Southeastern North Dakota. Proc. of the North Dakota Academy of Science 27 (part II): 40-49.
- Baptist, H.J.M. & H.L.F. Saeijs (1981): Energieplannen: consequenties voor vogels. Rijkswaterstaat Deltadienst Middelburg.
- Bellrose, F.C. (1971): The distribution of nocturnal migrants in the air space. The Auk 88: 397-424.
- Begeleidingscommissie Voorstudie Plan Lieveense (BPL) (1981): Windenergie en Waterkracht. Den Haag, Staatsdrukkerij.
- Brouwer, G.A. (1929): Overzicht van de vogels aangevlogen tegen den vuurtoren 'Het Westhoofd' op Goeree gedurende de jaren 1924 t/m 1928. Ardea 18: 140-161.
- Bruderer, B. (1971): Radarbeobachtungen über den Frühlingszug im Schweizerischen Mittelland. Der Orn. Beob. 68: 89-158.
- Bruderer, B. (1976): Vogeltrekonderzoek met doelvolgradar. Het Vogeljaar 24: 173-178.
- Buurma, L.S. (1977): Over trekvogels tijdens de vlucht. Waddenbulletin 12: 330-337.
- Eastwood, E. (1987): Radarornithology. Methuen, London.
- Gauthreaux, S.A. (1969): A portable ceilometer as a technique for studying nocturnal migration. Bird Banding 40: 309-320.
- Gauthreaux, S.A. (1979): Image intensification: a new method of studying nocturnal bird migration. Proc. 14th Meeting Bird Committee Europe, WP 8, The Hague.
- Karlsson, J. (1977): Fågelkollisioner med master och andra byggnadsverk. (Bird collisions with towers and other man-made constructions). Ansar 16: 203-218.
- Oithof, L.D. (1981): Windenergie in relatie tot natuur, milieu en landschap. Lezing Nat. Windenergie Conf. 1981, Veldhoven.
- Pelsler, J. (1981): Evaluatie resultaten Nationaal Onderzoekprogramma Windenergie. Energie Spectrum 5(6): 163-167.
- PPD Zuid-Holland (1975): Vogels en hoogspanningsleidingen op de Maasvlakte. Den Haag.
- Renssen, T.A. (1977): Vogels onder hoogspanning, een studie betreffende de invloed van hoogspanningslijnen op vogelsterfte. Reeks Natuur en Milieu nr. 10. 's-Graveland.
- Rogers, S.E., B.W. Cornaby, C.W. Rodman, P.A. Sticknel & D.A. Toile (1977): Environmental studies related to the operation of windenergy conversion systems, final report. Batelle, Ohio, USA.
- Sørensen, B. (1980): Environmental impact of wind energy utilization: energy series nr. 1. Roskilde universitetscenter, Roskilde, Denmark.
- Verheljen, F.J. (1980): The moon: a neglected factor in studies on collisions of nocturnal migrant birds with tall lighted structures and with aircraft. Die Vogelwarte 30: 305-320.
- Verweij, J. (1924-1928): Het Vuurtorenvraagstuk. Ned. Ver. tot Bescherming van Vogels. Amsterdam.
- Weir, R.D. (1976): Annotated bibliography of bird kills at man-made obstacles: A review of the state of the art and solutions. Canadian Wildlife Service, Ontario.

Laatstgenoemde publicatie bevat 471 referenties met korte besprekingen en een samenvatting van de problematiek.



bedreigd. Omdat er zo veel meer bedreigingen aan de orde zijn en omdat windkracht als een populaire energiebron te boek staat, kan het resultaat zijn dat de aandacht voor een potentieel probleem verslapt. De ontwikkeling van nieuwe typen, zoals molens met 'tip vane's' aan de wiektip om meer wind te vangen en mogelijk daardoor ook meer vogels (Arkesteljn e.a. 1981) kan dan onverwachts tot een nieuwe, slechtere situatie leiden.

Wellicht worden de molens stiller en sneller, waardoor de vogels ze minder snel opmerken. Weike de toekomstige ontwikkelingen ook zullen zijn, het is verstandig op de mogelijke consequenties ervan in een vroeg stadium attent te zijn.