
Basisrapport NW380kV: Simflux

**Model vliegfluxen en draadslachtoffers
hoogspanningsverbindingen**

Concept, 29 augustus 2016

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Verantwoording

Titel	Basisrapport NW380kV: Simflux
Subtitel	Model vliegfluxen en draadslachtoffers hoogspanningsverbindingen
Opdrachtgever	TenneT TSO BV
Projectleider	Frank Aarts
Auteur(s)	Wim Heijligers, Roland van der Vliet, Guus Claessen en Mark Schasfoort
Projectnummer	1241634
Aantal pagina's	70 (exclusief bijlagen)
Datum	29 augustus 2016
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
BU Meten, Inspectie & Advies
Dr. Holtropaan 5
Postbus 1680
5602 BR Eindhoven
Telefoon +31 40 23 25 55 0

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Inhoud

Verantwoording en colofon	3
1 Inleiding.....	7
1.1 Status van het project Noord-West 380 kV	7
1.2 Draadslachtoffers in relatie tot wetgeving	7
1.3 Samenhang rapporten.....	9
1.4 Leeswijzer	10
2 Probleem- en doelstelling.....	11
2.1 Probleemstelling vliegbewegingen van niet-broedvogels.....	11
2.2 Probleemstelling vliegbewegingen van broedvogels.....	15
2.3 Doelstelling	16
3 Opzet van het model SIMFLUX.....	18
3.1 Modelmatige aanpak bij windmolens.....	18
3.2 Van windmolenparken naar hoogspanningsverbindingen.....	21
3.3 Globale opzet en inputdata van het model SIMFLUX	22
3.3.1 Globale opzet van SIMFLUX	22
3.3.2 Bewerking van invoerdata	24
3.4 Module 1: Bepaling van vliegfluxen en kruisingen met tracéalternatieven.....	25
3.4.1 Bepaling van de grootte en richting van vliegfluxen	26
3.4.2 Concurrerende vliegfluxen	28
3.4.3 Kruisingen van vliegflux met een bovengronds hoogspanningstracé	29
3.5 Module 2: Bepaling van het bruto aantal draadslachtoffers	30
3.6 Module 3: Bepaling van het netto aantal draadslachtoffers	32
4 Bepaling van de vliegfluxen	33
4.1 Gebieden.....	33
4.1.1 Slaapplaatsen bij slaapplaatsfunctie	33
4.1.2 Foerageergebieden bij slaapplaatsfunctie.....	34
4.1.3 Slaapplaatsen en foerageergebieden bij foerageerfunctie	35
4.1.4 Plangebied, onderzoeksgebied, deelgebieden, corridors en subgebieden.....	37
4.2 Vogeldata	38
4.2.1 Instandhoudingsdoelstellingen	38
4.2.2 Telgegevens (foerageergebieden)	40
4.2.3 Maximale foerageerafstand	41

4.2.4	1 %-norm	43
4.3	Tracégegevens.....	45
5	Bepaling van de soortspecifieke aanvaringskans	46
5.1	Soortspecifieke aanvaringskans.....	46
5.1.1	Berekening van het aantal draadslachtoffers per jaar	47
5.1.2	Berekening van het aantal vliegbewegingen per jaar.....	49
5.1.3	Berekening van de soortspecifieke aanvaringskans	52
5.2	Resultaten: soortspecifieke aanvaringskansen	52
5.2.1	Algemene bespreking.....	52
5.2.2	Vergelijking met literatuur: de casus eenden	53
6	Bepaling van de mastfactor	55
6.1	Mastfactor.....	55
6.1.1	Mastfactor 's nachts.....	56
6.1.2	Mastfactor overdag.....	57
6.1.3	Mastfactor bij combinatie of bundeling van hoogspanningsverbindingen	58
6.2	Mitigatiemaatregelen	59
7	Presentatie resultaten	60
7.1	Kaarten.....	60
7.2	Tabellen.....	63
8	Literatuur.....	67

Bijlage(n)

- 1 Samenstelling foerageerdata
- 2 Soortspecifieke aanvaringskans
- 3 Mastfactoren

1 Inleiding

In het kader van het voornemen van TenneT TSO bv voor een nieuwe hoogspanningsverbinding van Eemshaven naar Vierverlaten (kortweg aangeduid als Noord-West 380 kV) zijn onder meer de effecten op vogels onderzocht. Soorten met een pendelend vlieggedrag kunnen slachtoffer worden van aanvaring met de draden van een bovengrondse hoogspanningsverbinding. Met een specifiek voor dit doel ontwikkeld simulatiemodel SIMFLUX worden de vliegbewegingen (fluxen) in beeld gebracht en aantallen draadslachtoffers berekend. Dit rapport gaat in op de ontwikkeling en werking van dit simulatiemodel.

1.1 Status van het project Noord-West 380 kV

Het oorspronkelijke project Noord-West 380 kV behelst het voornemen tot aanleg van een nieuwe hoogspanningsverbinding van Eemshaven via Ens naar Diemen. Door gewijzigde marktomstandigheden zijn de plannen voor Noord-West 380 kV bijgesteld. Uit toetsing van het project aan lange termijn doelstellingen en aan ontwikkelingen in de energiemarkt blijkt dat alleen het gedeelte Eemshaven-Vierverlaten gerealiseerd dient te worden en dat een nieuw 380kV transformatorstation bij Vierverlaten de noodzakelijke transportcapaciteit en flexibiliteit biedt om toekomstige ontwikkelingen in de regio te kunnen faciliteren. Dit project heet Noord-West 380 kV Eemshaven Oudeschip – Vierverlaten, afgekort als NW380kV EOS-VVL.

Het simulatiemodel SIMFLUX is ontwikkeld vanuit de achtergrond van het gehele project Noord-West 380 kV. Wanneer in dit rapport wordt gesproken over Noord-West 380 kV wordt hiermee bedoeld op het oorspronkelijke voornemen van een nieuwe hoogspanningsverbinding van Eemshaven via Ens naar Diemen. SIMFLUX is uiteraard ook geschikt voor de gewijzigde projectscope. SIMFLUX is uitsluitend bedoeld voor het bepalen van effecten van (geheel of gedeeltelijk) bovengrondse aanleg. Bij (geheel) ondergrondse aanleg zijn er geen draadslachtoffers.

1.2 Draadslachtoffers in relatie tot wetgeving

Voor de verschillende (geheel dan wel gedeeltelijk bovengrondse) tracéalternatieven van Noord-West 380 kV is onder meer een effectbeoordeling uitgevoerd voor de vogels van Natura 2000-gebieden met een instandhoudingsdoelstelling. Een aantal van de betrokken soorten vertoont een pendelend vlieggedrag tot soms ver buiten de beschermde gebieden. Tijdens de vliegbewegingen kunnen de vogels slachtoffer worden van aanvaring met de draden van een hoogspanningsverbinding.

Bij de afweging van verschillende tracéalternatieven speelt het aantal draadslachtoffers en daarmee de mogelijke beïnvloeding van instandhoudingsdoelstellingen een belangrijke rol.

Voor dit rapport volstaat de volgende **definitie voor draadslachtoffers**: vogels die tegen hoogspanningsdraden aanvliegen ('aanvaring') en als gevolg daarvan sterven. Sterfte kan optreden rechtstreeks door de aanvaring zelf of indirect doordat de vogels uit balans raken en neerstorten.

Het aantal draadslachtoffers kan een negatieve invloed hebben op de grootte van lokale, regionale en landelijke populaties. Als instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden in het geding zijn is toetsing aan de Natuurbeschermingswet 1998 nodig. Als de regionale of landelijke staat van instandhouding van soorten in het geding is, is daarnaast ook toetsing aan de Flora- en faunawet nodig. Voor de effectenbeoordeling is het daarom wenselijk inzicht te verkrijgen in het effect van de verschillende tracéalternatieven op het optreden van draadslachtoffers.

Voor wat betreft het mogelijke optreden van draadslachtoffers is de onderzochte hoogspanningsverbinding Noord-West 380 kV een complex project. In de omgeving liggen enkele tientallen Natura 2000-gebieden met gezamenlijk enkele honderden instandhoudingsdoelstellingen voor in totaal meer dan een half miljoen vogels die door hun dagelijkse vliegbewegingen over soms grote afstanden beïnvloed kunnen worden door de nieuwe hoogspanningsverbinding. Vanwege het omvangrijke aantal te toetsen doelstellingen en de grote aantallen gebieden en vogels is gekozen voor een modelmatige benadering in de vorm van een simulatietool om de met de nieuwe verbinding kruisende vliegbewegingen en het daarmee gepaard gaande optreden van draadslachtoffers in beeld te brengen en te berekenen (op basis van een aantal aannames)

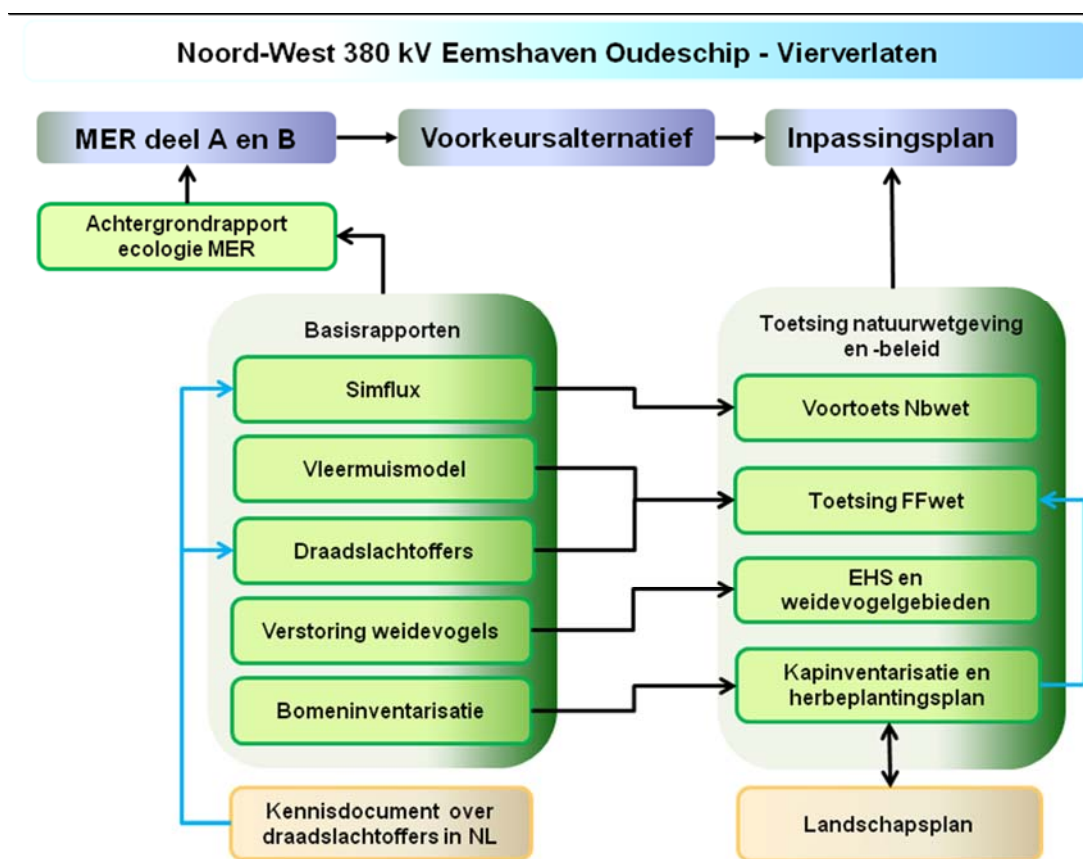
Bij de ontwikkeling van de simulatietool is voor bepaalde aspecten inspiratie opgedaan bij de wijze van effectbeoordeling voor windturbineparken. Bij windmolenparken kunnen vogels ook slachtoffer worden van aanvaringen. Een belangrijk verschil is natuurlijk dat hoogspanningsdraden stil in de lucht hangen, terwijl windmolens ronddraaien.

Bij windmolenparken wordt meestal ook rekening gehouden met eventuele aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen (Winkelman et al., 2008). Vleermuizen nemen de rotors via echolocatie wel waar, maar worden meegezogen door de luchtturbulentie (zogwerking) van de draaiende rotors en raken gewond of sterven door de daarbij optredende luchtdrukverschillen. Dit probleem doet zich niet voor bij hoogspanningsdraden, aangezien deze geen luchtturbulentie veroorzaken. Bovendien zijn er in Nederland geen gevallen gedocumenteerd van vleermuizen als draadslachtoffer onder hoogspanningsverbindingen.

De simulatietool is daarom uitsluitend toegesneden op vogels.

1.3 Samenhang rapporten

In het kader van het project NW380kV EOS-VVL zijn op het gebied van ecologie verschillende rapporten opgesteld (Figuur 1.1). Ten behoeve van de milieueffectrapportage is Achtergrondrapport ecologie MER opgesteld, waarin de effecten voor ecologie van de verschillende tracéalternatieven worden beschreven. Het MER heeft geleid tot een voorkeursalternatief, waarvoor een Inpassingsplan wordt opgesteld. Voor de toetsing van het Inpassingsplan aan wetgeving en beleid op het gebied van natuur zijn afzonderlijke rapporten opgesteld vanuit onder meer Natuurbeschermingswet en Flora- en faunawet.



Figuur 1.1 Samenhang rapportages op het gebied van ecologie voor het project NW380kV EOS-VVL.

Een aantal rapporten biedt basisinformatie voor zowel de MER-fase als voor toetsing van het Inpassingsplan. Het voorliggende Basisrapport Simflux is één van deze basisrapporten.

1.4 Leeswijzer

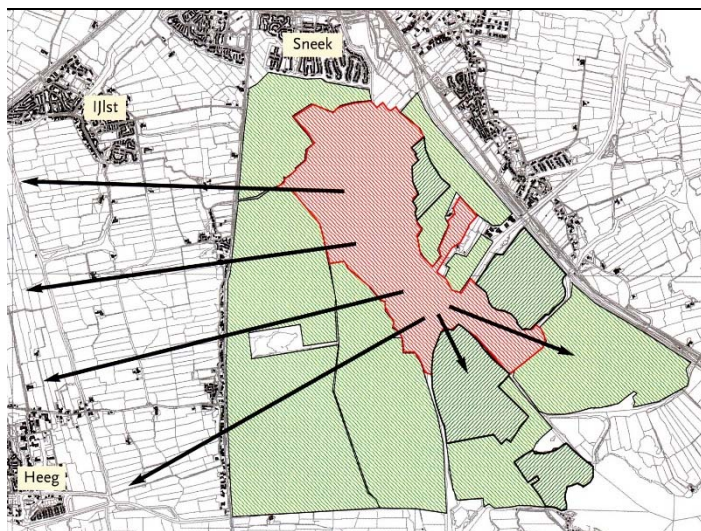
Hoofdstuk 2 beschrijft de probleem- en doelstelling van dit rapport. Dit hoofdstuk gaat in op de wenselijkheid van het in beeld brengen van de vliegbewegingen en de argumenten voor een modelmatige benadering hiervan. Ook wordt de noodzaak om aanvaringskansen te bepalen beschreven. Hoofdstuk 3 gaat in op de uitgangspunten bij de ontwikkeling van het model SIMFLUX. In § 3.3 wordt de globale opzet van het model beschreven. Het hart van het model bestaat uit enkele rekenmodules, die in respectievelijk § 3.4, 3.5 en 3.6 worden beschreven. De gegevens die nodig zijn als invoer in het model zijn in hoofdstuk 4 behandeld, met uitzondering van de specifiek voor deze tool ontwikkelde soortspecifieke aanvaringskans en mastfactor. Vanwege hun specifieke karakter krijgen deze beide factoren ieder een eigen hoofdstuk (hoofdstuk 5 respectievelijk hoofdstuk 6). Hoofdstuk 7 gaat vervolgens in op de wijze waarop de resultaten gepresenteerd worden. Hoofdstuk 8 ten slotte bevat literatuuropgaven.

2 Probleem- en doelstelling

De onderzochte tracéalternatieven voor Noord-West 380 kV doorkruisen een groot aantal vliegroutes van vogelsoorten waarvoor een instandhoudingsdoelstelling geldt in een aantal relevante Natura 2000-gebieden. Een voor de hand liggend onderscheid kan gemaakt worden in vogels die in het gebied broeden (broedvogels) en vogels die er niet broeden (niet-broedvogels). In dit hoofdstuk wordt voor beide groepen het probleem geschetst en wordt de noodzaak en aanpak via een modelmatige benadering voor met name de niet-broedvogels toegelicht.

2.1 Probleemstelling vliegbewegingen van niet-broedvogels

De niet-broedvogels worden vaak met wintergasten aangeduid, maar in werkelijkheid gaat het om een divers geheel, waaronder ook soorten die alleen in de late zomer of de herfst en / of in het begin van de lente van het gebied gebruik maken. De belangrijkste soorten behoren tot de zwanen, ganzen, eenden en steltlopers. De meeste soorten maken tijdens hun verblijf als niet-broedvogel gebruik van meerdere gebieden. Zo kan de plaats waar de vogels slapen een andere zijn dan die waar ze foerageren. Een voorbeeld van een relatie tussen slaapgebied en foerageergebieden is te zien in Figuur 2.1.



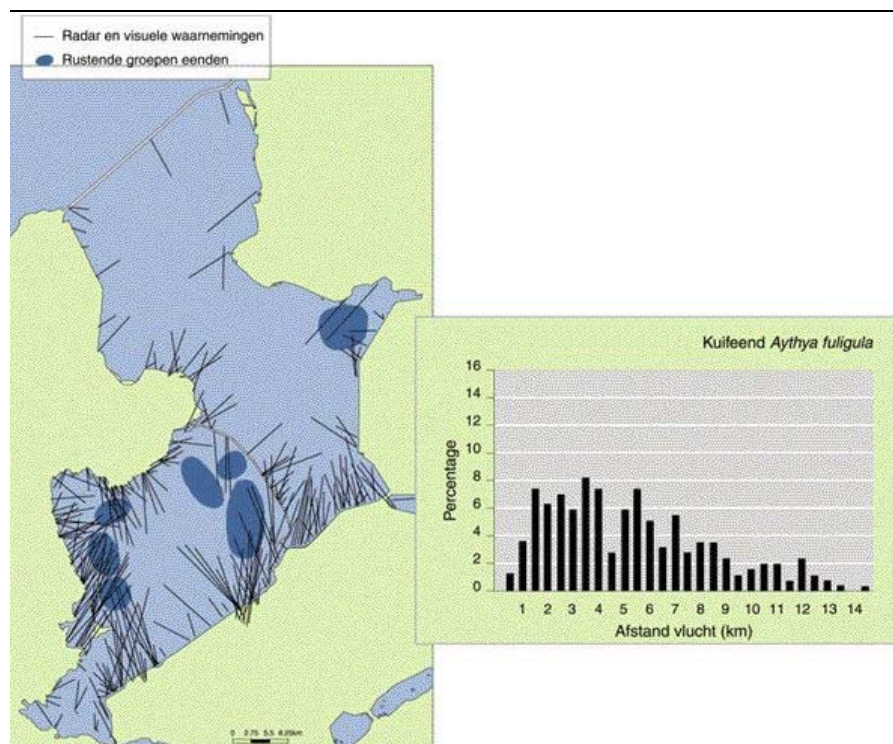
Figuur 2.1 Vliegbewegingen van ganzen vanuit de Witte en Zwarte Brekken. Het slaapgebied is rood gearceerd, aangewezen foerageergebieden zijn groen gearceerd. De pijlen indiceren dat ganzen vaak ook naar verder weg gelegen foerageergebieden vliegen (Kleefstra, 2010).

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Voor veel soorten vormt het netwerk van Natura 2000-gebieden daarbij een belangrijke uitvalbasis. De term 'netwerk' duidt op het feit dat de afzonderlijke Natura 2000-gebieden geen op zichzelf staande natuurgebieden vormen met een vaste populatie vogels, maar veeleer gezamenlijk moeten worden beschouwd.

In een groot aantal gevallen zijn voor de betrokken soorten instandhoudingsdoelstellingen van kracht. Deze kunnen betrekking hebben op de functie van het gebied: foerageer- of slaappleatsfunctie, dan wel foerageer- én slaappleatsfunctie. De instandhoudingsdoelstellingen worden meestal uitgedrukt in aantallen vogels.



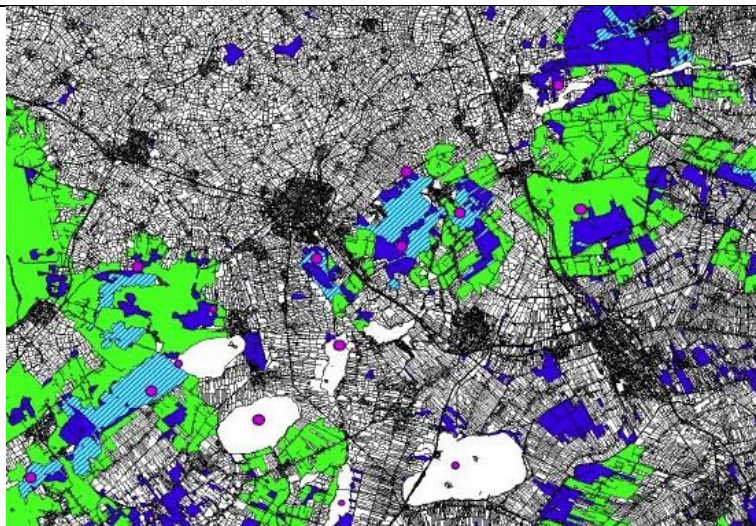
Figuur 2.2 Met radar vastgelegde vliegbewegingen van Kuifeend vanaf rustgebieden naar mosselgronden op het IJsselmeer. De Kuifeenden rusten overdag en foerageren 's nachts (de Leeuw, 1997).

Er zijn dus verschillende mogelijkheden:

1. De instandhoudingsdoelstelling betreft zowel de foerageer- als slaapplaatsfunctie. In dit project wordt vooralsnog aangenomen dat de vogels in beginsel toch naar omliggende foerageergebieden vliegen en dus niet in het gebied zelf blijven. Dit is een worst-case benadering. In werkelijkheid ligt het voor de hand dat de vogels overwegend in het gebied zelf blijven
2. De doelstelling betreft alleen de slaapfunctie. Dit geldt voor soorten die groepsgewijs slapen of rusten in het betreffende gebied, maar elders foerageren. Alle vogels vertonen dan een dagelijks pendelgedrag (Figuur 2.1)
3. De doelstelling betreft alleen de foerageerfunctie. Dit geldt voor soorten die het gebied vooral gebruiken om te foerageren. Slapen of rusten doen ze er individueel of groepsgewijs, binnen of buiten het betreffende Natura 2000-gebied. Figuur 2.2 toont als voorbeeld de Kuifeend met vooral vliegbewegingen binnen het IJsselmeer en Markermeer

Niet-broedvogels zijn in tegenstelling tot broedvogels niet of minder gebonden aan een vaste uitvalsbasis. In de loop van het seizoen kunnen ze dus verkassen van het ene naar het andere slaapgebied. Ook zijn niet-broedvogels veelal minder gebonden aan vaste foerageergebieden.

In het bijzonder in Friesland (zowel 'in' de provincie als in relatie met onder meer Waddenzee en IJsselmeer), maar ook wel op andere plaatsen in de omgeving van het plangebied, is op deze wijze sprake van een waar netwerk van slaap- en foerageergebieden (zie Figuur 2.3).



Figuur 2.3 Foerageergebieden van Kolgans (lichtgroen) en natuurgebieden (donkerblauw en blauw gearceerd) in zuidwest Fryslân. Zwartgerande paarse stippen zijn slaappleatsen van Kolgans (Kleijn et al., 2009)

Voor de onderzochte tracéalternatieven van Noord-West 380 kV betreft het in totaal 39 relevante soorten niet-broedvogels. In totaal gaat het bij dit project om bijna 400 instandhoudingsdoelstellingen (soort-gebiedcombinaties), waarbij ruim een half miljoen individuele vogels zijn betrokken¹. Gezamenlijk ondernemen deze binnen of in de omgeving van het plangebied jaarlijks ruim 350 miljoen vliegbewegingen. Het is daarom voor het bepalen van het aantal vliegbewegingen en de invloed van de onderzochte hoogspanningsverbinding op het aantal draadslachtoffers, onmogelijk om op dezelfde wijze als bij de broedvogels te werk te gaan.

Er zijn verschillende mogelijkheden om de vliegbewegingen in beeld te krijgen. Helaas ontbreekt voor het zoekgebied van Noord-West 380 kV een initiatief als de Deltavogelatlas (thans niet meer online). Een alternatief zou kunnen zijn gebruik te maken van de dataset BAMBAS (thans niet meer online), maar deze is vooral toegesneden op gebruik door de luchtvaart en geeft te verwachten dichtheden van vogels in de diverse luchtlagen van het luchtruim. Met BAMBAS is het niet zonder meer mogelijk inzicht te krijgen in de vliegbewegingen tussen de diverse Natura 2000-gebieden en omliggende foerageergebieden.

¹ In werkelijkheid zijn het méér individuele vogels. Het half miljoen heeft betrekking op een jaargemiddelde. In dit gemiddelde tellen ook maanden mee waarin de desbetreffende soorten niet aanwezig zijn.

De beste methode voor het in beeld brengen van de vliegbewegingen is om van de relevante soorten een representatief aantal individuen te voorzien van een zendertje en gedurende het seizoen te volgen, of geringde exemplaren te volgen (zoals in Kleijn et al. (2009)). Helaas resulteert dit in een onredelijk grote onderzoeksinspanning, terwijl via de huidige onderzoeken bovendien lang niet alle relevante soorten op deze manier worden gevolgd.

2.2 Probleemstelling vliegbewegingen van broedvogels

Voor de broedvogels is de situatie rond vliegbewegingen wat eenvoudiger dan voor de groep niet-broedvogels. Het betreft minder soorten en meestal kleinere aantallen. Belangrijk verschil is dat gedurende de broedtijd individuen zijn gebonden aan hun broedplaats, afhankelijk van de fase waarin het broedproces verkeert. Hierbij zijn vier fasen te onderscheiden, namelijk de nestbouw, de eifase, de nestjongenfase en de nazorgfase. Tijdens de nestbouwfase kunnen beide ouders voedselvluchten ondernemen. Tijdens de eifase onderneemt één van beide ouders dagelijks één of meerdere keren voedselvluchten, om voedsel voor zichzelf en zijn partner te verzamelen. Dit patroon zet zich voort gedurende het begin van de nestjongenfase. Later, als de jongen een tijdje alleen kunnen blijven, ondernemen beide oudervogels voedselvluchten. Gedurende deze fasen is het mogelijk dat de oudervogel(s) meerdere foerageergebieden benutten, maar in ieder geval moeten ze steeds naar hetzelfde punt, het nest, terug. Vaak hebben ze een favoriet foerageergebied. In de nazorgfase zijn de oudervogels en hun jongen meestal minder aan de nestplaats gebonden.



Figuur 2.4 Vliegrichtingen van Lepelaars 's avonds vanuit de kolonie in de Oostvaardersplassen (links) en terug (rechts). De dikte van de pijlen is een indicatie voor het aantal vliegbewegingen (Smits et al., 2009)

Vliegbewegingen vanuit de nestlocatie kunnen worden gesymboliseerd door een kompasroos, waarmee richting en intensiteit van de vliegbewegingen kan worden getoond (zie figuur 2.4).

Als de karakteristieken van de kompasroos bekend zijn en ook het uiteindelijke doel van de voedselvlichten, kan worden berekend hoe groot gedurende de broedperiode het aantal

vliegbewegingen over een hoogspanningsverbinding is. Als daarnaast de (soortspecifieke) aanvaringskans en de populatiegrootte bekend zijn, kan ook worden bepaald hoeveel draadslachtoffers jaarlijks vallen. De wijze waarop de soortspecifieke aanvaringskans wordt vastgesteld, komt in hoofdstuk 5 van dit rapport aan de orde.

Voor de onderzochte tracéalternatieven van Noord-West 380 kV zijn elf soorten broedvogels relevant: vier soorten die solitair broeden en zeven koloniebroedende soorten. In totaal gaat het om 40 instandhoudingsdoelstellingen (soort-gebiedcombinaties). Omdat het aantal instandhoudingsdoelstellingen van broedvogels met foerageervlichten relatief gering is, kan het aantal draadslachtoffers voor de tracéalternatieven van Noord-West 380 kV via maatwerk van geval tot geval worden bepaald. Een modelmatige benadering is hier dus niet noodzakelijk. Wel worden de broedvogels in dit rapport besproken voor wat betreft een aantal basisgegevens, zoals aantal vliegbewegingen per individu in het broedseizoen.

2.3 Doelstelling

Het is vanwege het grote aantal niet-broedvogelsoorten, gebieden, en daarmee gepaard gaande aantal vliegbewegingen (meer dan 350 miljoen per jaar), onmogelijk te werk te gaan via maatwerk. Daarom is er in het onderzoek voor Noord-West 380 kV voor gekozen een model te ontwikkelen waarmee voor niet-broedvogels de vliegbewegingen en het aantal draadslachtoffers kan worden bepaald. Deze keuze is in overeenstemming met het richtlijnadvies voor het voornemen (Commissie voor de m.e.r., 2009): *“Indien populaties van vogels en vleermuizen (van) internationale betekenis in het geding zijn, maak (modelmatig) duidelijk wat de gevolgen kunnen zijn van het initiatief. Onderzoek daarbij vliegbewegingen en waargenomen draadslachtoffers”*. Het doel van dit project is het ontwikkelen van een ‘simulatietool’: een model waarmee de problematiek van vogeldraadslachtoffers² in netwerkgebieden onderbouwd en kwantitatief in beeld gebracht kan worden. Daarmee kunnen effectbeoordelingen plaatsvinden voor tracéalternatieven (milieueffectrapportage) en bij de onderbouwing van vergunningen en ontheffingen (vergunningenfase). Het model is in eerste instantie bedoeld voor de vergelijking van tracéalternatieven in het project Noord-West 380 kV. Het model kan ook worden toegepast bij een nadere analyse van een voorkeurstracé, namelijk in het kader van een Passende Beoordeling. Het model wordt alleen ontwikkeld voor niet-broedvogels vanwege de omvang van het probleem. Voor broedvogels wordt zoals aangegeven in § 2.2 vanwege het overzichtelijke aantal maatwerk toegepast en worden in dit rapport enkele basisgegevens opgenomen die nodig zijn voor de maatwerkuitwerkingen.

² Zoals in § 1.2 is aangegeven worden onder vleermuizen geen draadslachtoffers verwacht. Voor vleermuizen is een specifiek verspreidingsmodel ontwikkeld (zie Figuur 1.1).

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Het model wordt zo opgezet dat het in beginsel geschikt is voor willekeurig andere bestaande dan wel nieuwe hoogspanningsverbindingen.

3 Opzet van het model SIMFLUX

In dit hoofdstuk wordt de opzet van het model beschreven. De aanpak is gebaseerd op de modelmatige aanpak bij windmolenparken vanwege relevante parallellen met de problematiek van hoogspanningsverbindingen en draadslachtoffers. Ingezoomd wordt op de relevante aspecten voor hoogspanningsverbindingen en op basis hiervan wordt het model uitgewerkt. Het model voorziet erin dat eerst de richting en hoeveelheid van vliegbewegingen in beeld wordt gebracht. Vervolgens worden de kruisingen met (tracéalternatieven van de) hoogspanningsverbinding bepaald. Met behulp van de aanvaringskans kan per kruising het aantal draadslachtoffers worden bepaald. Dit gebeurt in enkele stappen, zodat de bruto effecten van de nieuwe verbinding en de netto effecten (door sloop en mitigatie mee te wegen) berekend worden. Door de resultaten te vergelijken met de zogenaamde 1 %-norm voor additionele sterfte kan worden vastgesteld of al dan niet sprake is van een significant effect.

3.1 Modelmatige aanpak bij windmolens

Hoewel er belangrijke verschillen zijn tussen windmolens en hoogspanningsverbindingen (de belangrijkste is wel de beweging van rotors in tegenstelling tot de stil hangende draden) zijn er ook parallellen. Zowel windmolens als hoogspanningsverbindingen zijn obstakels in het luchtruim, waartegen vogels kunnen vliegen. Bij het bepalen van effecten van windmolens op vliegbewegingen van vogels en het aantal aanvaringsslachtoffers is inmiddels veel kennis opgebouwd (Winkelman et al., 2008). De bij windmolens opgedane ervaringen met een modelmatige aanpak zijn meegenomen bij de ontwikkeling van een simulatietool voor draadslachtoffers bij hoogspanningsverbindingen. In deze paragraaf worden de belangrijkste aspecten van de modelmatige aanpak bij windmolenparken besproken.

Troost (2008) beschrijft drie 'routes' om aanvaringen van vogels met windturbines te berekenen (Figuur 3.1). In recente passende beoordelingen van windmolenparken wordt tegenwoordig meestal een gestandaardiseerde modelmatige aanpak gevolgd voor het bepalen van de effecten volgens route 2 omdat dit de beste methode wordt geacht.

Route 2 is een empirisch model dat uitgaat van de kans op een aanvaring met een windturbine per vliegbeweging door het windpark. Hierbij worden getallen gebruikt uit windmolenparken die in het verleden zeer uitgebreid zijn onderzocht op de ecologische effecten (de zogenaamde referentieparken).

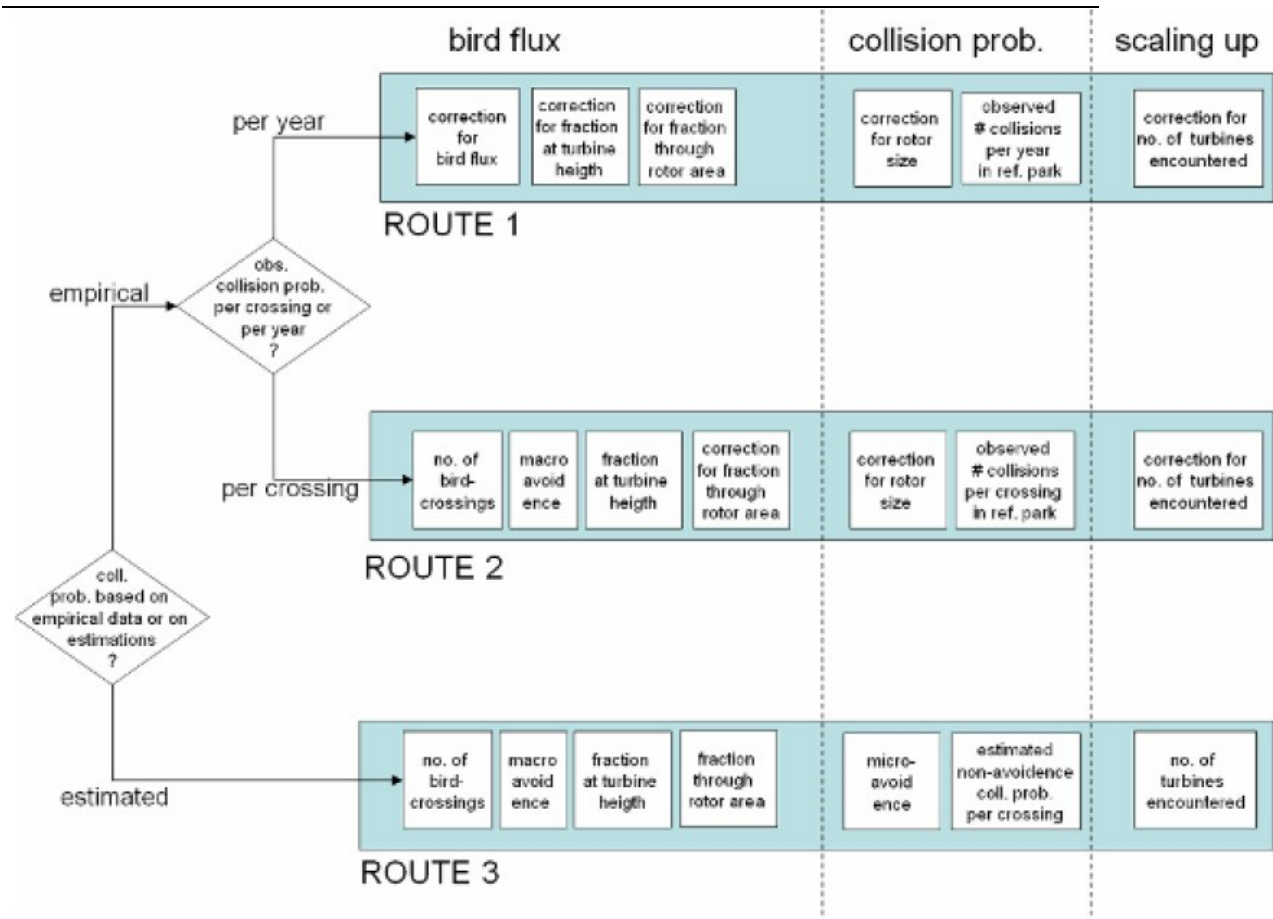
Invoerparameters zijn bij deze route het aantal vogelpassages, de mate waarin zij het park mijden, het deel dat passeert op turbinehoogte en het deel dat door het rotoroppervlak vliegt. Ten opzichte van het referentiepark zijn verschillen in rotorgrootte en aantal turbines van belang.

Bij toepassing van route 2 moet een groot aantal parameters per soort geschat worden. Hierbij zijn steeds reële, maar conservatieve waarden gekozen. Dit leidt uiteindelijk tot een 'veilige' overschatting voor uitkomsten van de berekeningen. Wanneer dit reële, worst-case scenario nog steeds leidt tot een potentieel significante additionele sterfte van een soort, wordt de situatie voor de betreffende soort nader beschreven. In dat geval wordt van de gebruikte (geschatte) parameters onderzocht of inschattingen reëel zijn, dan wel beter onderbouwd kunnen worden.

Aan de routes 1 en 3 kleeft een aantal belangrijke nadelen (Troost, 2008), die hier verder niet behandeld zullen worden.

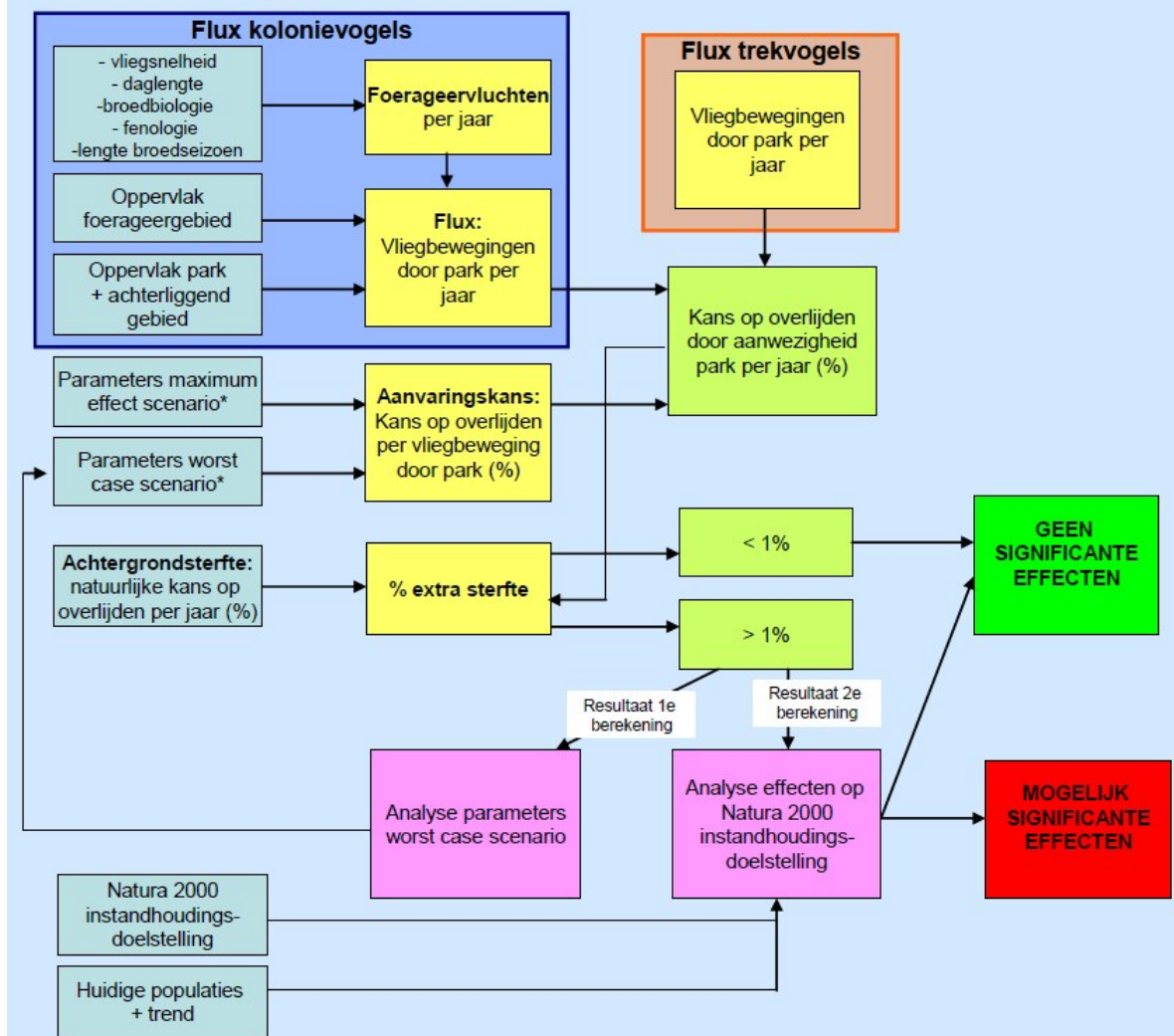
Voor windparken op zee heeft Deltares een handreiking opgesteld voor het opzetten van een locatiespecifieke passende beoordeling (Troost, 2008). Volgens deze aanpak zijn voor het bepalen van het effect van een aanvaring met een turbine door vogels (zowel niet-broedvogels als trekvogels) drie factoren van belang:

1. Het aantal vogels uit een populatie dat door het plangebied van het windpark vliegt (flux)
2. De mate waarin vogels het gehele windpark of de individuele turbines vermijden ('avoidance' oftewel uitwijking) en de fractie die op turbinehoogte vliegt
3. De kans, per vliegbeweging door het windpark, dat een vogel sterft door aanraking met een windturbine ('collision risk' oftewel aanvaringskans)



Figuur 3.1 De drie modellen ('routes') die gehanteerd kunnen worden bij het bepalen van aanvaringssslachtoffers bij windmolenparken (Troost, 2008)

Figuur 3.2 laat zien hoe de berekeningen voor de effectbepaling uitmonden in het vaststellen van al dan niet significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden.

Box 1: Effectbepaling aanvaringsslachtoffers


Figuur 3.2 Werkwijze bij de effectbepaling van aanvaringsslachtoffers bij windmolenparken (Arends et al., 2009)

3.2 Van windmolenparken naar hoogspanningsverbindingen

De belangrijkste lessen uit de ervaringen met de aanvaringsmodellen voor windmolenparken zijn:

- Er is een voorkeur voor een empirisch model dat uitgaat van de kans op een aanvaring per vliegbeweging ('route 2')
- Relevante parameters zijn: het aantal vogelpassages, de mate waarin vogels een park mijden, het deel dat passeert op turbinehoogte en het deel dat door het rotoroppervlak vliegt

- Ten opzichte van het referentiepark zijn verschillen in rotorgrootte en aantal turbines van belang

Voor de ontwikkeling van een empirisch model voor hoogspanningsverbindingen worden deze bevindingen vertaald naar de volgende factoren:

- Het aantal vogels uit een populatie dat door een hoogspanningstracé vliegt (vliegflux)
- De kans op een aanvaring per vliegbeweging (aanvaringskans)
- Het effect van de draaddichtheid en de zichtbaarheid van een verbinding (mastfactor)

Een belangrijk verschil tussen beide benaderingen is dat bij het model voor de windmolenparken het aantal vogelpassages wordt gecorrigeerd door rekening te houden met dat deel van de vogels dat door het rotoroppervlak vliegt. Bij het model voor de hoogspanningsverbindingen wordt deze correctie feitelijk verwerkt in de aanvaringskans. De reden hiervoor hangt samen met de wijze waarop de aanvaringskans bij hoogspanningsverbindingen is bepaald. Verder is voor hoogspanningsverbinding geen referentiesituatie beschikbaar, althans niet op de wijze zoals die beschikbaar is voor windmolenparken.

Waar bij windmolenparken verschillen in rotorgrootte en aantal turbines in de berekening worden betrokken, wordt dit bij de hoogspanningsverbindingen uitgedrukt in een mastfactor.

3.3 Globale opzet en inputdata van het model SIMFLUX

3.3.1 Globale opzet van SIMFLUX

De kern van het simulatiemodel SIMFLUX is geprogrammeerd in Matlab en wordt gevormd door een drietal rekenmodules die hieronder besproken worden. Gezamenlijk berekenen zij de grootte en richting van de vliegflux tussen slaappleatsen en foerageergebieden, de plaatsen waar de vliegfluxen de tracéalternatieven kruisen en het aantal draadslachtoffers, zowel met ('bruto') als zonder ('netto') mitigerende maatregelen (Figuur 3.3). De modules worden in § 3.4 tot en met 3.6 in meer detail behandeld. Voorbewerking van invoerdata en nabewerking van output vindt plaats in Excel en ArcGIS. In kaarten kunnen bijvoorbeeld vliegfluxen en kruisingen worden weergegeven, eventueel met een relevante ondergrond. SIMFLUX is in principe gebiedsonafhankelijk, zodat het overal kan worden ingezet.

In de eerste module (zie verdere uitwerking in § 3.4) bepaalt het model vliegfluxen met behulp van GIS-bestanden van de ligging van slaappleatsen (zoals Natura 2000-gebieden) en foerageergebieden (bijvoorbeeld graslanden). Voor beide typen gebieden dienen hiervoor uiteraard telgegevens van aantallen vogels voorhanden te zijn. Vliegfluxen worden in zowel richting als intensiteit bepaald.

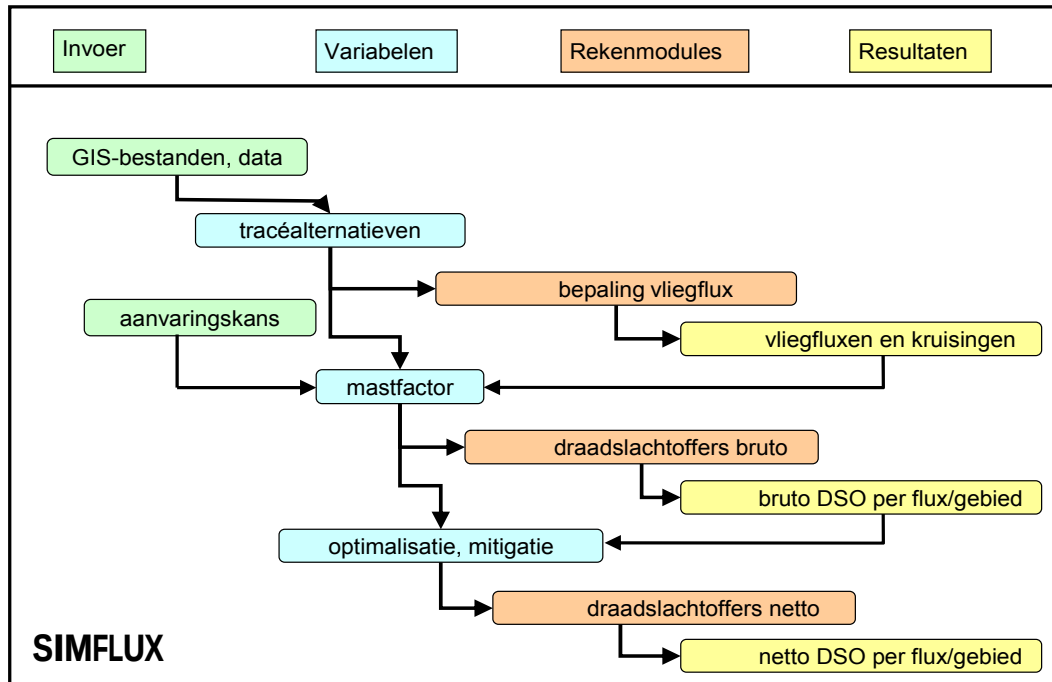
Door de vliegfluxen te confronteren met doorsnijdingen (tracéalternatieven voor een nieuwe hoogspanningsverbinding, maar ook bestaande verbindingen) worden kruisingen vastgesteld.

In de volgende module (zie verdere uitwerking in § 3.5) wordt voor de kruisende vliegfluxen het aantal draadslachtoffers bepaald. In Figuur 3.3 is het aantal draadslachtoffers aangegeven als 'bruto DSO per flux/gebied', waarbij DSO staat voor het aantal draadslachtoffers op jaarbasis. Berekening van het aantal draadslachtoffers vindt plaats op basis van soortspecifieke aanvaringskans en mastfactor. Voor de berekening van deze twee worden ook weer een aantal specifieke aannames gedaan die in hoofdstuk 4 nader worden besproken, net als de specifieke inputdata die voor zowel de soortspecifieke aanvaringskans (hoofdstuk 5) als de mastfactor (hoofdstuk 6) nodig is.

Het aantal draadslachtoffers voor een soort kan worden berekend per afzonderlijke flux (elke relatie tussen een slaapgebied en een foerageergebied), maar ook voor bijvoorbeeld de gezamenlijke fluxen vanuit één slaapgebied, of juist de gezamenlijke fluxen naar één foerageergebied, of alle fluxen voor een tracé(deel), of meerdere soorten gezamenlijk. Het aantal berekende draadslachtoffers op jaarbasis wordt hier gerelateerd aan de zogenaamde 1 %-norm, ofwel 1 % van het aantal van een instandhoudingsdoelstelling.

Wanneer de additionele sterfte door een hoogspanningsverbinding kleiner of gelijk is aan 1 % van de achtergrondmortaliteit van de onderzochte soort, mag ongeacht de trend of staat van instandhouding van de soort verwacht worden dat dit geen invloed heeft op de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden en wordt het effect van hoogspanningsverbinding op grond van jurisprudentie³ als 'met zekerheid niet significant' aangemerkt. Om de 1 %-norm te kunnen berekenen zijn zowel data over de jaarlijkse overleving van een soort nodig als over de grootte van de relevante populaties.

³ Het Hof van Justitie van de EG heeft in de zaak van de Finse jacht op watervogels 1 % als een kleine hoeveelheid aangemerkt (HvJEG 15-12-2005, C-344/03). Formeel gezien heeft deze 1 %-norm betrekking op de soortbescherming vanuit Vogelrichtlijn (en Flora- en faunawet). Bij windmolenparken wordt de 1 %-norm ook in het kader van gebiedsbescherming (Natuurbeschermingswet 1998) toegepast, zie o.a. Arends et al. (2009).



Figuur 3.3 Schematische weergave van de opzet van de simulatietool. DSO betekent aantal draadslachtoffers

In de laatste module (zie verdere uitwerking in § 3.6) worden effecten van optimalisatie en mitigerende maatregelen berekend. Hieronder vallen zaken als sloop van bestaande verbindingen (waardoor daar minder draadslachtoffers vallen), het verbeteren van de zichtbaarheid van de verbinding door het aanbrengen van markering in de bliksemadraden (zoals varkenskrullen) en dergelijke.

Dit leidt tot 'netto DSO per flux/gebied', het netto aantal draadslachtoffers. Effectiviteit van het gebruik van bliksemdraadmarkering bij andere tracés wordt hierbij als input gehanteerd.

3.3.2 Bewerking van invoerdata

Relevante data zijn opgevraagd en zo nodig bewerkt in ArcGIS of Excel om tot de juiste invoerdata te komen. Een aantal van deze data en bewerkingen worden in de hoofdstukken 4 tot en met 6 nader behandeld (de groene en blauwe categorieën in het schema van Figuur 3.3). Hier worden alleen de algemene details gegeven.

In ArcGIS worden ruimtelijke data voorbereid: tracés van hoogspanningsverbindingen worden op een logische manier opgesplitst in lijnstukken en coördinaten worden bepaald voor deze lijnstukken. Daarnaast worden ook coördinaten voor slaap- en foerageergebieden berekend.

Splitsing van nieuwe en actuele hoogspanningsverbindingen

Alle hoogspanningsverbindingen worden gesplitst in lijnstukken. Indien mastlocaties bekend zijn, vindt splitsing van een verbinding daar plaats. Omdat een veldlengte tussen twee aangrenzende mastvoeten circa 300-350 meter bedraagt, worden lijnstukken langer dan 600 meter opgesplitst in delen van 300 meter. Zo wordt voorkomen dat slachtoffers berekend worden voor onrealistisch lange lijnstukken. Per lijnstuk worden coördinaten berekend voor ieder begin- en eindpunt.

Slaap- en foerageergebieden

Van slaap- en foerageergebieden wordt het middelpunt bepaald. Tussen de middelpunten van slaap- en foerageergebieden worden de vliegbewegingen berekend. Een aantal grote slaapgebieden, zoals Waddenzee en IJsselmeer, worden opgesplitst in deelgebieden om de lengte van de vliegbeweging meer realistisch te houden. Van deze opgesplitste gebieden zijn per deelgebied de coördinaten van het middelpunt bepaald. In het geval het middelpunt buiten een gebied kwam te liggen, zijn de coördinaten bepaald voor de grens van dit gebied dat het dichtst bij het berekende middelpunt lag.

In Excel wordt de input verder voorbereid. Dit wordt in detail in de volgende hoofdstukken besproken. Globaal heeft de input betrekking op:

- Eigenschappen van vogelsoorten waaronder soortspecifieke aanvaringskans en maximale foerageerafstand (zie § 4.2)
- Eigenschappen van hoogspanningsverbindingen (voor de huidige, de te slopen en de voorgestelde). Informatie hierover betreffen onder meer coördinaten per lijndeel, het deelgebied en het tracéalternatief waar het lijndeel deel vanuit maakt, en het masttype (zie § 4.3)
- Eigenschappen van slaap- en foerageergebieden. Informatie hierover betreft onder meer de coördinaten van het middelpunt van het gebied en de instandhoudingsdoelstellingen per soort (zie § 4.1)
- Mastfactoren. Informatie hierover betreft de aanduiding van het masttype en de mitigatiefactor (per lijnstuk; zie hoofdstuk 6)

3.4 Module 1: Bepaling van vliegfluxen en kruisingen met tracéalternatieven

In een eerste module worden ten eerste de grootte en richting van de vliegfluxen bepaald. Vervolgens worden in deze module ook de kruisingen bepaald aan de hand van de berekende vliegfluxen en de ligging van de (geheel bovengrondse) tracéalternatieven.

3.4.1 Bepaling van de grootte en richting van vliegfluxen

Voor veel slaappleatsen geldt dat relevante soorten met een instandhoudingsdoelstelling de omringende foerageergebieden gebruiken om te foerageren. Een dergelijke situatie komt heel veel voor (zie ter illustratie bijvoorbeeld Figuren 2.1 en 2.3). De slaappleatsen en foerageergebieden zijn met elkaar verbonden door de vliegflux. De vliegflux kent niet alleen een aantal vogels maar dus ook een richting en een lengte. De volgende uitgangspunten ten aanzien van de vliegflux gelden hierbij:

- Vliegfluxen gaan van het middelpunt van een slaappleat naar het middelpunt van een foerageergebied
- Vogels pendelen gedurende de periode dat ze op de slaappleat verblijven dagelijks op en neer naar een of meerdere nabijgelegen foerageergebieden
- Het aantal vliegbewegingen naar elk foerageergebied wordt bepaald door enerzijds het aantal van de soort op de slaappleat en anderzijds de aantallen in de omringende foerageergebieden
- De capaciteit van het dichtstbijgelegen foerageergebied wordt eerst benut, vervolgens die van het op één na dichtstbijgelegen gebied enzovoorts, totdat het aantal vogels van een slaappleat volledig in de omringende foerageergebieden terecht kan
- Voor elke soort geldt een maximale foerageerafstand, hetgeen betekent dat vogels vanuit een slaappleat die afstand niet kunnen overtreffen (Van der Vliet et al., 2011)

De eenheid binnen het model SIMFLUX om de aantallen tussen slaappleat en foerageergebied(en) te relateren is het over het jaar gemiddelde aantal vogels dat dagelijks aanwezig is. Voor Natura 2000-gebieden is de instandhoudingsdoelstelling vaak geformuleerd als gemiddelde. Wanneer de instandhoudingsdoelstelling is uitgedrukt als seizoensmaximum, wordt dit omgerekend naar een gemiddelde. De telgegevens in de telgebieden (foerageergebieden) worden eveneens berekend als gemiddelde. Op deze wijze zijn aantallen van instandhoudingsdoelstellingen en in foerageergebieden in vergelijkbare eenheden uitgedrukt.

Als algemene check zijn per soort eerst het gemiddelde aantal vogels voor alle relevante Natura 2000-gebieden enerzijds en het gemiddelde aantal vogels in alle foerageergebieden anderzijds op elkaar afgestemd. Daarna wordt in de module specifiek per slaappleat berekend naar welke foerageergebieden de vogels vliegen (Figuur 3.4).

Hiervoor wordt een aantal specifieke uitgangspunten in acht genomen:

- Gemiddelde aantallen per soort wordt berekend op jaarbasis per gebied (Natura 2000-gebieden, foerageergebieden)
- Het model relateert de middelpunten van het Natura 2000-gebied en de relevante foerageergebieden via vogeldagen

- Vanuit energetische overwegingen worden de dichtstbijzijnde foerageergebieden het eerst toebedeeld aan een Natura 2000-gebied
- Toedeling van foerageergebieden aan een Natura 2000-gebied gaat net zo lang door tot het aantal vogeldagen van een Natura 2000-gebied 'op' is
- Als rondom een foerageergebied meerdere relevante Natura 2000-gebieden liggen dan vindt verdeling van vogeldagen van dit foerageergebied over deze Natura 2000-gebieden plaats naar evenredigheid totdat het aantal vogeldagen 'op' is
- Vogels pendelen gedurende de periode dat ze op de slaapplaats verblijven dagelijks op en neer naar een of meerdere nabijgelegen foerageergebieden
- De vliegflux is identiek aan het aantal vogeldagen vermenigvuldigd met twee omdat vogels heen en weer naar een Natura 2000-gebied vliegen om te slapen

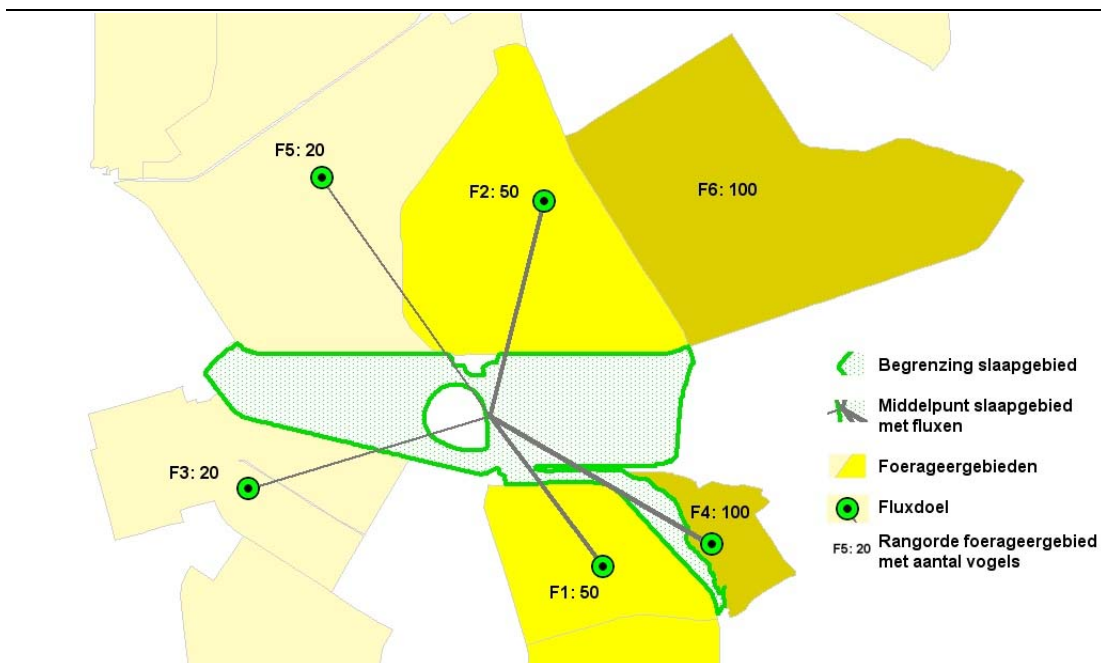
Door deze uitgangspunten wordt aan de hand van duidelijke beslisregels duidelijk welke vliegbewegingen er theoretisch plaatsvinden vanuit een slaapplaats om zodoende de omliggende foerageergebieden 'op te vullen' met voldoende vogels.

Bij het model wordt er geen rekening mee gehouden dat vogels gedurende het seizoen verkassen van de ene slaapplaats naar de andere. Deze vereenvoudiging is aanvaardbaar omdat naar verwachting het aantal vliegbewegingen van de ene naar de andere slaapplaats in geen verhouding staat tot het aantal vliegbewegingen tussen slaapplaats en foerageergebied. Een andere overweging is dat een onderschatting van de slaap-slaap-vliegbeweging wordt gecompenseerd door een overschatting van de slaap-foerageer-vliegbeweging.

In Figuur 3.4 zijn de modelmatige uitgangspunten van de vliegfluxen vanuit een slaapgebied nog eens in beeld gebracht. Vliegbewegingen zijn aangeduid met grijze lijnen die vertrekken vanuit het centrum van een slaapplaats (Natura 2000-gebied), waarbij de lijndikte het aantal vliegbewegingen indiceert. De volgorde van toewijzing van foerageergebieden aan de slaapplaats met 240 vogels vindt plaats op volgorde van afstand van het foerageergebied ten opzichte van de slaapplaats (aangegeven met een rangordenummer). Het middelpunt van foerageergebied F1 ligt het dichtst bij, en dat van F6 het meest ver verwijderd.

Na de toewijzing van de vogeldagen aan foerageergebied F5 is (in dit fictieve voorbeeld) het totale aantal vogels (240) van de slaapplaats reeds vergeven.

De aantallen vogels van foerageergebied F6 worden zodoende niet aan deze slaapplaats gekoppeld. In Figuur 3.4 zijn foerageergebieden donkerder gekleurd naarmate er meer vogels zijn geteld.

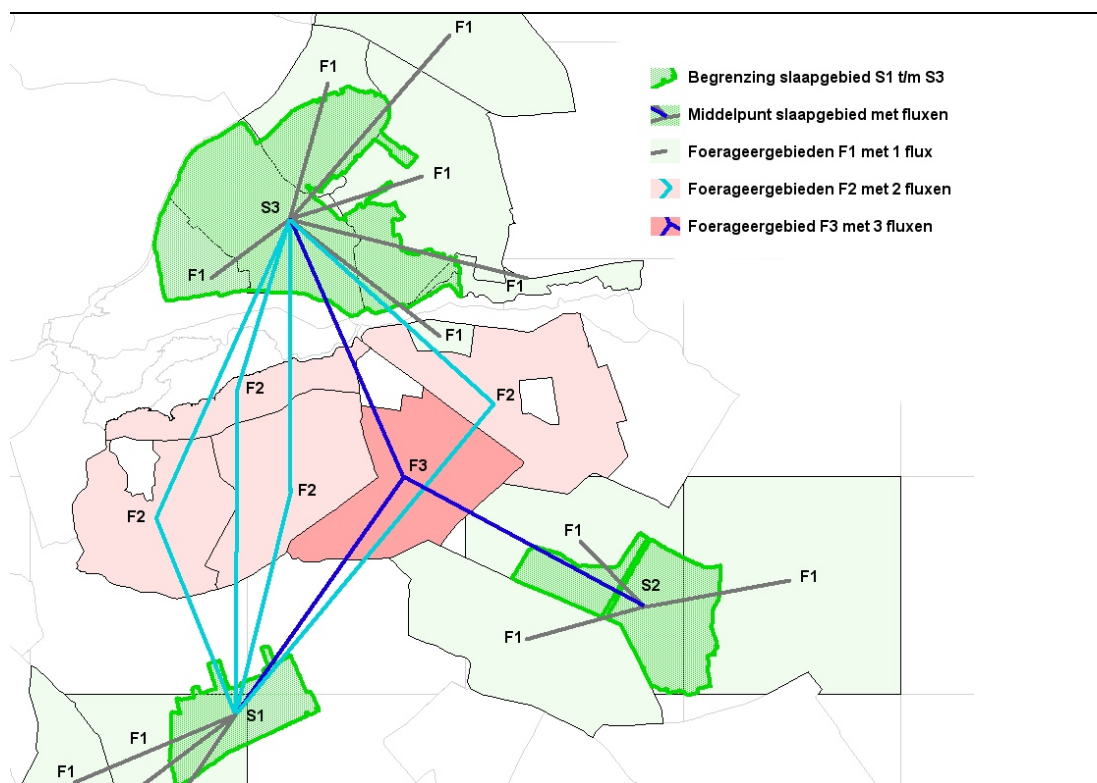


Figuur 3.4 Modelmatige uitgangspunten van de creatie van vliegfluxen vanaf een slaapgebied naar omliggende foerageergebieden. Uitleg in de tekst

3.4.2 Concurrerende vliegfluxen

Een probleem is het toewijzen van vogeldagen in een foerageergebied dat door meerdere slaapplekken wordt bestreken, omdat immers slaapplekken vaak dicht bij elkaar liggen. Binnen deze module is dan het uitgangspunt dat de capaciteit van dit foerageergebied evenredig verdeeld wordt over de verschillende slaapplekken. Als vanuit een slaapplek minder capaciteit nodig is dan dat evenredige deel, wordt het overschot verdeeld over de andere slaapplekken. In Figuur 3.5 zijn de modelmatige uitgangspunten van de toedeling van concurrerende vliegfluxen nog eens in beeld gebracht. Het gaat hierbij om de foerageergebieden F2 en F3 die respectievelijk door twee en drie verschillende slaapplekken worden bestreken.

Bij de foerageergebieden F2 worden de aantallen vogels evenredig verdeeld over de slaapplaatsen S1 en S3. De vogeldagen in het foerageergebied F3 worden zelfs evenredig verdeeld over de slaapplaatsen S1, S2 en S3.



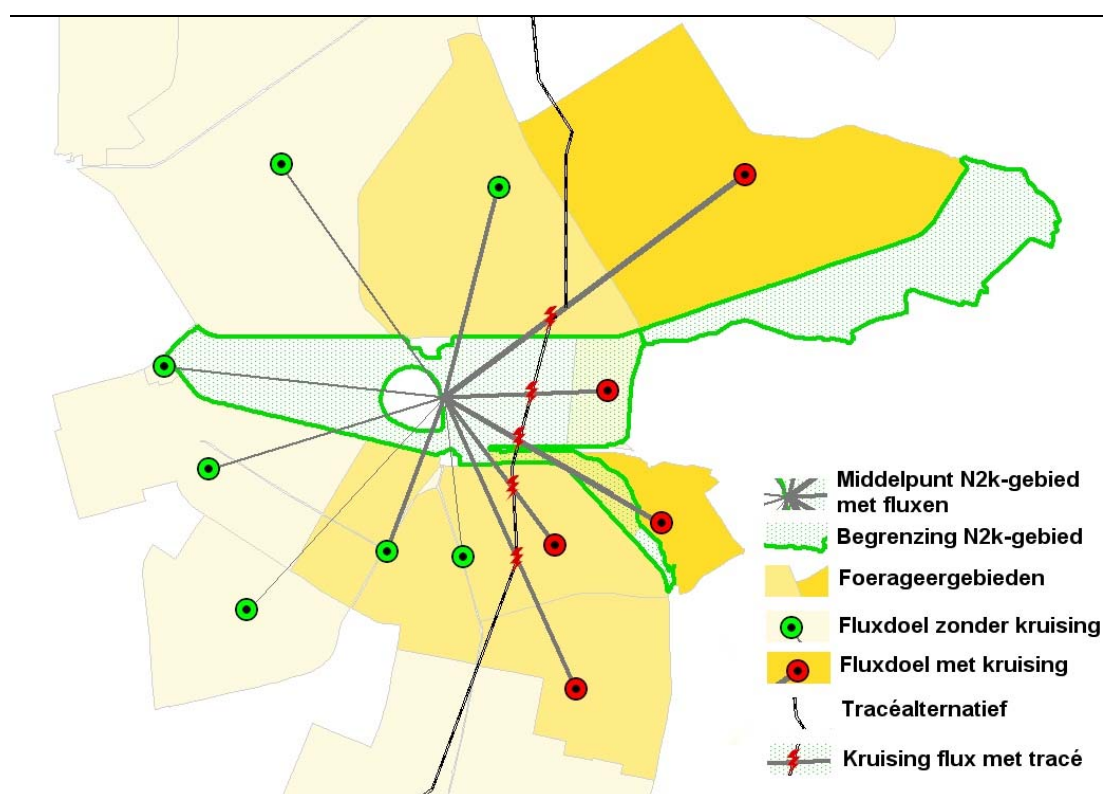
Figuur 3.5 Modelmatige uitgangspunten van de omgang met concurrerende vliegfluxen zoals die voor foerageergebieden F2 en F3 dienen te worden bepaald. Uitleg in de tekst

3.4.3 Kruisingen van vliegflux met een bovengronds hoogspanningstracé

Derde onderdeel van de module is het bepalen van kruisingen van de vliegflux met een bovengronds hoogspanningstracé. Dit zijn immers de punten waar draadslachtoffers kunnen vallen. De bepaling gebeurt via een GIS-bewerking, waarbij de berekende vliegfluxen op de bestaande hoogspanningstracés worden geprojecteerd (Figuur 3.6).

In Figuur 3.6 zijn de modelmatige uitgangspunten van de vliegfluxen vanuit een slaapplaats in beeld gebracht. De vliegbewegingen zijn aangeduid met grijze lijnen vanuit een slaapplaats (het centrum van een Natura 2000-gebied), waarbij de lijndikte het aantal vliegbewegingen indiceert. Vliegfluxen die eindigen in een groen bolletje kruisen het hoogspanningstracé niet.

Voor de fluxen die eindigen in een rood bolletje wordt de exacte locatie van de kruising met de tracé bepaald. In Figuur 3.6 zijn foerageergebieden donkerder gekleurd naarmate er meer vogels zijn geteld.



Figuur 3.6 Modelmatige uitgangspunten van de bepaling van kruisingen van een vliegflux met een hoogspanningstracé. Uitleg in de tekst

3.5 Module 2: Bepaling van het bruto aantal draadslachtoffers

De tweede module binnen SIMFLUX berekent voor iedere kruising het aantal draadslachtoffers per vliegflux in absolute zin. Bruto houdt in dat nog geen rekening is gehouden met mogelijke mitigerende maatregelen om de kans op draadslachtoffers te verminderen.

Centraal uitgangspunt bij het ontwerp is dat het aantal draadslachtoffers wordt berekend voor elke relevante vogelsoort. De berekening vindt plaats op jaarbasis. Het aantal draadslachtoffers is het product van de vliegflux, een soortspecifieke aanvaringskans en een uit twee onderdelen (mast en mitigatie) bestaande correctiefactor voor de mastfactor (formule 1):

(1) $DSO = Flux * p_x * mast * mitigatie$

waarbij:

DSO = aantal draadslachtoffers per tracédeel (aantal dode exemplaren per soort per km)

Flux = aantal vliegbewegingen over betreffende tracédeel (aantal vliegbewegingen per soort per km)

p_x = aanvaringskans specifiek voor vogelsoort x (aantal dode exemplaren per soort per vliegbeweging)

mast = 'kale' mastfactor zonder mitigerende maatregelen

mitigatie = factor voor de effectiviteit van mitigatie

De flux (het aantal vliegbewegingen van een soort op een bepaald tracé) is relatief eenvoudig te bepalen door op deze locatie tellingen in het veld uit te voeren, of door deze aantallen te simuleren via SIMFLUX.

De soortspecifieke aanvaringskans is een intrinsieke, soortspecifieke eigenschap en een indicatie van het tijdig opmerken van een hoogspanningsverbinding en van het vervolgens tijdig en adequaat reageren op de nieuwe situatie (in de vorm van een verandering in vlieghoogte en / of -richting). De mate om hierop te reageren is afhankelijk per soort (of eventueel soortgroep), en wordt vooral bepaald door de bouw van de vogel (zoals gewicht, lengte, plaatsing van de ogen, en eigenschappen van de vleugel). Individuele verschillen binnen een soort(groep) worden daarnaast bepaald door leeftijd en ervaring van de vogel met zijn omgeving. De diverse basisprincipes worden in van der Vliet & Boerefijn (2014) besproken aan de hand van de literatuur, omdat deze basisprincipes leidend zijn geweest in onderhavig onderzoek. De wijze waarop uiteindelijk de soortspecifieke aanvaringskans is berekend, is beschreven in hoofdstuk 5.

De mastfactor is een correctiefactor die de aard van de mast (bijvoorbeeld hoogte en het aantal traversen), de aard van de bedrading (bijvoorbeeld dikte), de wijze van bedrading (bijvoorbeeld enkelvoudig of gebundeld, en de aanwezigheid van bliksemdraden), de al of niet aanwezigheid van mitigerende maatregelen, het al dan niet voorkomen van verschillende hoogspanningsverbindingen vlak naast elkaar (bundeling), en eventuele andere eigenschappen van de hoogspanningsverbinding verdisconteert. De wijze van vaststelling van de mastfactor is beschreven in hoofdstuk 6.

Berekening van het aantal draadslachtoffers vindt in beginsel plaats voor elke afzonderlijke vliegflux vanuit een Natura 2000-gebied naar een foerageergebied. Vervolgens is sommering mogelijk van alle vliegfluxen per soort voor zowel een bepaald gebied als voor meerdere gebieden. Deze gegevens kunnen worden gerelateerd aan de relevante instandhoudingsdoelstellingen om zodoende een kans op een significant effect te bepalen.

Met behulp van deze module kan daarom een eerste schifting worden gemaakt tussen instandhoudingsdoelstellingen die mogelijk wel geschaad worden en degene die zeker niet geschaad worden. Dit wordt gedaan door de additionele sterfte door een hoogspanningstracé uit te rekenen. Hierbij is additionele sterfte gedefinieerd als de extra sterfte die plaatsvindt als gevolg van de ingreep (in dit geval de nieuwe hoogspanningsverbinding) bovenop de normale bestaande jaarlijkse sterfte ('achtergrondmortaliteit'). Berekende waarden voor draadslachtoffers worden op basis van jurisprudentie gerelateerd aan de 1 %-norm (zie § 3.3.1). Toepassing van de 1 %-norm is echter niet onomstreden. Daarom kan binnen de module ook aan andere drempelwaarden dan 1 % worden getoetst, namelijk 0,5 % of 0,1 %.

Vooralsnog zijn de uitgangspunten binnen de module als volgt:

- Op basis van de berekende vliegflux en de aanvaringskans wordt het maximaal aantal draadslachtoffers berekend (voor alle kruisingen in Figuur 3.6) berekend
- Maximaal 1 % additionele sterfte is acceptabel (dat wil zeggen "per definitie" geen significante negatief effect)
- Berekend wordt waar de additionele sterfte lager is dan 1 % en waar hoger

Tenslotte is met deze module mogelijk om ook de effecten van een nieuwe verbinding in samenhang met andere ingrepen bij de berekening van de bruto effecten mee te nemen (de zogenaamde cumulatieve effecten).

3.6 Module 3: Bepaling van het netto aantal draadslachtoffers

In de derde module van SIMFLUX worden eerst mitigerende maatregelen geïntroduceerd via een aanpassing van de mastfactor binnen een bepaald deel van een tracé. Door bijvoorbeeld op een bepaald tracédeel varkenskrullen of andere bliksemdraadmarkering op te hangen, neemt de aanvaringskans op dat tracédeel met een bepaald percentage af. Het aantal draadslachtoffers neemt dus ook naar rato af. In deze module is het ook mogelijk de (verminderde) effecten door amoveren van bestaande verbindingen te verrekenen. Vervolgens worden de berekeningen van module 2 overgedaan, inclusief de toetsing aan de 1 %-norm. Op deze manier blijven alleen instandhoudingsdoelstellingen over waar méér dan 1 % additionele sterfte na mitigatie plaatsvindt. Deze stap kan op eenvoudige wijze herhaald worden na het introduceren van extra mitigerende maatregelen (en eventueel amoveren van een bestaande verbinding).

4 Bepaling van de vliegfluxen

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de vliegfluxen worden bepaald. Dit gebeurt aan de hand van invoerdata die nodig zijn in het simulatiemodel SIMFLUX. Invoerdata kunnen zowel direct bruikbaar zijn (zoals de ligging van een gebied) maar kunnen ook door omrekening van basisdata worden verkregen. In alle gevallen wordt hier in detail de herkomst behandeld. Voorbeelden van invoerdata betreffen gebiedsgegevens (van zowel slaapplekken als foerageergebieden), vogelgegevens (waaronder soortspecifieke karakteristieken) en tracégegevens (ligging van tracéalternatieven, karakteristieken van de verbindingen en effectiviteit van mitigerende maatregelen). Twee aspecten zijn dermate specifiek dat deze elk een apart hoofdstuk krijgen, namelijk de soortspecifieke aanvaringskans (hoofdstuk 5) en de mastfactor inclusief mitigerende maatregelen (hoofdstuk 6).

4.1 Gebieden

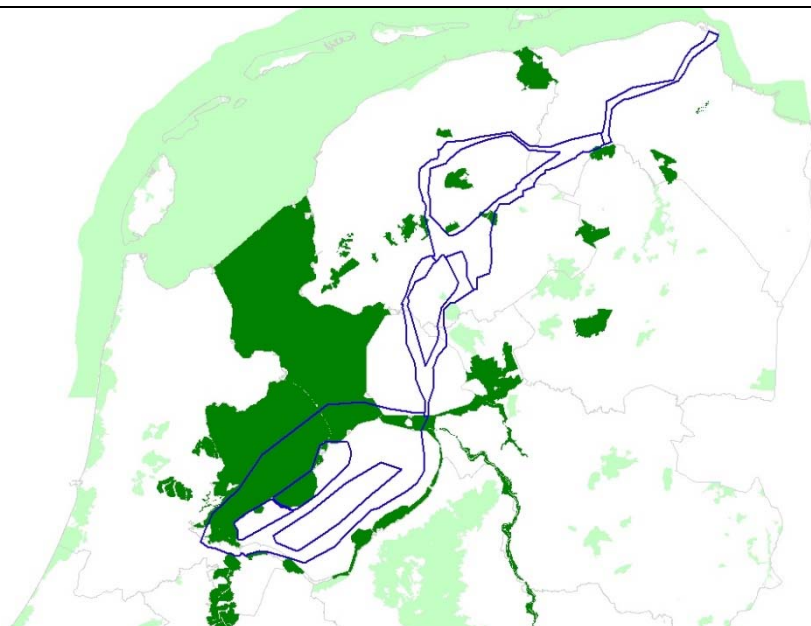
In deze paragraaf wordt alleen selectieprocedure, onderverdeling in deelgebieden en de naamgeving van gebieden behandeld. De bijbehorende instandhoudingsdoelstellingen en vogeltelgegevens worden in de volgende paragraaf behandeld.

4.1.1 Slaapplekken bij slaapplekfunctie

Met slaapplekken worden gebieden bedoeld waar vogels slapen of rusten. Voor de vergelijking van de tracéalternatieven wordt voor de slaapplekken uitsluitend uitgegaan van het stelsel van Natura 2000-gebieden, aangevuld met de binnen dit project relevante beschermde natuurmonumenten. De slaapplekken waarvan vogels tijdens pendelvluchten het plangebied kunnen bereiken zijn in Figuur 4.1 donkergroen weergegeven. De keuze om te komen tot deze gebieden hangt samen met de maximale foerageerafstand (Van der Vliet et al., 2011). Grotere gebieden zijn opgedeeld in kleinere eenheden. Dit is gedaan voor IJsselmeer (acht deelgebieden), Markermeer & IJmeer (vier deelgebieden) en Uiterwaarden IJssel (vier deelgebieden, waarvan de twee zuidelijkste deelgebieden tussen Deventer en Arnhem niet verder relevant zijn omdat zij op grotere afstand liggen dan de maximale vliegafstand van alle relevante soorten). De aldus verkregen gebieden zijn opgesomd in Tabel 4.1. Alle afzonderlijke (deel)gebieden krijgen een unieke code. Van elk (deel)gebied wordt een middelpunt bepaald, dat geldt als modelmatige puntbron voor de vliegflux.

Buiten de Natura 2000-gebieden zijn er voor veel soorten nog andere slaapgebieden. Voor de Kolgans betreft dat bijvoorbeeld meren als Tjeukemeer, Slotermeer en Koevordermeer (zie Figuur 2.4). Voor de vergelijking van tracéalternatieven zijn deze extra slaapgebieden niet meegenomen.

Het niet betrekken van slaapgebieden buiten de Natura 2000-gebieden betekent een vereenvoudiging van de werkelijke situatie. Bij een eventueel op te stellen passende beoordeling in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 zullen andere slaapgebieden wel worden meegenomen.



Figuur 4.1 Relevante Natura 2000-gebieden en Beschermde Natuurmonumenten met slaapplaatsdoelstelling (donkergroen) voor het zoekgebied voor Noord-West 380 kV (niet relevante Natura 2000-gebieden in lichtgroen)

4.1.2 Foerageergebieden bij slaapplaatsfunctie

Met foerageergebieden worden gebieden bedoeld waar vogels foerageren. Voor Noord-West 380 kV wordt voor de foerageergebieden in eerste instantie uitgegaan van de telgebieden voor de maandelijkse watervogeltellingen van SOVON. Omdat na de gegevensaanvraag bleek dat het opgevraagde gebied bij nader inzien te beperkt van omvang was, en omdat niet van alle telgebieden gegevens voorhanden waren, is dit bestand aangevuld met data uit uurhokken (vijf bij vijf km), afgeleid uit de zogenaamde profielendocumenten van Natura 2000-soorten. Gezamenlijk vormen de SOVON-telgebieden en de aansluitende uurhokken de voor Noord-West 380 kV betrokken foerageergebieden (zie figuur 4.2). Elk foerageergebied heeft een unieke code. Van elk foerageergebied wordt een middelpunt bepaald, dat geldt als modelmatig doel voor de vliegflux.

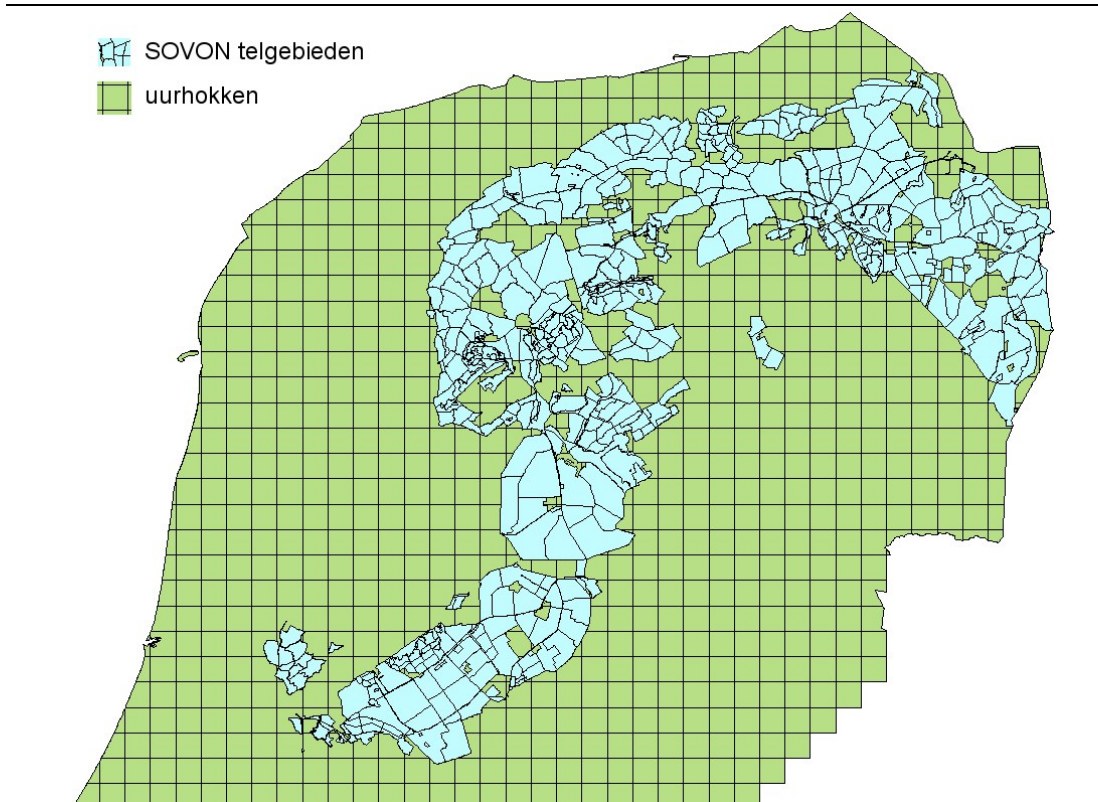
4.1.3 Slaapplaatsen en foerageergebieden bij foerageerfunctie

Voor de vergelijking van tracéalternatieven zijn met SIMFLUX alleen berekeningen uitgevoerd met instandhoudingsdoelstellingen die een slaapplaatsfunctie vertegenwoordigen. Uitgangspunt is dus dat het slaapgebied bestaat uit een Natura 2000-gebied en dat foerageergebieden overwegend daarbuiten liggen.

Effecten op doelstellingen die uitsluitend betrekking hebben op een foerageerfunctie (mogelijkheid 3 in § 2.2) zijn niet berekend, omdat in de praktijk vogels meestal ook slapen in die gebieden. In vergelijking met de slaapplaatsfunctie zijn dus bij een foerageerfunctie de vliegafstanden over het algemeen veel geringer. Figuur 2.3 laat echter zien dat bij een eventuele keuze voor een tracé door bijvoorbeeld IJsselmeer en / of Markermeer niet voorbijgegaan kan worden aan de vliegbewegingen vanuit (in dit geval binnen) een Natura 2000-gebied met alleen een foerageerdoelstelling. Hiertoe is een veel gedetailleerdere aanpak van vliegbewegingen noodzakelijk, die op dit moment buiten beschouwing blijft.

Tabel 4.1 Gehanteerde indeling voor de gebieden met slaapplaatsdoelstelling (volgens Figuur 4.1)

Gebiedsnaam	
Alde Feanen	Markermeer & IJmeer_Hoorn-Amsterdam
Deelen	Markermeer & IJmeer_Hoorn-Enkhuizen
Dwingelderveld	Markermeer & IJmeer_Houtribdijk
Eemmeer & Gooimeer Zuidoever	Naardermeer
Fochteloërveen	Oeverlanden Schildmeer (beschermd natuurmonument)
Groote Wielen	Oostelijke Vechtplassen
IJsselmeer_Afsluitdijk	Oostvaardersplassen
IJsselmeer_Flevopolderkust	Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving
IJsselmeer_Friese kust	Polder Zeevang
IJsselmeer_Gaasterland	Sneekermeergebied
IJsselmeer_Houtribdijk	Uiterwaarden IJssel_Marle-Deventer
IJsselmeer_Kust Medemblik-Enkhuizen	Uiterwaarden IJssel_Keteldiep-Marle
IJsselmeer_Noordoostpolderkust	Uiterwaarden Zwarte Water & Vecht
IJsselmeer_Westfriese dijk	Van Oordt's Mersken
Ilperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske	Veluwerandmeren
Ketelmeer & Vossemeer	Waterland Aeën en Dieën (beschermd natuurmonument)
Lauwersmeer	Wieden
Leekstermeergebied	Witte en Zwarte Brekken
Lepelaarplassen	Zuidlaardermeergebied
Markermeer & IJmeer_Flevodijk	Zwarte Meer



Figuur 4.2 Bestand met foerageergebieden. Voor de kern van het onderzoeksgebied is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van gegevens in de SOVON-telgebieden (lichtblauwe gebieden). Voor de periferie, en waar SOVON-gegevens ontbreken, is uitgegaan van telgegevens op uurhokbasis (groene gebieden)

4.1.4 Plangebied, onderzoeksgebied, deelgebieden, corridors en subgebieden

Het is goed om de diverse aanduidingen van gebieden te definiëren die in dit rapport gebruikt worden.

Plangebied

Het onderzochte voornemen betreft een hoogspanningsverbinding van Eemshaven, via Ens naar Diemen. Binnen verschillende verbindingscorridors zijn tracéalternatieven ontwikkeld. Het samenstel van de verbindingscorridors (zie Figuur 4.1) vormt het plangebied.

Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied is het gebied waarbinnen wordt onderzocht welke effecten door de nieuwe hoogspanningsverbinding kunnen optreden. In het geval van vliegbewegingen is het onderzoeksgebied veel groter dan het plangebied, omdat zij een grotere reikwijdte hebben dan het plangebied ('uitstralingseffect').

Deel- en subgebieden en corridors

Vanwege de grootte van het plangebied is onderscheid gemaakt in vier deelgebieden:

- Eemshaven – Vierverlaten: Eemshaven (station Oude Schip) is het startpunt van de verbinding. Bij Vierverlaten staat een transformatorstation van TenneT
- Vierverlaten – Oudehaske: vanaf station Vierverlaten loopt het tracé naar station Oudehaske
- Oudehaske – Ens: op station Ens wordt aangesloten op het bestaande hoogspanningsnet
- Ens – Diemen: station Diemen is het eindpunt van de nieuwe verbinding

Binnen de deelgebieden wordt onderscheid gemaakt in subgebieden. Dit zijn gebieden waar op onderdelen van de verbindingsopties meerdere tracéalternatieven mogelijk zijn. SIMFLUX berekent in eerste instantie de effecten per subgebied. Zo kan bij de ontwikkeling van een uiteindelijk te realiseren tracé, een afweging per subgebied gemaakt worden. De resultaten worden vervolgens geaggregeerd naar deelgebied.

De meeste deelgebieden kennen onderdelen waardoor meerdere, maar niet alle, tracéalternatieven lopen. Deze onderdelen van een deelgebied worden corridors genoemd. Zo kennen deelgebieden 2 en 3 elk een corridor West en Oost en deelgebied 4 een corridor West, Midden en Oost.

4.2 Vogeldata

Specifieke gegevens over vogels worden op meerdere plekken binnen het model gebruikt. Enerzijds betreft dit vogelgegevens die gekoppeld zijn aan gebieden, zoals instandhoudingsdoelstellingen, maar anderzijds betreft dit soortspecifieke eigenschappen, zoals de maximale foerageerafstand. Voor hele specifieke inputdata, zoals 1 %-norm en soortspecifieke aanvaringskans, wordt in detail de gehele berekeningswijze (inclusief aannames) behandeld.

4.2.1 Instandhoudingsdoelstellingen

Relevant zijn de soorten met een instandhoudingsdoelstelling die door hun pendelend vlieggedrag tot binnen het plangebied (onderzoeksgebied) van Noord-West 380 kV kunnen voorkomen. Dit betreft vooral de zogenaamde 'wintergasten', zoals zwanen, ganzen, eenden, steltlopers en sterns.

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Tabel 4.2 toont alle relevante vogelsoorten. Dit zijn soorten waarvoor één of meer relevante instandhoudingsdoelstellingen zijn overgebleven gelet op de onder meer de maximale foerageerafstand (Van der Vliet et al., 2011).

Tabel 4.2 Relevante niet-broedvogelsoorten voor Noord-West 380 kV

Soortnaam			
Aalscholver	Grutto	Lepelaar	Topper
Bergeend	Kemphaan	Meerkoet	Tureluur
Brandgans	Kievit	Nonnetje	Visarend
Brilduiker	Kleine rietgans	Pijlstaart	Wilde eend
Dwergmeeuw	Kleine zwaan	Reuzenster	Wilde zwaan
Fuut	Kluut	Scholekster	Wintertaling
Goudplevier	Kolgans	Slobeend	Wulp
Grauwe gans	Krakeend	Smient	Zeearend
Grote zaagbek	Krooneend	Tafeleend	Zwarte stern
Grote zilverreiger	Kuifeend	Toendrarietgans	

Voor de aantallen per soort en per slaappleats (zie § 4.1.1) zijn voor de tracévergelijking de instandhoudingsdoelstellingen gebruikt. Desgewenst kunnen ook andere aantallen gebruikt worden, bijvoorbeeld de actueel aanwezige aantallen. Aantallen worden uitgedrukt in gemiddeld aantal per jaar. Figuur 4.3 toont als voorbeeld een deel van de slaapdoelstellingen.

ESS_SLDL : Tabel				
	Gebied	Code	Naam	SLPDL_GEM
	Ilperveld, Varkensland, Oostzaner	A043	Grauwe gans	90
	Ilperveld, Varkensland, Oostzaner	A050	Smient	6400
	Ilperveld, Varkensland, Oostzaner	A156	Grutto	100
	Lauwersmeer	A037	Kleine zwaan	140
	Lauwersmeer	A038	Wilde zwaan	10
	Lauwersmeer	A041	Kolgans	190
	Lauwersmeer	A042	Dwerggans	12
	Lauwersmeer	A043	Grauwe gans	1100

Figuur 4.3 Impressie van tabel ESS_SLDL voor instandhoudingsdoelstellingen uitgedrukt in gemiddeld aantal individuen per slaappleats op jaarbasis (SLPDL_GEM)

Indien de instandhoudingsdoelstelling betrekking heeft op een maximum aantal, wordt dit ten behoeve van het model omgerekend naar een jaargemiddelde (SLPDL_GEM), zodat bij de berekeningen steeds sprake is van eenzelfde grootte (zie Figuur 4.4 en nadere uitleg in Bijlage 1).

De bewerkingen en de volledige lijst met relevante instandhoudingsdoelstellingen is opgenomen in een Accesdatabase VOGDAT (in de tabel met de naam ESS_SLDL). De tabel is via een zogenaamde één-op-meer-relatie te koppelen aan de slaapgebieden.

4.2.2 Telgegevens (foerageergebieden)

De aantallen vogels in de telgebieden zijn gebaseerd op telgegevens van SOVON. Relevant is hierbij op te merken dat vogels overdag worden geteld. In de meeste gevallen zullen de getelde vogels ook daadwerkelijk foerageren. Van enkele soorten is echter bekend dat zij vooral 's nachts foerageren, zodat de getelde aantallen eigenlijk vooral betrekking hebben op slapende individuen. Betreffende soorten zijn onder meer: Smient, Tafeleend, Kuifeend en Topper. Voor de uurhokken zijn aantallen ingevuld op basis van de profielendocumenten (Ministerie van LNV, 2010). Aantallen worden uitgedrukt in (over het hele jaar) gemiddeld aantal per dag. De SOVON-gegevens zijn afhankelijk van de beschikbaarheid gebaseerd op diverse telgegevens (maandtellingen, seizoensmaxima en punttransecttellingen) en hebben betrekking op tellingen over een periode van vijf jaren. Bijlage 1 geeft nadere uitleg over de wijze waarop de oorspronkelijke telgegevens naar gemiddelde aantallen op dagbasis zijn omgerekend.

Op deze wijze is een bestand opgebouwd waarin voor de relevante vogelsoorten telgegevens voorhanden zijn per telgebied of uurhok. Figuur 4.4 geeft een impressie van een dergelijke tabel. De tabel is via een zogenaamde 1-op-n-relatie te koppelen aan de foerageergebieden.

VOG_GEM : Tabel					
	GEBCOD	SOORT	BRON	GEBEUR	GEM
	DR1111	Kolgans	MND	DR1111_1590	69,150690
	DR1111	Grauwe Gans	MND	DR1111_1610	3,069479
	DR1111	Brandgans	MND	DR1111_1670	4,105342
	DR1111	Krakeend	MND	DR1111_1820	0,220685
	DR1111	Wilde Eend	MND	DR1111_1860	4,409644
	DR1111	Slobeend	SEIMX	DR1111_1940	1,560000
	DR1111	Tafeleend	MND	DR1111_1980	0,182164
	DR1111	Kuifeend	MND	DR1111_2030	0,860658
	DR1111	Meerkoet	MND	DR1111_4290	2,382493
	DR1111	Schalekster	SEIMX	DR1111_4500	0,320000

Figuur 4.4 Impressie van tabel VOG_GEM met telgegevens per telgebied (GEBCOD). De kolom GEM geeft het gemiddelde aantal vogels dat zich gedurende het gehele jaar dagelijks in een telgebied bevindt, gebaseerd op tellingen over een periode van vijf jaren

4.2.3 Maximale foerageerafstand

De maximale foerageerafstand (van der Vliet et al., 2011) wordt op meerdere plaatsen in SIMFLUX gebruikt. De belangrijkste toepassing gebeurt bij de bepaling van de lengte van de vliegflux tussen een slaapplek en een foerageergebied. De vliegflux kan voor een soort nooit langer zijn dan de maximale foerageerafstand. Daarnaast wordt de maximale foerageerafstand ook gebruikt binnen de berekening van de soortspecifieke aanvaringskans (zie hoofdstuk 5). Maximale foerageerafstanden zijn verkregen uit de literatuur. Voor soorten waarvoor geen referentie beschikbaar was, is een aanname voor de afstand gedaan gebaseerd op ecologische overeenkomst met een soort waarvoor wel een opgave in de literatuur beschikbaar was. Tabel 4.3 geeft een overzicht.

Tabel 4.3 Maximale foerageerafstand (km) voor relevante vogelsoorten als niet-broedvogel zoals gehanteerd voor het MER (van der Vliet et al., 2011)

Soort	Maximale foerageerafstand	Bron
Aalscholver	20	van der Hut et al., 2007
Bergeend	3	van der Hut et al., 2007
Brandgans	30	Nolet et al., 2009
Brilduiker	5	van der Hut et al., 2007
Dwergmeeuw	0 ¹	zie noot 1
Goudplevier	15	Gillings et al., 2005
Grauwe gans	30	Nolet et al., 2009
Grote zaagbek	5 ²	zie noot 2

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Soort	Maximale foerageerafstand	Bron
Grote zilverreiger	15	Nienhuis, 2007
Grutto	15 ³	zie noot 3
Kemphaan	15 ³	zie noot 3
Kievit	15 ³	zie noot 3
Kleine rietgans	30	Nolet et al., 2009
Kleine zwaan	12	van Gils & Tijssen, 2007
Kluut	10	van der Hut et al., 2007
Kolgans	30	Nolet et al., 2009
Krakeend	5	Guillemain et al., 2008
Krooneend	15 ⁴	zie noot 4
Kuifeend	15 ⁵	zie noot 5
Lepelaar	15	van der Hut et al., 2007
Nonnetje	5 ²	zie noot 2
Pijlstaart	2	van der Hut et al., 2007; Legagneux et al., 2009
Reuzenster	Onbekend ⁶	zie noot 6
Scholekster	15	van der Hut et al., 2007
Slobeend	1	van der Hut et al., 2007
Smient	11	Boudewijn et al., 2009
Tafeleend	15	Boudewijn & Kuijpers, 1985; Boudewijn, 1989
Toendrarietgans	30 ⁷	zie noot 7
Topper	15	van der Hut et al., 2007
Tureluur	2	van der Hut et al., 2007
Visarend	11	Triay, 2002
Wilde eend	26	Davis, 2007
Wilde zwaan	10	Robinson et al., 2004
Wintertaling	9	Guillemain et al., 2008
Wulp	15	van der Hut et al., 2007
Zeearend	Onbekend ⁶	zie noot 6
Zwarte stern	Onbekend ⁶	zie noot 6

1. De Dwergmeeuw gedraagt zich buiten het broedseizoen semi-pelagisch (SOVON, 1987). Dit houdt in dat de soort in deze periode hooguit incidenteel slaappleatsen op het vaste land opzoekt.
2. Vanwege de verwantschap van Grote zaagbek en Nonnetje met de Middelste zaagbek is voor de twee eerste soorten de foerageerafstand van de Middelste zaagbek aangehouden (cf van der Hut et al., 2007).
3. Voor de steltlopersoorten Grutto, Kemphaan en Kievit is de grootste bekende gerapporteerde foerageerafstand voor een, voor dit onderzoek relevante, steltlopersoort aangehouden (namelijk die van zowel Scholekster als Wulp (cf van der Hut et al., 2007)).

ConceptKenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

4. Voor Krooneend is vanwege de verwantschap en overeenkomstige voedselkeuze dezelfde foerageerafstand als Tafeleend aangehouden.
5. Voor Kuifeend is vanwege de verwantschap en overeenkomstige voedselkeuze dezelfde foerageerafstand als Topper aangehouden.
6. Voor Reuzenster, Zeearend en Zwarte stern werden geen relevante opgaven voor de maximale foerageerafstand buiten het broedseizoen gevonden. Daarom worden voor deze soorten alle relevante Natura 2000-gebieden ten noorden van de grote rivieren (behalve Noordkustzone en Waddenzee) in de analyse betrokken.
7. Van de soorten ganzen heeft Toendrarietgans gemiddeld de grootste afstand tussen slaapplek en foerageergebied (Dubbeldam & Zijlstra, 1996). Voor deze soort is daarom dezelfde afstand als de andere ganzensoorten aangehouden.

4.2.4 1 %-norm

Berekende aantallen draadslachtoffers worden gerelateerd aan de 1 %-norm van de relevante populatie van de soort. De 1 %-norm vormt de grens waarboven significante effecten niet op voorhand kunnen worden uitgesloten.

Deze staat in SIMFLUX gelijk aan 1 % extra sterfte ten opzichte van de normale jaarlijkse achtergrondsterfte en wordt berekend via:

$$(2) \text{ 1 \% -norm} = (\text{populatiegrootte} * (1 - \text{jaarlijkse overleving})) / 100.$$

Voor de berekening van de 1 %-norm van de betreffende soort zijn dus alleen zowel de jaarlijkse overleving en de (relevante) populatiegrootte nodig. De jaarlijkse overleving wordt bepaald aan de hand van terugmeldingen van individuen van bekende leeftijd. Overzichten geven bijvoorbeeld de internetpagina's www.bto.org (2010) en BioBase van het CBS (2003). Voor soorten die in deze overzichten ontbreken is relevante literatuur opgezocht. Voor een tweetal soorten is ten slotte een aanname voor de jaarlijkse overleving gedaan op basis van ecologische overeenkomsten met soorten waarvoor deze opgaven wel beschikbaar waren. Tabel 4.4 geeft een overzicht.

De relevante populatiegrootte betreft in alle gevallen de instandhoudingsdoelstelling per Natura 2000-gebied. Eventueel kan ook de som van instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden binnen een netwerk, of (bij toetsing aan de Flora- en faunawet) de regionale of landelijke populatiegrootte als uitgangspunt worden gehanteerd. Zie hiervoor § 4.2.1.

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Tabel 4.4 Gehanteerde adulte jaarlijkse overleving per relevante soort

Soort	Jaarlijkse overlevings-		Opmerkingen
	fractie	Bron	
Aalscholver	0,88	BTO	
Bergeend	0,89	BTO	
Brandgans	0,91	BTO	
Brilduiker	0,77	BTO	
Dwergmeeuw	0,89	Stenhouse & Robertson, 2005	Op basis van ecologische vergelijkbaarheid met Vorkstaartmeeuw
Fuut	0,75	Abt & Konter, 2009	
Goudplevier	0,73	BTO	
Grauwe gans	0,83	BTO	
Grote zaagbek	0,82	BTO	
Grote zilverreiger	0,74	Kahl, 1963	
Grutto	0,94	BTO	
Kemphaan	0,52	BTO	
Kievit	0,71	BTO	
Kleine rietgans	0,83	BTO	
Kleine zwaan	0,88	BTO	
Kluut	0,78	BTO	
Kolgans	0,72	BTO	
Krakeend	0,72	Szymczak & Rexstad, 1991	Gemiddelde van waarden voor mannen en vrouwen
Krooneend	0,65	BTO	Op basis van data Tafeleend
Kuifeend	0,71	BTO	
Lepelaar	0,83	Bauchau et al., 1998	
Meerkoet	0,75	BioBase	
Nonnetje	0,84	Beintema, 1980	
Pijlstaart	0,66	BTO	
Reuzenster	0,89	Gill & Ewaldt, 1983	
Scholekster	0,88	BTO	
Slobeend	0,58	BTO	

Jaarlijkse overlevings-		Opmerkingen
Soort	fractie	Bron
Smient	0,53	BTO
Tafeleend	0,65	BTO
Toendrarietgans	0,77	BTO
Topper	0,48	BTO
Tureluur	0,74	BTO
Visarend	0,81	BioBase
Wilde eend	0,63	BTO
Wilde zwaan	0,80	BTO
Wintertaling	0,61	BioBase
Wulp	0,74	BTO
Zeearend	0,94	BTO
Zwarte stern	0,85	van der Winden & van Horssen, 2008

4.3 Tracégegevens

Ligging van de tracéalternatieven is direct relevant voor het bepalen van de ligging van de kruisingen met de vliegflux. Dit geldt ook voor de exacte ligging van het huidige netwerk. Een eigenschap van een bovengrondse verbinding is de morfologie. Deze verbindingsmorfologie wordt verder behandeld in hoofdstuk 6.

In het MER zijn per deelgebied alternatieven bepaald die worden getoetst op hun effecten op natuurwaarden. Deze alternatieven worden 'tracéalternatieven' genoemd. Er zijn twee soorten tracéalternatieven: combinatiealternatieven en bundelingsalternatieven. Een combinatiealternatief bestaat uit de bestaande en nieuwe verbinding in één nieuwe verbinding gecombineerd. Hierbij wordt de bestaande verbinding gesloopt. Een bundelingsalternatief bestaat uit een bundeling met een bestaande hoogspanningsverbinding (in afzonderlijke verbindingen parallel aan elkaar) dan wel met andere infrastructuur. Zie voor bundeling en combinatie ook § 6.1.3.

In SIMFLUX kunnen afzonderlijk de effecten van een bestaande en nieuwe verbinding worden berekend. In het geval van verkabeling of amoveren van (delen van) de bestaande verbinding kunnen door saldering draadslachtoffers van de nieuwe situatie worden vergeleken met de huidige situatie. Het verschil wordt meestal aangeduid als de additionele sterfte. Effecten van cumulatie met bijvoorbeeld windturbineparken kunnen eveneens worden verrekend door draadslachtoffers en de slachtoffers door andere oorzaken bij elkaar op te tellen.

5 Bepaling van de soortspecifieke aanvaringskans

Een van de belangrijkste invoergegevens voor SIMFLUX is de soortspecifieke aanvaringskans. Deze kans geeft aan hoe vaak een bepaalde vogelsoort in aanvaring komt met hoogspanningsdraden. Met nadruk is hierbij het risico op elektrocutie door hoogspanningsdraden buiten beschouwing gelaten. Voor bepaling van de soortspecifieke aanvaringskans is zowel een maat van het aantal slachtoffers per soort als de lokale vliegbewegingen nodig. In dit hoofdstuk wordt een innovatieve manier besproken om soortspecifieke aanvaringskansen te berekenen. In Bijlage 2 wordt een overzicht per soort gegeven.

5.1 Soortspecifieke aanvaringskans

De soortspecifieke aanvaringskans is lastig te bepalen omdat zowel het aantal gevonden draadslachtoffers als de kwantificering van de vliegflux beschikbaar moeten zijn. Rapportage van beide gebeurt echter weinig in de literatuur. Om toch voor zoveel mogelijk soorten te komen tot een soortspecifieke aanvaringskans is tot een methode gekomen die uitgaat van de tellingen van draadslachtoffers in Nederland in het verleden. Kort gezegd komt deze methode erop neer dat de soortspecifieke aanvaringskans wordt bepaald door het aantal draadslachtoffers in het verleden te relateren aan de populatiegrootte en -verdeling in die tijd. De formules om tot de soortspecifieke aanvaringskans (p_x) te komen voor bijvoorbeeld het jaar 1974 zijn als volgt:

$$(3) \quad p_x = \text{DSO/jr (1974)} / \text{Flux/jr (1974)}$$

p_x = aanvaringskans specifiek voor vogelsoort x (aantal dode exemplaren per soort per aantal vliegbewegingen)

DSO = aantal draadslachtoffers per tracédeel (aantal dode exemplaren per soort per km)

Flux = aantal vliegbewegingen over betreffende tracédeel (aantal vliegbewegingen per soort per km)

jr = jaar

De keuze voor het jaar 1974 is niet toevallig, maar gebaseerd op de gegevens van vele onderzoeken die op het einde van de jaren zestig en in de jaren zeventig in Nederland naar draadslachtoffers zijn uitgevoerd. Het jaar 1974 is het gewogen gemiddelde van deze onderzoeksperiode.

De twee termen van de formule (DSO/jr) en (Flux/jr) worden volgens formules 4 en 5 berekend:

$$(4) \quad \text{DSO/jr (1974)} = \text{DSO/km/jr} * \text{netwerklengte} * \text{presentie}$$

$$(5) \quad \text{Flux/jr (1974)} = \text{populatie (soort)} * \text{Flux/jr/individu} * \text{passeerfractie}$$

Via formule 4 wordt voor een soort dus het aantal draadslachtoffers per jaar berekend, in dit geval 1974. Via formule 5 wordt het aantal vliegbewegingen van deze soort in 1974 berekend. Via vier stappen worden beide formules berekend. De berekening en bepaling van de afzonderlijke termen worden hieronder besproken.

5.1.1 Berekening van het aantal draadslachtoffers per jaar

Stap 1a: selectie en berekening van basisdata voor draadslachtoffers

Bij de selectie binnen de dataset van relevante data voor de bepaling van draadslachtoffers zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Alleen onderzoeken gedaan in Nederland zijn betrokken
- Alleen gegevens waarbij de specifieke soort bekend was, zijn betrokken
- Alleen gegevens zijn betrokken waarbij de hoogspanningsverbinding geen markering had
- Alleen gegevens zijn betrokken waarbij omrekening mogelijk was naar draadslachtoffers per km per jaar

Uiteindelijk resteren ruim 1000 records, hetgeen een goede basis voor nadere analyse vormt. Voor deze records betreft de totale lengte van de onderzochte hoogspanningstrajecten 95,37 km. Hierbij zijn trajecten die meerdere jaren geteld ook voor even zoveel jaren meegeteld. Voor deze totale lengte is per soort het totale aantal draadslachtoffers per jaar bepaald. Door dit totale aantal draadslachtoffers per jaar te delen door 95,37 ontstaat ten slotte per soort het totaal aantal draadslachtoffers per km per jaar.

De hiermee bepaalde aanvaringskans is te beschouwen als een 'worst case', omdat over het algemeen vooral onderzoek is uitgevoerd op plaatsen waar veel draadslachtoffers vallen.

Stap 1b: basisdata voor de lengte van het hoogspanningsnetwerk in 1974

Het jaar van de onderzoeken (onder stap 1a) varieert, maar ligt gemiddeld over alle studies op 1974. Berekeningen op basis van de dataset worden dus geacht om betrekking te hebben op dit gemiddelde jaar 1974. Ook andere basisgegevens zijn zoveel als mogelijk voor dat jaar verzameld. De lengte van het totale bovengrondse hoogspanningsnetwerk in Nederland in 1974 betrof 3449 km (Renssen 1977).

Stap 1c: inschatting van presentie

Presentie stelt de spreiding van een soort voor over Nederland. Men kan zich voorstellen dat een soort met een bepaalde populatiegrootte die heel geconcentreerd op slechts enkele plekken in Nederland voorkomt minder vaak als draadslachtoffer wordt aangetroffen dan een soort met een vergelijkbare populatiegrootte die in heel Nederland voorkomt.

Ook kan men zich voorstellen dat de presentie in het broedeizoen anders is dan in het niet-broedeizoen, zodat de presentie voor zowel broedeizoen als niet-broedeizoen is bepaald.

Presentie is in alle gevallen gebaseerd op SOVON (1987) omdat dit de enige landsdekkende bron is voor alle relevante soorten en alle seizoenen. De volgende algemene rekenregels zijn aangehouden:

- Het aantal relevante atlasblokken was 1767 in alle gevallen. Hierbij zitten ook IJsselmeer en Waddenzee blokken (die dus alleen maar uit water bestaan)
- Per soort zijn alleen atlasblokken gebruikt waar de soort (ooit) pleisterend is vastgesteld
- Het aantal blokken waarin de soort is vastgesteld is voor alle relevante maanden opgeteld en gedeeld door dat aantal maanden. Voor het broedseizoen is daarom de aanwezigheid van een broedvogelsoort voor drie maanden bij elkaar opgeteld (en dan door drie gedeeld) resulterend in een gemiddelde aanwezigheid per kilometerhok voor het broedseizoen. Voor het niet-broedseizoen gelden andere aantallen maanden
- De gemiddelde waarde voor aanwezigheid in kilometerhokken is gedeeld door 1767 resulterend in de presentie voor een soort per seizoen

Specifiek voor het broedseizoen danwel het niet-broedseizoen zijn nog nadere uitgangspunten geformuleerd. Voor het broedseizoen zijn dit:

- Voor jaarrond in Nederland aanwezige soorten betreft het broedseizoen de maanden april-mei-juni. Het broedseizoen voor de vroeg terugkerende Lepelaar is ook op deze maanden gesteld
- Voor zomervogels (meestal Afrikagangers) betreft het broedseizoen de maanden mei-juni-juli. Hieronder vallen ook Grote zilverreiger en Kleine zilverreiger die in de periode voor 1987 nog als zomervogels waren te beschouwen
- Voor Blauwe kiekendief en Grauwe kiekendief betreft het broedseizoen alleen juni-juli (gezien de vele doortrekkende individuen van deze soorten in mei is de presentie in die maand nogal vertroebeld)

Voor het niet-broedseizoen gelden de volgende extra uitgangspunten:

- Voor jaarrond in Nederland voorkomende soorten betreft het niet-broedseizoen de negen maanden buiten het broedseizoen
- Voor zomervogels (Afrikagangers) betreft het niet-broedseizoen de maand voor de hierboven gedefinieerde broedmaanden (dus april behalve voor de Lepelaar waar deze maart was), plus de maanden na de broedmaanden tot aan vertrek (dit leverde dus een variërend aantal maanden op die recht doet aan de duur van het verblijf van de soort in Nederland)
- Voor soorten die niet in Nederland broeden, betreft het niet-broedseizoen de zes wintermaanden van oktober tot en met maart (ook al komen ze sporadisch ook in andere maanden voor)

- Voor de trekvogelsoorten Visarend en Reuzenstern betreft het niet-broedseizoen de volgende maanden: voor Visarend de maanden april-mei en augustus-september-oktober; en voor Reuzenstern april-mei en juli-augustus-september
- Voor Dwergmeeuw betreft het niet-broedseizoen de maanden april-mei (voorjaars trek) en september-oktober (najaars trek)

Om de presentie vergelijkbaar te maken met de populatie die per jaar is uitgerekend (zie stap 2a hieronder) is de presentie over het jaar uitgerekend door een gewogen gemiddelde te nemen van de presentie tijdens drie maanden van het broedseizoen en die tijdens negen maanden van het niet-broedseizoen.

Stap 1d: berekening per soort van het aantal draadslachtoffers per jaar

Vermenigvuldiging van de resultaten uit stappen 1a-c levert per soort het aantal draadslachtoffers voor het jaar 1974.

5.1.2 Berekening van het aantal vliegbewegingen per jaar**Stap 2a: berekening basisdata voor grootte van vogelpopulatie in 1974**

Voor elke vogelsoort wordt de populatiegrootte geschat voor 1974, zowel voor het broedseizoen als voor het niet-broedseizoen.

- Broedseizoen:
Het aantal broedparen voor 1974 is gebaseerd op schattingen in Teixeira (1979). Eventueel is het gemiddelde genomen van de twee uiterste waarden van de schatting. Het aantal broedparen is naar het aantal individuen omgerekend
- Niet-broedseizoen:
Het aantal individuen in 1974 is geschat op basis van de gepubliceerde profielendocumenten van het Ministerie van LNV (2010). Voor soorten waarvoor geen profielendocument beschikbaar was, zijn zoveel als mogelijk gegevens gebruikt uit SOVON (1987). Voor een aantal andere soorten, zoals Roerdomp en Bruine kiekendief, is het aantal individuen dat berekend is voor het broedseizoen ook gebruikt voor het niet-broedseizoen. Voor een aantal zomervogels (Afrikagangers) is het aantal afgeleid uit het aantal broedparen met daarin verdisconteerd het aantal maanden dat een soort ook nog als niet-broedvogels aanwezig is (volgens SOVON 1987). Zo is de zomervogel Purperreiger 6 maanden in Nederland aanwezig, namelijk in drie maanden als broedvogel en dus drie maanden als niet-broedvogel. Voor andere zomervogels gelden eventueel andere verhoudingen. De getallen voor zomersoorten zijn vervolgens omgerekend voor een volledig jaar zodat de systematiek van de profielendocumenten (en dus de andere soorten) wordt gevolgd. Hiertoe is de niet-broedpopulatie evenredig verdeeld over alle maanden van het jaar. Voor soorten die Nederland alleen als doortrekker aandoen zijn getallen van anno nu gebruikt als schatting van de populatie van 1974.

Omdat lang niet altijd bekend was wanneer gedurende het jaar de draadslachtoffers vielen, is voor 1974 een gemiddelde populatiegrootte per soort gedurende het jaar berekend door een gewogen gemiddelde te nemen van de presentie tijdens drie maanden van het broedseizoen en die tijdens negen maanden van het niet-broedseizoen

Stap 2b: bepaling van de landelijke jaarlijkse vliegflux per individu per soort in 1974

De vliegflux per individu per soort voor het jaar 1974 wordt ook berekend voor zowel het broedseizoen als het niet-broedseizoen. Als basis is in dit geval het niet-broedseizoen genomen. Voor dit seizoen is uitgegaan van het feit dat een individu één vliegbeweging heen en weer maakt per dag, dus 730 vluchten per jaar (365 dagen * twee vluchten). Voor soorten die een dagelijkse slaap-foerageertrek kennen, is dit een goede inschatting. Voor soorten die slechts af en toe verkassen is deze vliegflux in werkelijkheid lager.

Tijdens het broedseizoen wordt door een individu veel vaker per dag gevlogen. Voor de relevante soorten is op basis van de duur van het broedseizoen (onderverdeeld in eiperiode en jongenperiode) een schatting gemaakt van het aantal dagen dat een individu heen en weer vliegt per dag. De eiperiode is de periode in aantal dagen dat een broedpaar zijn eieren in het nest heeft. De jongenperiode is de periode in aantal dagen dat een broedpaar de aan het nest gebonden jongen verzorgt. Voor beide periodes is een gemiddelde lengte aangehouden (Tabel 5.1). Per soort is met deze data voor het broedseizoen het aantal vluchten per broedpaar met succesvol legsel uitgerekend (Tabel 5.1). Aangenomen is dat gedurende de eiperiode twee vluchten per dag per koppel plaatsvinden (dus vier keer een kruising), en gedurende de jongenperiode vier vluchten per dag per koppel (dus 8 keer een kruising). Alle relevante soorten kennen per jaar slechts één legsel. Er is vanuit gegaan dat dit ene legsel inderdaad ook succesvol is; aangenomen is dus dat er geen vervolglegels zijn door mislukking van het eerste. Basisdata zijn gebaseerd op BTO (2010).

Tabel 5.1 Lengte van eiperiode en jongenperiode (beide in aantal dagen) voor relevante broedvogelsoorten, en ook het resulterende aantal vluchten per broedpaar

	Eiperiode	Jongenperiode	Aantal vluchten per broedseizoen per broedpaar
Blauwe kiekendief	34	40	456
Bruine kiekendief	35	38	460
Grauwe kiekendief	29	38	420
Roerdomp	26	53	528
Aalscholver	30	50	520
Lepelaar	23	48	476
Grote zilverreiger	26	42	440

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

	Eiperiode	Jongenperiode	Aantal vluchten per broedseizoen per broedpaar
Kleine zilverreiger	22	43	432
Purperreiger	28	48	496
Visdief	22	25	288
Zwarte stern	2	22	264

Voor broedvogels is tenslotte de jaarlijkse vliegflux berekend door het aantal vluchten gedurende het broedseizoen (Tabel 5.1) op te tellen bij het aantal vluchten dat gedurende het niet-broedseizoen worden uitgevoerd (waarbij uitgegaan is van één vliegbeweging per dag zoals hierboven beschreven). De lengte van het niet-broedseizoen is berekend door van de 365 dagen van een jaar de duur van het broedseizoen (de gecombineerde duur van eiperiode en jongenperiode) af te trekken.

Stap 2c: bepaling van de passeerfractie per soort in 1974

Voor het bepalen van de soortspecifieke aanvaringskans is het van belang om per soort een indicatie te hebben van het aandeel van de populatie dat in 1974 over het hoogspanningsnetwerk vloog. Dat wordt hier de passeerfractie genoemd. De passeerfractie is afhankelijk van de landelijke dichtheid van het hoogspanningsnetwerk en van de maximale foerageerafstand van een soort. De dichtheid van het (bovengrondse) hoogspanningsnetwerk was in 1974 3449 km op een totaal landoppervlak van Nederland (34.985 km²), oftewel 0,10 km netwerk per km². Deze dichtheid staat voor de maaswijdte binnen het hoogspanningsnetwerk. Hoe kleiner de maaswijdte (dus hoe dichter een gebied is) hoe meer kans een soort daar heeft om tegen een verbinding aan te vliegen. Ook geldt: hoe kleiner een maximale foerageerafstand is van een soort, hoe kleiner de kans om een hoogspanningsverbinding te kruisen. De waarde van 0,10 km netwerk per km² is een dichtheid uitgedrukt als een vierkant. Ecologisch gezien is het echter beter om een cirkel te nemen omdat een vanuit een bepaald vertrekpunt in een willekeurige richting wegvliegende vogel met een bepaalde maximale foerageerafstand altijd maximaal de omtrek van een cirkel kan bereiken. De omtrek van een cirkel stelt dus het hoogspanningsnetwerk voor (en de straal daarmee de gemiddelde maaswijdte). De waarde van 0,10 voor het vierkant is daarom herleid tot een cirkel die een omtrek en oppervlak kent evenredig met de waarde van 0,10 km netwerk per km². De cirkel die voldoet aan deze verhouding heeft een omtrek van 126 km (en dus een oppervlak van 1257 km² en een straal van 20 km). Het netwerk anno 1974 heeft dus een gemiddelde maaswijdte met een straal van 20 km. Bij deze straal is de passeerfractie per 'default' op exact 1 gesteld, hetgeen ecologisch betekent dat een vogel die in een willekeurige richting vliegt, een hoogspanningsverbinding kruist na gemiddeld 20 km.

Op basis van resultaten van de simulatietool blijken ganzen met een maximale foerageerafstand van 30 km in werkelijkheid slechts gemiddeld 11,43 km enkele reis te vliegen. Dit levert een verhouding op tussen maximale en werkelijke foerageerafstand van 0,38 op ($11,43/30 = 0,38$); deze verhouding wordt als geldig voor alle soorten aangehouden.

Ook is aangenomen dat deze verhouding anno nu ook gold in 1974. De cirkel die hoort bij de werkelijke foerageerafstand van ganzen heeft dus een straal van 11,43 km en een oppervlak van 410 km². De passeerfractie voor ganzen is dus gemiddeld $410/1257 = 0,33$. Per soort wordt op deze wijze de passeerfractie berekend, waarbij de passeerfractie afhankelijk is van de grootte van de foerageerafstand.

Voor de meeste soorten is de foerageerafstand kleiner dan die voor ganzen zodat ook een kleiner aandeel van deze soort een lijn passeert (zodat voor deze soorten de berekende passeerfractie kleiner uitvalt dan 0,33).

Stap 2d: berekening per soort van de vliegflux per jaar

Vermenigvuldiging van de resultaten uit stappen 2a-c levert per soort het aantal draadslachtoffers voor het jaar 1974.

5.1.3 Berekening van de soortspecifieke aanvaringskansen

Deling op elkaar van de relevante factoren, verkregen via stappen 1d en 2d, levert uiteindelijk de soortspecifieke aanvaringskansen. Alle waarden zijn uiteindelijk omgerekend naar het aantal slachtoffers per 10.000 vliegbewegingen. In Bijlage 2 wordt een overzicht gegeven van de soortspecifieke aanvaringskansen.

5.2 Resultaten: soortspecifieke aanvaringskansen

5.2.1 Algemene bespreking

Voor de meeste relevante vogelsoorten is uiteindelijk via bovenstaande procedure een soortspecifieke aanvaringskans berekend. Voor soorten waarvoor geen kans kon worden berekend, is deze kans op basis van verwantschap gerelateerd aan die van vergelijkbare soorten. Al met al leidde deze procedure ertoe dat voor alle relevante soorten een soortspecifieke aanvaringskans werd bepaald. Hieronder wordt de grote lijn besproken zoals die naar voren komt uit Bijlage 2.

Er kan worden geconcludeerd dat de soortspecifieke aanvaringskans niet vergelijkbaar is tussen soorten. Soortspecifieke aanvaringskansen variëren van 553 voor de Goudplevier tot aan 0,003 voor de Zwarte stern. De gevonden onderlinge verschillen komen over het algemeen goed overeen met voorspellingen vanuit de literatuur (onder andere Bevanger, 1998).

Behalve voor Goudplevier, Kemphaan, Slobeend en Tureluur liggen alle soortspecifieke aanvaringskansen onder de 100. De vier soorten met de hoogste aanvaringskansen komen alle in vooral agrarisch gebied voor. Zij lopen daarom tijdens de balts in het voorjaar risico en / of tijdens het overwinteren wanneer zij zich in grote groepen verzamelen. In tegenstelling tot wat de literatuur vermeldt wordt ook voor roofvogels een relatief grote soortspecifieke aanvaringskans berekend, hoewel voor slechts één soort, namelijk de Bruine kiekendief, voldoende data beschikbaar waren. Tenslotte vallen ook de relatief hoge soortspecifieke kansen voor bijvoorbeeld zwanen, zwemeenden en Meerkoet op. Dit zijn alle soorten die niet heel wendbaar zijn in vlucht (Bevanger, 1998). Aan de andere kant van het spectrum worden voor onder meer duikeenden, meeuwen en sterns juist relatief lage soortspecifieke aanvaringskansen berekend.

Over het algemeen volgen de soorten binnen soortgroepen eenzelfde patroon. Een belangrijke uitzondering wordt gevormd door de Roerdomp binnen de groep reigers. De Roerdomp loopt als nachtactieve soort wellicht een extra risico. Het is daarnaast opmerkelijk dat ook voor de Lepelaar een relatief lage soortspecifieke aanvaringskans wordt berekend.

Merk overigens op dat soorten met een hoge soortspecifieke aanvaringskans niet altijd ook de soorten zijn waarvan de meeste slachtoffers vallen. Immers, de vliegflux van een soort bepaalt ook deels het risico op slachtoffers. Algemene soorten lopen immers per definitie ook een groter risico, ook al hebben zij een lage soortspecifieke aanvaringskans.

5.2.2 Vergelijking met literatuur: de casus eenden

Om de berekende soortspecifieke aanvaringskansen beter te kunnen duiden is een globale vergelijking gemaakt tussen de aanvaringskansen die berekend is via bovenstaande procedure en de aanvaringskansen zoals die uit de literatuur kan worden berekend. Als voorbeeld zijn hiervoor eenden genomen. Literatuurstudies moesten voldoen aan een aantal voorwaarden, namelijk:

- De studie is verricht in een wetland of vlakbij open water
- De studie betreft eenden
- De hoogspanningsverbinding betreft een transmissie verbinding

Uiteindelijk blijkt alleen de studie van Meyer & Lee (1979) geschikt die gebieden in Amerika beschrijft. De hierin besproken eendensoorten komen overigens zowel in Amerika als in Europa voor. In Tabel 5.2 staan de (afgeronde) kansen zoals die volgens de in dit rapport beschreven procedure worden berekend. Deze kansen gelden dus in eerste instantie voor de Nederlandse situatie.

Tabel 5.2 Aanvaringskans per eendensoort per 10.000 vliegbewegingen, vergeleken met de aanvaringskans voor eenden in de USA zoals gerapporteerd door Meyer & Lee (1979)

Soort	Aantal draadslachtoffers per 10.000 vliegbewegingen
Wilde eend	2,9
Smient	2,1
Pijlstaart	36,5
Slobeend	186,3
Wintertaling	20,0
Tafeleend	1,0
Kuifeend	1,9
eenden	5 (Crab creek, USA)
eenden	7 (Bybee lake, USA)

De resultaten zoals berekend voor de simulatietool variëren nogal per soort. Wel is er een opvallend verschil in grootte van de kans tussen de zwemeenden (Wilde eend, Smient, Pijlstaart, Slobeend en Wintertaling) en de duikeenden (Tafeleend en Kuifeend). De zwemeenden scoren duidelijk hoger dan de duikeenden, met uitzondering van Wilde eend en Smient. Het valt op dat de aanvaringskansen zoals gerapporteerd door Meyer & Lee (1979) in dezelfde orde grootte liggen met de getallen als de hierboven berekende getallen voor duikeenden. Getallen die voor zwemeenden via de methode in dit rapport zijn berekend, komen alleen voor Smient en Wilde eend overeen. Deze exercitie leert dat het van groot belang is om getallen per soort uit te rekenen, omdat binnen een groep met op het oog vergelijkbare soorten als eenden de verschillen al aanzienlijk zijn. Wel is duidelijk dat de getallen zoals die zijn gebruikt als input voor SIMFLUX van een vergelijkbare orde grootte zijn als die elders in de literatuur gerapporteerd.

6 Bepaling van de mastfactor

Voor de mastfactor (bij bovengrondse verbindingen) wordt in dit hoofdstuk in detail de gehele berekeningswijze (inclusief aannames) behandeld. In Bijlage 3 staan de berekende mastfactoren voor de relevante masttypen gegeven. De aanwezigheid van mitigerende maatregelen is ook een eigenschap van een tracé(deel), omdat dergelijke maatregelen niet standaard worden toegepast. Via aanpassing van de waarde van de mastfactor kunnen mitigerende maatregelen worden verdisconteerd. De effectiviteit van de diverse mitigerende maatregelen wordt als laatste factor behandeld.

6.1 Mastfactor

De verbindingsmorfologie is het totaal aan vormeigenschappen van een bovengrondse hoogspanningsverbinding. Het is een intrinsieke eigenschap van de hoogspanningsmast plus bijbehorende draden (stroomgeleiders en bliksemdraden). Intuïtief leiden masttypen met verschillende bouwstijlen (dus met een andere verbindingsmorfologie) tot verschillende aantallen slachtoffers vanwege verschillen in draaddichtheid in combinatie met zichtbaarheid. Binnen de formules van SIMFLUX is de mastfactor geformuleerd om dit effect van verbindingsmorfologie te bepalen.

De mastfactor is te beschouwen als een afwijking of correctie van de soortspecifieke aanvaringskans ten opzichte van een “gemiddelde mast”. Elk masttype met zijn specifieke verbindingsmorfologie wordt vergeleken met deze standaard en de aanvaringskans wordt aan de hand hiervan gecorrigeerd.

Zowel verbindingsmorfologie als mastfactor zijn nieuwe begrippen zodat hiervoor niet kan worden aangesloten bij de literatuur. Het voordeel van deze begrippen is hun algemene toepasbaarheid. Bijvoorbeeld bij bundeling en combinatie van hoogspanningsverbindingen (zie onder) kunnen mastfactoren opgeteld worden om een verbeterde zichtbaarheid of een verhoogde dichtheid te simuleren. Daarnaast is een voordeel dat door de mastfactor de eigenschappen van een masttype in een getal worden uitgedrukt, zodat direct verschillende typen masten kunnen worden vergeleken.

Effecten van zichtbaarheid verschillen tussen dag en nacht. Omdat bepaalde vogelsoorten vooral 's nachts vliegen (nachtvliegers) terwijl andere soorten vooral overdag vliegen (dagvliegers), is voor zowel 's nachts als overdag een formule voor de mastfactor opgesteld. Theoretisch geldt dat de aanvaringskans minder wordt als de zichtbaarheid van een mast relatief hoog is, maar groter wordt als de draden relatief onzichtbaar zijn.

Bovendien geldt dat de dichtheid van draden een rol speelt: hoe minder draden per oppervlakte, hoe kleiner de kans van een aanvaring. Deze effecten werken overdag en 's nachts min of meer tegenovergesteld.

6.1.1 Mastfactor 's nachts

's Nachts is vooral de draaddichtheid van de verbinding van belang, met slechts een ondergeschikte rol voor de zichtbaarheid. Voor 's nachts is de mastfactor daarom uitgedrukt als functie van drie factoren:

- De hoogte van de mast. Vogels vliegen 's nachts hoger waardoor hogere masten een grotere kans op draadslachtoffers veroorzaken. De masthoogte wordt verdeeld in klassen (Kh). Masten tot 25 m krijgen een waardering 1, masten tussen 25 en 45 m een waarde 2 en masten hoger dan 45 m een waarde 3
- Het aantal traversen (zijarmen) van de mast, inclusief het aantal traversen met alleen bliksemdraden (T). Naarmate het aantal traversen groter is, zal ook de aanvaringskans toenemen
- De dichtheid aan draden in het verticale oppervlak (D). Hoe groter de dichtheid aan draden, hoe meer slachtoffers kunnen vallen. De dichtheid is afhankelijk van het aantal draden, maar vooral ook van de wijze waarop deze zijn gebundeld en verdeeld over de traversen. Voor het bepalen van de dichtheid wordt daarom het aantal bundels per traverse (Bu) vermenigvuldigd met het aantal fasedraden per bundel (F) en vervolgens wordt daar het aantal bliksemdraden (BI) bij opgeteld. Van dit geheel wordt de wortel getrokken, omdat anders de variatie tussen de verschillende masttypen onevenredig groot wordt

De eerste twee factoren zijn in sterke mate bepalend voor de grootte van het verticale oppervlak waarin de draden liggen (Renssen 1977). Hoe groter dit oppervlak is hoe meer slachtoffers kunnen vallen.

Voor een getal voor het effect 's nachts wordt de masthoogteklasse Kh vermenigvuldigd met het aantal traversen (T) en de dichtheid D (formule 6a):

$$(6a) \text{ mast(nacht)} = Kh * T * D$$

De dichtheid D is het product van het aantal bundels per traverse (Bu) en het aantal fasedraden per bundel (F) en vervolgens wordt daar het aantal bliksemdraden (BI) bij opgeteld. Van dit geheel wordt de wortel getrokken:

$$(6b) \text{ dichtheid } D = \sqrt{(Bu * F) + BI}$$

Substitutie in bovenstaande formule van D door de losse componenten levert uiteindelijk formule 7a voor de mastfactor mast(nacht):

$$(7a) \text{ mast(nacht)} = Kh \cdot T \cdot \sqrt{(Bu \cdot F) + BI}.$$

De waarde voor mast(nacht) is uiteindelijk genormaliseerd ten opzichte van de gemiddelde waarde voor alle aanwezige masttypen in het onderzoeksgebied om zodoende een serie waarden rondom de 1 te krijgen.

De mastfactor werkt zo, dat vooral de draaddichtheid (rekening houdend met de mate van bundeling), het aantal traversen en het verticale oppervlak bepalend zijn. Naarmate deze parameters groter zijn, neemt de mastfactor 's nachts toe. Merk op dat de draaddichtheid wordt bepaald door het verticale vlak en niet door de lengte van de verbinding. Het lengte-aspect zit al in de vliegflux verdisconteerd, namelijk in de vorm van de plaats van de kruisingen van vliegfluxen met een hoogspanningsverbinding (zie § 3.4.3).

6.1.2 Mastfactor overdag

Voor overdag is de zichtbaarheid van de verbinding het meest bepalend. De zichtbaarheid wordt uitgedrukt in een breuk, waarbij de teller bestaat uit parameters die de kans op aanvaring vergroten en de noemer uit parameters die de kans op aanvaring verkleinen.

- In de teller wordt het aantal fasedraadbundels (B) en het aantal bliksemraden (BI) bij elkaar opgeteld. Naarmate er meer fasedraadbundels zijn neemt de kans op aanvaringen toe, zeker wanneer elke bundel slechts uit één fasedraad bestaat (Van Kessel & Hoorens, 2010). De bliksemraden hebben in de teller een relatief groot aandeel omdat deze overdag ten opzichte van de dikkere fasedraden slecht opvallen en juist daardoor veel aanvaringsslachtoffers onder uitwijkende vogels veroorzaken
- Deze som wordt vermenigvuldigd met de masthoogte Kh. De hoogte van de mast maakt een verbinding in zekere zin beter zichtbaar, maar het gaat niet zozeer om de mast zelf, maar om de hoogte waarop de draden hangen. Bij een hogere mast hangen deze veelal hoger en meer verspreid, hetgeen de aanvaringskans vergroot
- In de noemer wordt de zichtbaarheid Z bepaald door het aantal traversen met fasedraden (Tf), het aantal bundels per traverse (Bu) en het aantal fasedraden per bundel (F) met elkaar te vermenigvuldigen. Elk van deze parameters vergroot de zichtbaarheid

Voor een getal voor het effect overdag geldt daarom formule 6c:

$$(6c) \text{ mast(dag)} = Kh \cdot (B + BI) / Z$$

Substitutie in bovenstaande formule van Z door de losse componenten levert uiteindelijk formule 7b voor de mastfactor mast(dag):

$$(7b) \text{ mast(dag)} = Kh \cdot (B + Bl) / (Tf \cdot Bu \cdot F)$$

De waarde voor mast(dag) is uiteindelijk genormaliseerd ten opzichte van de gemiddelde waarde voor alle aanwezige masttypen in het onderzoeksgebied om zodoende een serie waarden rondom de 1 te krijgen.

Voor dagvliegers wordt alleen de mastfactor voor overdag gebruikt in de berekeningen, terwijl het omgekeerde geldt voor nachtvliegers. Voor soorten die zowel overdag als 's nachts vliegen is het gemiddelde van beide factoren genomen.

6.1.3 Mastfactor bij combinatie of bundeling van hoogspanningsverbindingen

Discussie van effecten van een hoogspanningsverbinding op vogels betrof tot nu toe de situatie van een enkele verbinding. De omstandigheden veranderen echter als een bestaande enkele verbinding wordt gecombineerd dan wel wordt gebundeld met een nieuwe hoogspanningsverbinding. In deze gevallen treedt in feite een verandering op van de verbindingsmorfologie van de bestaande verbinding.

Combinatie

Bij combinatie met een bestaande hoogspanningsverbinding wordt eerst de nieuwe verbinding naast de bestaande verbinding aangelegd. In de masten van de nieuwe verbinding worden de geleiders van de bestaande én de nieuwe hoogspanningsverbinding gehangen. Vervolgens wordt de oude verbinding verwijderd. Het netto resultaat is dus een zwaardere verbinding met veranderde mastfactoren 's nachts en overdag op nagenoeg dezelfde locatie in vergelijking met de referentiesituatie.

Bundeling

Er is sprake van bundeling wanneer de nieuwe verbinding naast een bestaande verbinding of andere bovenregionale infrastructuur wordt aangelegd. De bestaande verbinding blijft ongewijzigd bestaan. Hier is alleen bundeling met een bestaande hoogspanningsverbinding van belang.

De vraag is dan of vogels de bundeling ervaren als één enkele verbinding of als twee verbindingen. De verwachting is dat na kruising van de eerste verbinding de tweede verbinding minder effect heeft omdat deze als het ware in de 'schaduw' van de eerste ligt. Inderdaad wordt dit bevestigd door veldwaarnemingen (van Kouwen, 2011). Het aantal reacties van vogels op de als tweede gepasseerde verbinding is 50 % tot 70 % van de reacties op de als eerste gepasseerde verbinding. De veldwaarnemingen zijn alleen overdag gedaan.

Voor het model wordt op grond hiervan aangenomen dat gemiddeld genomen het effect van twee gebundelde verbindingen 80 % $(=(100 + 60) / 2)$ bedraagt van de som van beide verbindingen afzonderlijk. Dit geldt voor de mastfactor overdag. De mastfactor 's nachts wordt niet beïnvloed, omdat deze wordt bepaald door de draaddichtheid.

6.2 Mitigatiemaatregelen

Onder mitigatiemaatregelen worden alle maatregelen verstaan die genomen worden om het negatieve effect van een bepaalde ingreep te verminderen.

De meest effectieve mitigatiemaatregel waar het draadslachtoffers betreft is het ondergronds aanleggen (verkabelen) van de nieuwe verbinding en het slopen van de bestaande verbinding. Technisch gezien is dat mogelijk voor maximaal 10 km lengte. In dat geval zijn er ter plaatse van het ondergrondse deel geen draadslachtoffers meer.

In het geval van bovengrondse hoogspanningsverbindingen bestaan de maatregelen uit het ophangen van middelen in de bliksemdraden. Het effect van deze middelen varieert maar wordt in dit rapport conservatief op 50 % gesteld. Van der Vliet & Boerefijn (2014) geven een overzicht van de verschillende typen met hun bijbehorende effect. Een aantal maatregelen levert een reductie in draadslachtoffers op tot 90 %. Binnen SIMFLUX wordt mitigatie meegenomen door de mastfactor met 0,5 te vermenigvuldigen (bij 50 % effect). Eventueel kan met deze correctie worden gevarieerd, bijvoorbeeld door met 0,1 te vermenigvuldigen (bij 90 % effect neemt de aanvaringskans af tot één tiende).

7 Presentatie resultaten

SIMFLUX genereert als output zowel kaarten als tabellen. In dit rapport worden voorbeelden gegeven van de mogelijke wijze van presentatie.

SIMFLUX berekent/bepaalt:

- Bij de vliegfluxen zonder kruising met een tracé (geen beïnvloeding) is het aantal vliegbewegingen terug identiek aan het aantal heen
- Bij de vliegfluxen met kruising (wel beïnvloeding) neemt het aantal vliegbewegingen heen en terug af als gevolg van het optreden van draadslachtoffers
- Bij aanpassing van de ligging van de hoogspanningsverbinding kan nagegaan worden of dit leidt tot verandering van het aandeel kruisende vliegfluxen
- De afname van het aantal individuen per jaar op een slaappleats als gevolg van draadslachtoffers (rekening houdend met cumulatie en in tweede instantie mitigatie)
- Voor alle soorten afzonderlijk en voor elke slaappleats van die soort, maar ook voor alle slaappleatsen van die soort bij elkaar

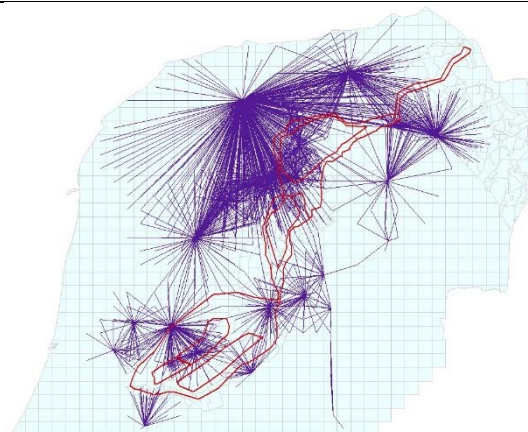
De voorbeelden in dit hoofdstuk hebben betrekking op onderdelen van het oorspronkelijke voornemen van een nieuwe (bovengrondse) hoogspanningsverbinding van Eemshaven via Ens naar Diemen. Ze hebben geen betrekking op het project Noord-West 380 kV EOS-VVL (zie paragraaf 1.1).

7.1 Kaarten

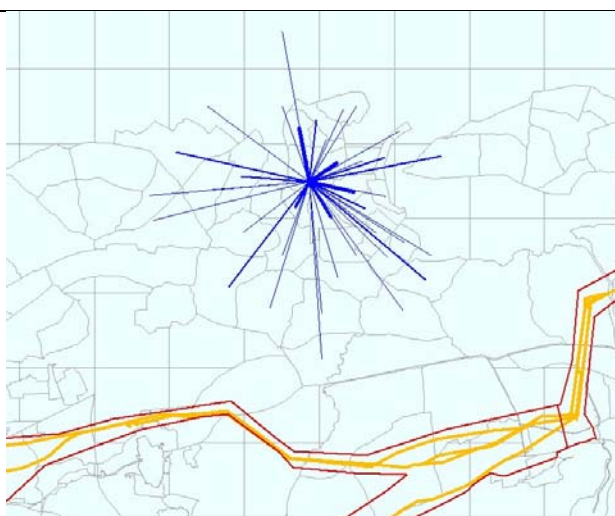
Figuren 7.1 tot en met 7.4 geven enkele voorbeelden van kaarten die met SIMFLUX gegenereerd kunnen worden.

Concept

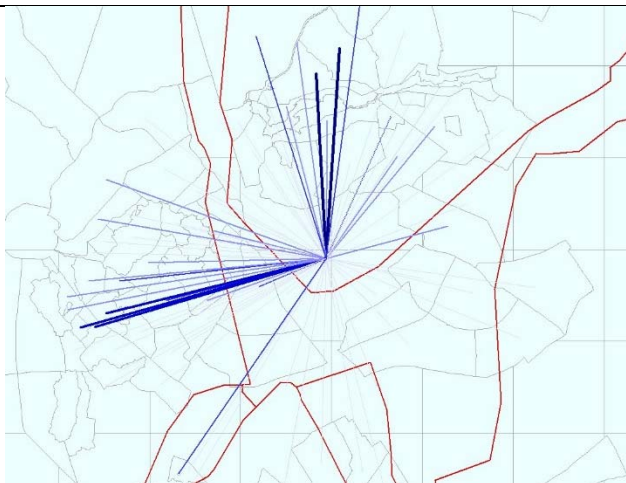
Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01



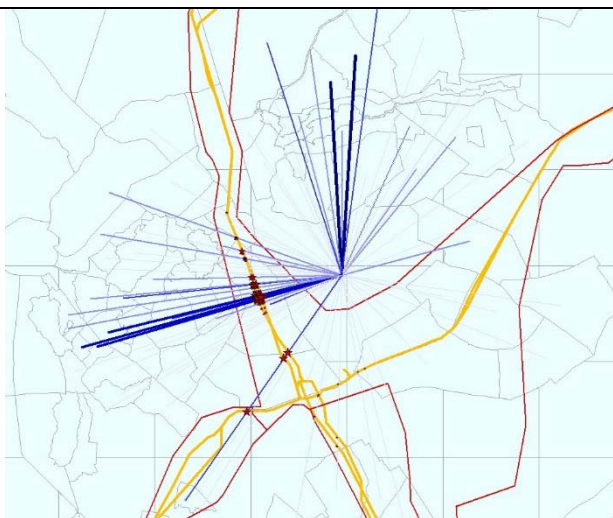
Figuur 7.1 Alle mogelijke relaties tussen slaapgebieden (Natura 2000-gebieden) en omliggende foerageergebieden. De slaapgebieden zijn herkenbaar als de middelpunten van waaruit lijnen zijn getrokken



Figuur 7.2 Voorbeeld van de relatie tussen een slaapgebied en omliggende foerageergebieden, in dit geval de Kleine zwaan met een slaapdoel in het Natura 2000-gebied Lauwersmeer. De dikte van de lijnen geeft een indicatie van het aantal vliegbewegingen. In dit geval zijn er geen vliegbewegingen die kruisen met het plangebied (rode begrenzing) dan wel tracéalternatieven (oranje lijnen)



Figuur 7.3 Voorbeeld van de relatie tussen een slaapgebied en omliggende foerageergebieden, in dit geval de Grote zilverreiger met een slaapdoel in het Natura 2000-gebied Deelen. De dikte van de lijnen geeft een indicatie van het aantal vliegbewegingen. In dit geval is er een aantal vliegbewegingen dat kruist met het plangebied (rode begrenzing)



Figuur 7.4 Voorbeeld van de relatie tussen een slaapgebied en omliggende foerageergebieden, in dit geval de Grote zilverreiger met een slaapdoel in het Natura 2000-gebied Deelen. De dikte van de lijnen geeft een indicatie van het aantal vliegbewegingen. In dit geval is er een aantal vliegbewegingen dat kruist met verschillende tracéalternatieven. De kruisingen zijn aangeduid met rode sterren. De grootte van een ster is afhankelijk van het aantal vliegbewegingen en geeft dus een indicatie voor het aantal draadslachtoffers

7.2 Tabellen

Het resultaat van SIMFLUX is het aantal draadslachtoffers per instandhoudingsdoelstelling. Presentatie van de resultaten van SIMFLUX vindt plaats via een serie tabellen. Alle tabellen geven de resultaten per tracéalternatief per deelgebied en geven een onderscheid tussen combinatie en bundeling. De achtereenvolgende tabellen geven in principe de resultaten van de drie modules van SIMFLUX weer (zie hoofdstuk 3). Effecten van sloop en / of mitigatie kunnen door variatie in waarden voor mastfactor worden doorgerekend. Op deze manier worden dus aparte tabellen voor de effecten 'bruto' (dus exclusief sloop), 'netto incl. sloop' en 'netto inclusief mitigatie' gegenereerd.

De serie van tabellen worden hieronder verder besproken voor een aantal tracéalternatieven die de naam van een kleur hebben gekregen. Tabel 2.1 geeft uitleg over de gebruikte regelkoppen in de tabellen.

Uiteindelijk vindt weergave van de resultaten plaats in vier stappen. De eerste twee stappen geven de effecten 'bruto' weer. In stap 1 wordt het aantal draadslachtoffers gegeven per soort per tracéalternatief en per subgebied. Het aantal draadslachtoffers wordt uitgedrukt in individuen per jaar met twee decimalen achter de komma. Dit is nodig om ook lage aantallen vogels te kunnen weergeven. Ter indicatie wordt ook per tracéalternatief het totale aantal draadslachtoffers gegeven (afgerond op een geheel getal) voor alle soorten bij elkaar opgeteld. In stap 2 worden de resultaten van stap 1 (waar zij nog per subgebied waren weergegeven) gesommeerd per deelgebied. Ook vindt in stap 2 per soort en instandhoudingsdoelstelling een eerste toetsing plaats aan de relevante 1 %-norm (zie § 4.2.4). In stappen 3 en 4 worden de effecten telkens weergegeven met inachtnaam van respectievelijk sloop ('netto incl. sloop') en mitigerende maatregelen ('netto incl. mitigatie'). In beide stappen wordt vervolgens de berekende aantallen draadslachtoffers gerelateerd aan de 1 %-norm. Op deze manier blijven na de laatste stap alleen de gevallen en instandhoudingsdoelstellingen over die na alle mogelijke mitigerende maatregelen nog steeds een effect ondervinden.

Tabel 2.1 Uitleg van de regelkoppen van de tabellen

Regelkop in tabel	Uitleg
<i>Natura 2000-gebied</i>	Gebied met instandhoudingsdoelstelling
<i>Vogelrichtlijnsoort X</i>	Instandhoudingsdoelstelling (naam van de vogelsoort)
DSO totaal	Totaal aantal draadslachtoffers (bruto) per tracéalternatief op jaarbasis
DSO incl. mitig.	Aantal draadslachtoffers, rekening houdend met effecten van sloop en effecten van mitigerende maatregelen
% add. sterfte	Sterftepercentage boven de 1 % jaarlijkse achtergrondsterfte

Stap 1: Aantal draadslachtoffers per subgebied

De effecten zijn voor elk tracéalternatief (kolom) gegeven per instandhoudingsdoelstelling met onderverdeling naar subgebied (regel). De onderste regel (DSO totaal) geeft het totale aantal draadslachtoffers (alle instandhoudingsdoelstellingen en subgebieden samen) per tracéalternatief op jaarbasis, afgerond op hele aantallen.

Tabel 2.2 Stap 1 van resultaten van SIMFLUX: aantal draadslachtoffers per subgebied

Instandhoudings- doelstelling	Sub- gebied	corridor West						
		Combinatiealternatieven					Bundelings- alternatieven	
		Rood	Geel	Blauw	Mint	Donker- blauw	Zwart	Wit
<i>Natura 2000-gebied</i>								
Vogelrichtlijnsoort X	4	0,01	0,07	0,07	0,01	0,10	0,10	0,01
Vogelrichtlijnsoort Y	7	75,52	73,63	66,17	66,17	75,52	38,06	38,06
...								
DSO totaal		2700	2476	1382	1387	2698	873	814

Stap 2: Aantal draadslachtoffers per deelgebied gerelateerd aan de 1 %-norm

In deze stap worden de meetresultaten van stap 1 samengevat door de resultaten van de subgebieden te sommeren voor het hele deelgebied. Verder worden de resultaten gecorrigeerd voor de 1 %-norm. Dit houdt in dat in de tabel alleen die aantallen draadslachtoffers zijn opgenomen, die hoger liggen dan de 1 %-norm van de jaarlijkse achtergrondsterfte, gerelateerd aan de instandhoudingsdoelstelling van het Natura 2000-gebied. Daarom kan het resultaat op 0,00 uitkomen, terwijl in de vorige tabel toch draadslachtoffers zijn gegeven.

Tabel 2.3 Stap 2 van resultaten van SIMFLUX: aantal draadslachtoffers per deelgebied gerelateerd aan de 1 %-norm

Instandhoudings- doelstelling	corridor West						
	Combinatiealternatieven					Bundelings- alternatieven	
	Rood	Geel	Blauw	Mint	Donker- blauw	Zwart	Wit
<i>Natura 2000-gebied</i>							
Vogelrichtlijnsoort X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vogelrichtlijnsoort Y	72,49	70,60	63,14	63,14	72,49	35,03	35,03
...							

Stap 3: Aantal draadslachtoffers per deelgebied met inachtnaam van sloop maar zonder mitigatie gerelateerd aan de 1 %-norm

In deze stap worden de effecten van sloop van (delen van) bestaande hoogspanningsverbindingen verdisconteerd. Het aantal draadslachtoffers dat berekend wordt voor de nieuwe verbinding wordt verminderd met het aantal draadslachtoffers dat berekend is voor het te slopen deel. De resultaten worden ook hier gecorrigeerd voor de 1 %-norm.

Tabel 2.4 Stap 3 van resultaten van SIMFLUX: aantal draadslachtoffers per deelgebied met inachtnaam van sloop maar zonder mitigatie gerelateerd aan de 1 %-norm

Instandhoudings- doelstelling	corridor West						
	Combinatiealternatieven					Bundelings- alternatieven	
	Rood	Geel	Blauw	Mint	Donker- blauw	Zwart	Wit
<i>Natura 2000-gebied</i>							
Vogelrichtlijnsoort X	53,72	52,37	45,73	45,73	53,72	35,03	35,03
Vogelrichtlijnsoort Y	8,51	8,36	4,93	4,93	8,51	3,70	3,70
...							

Stap 4: Aantal draadslachtoffers per deelgebied met inachtnaam van sloop en mitigatie gerelateerd aan de 1 %-norm

In de vierde stap ten slotte (Tabel 2.5) worden naast de effecten van sloop ook die van mitigerende maatregelen verrekend. Hierbij wordt arbitrair rekening gehouden met een mitigatie van 50 %. De resultaten worden ook hier gecorrigeerd voor de 1 %-norm.

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

In deze tabel worden de resultaten zowel gepresenteerd in aantallen draadslachtoffers (regel 'DSO inclusief mitig.') als in het percentage additionele sterfte (regel '% add. sterfte'), dat wil zeggen het sterftepercentage boven de 1 % jaarlijkse achtergrondsterfte.

Tabel 2.5 Stap 4 van resultaten van SIMFLUX: aantal draadslachtoffers per deelgebied met inachtnaam van sloop en mitigatie gerelateerd aan de 1 %-norm

Instandhoudings- doelstelling		corridor West						
		Combinatiealternatieven					Bundelings- alternatieven	
		Rood	Geel	Blauw	Mint	Donker- blauw	Zwart	Wit
<i>Natura 2000-gebied</i>								
Vogelrichtlijnsoort X	DSO incl. mitig.	15,96	15,55	12,65	12,65	15,96	16,00	16,00
	% add. sterfte	6,27	6,13	5,17	5,17	6,27	6,28	6,28
Vogelrichtlijnsoort Y	DSO incl. mitig.	2,24	2,19	1,04	1,04	2,24	1,44	1,44
	% add. sterfte	3,75	3,69	2,27	2,27	3,75	2,77	2,77
...								

8 Literatuur

- Abt, K. & Konter, A. 2009. Survival rates of adult European grebes (Podicipedidae). *Ardea* 97: 313-321.
- Arends, E., Groen, R., Jager, Th. & Boon, A. (red.), 2009. Passende beoordeling windpark Brown Ridge Oost. Pondera Consult, Royal Haskoning, Bureau Waardenburg, Alterra, Altenburg & Wymenga, Deltares, HWE, Arcadis & E-Connection.
- Bauchau, V., Horn, H. & Overdijk, O. 1998. Survival of Spoonbill on Wadden Sea islands. *Journal of Avian Biology* 29: 177-182.
- Beintema, A.J. 1980. Het Nonnetje *Mergus albellus*. *Limosa* 53: 3-10
- Bevanger, K. 1998. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. *Biological Conservation* 86: 67-76.
- Boudewijn, T.J. 1989. De Tafeleend *Aythya ferina* als zaadeter in de Grevelingen. *Limosa* 62: 169-176.
- Boudewijn, T.J. & Kuijpers, J.W.M. 1985. Foerageren de Tafeleenden *Aythya ferina* van het Haringvliet in de Grevelingen? *Limosa* 58: 163-166.
- Boudewijn, T.J., Müskens, G.J.D.M., Beuker, D., van Kats, R., Poot, M.J.M. & Ebbinge, B.S. 2009. Evaluatie opvangbeleid 2005-2008 overwinterende ganzen en smienten. Deelrapport 2. Verspreidingspatronen van foeragerende smienten. Alterra rapport 1841 / Rapport Bureau Waardenburg 08-090. Alterra, Wageningen / Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Brenninkmeijer, A., Beemster, N. & Bos, D. 2006. Foerageermogelijkheden voor kiekendieven en herbivore watervogels rond de Oostvaardersplassen en Lepelaarplassen. A&W-rapport 726. Bureau Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- British Trust for Ornithology (BTO). 2010. Birdfacts. www.bto.org/birdfacts; laatst geraadpleegd op 7 juli 2010.
- CBS 2003. Biobase 2003. Register biodiversiteit. CBS. Voorburg/Heerlen.
- Commissie voor de m.e.r. 2009. Noord-West 380 kV verbinding. Advies voor richtlijnen voor het milieueffectrapport. 29 oktober 2009 / rapportnummer 2317-32.
- Davis, B.E. 2007. Habitat use, movements, and survival of radio-marked female Mallards in the Lower Mississippi alluvial valley. Master Thesis. Louisiana State University & Agricultural and Mechanical College. Baton Rouge, La, USA.
- Dubbeldam, W. & Zijlstra, M. 1996. Ganzen in Oostelijk- en Zuidelijk Flevoland 1972/73 - 1991/92. Flevobericht 385. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.
- Gill, R.E. jr. & Mewaldt, L.R. 1983. Pacific coastal Caspian Terns: dynamics of an expanding population. *Auk* 100: 369-381.

- Gillings, S., Fuller, R.J. & Sutherland, W.J. 2005. Diurnal studies do not predict nocturnal habitat choice and site selection of European golden-plovers (*Pluvialis apricaria*) and Northern lapwings (*Vanellus vanellus*). *Auk* 122: 1249-1260.
- van Gils, J.A. & Tijssen, W. 2007. Short-term foraging costs and long-term fueling rates in central-place foraging swans revealed by giving-up exploitation times. *American Naturalist* 169: 609-620.
- Guillemain M., Mondain-Monval, J.-Y., Weissenbacher, E., Brochet, A.-L. & Olivier, A. 2008. Hunting bag and distance from nearest day-roost in Camargue ducks. *Wildlife Biology* 14: 379-385.
- Hustings, F., Koffijberg, K., van Winden, E., van Roomen, M., SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep & Soldaat, L. 2009. Watervogels in Nederland in 2007/2008. SOVON monitoringrapport 2009/02 en Waterdienst rapport 2009.020. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- van der Hut, R.G.M., Kersten, M., Hoekema, F. & Brenninkmeijer, A. 2007. Kustvogels in het Wadden- en Deltagebied. Verspreidingskaarten van kustvogels voor het calamiteitensysteem CALAMARIS. A&W-rapport 907. Bureau Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- Kahl, M.P. 1963. Mortality of Common Egrets and other herons. *Auk* 80:295-300.
- van Kessel, J.A.M. & B. Hoorens, 2010. Invloed van verschillen in mastmorfologie op aantallen draadslachtoffers. Rapportnummer R001-4688790KJV-ibs-V01. Tauw, Utrecht.
- Kleefstra, R. 2010. Reactie. Slaapplaatsen van ganzen: casus Witte en Zwarte Brekken. *De Levende Natuur* 111: 136-140.
- Kleijn D., Knecht, E. & Ebbinge, B.S. 2009. Evaluatie opvangbeleid 2005-2008 overwinterende ganzen en smienten. Deelrapport 3: het effect van het opvangbeleid op de verdeling van ganzen over opvanggebieden en gangbaar boerenland; studie aan de hand van gemerkte ganzen. Alterra rapport 1792, Wageningen.
- van Kouwen, J, 2011. Vlieggedrag van vogels bij gebundelde hoogspanningsverbindingen. Rapportnummer R001-4667808OKO-kmi-V01-NL. Tauw, Utrecht.
- de Leeuw, J.J. 1997. Demanding divers. Ecological energetics of food exploitation of diving ducks. Proefschrift. Rijksuniversiteit Groningen.
- Legagneux, P., Blaize, C., Lataunbe, F., Gautier, J. & Bretagnolle, V. 2009. Variation in home-range size and movements of wintering dabbling ducks. *Journal of Ornithology* 150: 183-193.
- Meyer, J.R. & Lee, J.M. jr 1979. Effects of transmission lines on flight behavior of waterfowl and other birds. In: Tillman, R. (red.), Proceedings of second symposium on environmental concerns in rights-of-way management, University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA, October 16-18, 1979, pp. 62/1-62/14.

- Ministerie van LNV 2010. Profielendocumenten Natura 2000-soorten.
www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=profielen; laatst geraadpleegd op 7 juli 2010.
- Nienhuis, J. 2007. Verspreiding van Grote zilverreigers in Groningen. *Grauwe Gors* 35(1): 4-9.
- Nolet, B.A., Baveco, J.M. & Kuipers, H. 2009. Evaluatie opvangbeleid 2005-2008 overwinterende ganzen en smienten. Deelrapport 2. Een modelberekening van de capaciteit van opvanggebieden voor overwinterende ganzen en smienten. Alterra rapport 1840. Alterra, Wageningen.
- Renssen, T.A. 1977. Vogels onder hoogspanning. Reeks natuur en milieu 10. Natuurmonumenten, 's Graveland.
- Robinson, J.A., Colhoun, K., McElwaine, J.G. & Rees, E.C. 2004. Whooper swan *Cygnus cygnus* (Iceland population) in Britain and Ireland 1960/61 – 1999/2000. Waterbird Review Series, Wildfowl & Wetlands Trust/Joint Nature Conservation Committee, Slimbridge, UK.
- Smits, R.R., Verbeek, R.G., Prinsen, H.A.M. & van der Winden, J. 2009. Vliegbewegingen van kolonievogels in het zoekgebied van hoogspanningsverbinding NW 380. Onderzoek naar Lepelaar in Flevoland en Purperreiger en Zwarte stern in Noord-Holland en Friesland. Rapportnummer 09-139. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- SOVON 1987. Atlas van de Nederlandse vogels. SOVON, Arnhem.
- Stenhouse, I.J. & Robertson, G.J. 2005. Philopatry, site tenacity, mate fidelity, and adult survival in Sabine's Gulls. *Condor* 107: 416–423.
- Szymczak, M.R. & Rexstad, E.A. 1991. Harvest distribution and survival of a Gadwall population. *Journal of Wildlife Management* 55: 592-400.
- Teixeira, R.M. (red.) 1979. Atlas van de Nederlandse broedvogels. Natuurmonumenten & SOVON, 's Graveland.
- Triay, R. 2002. Satellite-tracking of three juvenile Ospreys born in Minorca. *Ardeola* 49: 249-257.
- Troost, T. 2008. Estimating the frequency of bird collisions with wind turbines at sea. Guidelines for using the spreadsheet 'Bird Collisions Deltares v.1-0.xls. Deltares.
- van der Vliet, R. & Boerefijn, M. 2014. Kennisdocument over draadslachtoffers in Nederland. Overzicht van theoretische achtergronden en resultaten van literatuur- en veldonderzoek. Rapportnummer R001-4758408RVJ-cri-V01-NL. Tauw, Utrecht.
- van der Vliet, R., Heijligers, W. & Tilborghs, J. 2011. Op een rij gezet voor 97 beschermde vogelsoorten: maximale foerageerafstanden. *Toets* 04-11: 6-10.
- van der Winden, J. & van Horssen, P.W. 2008. Population model for the Black Tern *Chlidonias niger* in West-Europe. *Journal of Ornithology* 149: 487-494.
- van der Winden, J. & Klaassen, O. 2008. Totaal aantal sterns in het IJsselmeergebied in heden en verleden aan de hand van slaapplaatstellingen. Rapportnummer 08-047 Bureau Waardenburg & 2008/04 SOVON onderzoeksrapport.

Concept

Kenmerk R002-1241634WCH-hgm-V01

Winkelman, J.E., Kistenkas, P.H. & Epe, M.J. 2008. Ecologische en natuurbeschermingsrechtelijke aspecten van windturbines op land. Alterra-rapport 1780. Alterra, Wageningen.

Bijlage

1

Samenstelling foerageerdata

Samenstelling foerageerdata op basis van SOVON-telgegevens

Voor elk SOVON-telgebied (zie Figuur 4.2) is als modelinput (zie § 4.2.2) per soort een over het jaar gemiddeld aantal vogels per dag bepaald. In Figuur 4.5 is dit in de kolom GEM te zien. Deze bijlage legt de totstandkoming van dit gemiddelde uit.

De van SOVON voor dit project aangeschafte telgegevens hebben betrekking op een periode van vijf jaar. Een vogelteljaar loopt steeds van juli tot en met juni in het daaropvolgende jaar. De periode van 5 jaar loopt van juli 2003 tot en met juni 2008 (en voor een gedeelte van de gegevens een jaar eerder). In de ideale situatie is een telgebied in die periode maandelijks geteld op alle soorten en zijn er dus van 60 teldata gegevens beschikbaar. Als wel naar een soort is gezocht, maar deze niet is aangetroffen, dan wordt als aantal 0 weergegeven (zogenaamde “harde nullen”).

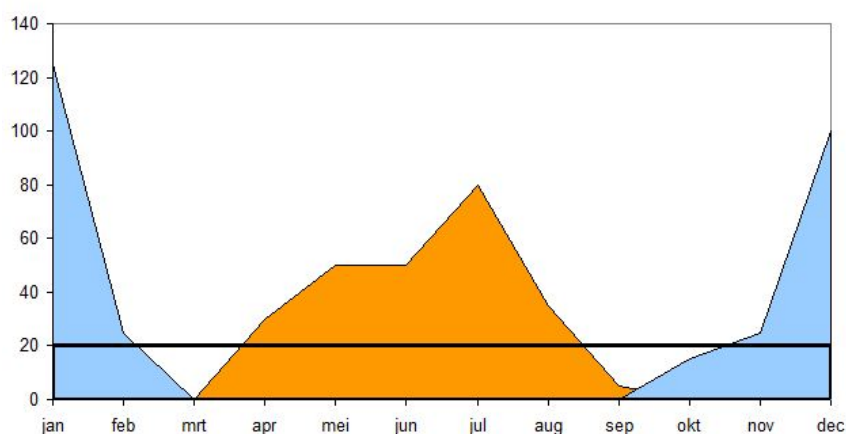
De ideale situatie komt in het van SOVON verkregen databestand echter niet voor. In de praktijk zijn er de volgende beperkingen:

- van een telgebied zijn geen gegevens beschikbaar omdat er niet geteld is of omdat de tellers de gegevens niet beschikbaar wensen te stellen
- van meerdere maanden of jaren zijn geen teldata beschikbaar
- niet alle soorten zijn geteld
- harde nullen ontbreken
- in plaats van maandtellingen zijn alleen midwintertellingen (zogenaamde PTT of punttransecttelling in de maand december) en/of seizoensmaxima (alleen de telling met het grootste aantal vogels wordt gegeven) beschikbaar.

Deze beperkingen kunnen ook in combinatie met elkaar voorkomen, zodat bijvoorbeeld van een telgebied van de eerste jaren enkele maandgegevens beschikbaar zijn en van latere jaren alleen seizoensmaxima.

Om tot een eenduidige modelinput te komen, zijn alle telgegevens omgezet naar één grootheid, namelijk het over het jaar (of beter: vijf jaar) gemiddeld aantal vogels per dag. Dit gegeven wordt gebruikt om het aantal vliegbewegingen vanuit een telgebied te kunnen bepalen. Een voorbeeld kan dit verduidelijken. In een fictief geval worden van een soort in de zomerperiode van april tot en met augustus aantallen vogels geteld met een maximum van 80 in juli. In een ander fictief geval worden in de vijf wintermaanden oktober tot en met februari verschillende aantallen met een maximum van 125 in januari. Figuur B1 illustreert beide voorbeelden: in beide gevallen komt het jaargemiddelde aantal vogels uit op 20. Het gemiddelde aantal vogels per dag is in feite vergelijkbaar met het gemiddelde aantal per jaar. Het daggemiddelde kan worden omgerekend naar het aantal vogeldagen per jaar door te vermenigvuldigen met 365. Een gebied kent één vogeldag als één vogel gedurende één dag in het gebied aanwezig is. In het voorbeeld is het aantal vogeldagen per jaar dus $20 \text{ maal } 365 = 7300$. Voor de hand ligt de vraag waarom dan niet eenvoudigweg met vogeldagen wordt gerekend. De reden hiervoor is dat het model rekent met

effecten op dagbasis (één pendelvlucht heen en weer). Elke dag opnieuw loopt een individu als het ware opnieuw kans draadslachtoffer van de hoogspanningsverbinding te worden. Voor het model is dan de aanname dat in beide gevallen gemiddeld genomen elke dag van het jaar 20 vogels aanwezig zijn in het telgebied. Als een vogel dagelijks één pendelvlucht onderneemt, betekent dat in beide gevallen $20 \cdot 365$ (aantal dagen per jaar) $\cdot 2$ (heen en terug) = 14600 vliegbewegingen per jaar.



Figuur B1. Fictief aantalsverloop van een populatie broedvogels (oranje) en wintergasten (blauw) gedurende het jaar. De maximum populatiegrootte bij de broedvogels is 80 en bij de wintergasten 125. In beide gevallen is het jaargemiddelde (maar ook het daggemiddelde) 20 vogels.

Waar mogelijk wordt voor de telgegevens uitgegaan van de maandelijkse tellingen. Waar deze ontbreken worden PTT-gegevens gebruikt en als ook deze ontbreken, seizoensmaxima. Voor telgebieden zonder één van deze gegevens wordt in een aantal gevallen een andere gegevensbron gebruikt. Het is mogelijk dat binnen één telgebied van een soort het daggemiddelde wordt bepaald via de maandelijkse tellingen en van een andere soort via de PTT-tellingen of de seizoensmaxima.

Voor de omrekening van maantellingen, PTT-gegevens en seizoensmaxima naar gemiddeld aantal vogels per dag worden verschillende omrekeningsfactoren gebruikt. Hiertoe is de meest recente SOVON-rapportage over monitoring van telgebieden (Hustings et al, 2009) als uitgangspunt genomen. In deze rapportage is uitgegaan van tabel 8d met de per maand getelde aantallen in de Regionale Monitoringgebieden in 2007/2008, omdat deze het meest van toepassing is op de situatie in het zoekgebied van de onderzochte hoogspanningsverbinding Noord-West 380 kV. De omrekeningsfactoren zijn soortspecifiek en afhankelijk van het aantal maanden dat een soort aanwezig is in Nederland en het aantalsverloop per maand.

Aan de hand van tabel 8d (Hustings et al, 2009) zijn de volgende correctiefactoren bepaald:

1. Verhouding tussen wintergemiddelde en jaargemiddelde. Het wintergemiddelde is de som van het aantal vogels in de maanden oktober tot en met maart gedeeld door 6 (maanden). Het jaargemiddelde is de som van het aantal vogels van alle maanden samen gedeeld door 12 (maanden). Met de verhouding tussen wintergemiddelde en jaargemiddelde wordt voor telgebieden met telgegevens in de periode van oktober tot en met maart een omrekening naar een daggemiddelde gedaan.
2. Verhouding tussen midwintertelling en jaargemiddelde. De midwintertelling (of PTT) betreft het aantal vogels in de maand december. Met de verhouding tussen midwintertelling en jaargemiddelde kan voor telgebieden waarvoor alleen een midwintertelling beschikbaar is een daggemiddelde worden berekend.
3. Verhouding tussen seizoensmaximum en jaargemiddelde. Het seizoensmaximum is het aantal vogels in de maand met het grootste aantal. Met de verhouding tussen seizoensmaximum en jaargemiddelde kan voor telgebieden waarvoor alleen een seizoensmaximum beschikbaar is een daggemiddelde worden berekend.

Maandtellingen

Voor de maandtellingen worden alleen de gegevens van de maanden oktober tot en met maart gebruikt. De reden hiervoor is dat de provincie met de meeste telgegevens (althans in dit project) deze beperking hanteert. In de ideale situatie zijn dan 30 tellingen (5 jaren * 6 maanden) beschikbaar. Deze situatie komt in ongeveer 10 % van de telgebieden voor. In ongeveer 43 % van de telgebieden zijn ten minste 15 tellingen beschikbaar. Daarentegen zijn er in 33 % van de telgebieden ten hoogste 5 maandtellingen beschikbaar. In 8 % van de telgebieden is slechts één telling beschikbaar.

De telgegevens worden per soort gedeeld door de 6 maanden van de winterperiode. Vervolgens worden de resultaten gecorrigeerd voor de verhouding tussen wintergemiddelde en jaargemiddelde.

Midwintertellingen

Van telgebieden of soorten in telgebieden waarvan maandelijkse tellingen ontbreken worden voor zover beschikbaar midwintertelling (PTT) gebruikt. Deze tellingen worden via de verhouding tussen midwintertelling en jaargemiddelde gecorrigeerd.

Seizoensmaxima

In de gevallen dat zowel maand- als PTT-tellingen ontbreken worden voor zover beschikbaar seizoensmaxima gebruikt. Deze tellingen worden via de verhouding tussen seizoensmaximum en jaargemiddelde gecorrigeerd.

Met name waar bij maandtellingen van weinig maanden telgegevens beschikbaar zijn, zullen de aantallen vogels te laag zijn ingeschat, omdat ontbrekende maanden als “zachte nullen” worden meegerekend. Een zachte nul betekent dat van een soort wordt aangenomen dat deze met 0

individuen voorkomt, maar dit niet in de teldata is opgenomen. In de context van het model houdt dit een worst case-benadering in.

Profielendocumenten

In de gevallen dat voor telgebieden geen SOVON-gegevens beschikbaar waren (bijvoorbeeld omdat er niet geteld is of omdat de tellers geen gegevens beschikbaar wensten te stellen) is eerst nagegaan in hoeverre het aantal vogels van een soort in de telgebieden zich verhoudt tot de instandhoudingsdoelstellingen in de Natura 2000-gebieden (slaapfunctie). Als er in de telgebieden evenveel of meer vogels zijn dan het totaal van de instandhoudingsdoelstellingen (zie § 4.2.1) kan hiermee volstaan worden. Als de telgebieden te weinig vogels bevatten, kan een deel van de instandhoudingsdoelstellingen als het ware nergens terecht. In die gevallen zijn op uurhokniveau (zie Figuur 4.2) gegevens bijgeschat aan de hand van de verspreidingskaarten in de zogenaamde profielendocumenten (Ministerie van LNV, 2010). Dit is eenvoudigweg gedaan aan de hand van de grootte van de stippen op deze kaarten.

De totale dataset bevat voor 39 relevante soorten (zie tabel 4.2) in totaal 8083 records met daggemiddelde gegevens per telgebied. De telgebieden zijn verdeeld over 725 SOVON-gebieden en 287 uurhokken (of delen daarvan). Binnen de dataset is 47 % van de gegevens gebaseerd op maandtellingen, 33 % op PTT-tellingen, 9 % op seizoensmaxima en 8 % op de profielendocumenten. In tweede instantie zijn data gegenereerd op basis van voedselbeschikbaarheid (3 %).

Bijlage

2

Soortspecifieke aanvaringskans

Berekende soortspecifieke aanvaringskans per 10.000 vliegbewegingen. Indien onvoldoende data beschikbaar was voor een soort is in de kolom opmerkingen de hoogste aanvaringskans van een vergelijkbare soort genomen

Soort/ecologische groep	Soortspecifieke aanvaringskans	Opmerkingen
<i>Viseters en snelvliegers:</i>		
Fuut	9,891	10 km (ipv 0 km) aangehouden voor foerageerafstand niet-broedvogel
Meerkoet	45,678	10 km (ipv 0 km) aangehouden voor foerageerafstand niet-broedvogel
Aalscholver	1,173	
<i>Reigers en andere waadvogels:</i>		
Roerdomp	45,497	
Purperreiger	4,798	
Blauwe reiger	3,174	
Kleine zilverreiger	4,798	Als Purperreiger
Grote zilverreiger	4,798	Als Purperreiger
Lepelaar	2,879	
<i>Zwanen, ganzen en eenden:</i>		
Knobbelzwaan	67,517	10 km resp 1 km (ipv 0 km) voor foerageerafstand broedvogel resp niet-broedvogel
Wilde zwaan	33,967	Gemiddelde van waarden voor Knobbel- en Kleine zwaan
Kleine zwaan	0,416	
Kolgans	0,387	
Dwerggans	0,419	Als Grauwe gans
Toendrarietgans	0,324	
Kleine rietgans	0,010	
Grauwe gans	0,419	
Brandgans	0,210	
Rotgans	0,419	Als Grauwe gans
Bergeend	6,110	
Wilde eend	2,896	
Smient	2,125	
Krakeend	2,125	Als Smient
Pijlstaart	36,546	
Slobeend	186,258	
Wintertaling	20,020	
Krooneend	36,546	Als Pijlstaart

Tafeleend	0,951	
Kuifeend	1,932	
Topper	1,932	Als Kuifeend
Brilduiker	1,932	Als Kuifeend
Nonnetje	1,932	Als Kuifeend
Grote zaagbek	1,932	Als Kuifeend
<i>Roofvogels:</i>		
Visarend	18,174	Als Bruine kiekendief
Zeearend	18,174	Als Bruine kiekendief
Bruine kiekendief	18,174	
Blauwe kiekendief	18,174	Als Bruine kiekendief
Grauwe kiekendief	18,174	Als Bruine kiekendief
<i>Steltlopers:</i>		
Scholekster	2,607	
Kluut	6,320	
Goudplevier	553,470	
Kievit	29,891	
Kemphaan	216,557	
Tureluur	118,079	
Grutto	9,569	
Wulp	8,152	
<i>Meeuwen en</i>		
<i>sterns:</i>		
Dwergmeeuw	0,064	
Reuzenster	0,074	Passeerfractie op 3 gezet (ipv berekend 10,47)
Visdief	1,697	
Zwarte stern	0,003	

Bijlage

3

Mastfactoren

masttype	mastfactor overdag	mastfactor nacht
11C1A1	0,79	0,28
11D2A1	1,37	0,60
11D2A2	0,79	0,33
11D2A3	1,57	0,67
11D2B2	1,57	0,67
11H1A2	0,98	0,22
11H2A2	0,79	0,28
11H2A3	0,88	0,45
11H2A3F2	0,44	0,58
11H2B2	1,57	0,56
11H2B2F3	0,52	0,89
11ND3A2	1,44	0,76
11ND8A5	0,57	0,67
11NV1B2	0,98	0,80
11V2B2	1,57	0,80
11V2B3	0,44	1,65
15D2A2	1,57	0,67
15D2A2F2	0,79	0,85
15D2B3	1,77	0,98
15D2B3F3	0,59	1,38
15D2D2	1,57	0,67
15D3C2	1,44	0,76
15D3C2F2	0,72	0,99
15H2A2	0,79	0,28
15V2C2	1,57	0,80
15V2C2F2	0,79	0,98
22D2A2	0,52	0,99
22H4A2	0,69	1,12
22V2A2	1,57	0,80
22V2A2F2	0,79	0,98
31D4A2	0,82	2,07
31NB4A2	0,82	2,07
31NB4A2F2	0,69	2,24
32D4B2	0,52	2,54
38D2A2	2,36	1,00
38D2A2F2	1,18	1,27
38D2A2F3	0,79	1,49
38NB2A2	0,59	1,89
38NB4A2	0,52	2,54

38ND2B3

0,29

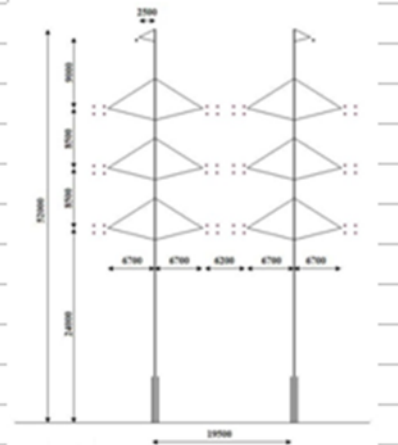
0,46

38D2A2



Figuur 8.1 Masttype 38D2A2, mastfactor dag = 2,36 (slechte zichtbaarheid vanwege ongebundelde draden en grote hoogte), mastfactor nacht = 1,00 (relatief laag vanwege geringe draaddichtheid)

38NB4A2



Figuur 8.2 Masttype 38NB4A2, mastfactor dag = 0,52 (goed zichtbaar), mastfactor nacht = 2,54 (hoge draaddichtheid)