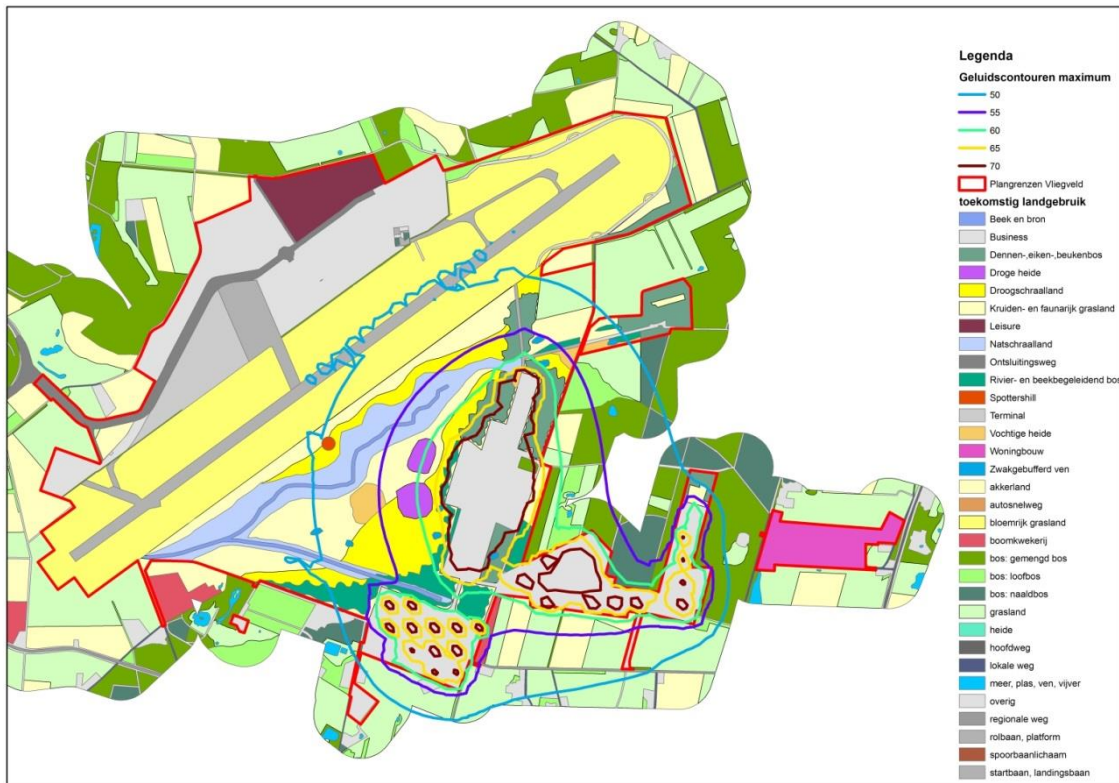


Inschatting verstorende invloed werkparken ADT op vogels



Henk Sierdsema, Ruud Foppen
& André van Kleunen

Sovon-rapport 2014/19



Colofon

© Sovon 2014

ISSN 2212-5027

Dit rapport is opgesteld in opdracht van ADT/Area Development Twente

Wijze van citeren: Sierdsema H., Foppen R. & van Kleunen A. 2014. Inschatting versturende invloed werkparken ADT op vogels. Sovon-rapport 2014/19. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Sovon en/of de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
2. Geluidbelasting.....	5
3. Varianten	7
4. Inschatting van de geluidsinvloeden op vogels.....	9
4.1 Inleiding	9
4.2 Schatting van de beïnvloedde populatie	9
4.3 Inschatting per activiteit.....	13
4.4 Incidenteel en frequent, waar ligt de grens?	16
5. Conclusies	17
Referenties	18
Bijlage 1. Samenvatting studies naar de impact van geluidbelasting op vogels	20
Bijlage 2. Invloed per activiteit	22
Bijlage 3. Uitgangspunten geluidsberekeningen middengebied Luchthaven Twente	25
Bijlage 4. Lichtbelasting	28
Bijlage 5. Samenvatting studies naar de impact van lichtbelasting op vogels en vleermuizen	29

1. Inleiding

Aan Sovon is gevraagd om een inschatting te maken van de (geluids)invloeden op vogels van de verschillende mogelijke gebruiksvormen van de werkparken bij het Vliegveld Twente. Daarbij worden twee varianten onderscheiden: een minimumvariant met een aantal activiteiten en een maximumvariant met een aantal extra activiteiten. In deze notitie wordt daar verslag van gedaan. Deze notitie volgt op twee eerdere notities die zijn geschreven over het nieuwe gebruik van de voormalige luchtmachtbasis Twente (hierna genoemd 'vliegveld' of): Sierdsema et al 2013a en Sierdsema et al 2013b. In deze notities is meer informatie te vinden over de inrichtingsvoorstellen en verwachte vogelbevolking in het gebied.

Wat betreft het geluid gaat hierbij om het uitvoeren van een analyse op het gebied tussen de 50 en 70 dB(A) contour door Sovon. In Sierdsema 2013 is meer informatie te vinden over de achtergronden hiervan. Elementen die daarbij onder meer een rol spelen zijn :

- frequentie van optredende geluid,
- seizoen (ca. begin feb tot eind juni).
- type biotoop en de daarbij behorende soorten
- richting van geluidsuitstraling

Daarnaast is onderzocht in hoeverre de kleur van lichtbronnen van invloed is op de vogels in het gebied.

2. Geluidbelasting

Om de mogelijke impact van chronische geluidsbelasting van bedrijvigheid en gepiekt geluid van evenementen op vogels in de effectanalyse te kunnen meenemen is in aanvulling op wat in Sierdsema *et al.* (2013) is geschreven een korte literatuurstudie uitgevoerd. Op het “web of science” en in de catalogus van de Sovon-bibliotheek is gezocht naar relevant publicaties (exclusief verkeersstudies, een onderwerp dat reeds uitvoerig is onderzocht). In de bijlage worden deze publicaties samengevat. Hieronder worden de grote lijnen die hieruit kunnen worden afgeleid besproken.

Impact chronische geluidsbelasting op vogels

Er is de laatste jaren veel onderzoek gedaan aan chronisch antropogeen (= door de mens veroorzaakt) geluid zoals industrieel geluid en stadsgeluiden en hou dit de biologie van vogels beïnvloedt. Deze wijzen erop dat er vergelijkbare effecten zijn als van verkeer op vogels. Er is onderzoek gedaan naar de mechanismen via welke geluid kan ingrijpen op populatie/parameters. Er zijn veel aanwijzingen dat vooral vogelgeluiden met lage tonen gemaskeerd worden door chronische geluidsbelasting (zowel stadsgeluid, als industrieel geluid bevatten veel lage tonen (<2000 kHz) waarmee de communicatie verstoord wordt, wat gevolgen kan hebben voor broedsucces en fitness. Op grond hiervan is het aannemelijk dat vooral soort die communiceren met lage tonen gevoelig zijn voor dit soort geluidsbelasting). Effecten werden vastgesteld vanaf 50-60 dB(A). Effectafstanden worden niet gegeven.

Impact gepiekte geluidsbelasting op vogels

Naast chronisch aanwezige geluidsbelasting, veroorzaken sommige bronnen kortstondig geluid. Ook hierin kunnen gradaties worden onderscheiden van een eenmalige knal, een passerend vliegtuig tot een popconcert dat een dag(deel) duurt. In dit document duiden we dit soort geluidsbronnen alle aan met “gepiekte geluidsbelasting”.

Over de impact van dit soort geluidsbelasting op vogels zijn nauwelijks andere studies gevonden, dan die al genoemd zijn in Sierdsema *et al.* (2013).

Sommige soorten laten verstoringsreacties zoals (tijdelijk) vluchten zien bij plotseling optredend sterk geluid, maar ander niet. Er zijn ook aanwijzingen dat als geluid regelmatig terugkeert er adaptatie optreedt (Klein 2008). Er zijn geen nieuwe studies die direct naar dichtheden of reproductieparameters en gepiekt optredend geluid hebben gekeken.

Effectbeoordeling geluidsbelasting Vliegveld Twente op de aanwezige broedvogels

Chronisch geluid

Op grond van de beschikbare literatuurkennis kan worden uitgegaan van effecten op dichtheden van vogels vanaf 50dB(A). De gevoelige soorten zijn naar verwachting vooral soorten die in lage tonen communiceren. Omdat hiervan geen overzicht voorhanden is kan voor de effect-analyse het best worden uitgegaan van de op basis van meerdere verkeersanalyses aangetoonde negatief gevoelige soorten gepubliceerd in Foppen *et al.* (2002).

Gepiekt geluid

Er zijn geen aanwijzingen dat laag frequent optredende gepiekt geluid van invloed is op de dichtheden van vogels. Aanname betreffende optredend gepiekt geluid op vliegveld Twente is dat incidenteel optredend geluid van evenementen op vliegveld Twente (10 keer per deelgebied per jaar) niet wezenlijk van invloed is op dichtheden van broedvogels. Als het frequenter optreedt kan de impact van het geluid beter worden beoordeeld als chronisch optredend geluid.

3. Varianten

Voor het inschatten van de geluidsbelasting zijn twee varianten doorgerekend: een minimum en een maximumvariant. De geluidsbelasting betreft een 24-uursgemiddelde op 1,5 meter hoogte. De achtergronden voor de berekeningen zijn opgenomen in bijlage 4. De minimum-variant komt overeen met de situatie zoals gebruikt in de effectbeschrijvingen voor het MER en Sierdsema *et al.* (2013). De maximum-variant hoort bij een situatie met extra belastende activiteiten met een hogere frequentie. In figuur 1 en 2 zijn de verwachte geluidscontouren van beide varianten over de toekomstige inrichting van het gebied heen gelegd.



Figuur 1. Geluidscontouren van de minimum variant en toekomstig landgebruik



Figuur 2. Geluidscontouren van maximum variant en toekomstig landgebruik

4. Inschatting van de geluidsinvloeden op vogels

4.1 Inleiding

De impact van geluidsinvloeden kan niet worden gekwantificeerd. Wel is nagegaan hoeveel oppervlak aan habitat door de berekende verstoringcontour van 50 dB(A) wordt beïnvloed. Tevens is een doorrekening gedaan naar de potentiële aantallen broedparen die in de invloedzone voorkomen. Voor de minimumvariant (figuur 1) is dat al in de eerdere studie gedaan (Sierdsema et al. 2013a/b). Nu is tevens de maximumvariant doorgerekend.

4.2 Schatting van de beïnvloede populatie

Voor het bepalen van de geschatte omvang van de beïnvloede populatie is eerst berekend welke oppervlakte per toekomstig habitattypen (Sierdsema et al 2013) EXTRA beïnvloed zal worden in de maximum dBA-variant ten opzichte van de minimum dBA-variant (tabel 1).

In tabel 2 staat per in en rond het vliegveld aangetroffen soort hoeveel territoria naar schatting door de maximumvariant extra worden getroffen. Tevens is daarbij aangegeven of er in de verkeersstudies een negatief effect is gevonden dat duidt op gevoeligheid voor lawaai (✓). Voor 4 van de 5 aandachtsoorten binnen deze studie is dat het geval, voor een 5^e (kneu) is er een mogelijk effect gevonden.

Tabel 1. Oppervlakte per toekomstig habitattypen met een geluidsbelasting van meer dan 50 dBA in de minimum en de maximumvariant. Betekenis van de kolommen: Vliegveld: ja/nee binnen de plangrenzen van het vliegveld (zie figuur 1 en 2); Minimum: beïnvloede oppervlakte (ha) bij de minimum-variant; Maximum: beïnvloede oppervlakte (ha) bij de maximum-variant; Verschil: Verschil in beïnvloede oppervlakte (in ha) tussen beide varianten.

Type	Vliegveld	Minimum	Maximum	Verschil
Akkerland	0	9.7	16.0	6.3
Akkerland	1	0.2	0.2	0.1
Beek en bron	1	0.5	3.1	2.6
bloemrijk grasland	0	0.0	0.0	0.0
bloemrijk grasland	1	0.0	14.6	14.5
boomkwekerij	0	1.5	2.3	0.8
bos: gemengd bos	0	14.8	34.1	19.3
bos: gemengd bos	1	0.1	0.1	0.1
bos: loofbos	0	4.8	12.3	7.5
bos: naaldbos	0	8.3	12.8	4.5
bos: naaldbos	1	0.1	0.2	0.1
Business	1	210.5	231.2	20.6
Dennen-,eiken-,beukenbos	0	0.0	0.0	0.0
Dennen-,eiken-,beukenbos	1	20.2	41.8	21.6
Droge heide	1	2.2	8.4	6.2
Droogschraalland	1	8.7	41.5	32.8
grasland	0	20.7	47.3	26.6
grasland	1	0.0	2.7	2.7
Kruiden- en faunairijk grasland	0	0.0	0.0	0.0
Kruiden- en faunairijk grasland	1	11.2	45.9	34.7
lokale weg	0	0.2	1.3	1.1

lokale weg	1	0.0	0.0	0.0
meer, plas, ven, vijver	0	0.1	0.3	0.2
Natschraalland	1	0.7	20.3	19.7
overig	0	1.7	3.9	2.2
overig	1	0.3	0.6	0.4
regionale weg	0	0.5	1.4	0.9
regionale weg	1	0.0	0.0	0.0
Rivier- en beekbegeleidend bos	1	14.4	24.7	10.3
rolbaan, platform	1	0.2	1.5	1.3
Spottershill	1		0.3	0.3
startbaan, landingsbaan	1		3.8	3.8
Vochtige heide	1	0.7	4.8	4.0
Zwakgebufferd ven	1	0.6	1.7	1.1

Tabel 2. Overzicht van het aantal EXTRA door geluid beïnvloede paren broedvogels in de maximum variant ten opzichte van de minimum variant. Betekenis van de kolommen: Buiten vliegveld: buiten de plangrenzen van het vliegveld (zie figuur 1 en 2); Op vliegveld: binnen de plangrenzen van het vliegveld; Totaal: totaal extra beïnvloede populatie. Soorten waarvan een regionaal belangrijk aandeel voorkomt binnen het plangebied zijn vet weergegeven. Voor de soortspecifieke geluidsgevoeligheid is uitgegaan van Foppen et al. (2002). De getallen zijn het resultaat van een vermenigvuldiging van de beïnvloede oppervlakte met populatiedichtheden per habitat zoals beschreven in Sierdsema et al (2013a/b).

Soort	Buiten vliegveld	Op vliegveld	Totaal	geluidsgevoeligheid
Nijlgans	0,2	0	0,2	
Sperwer	0,2	0	0,2	
Buizerd	0,5	0	0,5	
Torenavalk	0,1	0	0,1	
Boomvalk	0	0,1	0,1	
Patrijs	0,1	0	0,1	
Kwartel	0,1	0,1	0,2	ja
Fazant	0,6	0,2	0,7	mogelijk
Scholekster	0,3	0	0,3	
Kleine Plevier	0,4	0	0,4	
Kievit	1,7	0,1	1,8	
Holenduif	0,4	0	0,4	
IJsvogel	0,2		0,2	
Zwarte Specht	0,2	0	0,2	
Grote Bonte Specht	4,8	0	4,9	
Kleine Bonte Specht	0,7	0	0,7	mogelijk
Boomleeuwerik	0,1	0	0,1	ja
Veldleeuwerik	1	31,1	32,1	ja
Boerenzwaluw	0,2	0	0,2	
Boompieper	4,1	0,9	5	ja
Graspieper	0	8,1	8,1	ja
Gele kwikstaart	0,2	0,3	0,5	ja
Witte Kwikstaart	2,9	0,3	3,3	mogelijk
Zwarte Roodstaart	0,4	0,1	0,6	ja
Gekraagde Roodstaart	2	2,3	4,3	ja
Roodborsttapuit	0,3	0,1	0,4	ja
Grote Lijster	0,8	0,1	0,9	
Bosrietzanger	1,9	0,2	2,1	
Braamsluiper	1,9	1,3	3,2	ja
Grasmus	8,2	9,3	17,4	ja
Goudhaan	2,1	0	2,1	ja
Vuurgoudhaan	0,2	0	0,2	
Grauwe Vliegenvanger	0,7	0	0,7	
Bonte Vliegenvanger	0,9	0	0,9	ja
Staartmees	3	0,1	3,1	
Glanskop	2	0	2	ja
Matkop	0,7	0	0,7	ja
Kuifmees	1,8	0	1,8	
Zwarte Mees	0,2	0	0,2	ja
Pimpelmees	15,1	0,9	16	
Koolmees	20,9	1,1	22	

Boomklever	4,1	0	4,1	ja
Boomkruiper	3,9	0,1	4	
Wielewaal	0,4	0	0,4	ja
Ekster	0,2	0	0,2	
Zwarte Kraai	4,2	0,1	4,3	
Spreeuw	0	0	0	mogelijk
Huismus	2	0,3	2,3	mogelijk
Groenling	0,9	0	1	mogelijk
Putter	0,8	0	0,8	mogelijk
Kneu	2,6	3,9	6,5	mogelijk
Appelvink	5,1	8,5	13,6	mogelijk
Geelgors	6,2	6,3	12,5	ja

4.3 Inschatting per activiteit

Voor de uiteindelijke effectinschatting is voor de afzonderlijke activiteiten gekeken naar een aantal mogelijke verstorings/belastingselementen:

- activiteit leidt tot verhoging geluidsbelasting
- activiteit leidt tot verhoging visuele belasting of directe verstoring
- activiteit leidt tot uitstoot belastende stoffen
- activiteit leidt tot verhoging lichtbelasting
- activiteit leidt tot directe sterfte
- activiteit leidt tot habitatverlies

Op grond van de inschattingen in Bijlage 3 is vervolgens alleen nog gekeken naar de mogelijke impacts van geluid en zichtverstoring/directe verstoring. Per activiteit is ingeschat of deze een Hoge (H), Matige (M) of Lage (L) impact/bijdrage levert aan de totale verstoring (bijlage 2). Daarbij zijn de volgende overwegingen/aannames meegenomen:

Er is gewerkt met 3 deelgebieden waarbij aangenomen is dat de activiteiten zich in de onmiddellijke omgeving van die plaatsen afspelen.

Op grond van de overlays tussen habitat en de geluidszones is bepaald dat de verstoorde aandelen graslandhabitat veel lager zijn dan de verstoorde boszone (30% vs 80-90%). Daarom is voor graslandvogels de impact van geluid afgewaardeerd. Indien een activiteit als incidenteel is gecategoriseerd dan is de impact ook afgewaardeerd (bijv. van H potentieel naar M). Omdat de activiteiten in het onderdeel Oostkamp ver weg liggen van de graslandhabitats is de impact van potentiële zichtverstoring met een categorie afgewaardeerd. Uiteindelijk is per activiteit een eendoordeel ingeschat voor het gezamenlijk versturende effect op grond van zicht en geluid. In oranje zijn de activiteiten met een matig effect weergegeven, in rood met een hoge impact. Het zal niet verbazen dat deze activiteiten vooral in de maximumvariant te vinden zijn.

Tabel 3. Inschatting van de invloed per activiteit op broedvogels. Voor meer informatie over het voorkomen van vogels in de verschillende biotopen wordt verwezen naar Sierdsema et al. 2013a/b.

Minimum -variant inschatting bijdrage per activiteit		Struweel-vogels (braamsluiper, geelgors, kneu)		Grasland-soorten (graspieper, veldleeuwrik)		
Locatie	Activiteit	geluid	zicht/directe verstoring	geluid	zicht/directe verstoring	
Strip	Karting/quad/motorcross recreatief outdoor	M	M	L	L	
	Rijopleidingen (motor/auto/vracht), incl slipcursussen, simulaties etc	L	M	L	L	
	Off-road 4x4 rijden (behendigheid)	L	M	L	L	
	Off-road 4x4 rijden (snelheid)	M	M	L	L	
	Publieksevenementen zonder gebruik motorvoertuigen (dealerdagen, presentaties, clubdagen, etc.)	L	L	L	L	
	R&D testtrack (bijv. bandentesten)	L	L	L	L	
	Foto & filmopnamen	L	L	L	L	
	Zakelijke groepsevenementen (zoals productpresentaties van nieuwe automodellen, conferenties)	L	L	L	L	
	Outdoorsport (niet gemotoriseerd, bijv. mountainbike)	L	M	L	L	
	Leisure evenementen regulier (bijv. permante botsautobaan)	L	L	L	L	
	Bedrijvigheid (productie, werkplaatsen, etc.) (binnen concept automotive, leisure) t/m cat. 4.2	L	L	L	L	
	Oostkamp	Karting indoor (recreatief)	M	L	L	L
		Karting indoor (evenement zwaar niveau)	M	L	L	L
Bedrijfsfeesten (evt. met achtergrondmuziek/kleinschalige muziek)		M	L	L	L	
Bedrijfsfeesten met muziek tot 23:00 (max 60 dB)		L	L	L	L	
Concerten (licht)		M	L	L	L	
Zakelijke groepsevenementen (beurzen, conferenties)		L	L	L	L	
Publieksevenementen (vlooiemarkten, themarkten, sportevenementen)		L	L	L	L	
Foto- en filmopnamen		L	L	L	L	
Reguliere bedrijvigheid t/m cat 4.2		M	L	L	L	
Parkeren (evenementen)		L	M	L	L	
Leisure (paintball, lasergame, airsoft)		L	L	L	L	
Leisure evenementen regulier outdoor (bijv. permanente botsautobaan)		L	L	L	L	

Deventer-poort	Reguliere bedrijvigheid t/m cat 4.2	M	L	L	L
	Parkeren (evenementen)	L	M	L	L
	Recreatief gebruik overloopgebied parkeren (bijv. modelvliegen) max 50dB	L	H	L	H

AANNAME IS DAT DE ACTIVITEITEN ZICH ALLEEN BINNEN DE WERKPARKEN AFSPLEEN

M medium impact
L lage impact
H hoge impact

Maximum-variant	inschatting bijdrage per activiteit: alleen EXTRA activiteiten	Struweelvogels (braamsluiper, geelgors, kneu)		Graslandsoorten (graspieper, veldleeuwerik)								
		Locatie	Activiteit	geluid	zicht/directe verstoring	geluid	zicht/directe verstoring					
Strip		Wedstrijd kart/quad/motorcross/e.d. (prof)	Kart/quad/motorcross trainen (outdoor)	Coureursopleidingen/rally training	Dragraces	Popconcerten	Leisure evenementen incidenteel (bijv. kermis)	Bedrijvigheid (productie, werkplaatsen, etc.) (binnen concept automotive, leisure) hoger dan cat. 4.2 t/m 5.3	M	M	L	L
									H	H	M	L
									H	M	M	L
									M	M	L	L
									M	L	L	L
									H	M	M	L
									L	L	L	L
Oostkamp		Bedrijfsfeesten met muziek na 23:00 (max 60dB)	Concerten (zwaar, bijv. popconcerten)	Leisure evenementen incidenteel outdoor (bijv. kermis)					L	L	L	L
									M	L	L	L
									M	L	L	L

4.4 Incidenteel en frequent, waar ligt de grens?

Het zal duidelijk zijn dat de impact van een bepaalde activiteit sterk afhangt van de frequentie waarmee de activiteit plaatsvindt. Om goed te weten hoe de relatie ligt tussen frequentie en een eventuele impact op vogels zou een dosis-effectstudie beschikbaar moeten zijn. Voor geen van de activiteiten is dat het geval. De enige uitspraak die we daarom kunnen doen is welke incidentie van een activiteit wij als incidenteel beschouwen. We zijn er bij de beoordeling van uit gegaan dat incidentele activiteiten niet vaker voor zullen komen dan 10-12x per jaar en maximaal 1x per maand in het broedseizoen (maart-augustus). In dat geval beschouwen we de impact van deze activiteit als beduidend lager als in potentie bij een hoge frequentie zou voor komen. Waar precies de grens ligt en of er zo'n scherpe grens ligt tussen hoge en lage impact is niet bekend.

Tijdstip gedurende het jaar

Al onze inschattingen zijn gebaseerd op broedvogels. Het is aan te nemen dat alleen activiteiten die vallen binnen het broedseizoen (grootweg maart-augustus) een impact zullen hebben op deze soorten (zie tabel 2 voor een overzicht uit het gebied die gevoelig zijn voor geluidsverstoring). In een gering aantal gevallen zullen vogels jaarrond een territorium bezetten en daarom ook in de winterperiode beïnvloed kunnen worden. Bij geen van de aandachtsoorten is dat overigens het geval (veldleeuwerik, graspieper, braamsluiper, kneu en geelgors). Hierbij kan bij de planning van de activiteiten rekening worden gehouden. Zie tabel 4.1 voor een beschrijving van de broedtijd van de vijf aandachtsoorten.

Tabel 4.1 Broedtijd van de aandachtsoorten. Onder de broedtijd wordt hier zowel de periode van zangactiviteit als de uitbroeden van de eieren en grootbrengen van de jongen verstaan. Soorten met meerdere broedsels hebben ook meerdere zangpieken in het seizoen.

	Broedperiode	Aantal broedsels
Veldleeuwerik	Maart - juli	2
Graspieper	Maart – augustus	1 - 3
Braamsluiper	April – juli	1
Kneu	Eind maart - augustus	2 - 3
Geelgors	Maart – begin september	2 - 3

5. Conclusies

In vergelijking van de minimum en de maximum variant wordt een aanzienlijk grotere oppervlakte van de voormalige luchtmachtsbasis Twente ('vliegveld') beïnvloed door geluid van meer dan 50dBA (24-uursgemiddelde op 1,5 meter hoogte). Een schatting van de extra beïnvloedde populatie is vermeld in tabel 2. Voor de vijf aandachtsoorten gaat het hierbij om een flink deel van de populatie op het vliegveld zelf en de directe omgeving daarvan (tabel 3). Het is niet zo, dat elk beïnvloed paar wegvalt uit de reproductieve populatie, maar bij toepassing van de maximum variant lijkt het aannemelijk dat deze toch een aanmerkelijke invloed zal kunnen hebben op de reproductieve vermogen van deze populaties.

Tabel 3. Vergelijking van de populatie-omvang van de vijf soorten op het vliegveld en het aantal broedparen dat extra wordt beïnvloed door geluidsverstoring in de maximum-variant.

	Populatie vliegveld	Extra beïnvloed
Veldleeuwerik	100	32
Graspieper	20	8
Braamsluiper	8	3
Kneu	10	6
Geelgors	28	12

Uit tabel 3 blijkt, dat een beperkt aantal activiteiten verantwoordelijk is voor het grootste deel van de te verwachten impact op vogels. Met name wanneer hoogbelastende activiteiten een structureel karakter krijgen is een flinke impact op populaties te verwachten. Deze impact is te beperken door de deze activiteiten zover mogelijk van de nieuwe luchthaven en de nieuwe EHS te laten plaatsvinden: met name activiteiten die een uitstraling naar deze gebiedsdelen hebben zijn van invloed op de vijf aandachtsoorten. Ook een beperking van hoogbelastende activiteiten tot 10-12 maal per jaar en dan vooral buiten het broedseizoen (maart-augustus) zal de druk op de populaties aanmerkelijk kunnen laten afnemen.

Referenties

FOPPEN R., VAN KLEUNEN A., LOOS W.B., NIENHUIS J. & SIERDSEMA H. 2002. Broedvogels en de invloed van hoofdwegen, een nationaal perspectief. Onderzoeksrapport nr 2002/08 SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek- Ubbergen.

KLEIN D. 2008. Effecten van geluid op wilde soorten – implicaties voor soorten betrokken bij de aanwijzing van Natura 2000 gebieden. Wageningen, Alterra, Alterrapport 1705.

SIERDSEMA H., VAN KLEUNEN A. & FOPPEN R. 2013. Beoordeling duurzaamheid regionale populaties broedvogels Vliegveld Twente. Sovon-notitie 2013-105. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

SIERDSEMA H., VAN KLEUNEN A. & FOPPEN R. 2013. Beoordeling alternatieve inrichting van Vliegveld Twente op de duurzaamheid van regionale populaties broedvogels. Sovon-rapport 2013/63. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Bijlage 1. Samenvatting studies naar de impact van geluidsbelasting op vogels

Hieronder worden studies waarin de impact van blootstelling van vogels aan chronische geluid (exclusief specifieke verkeersstudies) en gepiekt geluid en de impact ervan op populatie gerelateerde parameters besproken.

Chronische geluidsbelasting

Bayne et al. (2008) – broedvogeldichtheden en chronisch geluid compressor-installaties

In deze studie zijn tot 1,5 maal lagere dichtheden (zangvogels overall) aangetoond nabij compressor-installaties voor de energiesector in Canada. Die produceren continu 75-90 dB(A).

Francis et al. (2011) – geluidsbelasting in urbane omgeving en vogelgemeenschappen

Zij laten zien dat soorten die met lage tonen communiceren (vooral tonen <2 kHz) gebieden met veel antropogeen lawaai vermijden, in tegenstelling tot soorten die vooral met hoge geluiden (>3 kHz) communiceren.

Habib et al. (2007) – broedbiologie Ovenvogels - en chronisch geluid compressor-installaties

Deze studie laat zien dat het paringssucces van Ovenvogels (*Seiurus aurocapilla*) kleiner is in gebieden met chronisch geluid van compressor-installaties dan in controlegebieden.

Halfwerk et al. (2011) – communicatie bij Koolmezen en geluidsbelasting in urbane omgeving

Deze studie laat zien aan de hand van Koolmees dat stadslawaai man-vrouw communicatie bij vogelsoorten hindert en dat de signaal efficiency afhangt van de toonhoogte in relatie tot het achtergrondlawaai.

Kight et al. (2012) – antropogeen geluid en reproductie Roodkeelsialia

Deze studie laat zien dat antropogeen geluid in het zang-frequentie bereik van de Roodkeelsialia (*Sialia sialis*) gerelateerd is aan verlaagde reproductie en legselgrootte.

McIntyre et al. (2013) – antropogeen geluid en ouder-jong communicatie bij Boomzwaluwen

Deze studie laat zien dat in een lawaaierige omgeving nestjongen van Boomzwaluwen (*Tachycineta bicolor*) minder reageren op de alarmroep van ouders. De toonhoogte van de alarmroep ligt in het zelfde bereik als die van het achtergrond lawaai. Dit zou gevolgen kunnen hebben voor het predatierisico en daarmee broedsucces.

Patón et al. (2012) – geluidsbelasting en het voorkomen van vogelsoorten in tuinen in stedelijk gebied.

Deze multi-soort analyse laat lagere dichtheden van vogels van parken en tuinen in stedelijk gebied zien vanaf ongeveer 50 dB geluidsbelasting.

Schroeder et al. (2012) – chronische industriële geluidsbelasting en fitness zangvogels

Voor Huismussen is een lagere jongenproductie en lager gewicht aangetoond gerelateerd aan chronische geluidsbelasting van generatoren (lage tonen, 68 dB(A) bij de nestkasten). Het verondersteld is mechanisme is het maskeren door het geluid van de ouder-jong communicatie.

Gepiekte Geluidsbelasting

Baranes et al. (2011) – Vuurwerk en vogels

Het massaal afsteken van vuurwerk tijdens de jaarwisseling in Nederland leidde tot massale verstoring (opvliegen) van vogels, vooral watervogels. Behalve geluid gaat het afsteken van vuurwerk natuurlijk ook gepaard met verhoogde lichtbelasting.

Referenties

- BARANES J.S., DOKTER A.M., VAN GASTEREN H., VAN LOON E., LEIJNSE H. & BOUTEN W. 2011. Birds flee en masse from new year's eve fireworks. *Behavioural Ecology* 22: 1173-1177.
- BAYNE E.M., HABIB L. & BOUTIN S. 2008. Impacts of chronic anthropogenic noise from energy-sector activity on abundance of songbirds in the boreal forest. *Conservation Biology* 22(5): 1186-1193.
- HABIB L., BAYNE E.M. & BOUTIN S. 2007. Chronic industrial noise affects pairing success and age structure of Ovenbirds *Seiurus aurocapilla*. *Journal of Applied Ecology* 44(1): 176-184.
- FRANCIS C.D., ORTEGA C.P. CRUZ A. 2011. Noise Pollution Filters Bird Communities Based on Vocal Frequency. *PLoS ONE* 6(11): e27052. doi:10.1371/journal.pone.0027052
- HALFWERK W., BOT S., BUIKX J., VAN DER VELDE M., KOMDEUR J., TEN CATE C. & SLABBEKOORN H. 2011. Low-frequency songs lose their potency in noisy urban conditions. *PNAS* 108(35): 14549-14554.
- KIGHT C.R., SAHA M.S. & SWADDLE J.P. 2012. Anthropogenic noise is associated with reductions in the productivity of Eastern Bluebirds (*Sialia sialis*). *Ecological Applications* 22(7): 1989-1996.
- MCINTYRE E., LEONARD M.L. & HORN A.G. 2014. Ambient noise and parental communication of predation risk in tree swallows *Tachycineta bicolor*. *Animal behaviour* 87: 85-89.

Bijlage 2. Invloed per activiteit

Voor geluid en zichtverstoring is gescoord of deze een lage (L), middelmatige (M) of hoge invloed (H) hebben op broedvogels. Verder is gescoord of de activiteit leidt tot de uitstoot van schadelijke stoffen (J: Ja, N: Nee), lichtverstoring, directe sterfte en habitatverlies.

Uitgangspunt: zonerings

Locatie	Activiteit	geluid	zicht/directe verstoring	uitstoot stoffen	lichtverstoring	directe sterfte	habitatverlies
Strip	Karting/quad/motorcross recreatief outdoor	M	H	J	N	N	N
	Wedstrijd						
	kart/quad/motorcross/e.d. (prof)	H	H	J	J	N	N
	Kart/quad/motorcross trainen (outdoor)	H	H	J	N	N	N
	Rijopleidingen (motor/auto/vracht), incl slipcursussen, simulaties etc	L	M	J	N	N	N
	Coueursopleidingen/rally training	H	M	J	N	N	N
	Off-road 4x4 rijden (behendigheid)	L	H	J	N	N	N
	Off-road 4x4 rijden (snelheid)	M	H	J	N	N	N
	Publieksevenementen zonder gebruik motorvoertuigen (dealerdagen, presentaties, clubdagen, etc.)	L	L	N	J	N	N
	Dragraces	H	H	J	N	N	N
	R&D testtrack (bijv. bandentesten)	L	M	J	N	N	N
	Foto & filmopnamen	L	L	N	N	N	N
	Zakelijke groepsevenementen (zoals productpresentaties van nieuwe automodellen, conferenties)	L	L	N	N	N	N
	Outdoorsport (niet gemotoriseerd, bijv. mountainbike)	L	H	N	N	N	N

Inschatting verstorende invloed werkparken ADT op vogels

	Popconcerten	H	M	N	N	N	
	Leisure evenementen regulier (bijv. permante botsautobaan)	M	L	N	N	N	N
	Leisure evenementen incidenteel (bijv. kermis)	L	L	N	N	N	N
	Bedrijvigheid (productie, werkplaatsen, etc.) (binnen concept automotive, leisure) t/m cat. 4.2	M	L	N	N	N	N
	Bedrijvigheid (productie, werkplaatsen, etc.) (binnen concept automotive, leisure) hoger dan cat. 4.2 t/m 5.3	H	L	N	N	N	N
Oostkamp	Karting indoor (recreatief)	M	L	N	N	N	N
	Karting indoor (evenement zwaar niveau)	H	L	N	N	N	N
	Bedrijfsfeesten (evt. met achtergrondmuziek/kleinschalige muziek)	L/M	L	N	N	N	N
	Bedrijfsfeesten met muziek tot 23:00	H	L	N	J	N	N
	Bedrijfsfeesten met muziek na 23:00	H	L	N	J	N	N
	Concerten (licht)	H	L	N	J	N	N
	Concerten (zwaar, bijv. popconcerten)	H	L	N	J	N	N
	Zakelijke groepsevenementen (beurzen, conferenties)	L	L	N	J	N	N
	Publieksevenementen (vlooiemarkten, themamarkten, sportevenementen)	L	L	N	J	N	N
	Foto- en filmopnamen	L	L	N	N	N	N
	Reguliere bedrijvigheid t/m cat 4.2	M	L	N	N	N	N
	Parkeren (evenementen)	L	M	N	J	N	N
	Leisure (paintball, lasergame, airsoft)	L	L	N	N	N	N

	Leisure evenementen regulier outdoor (bijv. permanente botsautobaan)	M	L	N	N	N	N
	Leisure evenementen incidenteel outdoor (bijv. kermis)	H	M	N	N	N	N
Deventerpoort	Reguliere bedrijvigheid t/m cat 4.2	M	L	N	N	N	N
	Parkeren (evenementen)	L	M	N	J	N	N
	Recreatief gebruik overloopgebied parkeren (bijv. modelvliegen)	M	H	N	N	N	N
M	medium impact						
L	lage impact						
H	hoge impact						

Bijlage 3. Uitgangspunten geluidsberekeningen middengebied Luchthaven Twente

Onderwerp:

Uitgangspunten geluidsberekeningen
middengebied Luchthaven Twente

Arnhem,
26 februari 2014

Projectnummer:
B02022.000038.0100

Van:
Erik Koppen

Opgesteld door:
Erik Koppen

Afdeling:
Divisie Water & Milieu Arnhem

Ons kenmerk:
077576684:0.1

Aan:
ADT
Sovon

Kopieën aan:

Voor de varianten met de maximale en minimale invulling van de bedrijventerreinen De Strip, Oostkamp en Deventerpoort zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

Maximale variant

De Strip

Voor het grootste deel van de De Strip is uitgegaan van een bronvermogen van 77 dB(A)/m² etmaalwaarde, dat wil zeggen 77 dB(A)/m² in de dagperiode, 72 dB(A)/m² in de avondperiode en 67 dB(A)/m² in de nachtperiode. Een dergelijk bronvermogen is representatief voor bedrijfsmatige activiteiten die vallen onder milieucategorie 5.3 zoals bijvoorbeeld een kartbaan in de open lucht.

Voor het zuidelijke deel van De Strip is uitgegaan van een bronvermogen van 67 dB(A) etmaalwaarde. Dit is representatief voor milieucategorie 4.2. Dit betreft het gebied zoals weergegeven als milieucategorie 4.2 op de tekening Bestemmingsplan ADT-Middengebied zoals ontvangen op 29 november 2012.

Voor de activiteiten langs De Strip is uitgegaan van een gemiddelde bronhoogte van 5 m. Voor de activiteiten op de Strip en op de smalle noordelijke strook direct ten westen van De Strip is uitgegaan van een gemiddelde bronhoogte van 1 m. De activiteiten zijn gemodelleerd met rasters fictieve bronnen en een gemiddeld industrielawaai spectrum.

Oostkamp

Voor het terrein Oostkamp is uitgegaan van een invulling door bedrijven uit de milieucategorieën 3.2, 4.1 en 4.2 conform de tekening Bestemmingsplan ADT-Middengebied zoals ontvangen op 29 november 2012. Het bedrijventerrein – uitgezonderd de hangar – is gemodelleerd met een raster fictieve bronnen met een tussenafstand van 20 m met een bronvermogen van 60, 64 en 67 dB(A)/m²etmaalwaarde voor respectievelijk categorie 3.2, 4.1 en 4.2, een bronhoogte van 5 m en een gemiddeld industrielawaai spectrum.

Rekening houdend met motorsportactiviteiten in de hangar is voor de hangar uitgegaan van een bronvermogen van 77 dB(A)/m² in de dag- en avondperiode en 67 dB(A)/m² in de nachtperiode. Ook hiervoor is uitgegaan van een gemiddelde bronhoogte van 5 m.

Deventerpoort

Voor het terrein Deventerpoort wordt uitgegaan van een bedrijventerrein met een invulling door bedrijven uit de milieucategorieën 3.2, 4.1 en 4.2 conform de tekening Bestemmingsplan ADT-Middengebied zoals ontvangen op 29 november 2012. Het bedrijventerrein is gemodelleerd met een raster fictieve bronnen met een tussenafstand van 20 m met een bronvermogen van 60, 64 en 67 dB(A)/m² etmaalwaarde voor respectievelijk categorie 3.2, 4.1 en 4.2, een bronhoogte van 5 m en een gemiddeld industrielawaai spectrum. Daarnaast is rekening gehouden met het parkeerterrein direct ten noorden van het bedrijventerrein. Rekening houdend met recreatief medegebruik van dit terrein is hiervoor uitgegaan van een bronvermogen van 60 dB(A)/m² etmaalwaarde en een gemiddelde bronhoogte van 1 m.

Minimale variant

Voor de minimale variant is voor de terreinen Oostkamp en Deventerpoort dezelfde invulling gehanteerd als voor de maximale variant. Voor het terrein De Strip wordt voor het gehele terrein uitgegaan van een (sterk) beperkt bronvermogen van 67 dB(A)/m² etmaalwaarde. Dit komt overeen met milieucategorie 4.2 bedrijven.

Geluidscontouren

Als bijlage bij deze memo zijn de volgende geluidscontouren opgenomen:

- Afbeelding 1: Geluidcontouren maximale situatie, etmaalwaarde contouren op 5 m hoogte voor beoordeling effecten op woningen
- Afbeelding 2: Geluidcontouren minimale situatie, etmaalwaarde contouren op 5 m hoogte voor beoordeling effecten op woningen
- Afbeelding 3: Geluidcontouren maximale situatie, LAeq-24 uurs contouren op 1,5 m hoogte voor beoordeling effecten op natuur
- Afbeelding 4: Geluidcontouren minimale situatie, LAeq-24 uurs contouren op 1,5 m hoogte voor beoordeling effecten op natuur

Overzicht van mogelijke activiteiten

In de tabel op pagina 3 is een overzicht van activiteiten opgenomen met daarbij aangegeven of de activiteiten naar verwachting wel of niet binnen de minimale en de maximale variant vallen. Dit zijn activiteiten die als reële mogelijkheden worden gezien, maar die kunnen afwijken van de daadwerkelijke invulling.

Toelichting op de kolommen in de tabel voor zover niet vanzelfsprekend:

- Incidenteel (vogels): in deze kolom is aangegeven of een activiteit incidenteel plaats vindt of dat er sprake is van meer reguliere voorkomende/continue activiteiten. In de bij de aanpak van de beoordeling door Sovon gehanteerde matrix zou kan dit gehanteerd worden om de activiteiten langs de as "frequentie" te plaatsen.
- Geluidscat. (laag, midden, hoog): hierbij is een inschatting gemaakt van de geluidsproductie door de betreffende activiteit. In de bij de aanpak van de beoordeling door Sovon gehanteerde matrix zou kan dit gehanteerd worden om de activiteiten langs de as "geluidsbelasting" te plaatsen.
- Minimum en maximum: in deze kolom is een expert judgement inschatting gegeven of de betreffende activiteit binnen de minimum of de maximum variant past (niet qua natuur, maar passende bij de gedefinieerde milieucategorieën).

- 12 –dagen regeling: deze kolom geeft aan of er sprake de activiteit die mogelijk zou zijn binnen de 12-dagen uitzonderingsregeling (incidenteel toestaan van evenementen etc.). Deze kolom is niet relevant voor de beoordeling door Sovon.

Locatie	Activiteit	Incidenteel (vogels) J/N	Geluidscat (laag, midden, hoog)	Minimum	Maximum	12-dagen regeling	Opmerkingen
Strip	Karting/quad/motorcross recreatief outdoor	N	M	J?	J	N	
	Wedstrijd kart/quad/motorcross/e.d. (prof)	J	H	N	J	N	
	Kart/quad/motorcross trainen (outdoor)	N	H	N	J	N	
	Rijopleidingen (motor/auto/vracht), incl slipcursussen, simulaties etc	N	L	J	J	N	
	Coueursopleidingen/rally training	N	H	N	J	N	
	Off-road 4x4 rijden (behendigheid)	N	L	J	J	N	
	Off-road 4x4 rijden (snelheid)	N	M	J?	J	N	
	Publieksevenementen zonder gebruik motorvoertuigen (dealerdagen, presentaties, clubdagen, etc.)	J	L	J	J	N	
	Dragraces	J	H	N	J?	N	moet binnen zonering passen indien zonering ov motorsportactiviteiten, vraag is of dat daarbinnen past
	R&D testtrack (bijv. bandentesten)	N	L	J	J	N	
	Foto & filmopnamen	N	L	J	J	N	
	Zakelijke groepsevenementen (zoals productpresentaties van nieuwe automodellen, conferenties)	N	L	J	J	N	
	Outdoorsport (niet gemotoriseerd, bijv. mountainbike)	N	L	J	J	N	
	Popconcerten	J	H	N	N	J	
	Leisure evenementen regulier (bijv. permante botsautobaan)	N	M	J	J	N	
	Leisure evenementen incidenteel (bijv. kermis)	J	H	N	J	J	
	Oostkamp	Karting indoor (recreatief)	N	M	J	J	N
Motorsport indoor (evenement zwaar niveau)		J	H	J	J	N	
Bedrijfsfeesten (evt. met achtergrondmuziek/kleinschalige muziek)		N	L/M	J	J	N	
Bedrijfsfeesten met muziek tot 23:00		N	H	J (want min = max)	J	N	
Bedrijfsfeesten met muziek na 23:00		J	H	N	N	J	
Concerten (licht)		J	H	J	J	N	
Concerten (zwaar, bijv. popconcerten)		J	H	N	N	J	
Zakelijke groepsevenementen (beurzen, conferenties)		N	L	J	J	N	
Publieksevenementen (vlooiemarkten, themamarkten, sportevenementen)		N	L	J	J	N	
Foto- en filmopnamen		N	L	J	J	N	
Deventerpoort	Reguliere bedrijvigheid t/m cat 4.2	N	M	J	J	N	
	Parkeren (evenementen)	N	L	J	J	N	
	Recreatief gebruik overloopgebied parkeren (bijv. modelvliegen)	N	M	J?	J	N	ook mogelijk visuele verstoring relevant?

¹Naar verwachting zal de hangar 's avonds voor vergelijkbare activiteiten worden gebruikt als voor de dagperiode. Derhalve is voor de avondperiode hetzelfde bronvermogen aangehouden als voor de dagperiode.

Bijlage 4. Lichtbelasting

Uit de literatuur is een overzicht gemaakt van de bekende gevoeligheid van vogels voor licht. De resultaten daarvan zijn te vinden in bijlage 5.

Vogels

Om de mogelijke impact van licht op vogels in de effectanalyse te kunnen meenemen is in aanvulling op wat in Sierdsema *et al.* (2013) is geschreven een korte literatuurstudie hiernaar uitgevoerd. Op het “web of science” en in de catalogus van de Sovon-bibliotheek is gezocht naar relevant publicaties. In de bijlage worden deze publicaties samengevat. Hieronder worden de grote lijnen die hieruit kunnen worden afgeleid besproken.

Hoewel het aantal studies naar de impact van licht op vogels nog zeer beperkt is zijn er aanwijzingen dat blootstelling aan licht 's nachts parameters van de biologie van vogels kan beïnvloeden. Die kunnen van invloed zijn op de overlevingskansen. In termen van dichtheden zijn deze het meest concreet in beeld gebracht voor Grutto's (soort in open gebied) door middel van verlaagde nestdichtheden tot enkele honderden meters van snelwegverlichting, maar ook zangvogels lijken gevoelig voor lichtbelasting (straatverlichting), wat mogelijk kan resulteren in veranderende overlevingskansen. Hiervoor zijn geen effect-afstanden gegeven.

Momenteel loopt een het onderzoeksproject LichtopNatuur (<http://www.lichtopnatuur.org/nl>) dat er op gericht is de impact van verschillende kleur kunstlicht op vogels op populatieniveau te onderzoeken. Hiervan zijn nog geen resultaten bekend.

De spectrale samenstelling licht is van invloed op het gedrag van trekvogels. Ze worden aangetrokken door rood en wit licht, wat tot desoriëntatie en aanvaringen kan leiden. Kortgolvig licht (blauw en groen) heeft dit effect niet.

Voor de mate van impact van licht op vogels is het volgende relevant (de Molenaar *et al.* 2005):

- blootstellingsduur (ontregeling biologische ritmen en ruimtelijke oriëntatie)
- Spectrale samenstelling van het licht (ontregeling biologische ritmen en ruimtelijke oriëntatie)
- Lichtsterkte dan wel verlichtingsintensiteit (ontregeling ruimtelijke oriëntatie)

Samenvattende resultaten literatuurstudie:

- In principe worden alle soorten broedvogels als lichtgevoelig beschouwd.
- Als verlichting uitstraalt naar open gebied worden alle vogels van opengebied binnen 300m als mogelijk gevoelig voor de effecten van die verlichting beschouwd. Hierbij is er vanuit gegaan dat er straatverlichting is vergelijkbaar met een snelwegverlichting uit de effectstudie van de Molenaar.
- Voor soorten die in bos leven of randen moeten alleen de vogels die aan de randen leven die aan licht bloot staan als mogelijk gevoelig voor de effecten van licht worden beschouwd.

Vleermuizen

De meeste soorten vleermuizen zijn bij hun verblijfplaats, tijdens het uitvliegen in de avond en het zwermen in de ochtend, en op vliegroute, uitermate gevoelig voor verstoring door licht. Het gaat daarbij om predatievermijdingsgedrag. In hun jachtgebied zijn sommige soorten zeer gevoelig voor licht en andere veel minder. Zij jagen zelfs bij straatlantaarns.

In tegenstelling tot vogels lijken vleermuizen juist gevoelig voor kortgolvig licht (ultraviolet-blauw).

Bijlage 5. Samenvatting studies naar de impact van lichtbelasting op vogels en vleermuizen

Hieronder worden studies waarin de impact van kunstmatige blootstelling van vogels aan licht en de impact ervan op populatie gerelateerde parameters besproken.

Vogels

Dominoni et al. (2013)- Chronische blootstelling Merels aan verlichting

Zij laten in een experimentele studie zien dat chronische blootstelling aan een lage intensiteit licht (0,3 lux = in de range van straatverlichting) 's nachts bij Merels een dramatisch negatieve impact heeft op de reproductieve activiteit (geen reproductieve activiteit meer in het 2^e experimentele jaar) en de ruicyclus (verlaagde ruisnelheid).

Kempenaers et al. (2010) - Effecten van straatverlichting op broedbiologie zangvogels

Zij tonen een vervroegd zangbegin aan bij vier soorten zangvogels (Pimpelmees, Koolmees, Merel en Roodborst) onder invloed van straatverlichting en daarnaast effecten op broedbiologie bij Pimpelmezen, zoals een vroeger legbegin (kan leiden tot desynchronisatie broedcyclus met voedselpiek(en veranderde – maladaptatieve -partnerkeuze (meer paringen met eerstejaars mannetjes).

Miller (2006)- Effecten stadsverlichting op zangbegin Roodborstlijster

Deze studie toont een vervroegd zangbegin aan bij de Roodborstlijster (*Turdus migratorius*) onder invloed van urbane verlichting.

de Molenaar et al. (2000) – Effecten van wegverlichting op Grutto's

Dit is de enige gepubliceerde studie waarin gekeken is naar de impact van wegverlichting op vogels op populatie-niveau. Broedparameters en nestdichtheden van Grutto's zijn vergeleken tussen twee jaren met en zonder snelwegverlichting. Er werden geen significante relaties gevonden tussen de verlichting en de broedparameters. Wel waren de nestdichtheden tot 300m afstand van de verlichting met 0,7x verlaagd en was er een verhoging van de nestdichtheden (1,9x) in de zone tot 500m.

Uit de opzet kan niet worden afgeleid welk aspect van de verlichting de verlaagde dichtheden veroorzaakt (bv de aanwezigheid van lichtmasten). De auteurs nemen aan dat dit vooral de zichtbaarheid van de lichtbron moet zijn (luminantie) en niet zozeer direct licht (illuminantie).

Poot et al. (2008) – Effecten lichtkleur op oriëntatie trekvogels

Uit deze studie blijkt dat 's nachts trekkende vogels aangetrokken worden door rood en wit licht (licht met lange golflengte) en veel minder door blauw en groen licht. Deze informatie kan gebruikt worden bij de ontwikkeling van verlichting.

Titulaer et al. (2012) –Effecten verlichting bij nestkast op broedzorgactiviteit Koolmezen

In deze studie werd verlichting op gehangen bij nestkasten van Koolmezen. Vastgesteld werd dat de broedzorgactiviteit en –duur sterk toenam onder invloed van blootstelling aan licht. Onduidelijk is of dit in termen van fitness positief of negatief uitpakt. Zo kunnen de jongen hierdoor een hogere fitness hebben, maar zou de fitness van de ouders verlaagd kunnen zijn.

Vleermuizen

Aarts et al. (2009) – Effectanalyse Hoge snelweg op vogels en vleermuizen

Volgens Aarts et al. (2009) zijn de meeste soorten vleermuizen bij hun verblijfplaats, tijdens het uitvliegen in de avond en het zwermen in de ochtend, en op vliegroute, uitermate gevoelig voor verstoring door licht. Het gaat daarbij om predatievermijdingsgedrag. In hun jachtgebied zijn sommige soorten zeer gevoelig voor licht en andere veel minder. Zij jagen zelfs bij straatlantaarns.

In tegenstelling tot vogels lijken vleermuizen juist gevoelig voor kortgolvig licht (ultraviolet-blauw) (de Molenaar 2003).

Stone et al. (2009) – Effecten straatverlichting op foeragegedrag Kleine Hoefijzerneus

Uit deze studie blijkt dat de Kleine Hoefijzerneus (*Rhinolophus hipposideros*) foerageerroutes mijdt met straatverlichting.

Referenties

AARTS B., LIMPENS H.J.G.A, VREUGDENHIL S.J., VAN DEN BREMER L. & VAN KLEUNEN A. 2009. Analyse mogelijke effecten op vogels en vleermuizen van een Hoge Snelweg en verbreding A27 voor het traject Lunetten-Hooipolder. SOVON-informatierapport 2009/18. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

DOMINONI D.M., QUETTING M., PARTECKE J. 2013. Long-Term Effects of Chronic Light Pollution on Seasonal Functions of European Blackbirds (*Turdus merula*). PLoS ONE 8(12): e85069. doi:10.1371/journal.pone.0085069

KEMPENAERS B., BORGSTRÖM P., LOËS P., SCHLICHT E & VALCU M. 2010. Artificial night lighting affects dawn song, extra-pair siring success and lay-date in songbirds. Current Biology 20:1735-1739.

Miller M.W. 2006. Apparent effects of light pollution on singing behaviour of American Robins. The Condor 108: 130-139.

DE MOLENAAR J.G. 2003. Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier. Wageningen, Alterra Research Instituut voor de Groene Ruimte, Alterra-rapport 778.

DE MOLENAAR J.G., JONKERS D.A. & OTTBURG F.G.W.A. 2005. Mogelijke effecten van verlichting uit Rustenburg op kwalificerende en andere vogelsoorten in de Bovenste Polder onder Wageningen. Alterra-rapport 1237, Alterra, Wageningen.

DE MOLENAAR J.G., JONKERS D.A. & SANDERS M.E. 2000. Wegverlichting en natuur III. Lokale invloed van wegverlichting op een grutpopulatie. Alterra-rapport 064, Alterra, Wageningen.

POOT, H., ENS B.J., DE VRIES H., DONNERS M.A.H., WERNAND M.R, & MARQUENIE J.M.. 2008. Green light for nocturnally migrating birds. Ecology and Society 13(2): 47.

STONE E., JONES G., & HARRIS S. 2009. Street lighting disturbs commuting bats. Current Biology 19: 1123-1127.

TITULAER M., SPOELSTRA K., LANGE C.Y.M.J.G., VISSER M.E. 2012. Activity Patterns during Food Provisioning Are Affected by Artificial Light in Free Living Great Tits (*Parus major*). PLoS ONE 7(5): e37377. doi:10.1371/journal.pone.0037377