

Effecten van padel op natuur

Literatuurstudie naar de potentiële negatieve effecten en mogelijkheden om deze te beperken

A. M. Dreissen



**WAARDEN
BURG**
Ecology

we
consult
nature.

Effecten van padel op natuur

Literatuurstudie naar de potentiële negatieve effecten en mogelijkheden om deze te beperken

A. M. Dreissen

Status uitgave: definitief

Rapportnummer:	23-148
Projectnummer:	22-0738
Datum uitgave:	13 juli 2023
Projectleider:	D.E.H. Wansink
Tweede lezer:	D.E.H. Wansink
Opdrachtgever:	Gemeente Den Haag Beleidsafdeling Stadsbeheer – Advies Buitenruimte en Groen Postbus 12600 2500 DJ Den Haag
Referentie opdrachtgever:	Inkooporder PO_81_40062855 d.d. 12 december 2022
Akkoord voor uitgave:	drs. D. Emond
Foto's omslag:	Malopez 21 / Pista de padel, Muñomer del Peco / 19 June 2021
Datum akkoord:	25 mei 2023

Graag citeren als: Dreissen, A.M., 2023. Effecten van padel op natuur. Literatuurstudie naar de potentiële negatieve effecten en mogelijkheden om deze te beperken. Rapport 23-148. Waardenburg Ecology, Culemborg.

Trefwoorden: padel, literatuurstudie, verstoring, natuurwaarden

Waardenburg Ecology is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Waardenburg Ecology. Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Waardenburg Ecology voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Waardenburg Ecology / Gemeente Den Haag

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Waardenburg Ecology, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Waardenburg Ecology is een handelsnaam van Bureau Waardenburg BV. Lid van de branchevereniging Netwerk Groene Bureaus. Het kwaliteitsmanagementsysteem is gecertificeerd door EIK Certificering overeenkomstig ISO 9001:2015. Waardenburg Ecology hanteert als algemene voorwaarden de DNR 2011, tenzij schriftelijk anders wordt overeengekomen.

Waardenburg Ecology Varkensmarkt 9, 4101 CK Culemborg, 0345 512710
info@waardenburg.eco, www.waardenburg.eco



Voorwoord

In de gemeente Den Haag worden steeds meer padelbanen aangelegd. Dat leidt tot vragen over de effecten van padel op natuur, bijvoorbeeld door het gebruik van verlichting, productie van geluid en de aanwezigheid van doorzichtige schermen die de padelbanen begrenzen. Om in discussies over de aanleg van padelbanen goed beslagen ten ijs te komen heeft de gemeente behoefte aan een onafhankelijk onderzoek naar de mogelijke effecten van padel op natuur. De gemeente Den Haag heeft Waardenburg Ecology gevraagd om aan te geven welke effecten op basis van expert judgement en literatuuronderzoek onderbouwd kunnen worden. Dit rapport beschrijft de resultaten van het literatuuronderzoek.

Het literatuuronderzoek en rapport is uitgevoerd en opgesteld door Alrike Dreissen met ondersteuning van Dennis Wansink. Vanuit de gemeente Den Haag werd onderhavig project begeleid door Jacco Schuurkamp.



Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Inhoudsopgave	4
1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Onderzoeksvragen	5
1.3 Methode	5
2 Introductie in padel	6
2.1 Padel	6
2.2 Negatieve effecten	7
3 Negatieve effecten door geluid	8
3.1 Algemeen	8
3.2 Geluidsterkte van padel	10
3.3 Verstoring door geluid	11
4 Negatieve effecten door licht	17
4.1 Algemeen	17
4.2 Licht van padelbanen	17
4.3 Verstoring door licht	17
5 Negatieve effecten van beweging	23
5.1 Beweging bij padel	23
5.2 Verstoring door beweging	23
6 Negatieve effecten van glazen wanden	27
6.1 Glazen wanden bij padel	27
6.2 Aanvaringslachtoffers	27
7 Conclusie	29
8 Synthese	30
9 Voorkomen en beperken van negatieve effecten	32
9.1 Negatieve effecten door geluid	32
9.2 Negatieve effecten door licht	32
9.3 Negatieve effecten van beweging	33
9.4 Negatieve effecten van glazen wanden	33
Literatuur	34



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de gemeente Den Haag worden steeds meer padelbanen aangelegd. Dat leidt tot vragen over de effecten van padel op natuur, bijvoorbeeld door lichtverspreiding, geluid en doorzichtige schermen van de padelbanen. Om in discussies over de aanleg van padelbanen goed beslagen ten ijs te komen heeft de gemeente behoefte aan een onafhankelijk onderzoek naar de mogelijke effecten van padel op natuur. De gemeente Den Haag heeft Waardenburg Ecology gevraagd om aan te geven welke effecten op basis van expert judgement en literatuuronderzoek onderbouwd kunnen worden.

1.2 Onderzoeksvragen

In dit rapport behandelen wij de volgende vragen:

- Wat is padel? (Hoofdstuk 2)
- Welke (negatieve) effecten op natuur kunnen worden verwacht? (Hoofdstuk 3-8)
- Zijn er mogelijkheden om de negatieve effecten op natuur te voorkomen of te beperken? (Hoofdstuk 9)

1.3 Methode

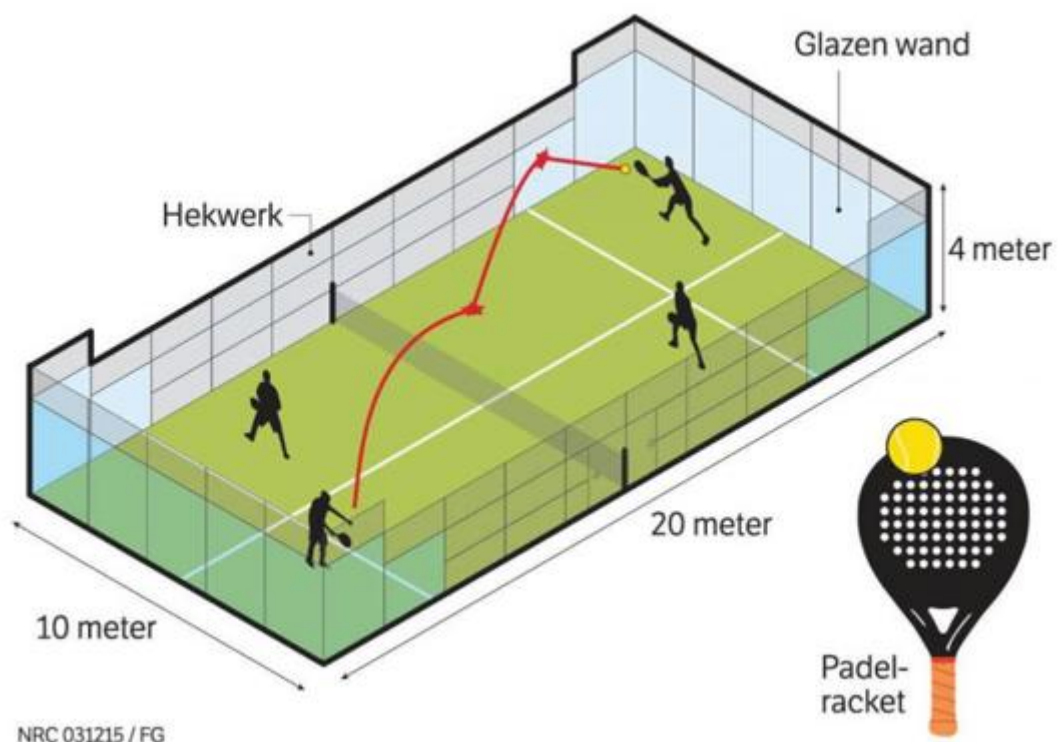
Het onderzoek dat is uitgevoerd betreft uitsluitend een literatuuronderzoek. Het onderzoek richtte zich in eerste instantie op studies die specifiek ingaan op de effecten van padel. Gezien hier nog weinig onderzoek naar is gedaan, hebben wij onze aandacht ook gericht op onderzoeken naar de diverse aspecten van padelsport die mogelijk een effect op natuur kunnen hebben, zoals verlichting, transparante wanden van padelbanen, geluid, beweging en dergelijke. Naar deze factoren afzonderlijk is wel onderzoek verricht. Denk bijvoorbeeld aan de effecten van transparante geluidswanden op passerende vogels en de effecten van verlichting op foeragerende vleermuizen. Wij beperkten ons tot onderzoek dat online of in onze bibliotheek beschikbaar is. De natuurwaarden waarop wij ons hebben gericht betreffen amfibieën, reptielen, vogels, vleermuizen en grondgebonden zoogdieren. De effecten op insecten, flora en het ruimtelijk aspect (habitatverlies) hebben wij buiten beschouwing gelaten. In dit literatuuronderzoek worden 75 studies aangehaald.

De resultaten van het onderzoek zijn vastgelegd in onderhavig rapport. Hierin behandelen wij de diverse mogelijke effecten van padel op natuur afzonderlijk. Indien kennis beschikbaar is, gaan wij ook in op de mogelijkheden om negatieve effecten te voorkomen of te minimaliseren.

2 Introductie in padel

2.1 Padel

Padel is een racketsport die recente jaren sterk in opkomst is. De sport is een combinatie van tennis en squash met een uniek speelveld. Er wordt gespeeld in een omsloten veld met harde, meestal glazen, wanden die worden gebruikt om de bal tijdens het spel tegen te stuiten (Figuur 1). Er wordt over het algemeen met vier mensen gespeeld, hoewel er ook padelbanen voor twee personen bestaan. Het speelveld is bovendien relatief klein (10 x 20 meter), waardoor het spel snel en dynamisch is.



Figuur 1 Overzichtstekening van een padelracket en padelbaan met afmetingen (Bron: TCKrimpen).

Padel werkt met hetzelfde regelsysteem als tennis en valt onder dezelfde overkoepelende bond (KNLTB). Padel wordt dan ook vaak vergeleken met tennis. Er zijn echter duidelijke verschillen tussen de sporten. Een tennisbaan is groter dan een padelbaan. Er passen namelijk vier padelbanen op de plaats van twee tennisbanen. Er wordt vaker gespeeld met vier mensen en er is meer balcontact. Padel gebruikt harde rackets (carbon of glasvezel) met een zachte binnenkant. Een padelracket is harder dan een tennisracket en maakt daardoor ook meer geluid bij een balslag. Ook de speelrondes van padel zijn korter dan van tennis door het dynamische karakter van de sport.



De populariteit van padel is de drijfveer voor de aanleg van veel nieuwe padelbanen. Er zijn nu al meer dan 1000 (outdoor) padelbanen in Nederland met tientallen banen in aanvraag. Nieuwe padelbanen worden hoofdzakelijk aangelegd op sportfaciliteiten en locaties die een sportbestemming hebben, waarbij ook regelmatig tennisbanen worden vervangen door (meerdere) padelbanen.

De sport wordt voornamelijk grotendeels buiten gespeeld. Er zijn ongeveer half zoveel indoor padelbanen in Nederland als outdoor padelbanen. Er wordt daarom vooral in het voorjaar en zomer gespeeld en in de avonduren wanneer mensen tijd vrij hebben. Om dit mogelijk te maken wordt veldverlichting na zonsondergang ingeschakeld.

2.2 Negatieve effecten

Padelsport kan diverse effecten op natuur hebben. Zo kunnen harde geluiden van stuitende ballen of schreeuwende mensen dieren laten schrikken of kan de baanverlichting het leefgebied van bepaalde soorten minder geschikt maken. Negatieve effecten op natuur kunnen optreden door invloed van geluid, licht of door beweging van mensen (optisch). Ook de padelbanen kunnen een risico vormen, bijvoorbeeld doordat dieren de transparante wanden niet zien en er tegenaan botsen. Deze aspecten worden in onderstaande hoofdstukken behandeld.

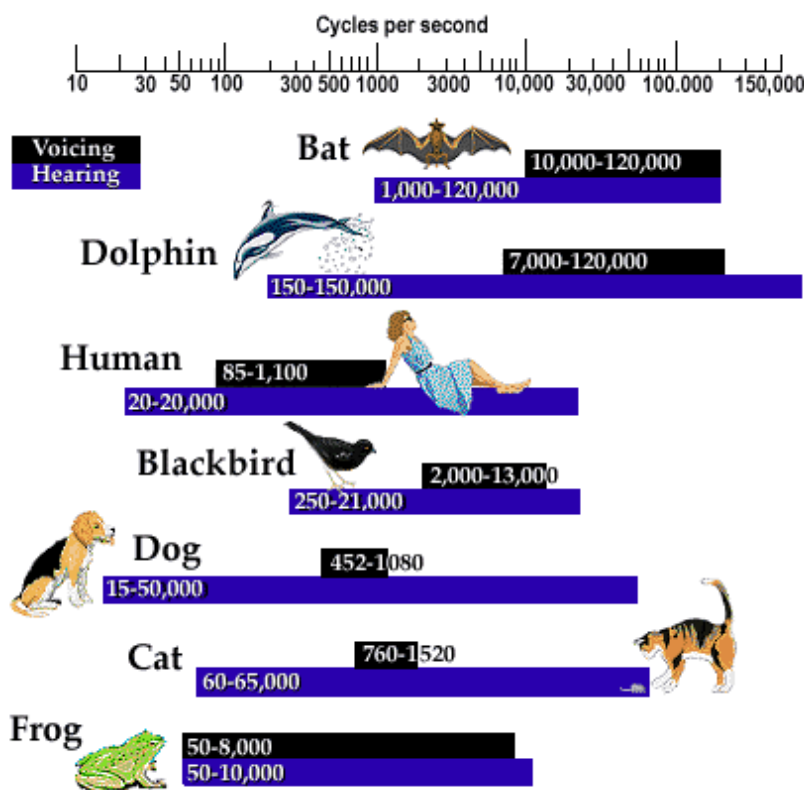
Diersoorten verschillen in de gevoeligheid voor verstoring door geluid, licht en beweging. De mogelijke negatieve effecten van padel worden daarom per soortgroep behandeld. Risico voor aanvaring met de wanden van padelbanen speelt uitsluitend voor vogels.

3 Negatieve effecten door geluid

3.1 Algemeen

Geluid wordt beschouwd als een belangrijke versturende factor op natuur. Geluid kan worden gedefinieerd als een zich als een golfbeweging voortplantende wisselende druk in lucht. Trillingen in een ander substraat dan lucht vallen niet onder de categorie geluid.

Geluidssterkte wordt in veel geluids- en effectstudies weergegeven in dB(A). De A staat voor het toegepaste filter, in dit geval een die is afgestemd op het menselijke gehoor. Algemeen wordt gesteld dat het menselijk gehoor in staat is om frequenties van 20 Hertz tot 20 kHz waar te nemen. Rond een frequentie van 4 kHz hoort de mens het beste. Geluid met een lagere of hogere frequentie dan 4 kHz moet harder (in dB) zijn dan geluid van 4 kHz om voor een mens hoorbaar te zijn. Geluidsmeters met het A-filter leggen daarom de nadruk op de geluidssterkte (in dB) in de frequenties tussen 1 en 6 kHz. Diersoorten kunnen een smaller of breder spectrum aan toonhoogtes (frequenties) hebben (Figuur 2). Ook binnen het spectrum is de gevoeligheid voor geluid niet gelijk.



Figuur 2 Frequentiebereik van waarnemen (blauw) en produceren (zwart) van geluid voor verschillende diersoorten en mensen (logaritmische schaal). Bron: sensuousamberville on WordPress



Hoe verder van de bron, hoe zwakker het geluid. De geluidssterkte (in dB) van een puntbron (bijvoorbeeld een padelbaan) neemt af met 6 dB voor elke verdubbeling van de afstand. Lage tonen dragen verder dan hoge tonen. Dit komt omdat hoge tonen makkelijker door obstakels (muren, bomen) worden afgebogen dan lage tonen. Ook in vochtige lucht dragen hoge tonen minder ver dan lage tonen. Ze worden geabsorbeerd door stofdeeltjes en water. In een rustige omgeving is het volume van omgevingsgeluid ongeveer 50 dB(A). In een lawaaierige omgeving is het moeilijker om individuele geluiden (bijvoorbeeld van je gesprekspartner) te onderscheiden. Hoe harder het omgevingsgeluid en hoe meer het in frequentie overlapt met het geluid dat je wilt horen, hoe moeilijker het waar te nemen is. Het is niet zo dat je in een lawaaierige omgeving je gesprekspartner niet meer hoort, je moet alleen dichterbij de bron komen om een gesprek te kunnen voeren. Voor communicatie tussen dieren geldt hetzelfde.

Bij de beoordeling van geluidseffecten op dieren (en mensen) dient onderscheid te worden gemaakt tussen continue geluidsbelasting en incidentele of impulsachtige gepiekte geluidsbelasting.

Continue geluiden

Geluid van bijvoorbeeld wegverkeer, industrie en geluid in steden zorgen voor een continue geluidsbelasting, voornamelijk in lage frequenties. Als de toonhoogte van dit geluid samenvalt met de gevoeligheid van de diersoort of het geluid dat het dier zelf produceert dan is sprake van een chronische belasting. Dit kan tot blijvende effecten leiden, zoals vermijden van een gebied met continu geluid of een lager voortplantingssucces wanneer de kooractiviteit van amfibieën wordt overstemd. Anderzijds biedt de continuïteit de dieren de mogelijkheid om eraan te wennen of zich aan te passen.

Incidentele (piek)geluiden

Incidenteel gepiekt geluid leidt bij de meeste dieren tot een korte reactie, zoals alert opkijken of wegvluchten, waarna ze verder gaan waar ze mee bezig waren of terugkeren als blijkt dat van het geluid geen gevaar te duchten valt (een startende motor) of het gevaar is geweken (een hond). Dieren kunnen ook aan incidenteel gepiekt geluid wennen (Harms *et al.* 1997).

Impulsgeluiden

Piekgeluiden die kort op elkaar repetitief optreden worden ook wel impulsachtige of impulsgeluiden genoemd. Impulsgeluiden worden door mensen als extra belastend ervaren. Impulsgeluiden met ruime tussenpozen leiden bij dieren waarschijnlijk tot reacties die vergelijkbaar zijn met incidentele piekgeluiden, hoewel dieren door frequente blootstelling sneller gewend raken aan het geluid. Impulsgeluiden met zeer korte tussenpozen (maximaal 0,2 seconden) worden beschouwd als impulsgeluid met continu karakter (VROM 1999). Dergelijke geluiden hebben een grotere kans tot overlap met communicerende dieren, waardoor de effecten overeenkomen met continue geluidsbelasting.



3.2 Geluidssterkte van padel

Padel is een sport die relatief veel geluid produceert door de slagen van het harde racket tegen de bal, het stuiteren van de bal tegen de glazen wanden en door kreten van spelers en toeschouwers. Het geluid van padel heeft in de afgelopen jaren tot veel meldingen van overlast geleid. Het bronvolume van een padelbaan (balslagen en ballen tegen de wanden) ligt volgens diverse geluidsmetingen in Nederland en België tussen de 89 en 91 dB(A). De Nederlandse Stichting Geluidshinder publiceerde begin 2023 een handreiking waarin wordt uitgegaan van 91 dB(A) als representatief voor het geluidbronvermogen van één padelbaan (NSG 2023). Behalve de geluiden van de sport produceren de kreten van spelers en toeschouwers een piekniveau van ca. 100 dB(A). Het is onduidelijk of in de gestelde waarde van 91 dB(A) de bijdrage van stemgeluid is meegenomen. Er is geen onderzoek bekend naar het frequentiespectrum (kHz) van padel.

Wanneer (intensief) gebruik wordt gemaakt van meerdere padelbanen is de hoeveelheid balslagen zodanig hoog dat het (impuls)geluid een continu karakter krijgt. Geluid van toeschouwers en spelers draagt tevens bij aan de continue geluidsemisatie van padelbanen. Daarnaast worden piekgeluiden geproduceerd door bijvoorbeeld kreten van spelers en extra harde balslagen. De piekgeluiden die geproduceerd worden, zoals kreten van mensen, zijn niet incidenteel; ze komen regelmatig voor. Bovendien zijn deze piekgeluiden niet opvallend luid boven het omgevingsgeluid omdat er (semi) continu achtergrondgeluid van padel aanwezig is.

Het geluid van padelsport leidt bij mensen die op korte afstand wonen tot overlast; gebrek aan concentratie en slaapverstoring (Stichting Overlast Padelbanen). Echter zijn de effecten van geluid op dieren rondom padelbanen nog niet verkend. In §3.3 wordt aan de hand van beschikbare literatuur het effect van geluid, zoals wordt geproduceerd bij padel, op verschillende diergroepen onderzocht.

Padel vs. tennis

Omdat de sport in Nederland relatief nieuw is wordt voor richtlijnen en regelgeving gebruik gemaakt van de vergelijkbare sport tennis voor onder andere het vaststellen van de invloedssfeer van padelgeluid om overlast te beperken. Het geluid dat bij padel wordt veroorzaakt blijkt echter luider te zijn dan bij tennis. Op recreatief niveau produceert een tennisbaan met twee spelers een bronvolume (balslagen) van 83 dB(A).

Het bronvolume van een padelbaan ligt dus hoger dan bij tennis. De geluiden van padelrackets zijn harder dan tennis omdat gebruik wordt gemaakt van een harde, solide padelracket in plaats van een (open) tennisracket. De balgeluiden zijn tevens frequenter omdat ze, naast de rackets en de grond, ook tegen de glazen wanden kaatsen. Deze solide omheining werkt als een klankkast waardoor het geluid wordt gebundeld en versterkt. De precieze toevoeging in bronvolume door deze echowerking is niet vast te stellen omdat padel immers altijd op padelbanen met harde wanden wordt gespeeld. Bovendien passen er vier padelbanen op de plek van twee tennisbanen. De geluidsemisatie van een padelbaan is dus niet zonder meer vergelijkbaar met tennis.



3.3 Verstoring door geluid

Dieren gebruiken geluid voor meerdere doeleinden, met name om te communiceren. Geluid is het middel voor paarvorming, afbakening van het territorium, waarschuwen tegen predatoren en diverse soorten gebruiken geluid om te navigeren of te jagen. Voor veel soorten is geluid ook een indicator voor gevaar. Tussen diersoorten bestaan verschillen in het spectrum aan frequenties die ze kunnen waarnemen en in de gevoeligheid voor toonhoogtes binnen dit spectrum (Figuur 2). De mate van overlap tussen het soortspecifieke frequentiebereik en de frequenties van de geluidsbron is indicatief voor de mate van verstoring die een dier ervaart van geluid. Daarnaast zijn ook diverse factoren zoals intensiteit van de verstoring, duur, voorspelbaarheid, frequentie, afstand en de capaciteit om te wennen van invloed op de mate van verstoring.

Omgevingsfactoren kunnen voor een dier belangrijker zijn om op een plek te verblijven of een bepaald gedrag te vertonen, dan de mate van verstoring. Dit wordt tolerantie genoemd. De aanwezigheid van veel of makkelijk te bemachtigen voedsel kan bijvoorbeeld aanleiding zijn om toch in een lawaaierige omgeving te foerageren (Lensink 2015; Wansink 2016). In de effectbeoordeling kan de invloed van geluid (of welke andere verstoringfactor dan ook) niet op zichzelf worden beschouwd, maar moet dit in relatie tot andere omgevingsfactoren gebeuren.

In de volgende paragrafen worden de effecten van padelgeluid op verschillende diergroepen besproken. Afhankelijk van de functie die geluid vervult voor een diergroep worden bepaalde soorten gedrag beperkt. De mate waarin een dier wordt verstoord is gebaseerd op een **worst-case scenario** waarbij:

- een padelbaan maximaal 91 dB(A) continu geluid produceert;
- in een gebied ligt met omgevingsvolume van 50 dB(A);
- er geen structuren aanwezig zijn die geluid blokkeren of dempen.

De geluidsterkte (in dB) neemt af met 6 dB voor elke verdubbeling van de afstand. Een voorbeeld: Het bronvolume van padel betreft 91 dB(A). Op 2 meter afstand is het volume dus 85 dB(A). Deze berekening wordt gebruikt om verstoringsafstanden te bepalen.

3.3.1 Amfibieën

Amfibieën zijn in staat geluiden te horen in het frequentiebereik van ongeveer 100 Hz tot 2,5 kHz. Hun bereik is dus minder groot dan dat van mensen en het valt binnen de frequentieverdeling van het A-filter. Een groot aantal soorten, specifiek padden en kikkers, is daarnaast in staat zelf geluid te produceren. Negatieve effecten van antropogeen geluid zou dan bestaan uit het maskeren van de roep van mannetjes in de voortplantingstijd of het verhogen van stress.

Salamanders zijn niet direct gevoelig voor geluid, maar wel voor trillingen in water die onder andere door geluid kunnen worden veroorzaakt. Die trillingen kunnen tot gedragsveranderingen leiden en bij hele sterke trillingen zelfs tot lichamelijke beschadigingen. Dit soort trillingen worden als gevolg van padel niet verwacht.



Padden en kikkers schrikken van piekgeluiden zoals overvliegende vliegtuigen en passerende motorvoertuigen (ca. 70 tot 90 dB(A)) en vertonen een bevriesreactie. Dit leidt tot een reductie in de roepactiviteit (Sun & Narins 2005). Dezelfde piekgeluiden kunnen bij andere soorten, waaronder meerkikkers, ook zorgen voor een verandering in de amplitude, frequentie en energie van de roep van mannetjeskikkers (Lukanov *et al.* 2014).

Bij continue geluidsbelasting zoals verkeersgeluid blijkt dat mannetjes en vrouwtjeskikkers minder goed kunnen communiceren. De roep van mannetjeskikkers wordt gemaskeerd waardoor vrouwtjes zich – tijdens hun tocht van hun overwinteringsplek naar de voortplantingsplek – minder goed kunnen oriënteren (Tennessee *et al.* 2014). Ook bij continu geluid hebben kikkers een stressreactie waardoor ze bevriezen en zich niet of minder bewegen. Deze reacties zijn geobserveerd bij meerkikkers bij een geluidsemmissie van verkeer vanaf slechts 50 dB(A) (Lukanov *et al.* 2014).

De reactie van kikkers op impuls- en continue geluiden verschilt tussen individuen uit stille en luidruchtige omgevingen. In onderzoek van Lukanov *et al.* (2014) was de bewegingsactiviteit van meerkikkers relatief gevoelig voor geluid. Meerkikkers en boomkikkers uit een luidruchtige omgeving bleken hun roep te hebben aangepast, waardoor ze minder negatieve effecten ervaarden (Lukanov *et al.* 2014; Lukanov & Naumov 2019). De roeieigenschappen van een kikker zijn aangeboren, niet aangeleerd (Wells 2010). Daardoor is het aanpassen van frequentie en amplitude van een roep een proces van meerdere generaties. Kikkers en kikkersoorten die in een permanent luidruchtige omgeving (door bijv. verkeersgeluid) verblijven ervaren na enkele jaren naar verwachting minder negatieve effecten van constant geluid, doordat hun roeieigenschappen zodanig zijn aangepast dat er minder overlap bestaat. Een dergelijke aanpassing in roeieigenschappen is niet van betrekking op padelgeluiden omdat deze niet continu aanwezig zijn (zoals verkeersgeluid) en mogelijk variabelere frequenties hebben (er is geen geluidsonderzoek naar frequenties gedaan).

Schrikeffecten van (incidentele) piekgeluiden zijn niet van toepassing op padel omdat dergelijke piekgeluiden frequent voorkomen en vrijwel altijd in combinatie met achtergrondgeluid van padel. Echter, kan er worden gesteld dat padden en kikkers een effect zullen ervaren van de continue geluidsbelasting van padel. De constante impuls geluiden van balslagen kunnen leiden tot verminderde bewegingsactiviteit zoals Lukanov *et al.* (2014) vond bij meerkikkers. Er zijn geen duidelijke drempelwaardes bekend uit literatuur, echter kan voor een worst-case scenario een drempelwaarde van 50 dB(A) gehanteerd worden (zoals in Lukanov *et al.* (2014)). Versturende geluiden betreffen dus geluiden die opvallend luider zijn dan het omgevingsgeluid in een rustige woonwijk (ook 50 dB(A)). Het is onbekend of geluidsbelasting boven deze drempelwaarde negatieve effecten op populatieniveau heeft, maar het is aannemelijk dat voortdurend verstoorde dieren zich minder succesvol kunnen voortplanten. Het voortplantingssucces kan tevens negatief beïnvloed worden wanneer de communicatie tussen mannetjes en vrouwtjes wordt bemoeilijkt door maskering. Nabij de geluidsbron is het verstrend effect het groots en neemt af met toenemende afstand. Bij een semi-constante geluidsemmissie van maximaal 91 dB(A) wordt het leefgebied voor amfibieën tot de volgende afstand verstoord:



- De habitat voor kikkers en padden in een gebied tot ca. 125 meter rondom padelbanen verslechtert. Bij intensief gebruik van de padelbanen in de voortplantingsperiode kan het voortplantingssucces afnemen.

Deze afstand is gebaseerd op een gebied met omgevingsvolume van ca. 50 dB(A) zonder dempende structuren zoals dichte begroeiing en gebouwen.

3.3.2 Reptielen

De meeste reptielen zijn ongevoelig voor geluid. Ze zijn gevoeliger voor trillingen via de grond dan via de lucht. Bij slangen is het gehoorapparaat zelfs geheel afwezig. De meeste hagedissen zijn echter wel in staat om geluid (via de lucht) te ontvangen en hebben voor zover bekend een frequentiebereik tussen 400 Hz tot 2 kHz.

Hagedissen die in Nederland voorkomen gebruiken geen geluid om onderling te communiceren. Maskering door constant geluid is daarom niet relevant. Er zijn geen negatieve effecten bekend van constant geluid (bijvoorbeeld verkeersgeluid) op het gedrag van hagedissen. Locaties zoals spoor- en wegbermen zijn voor bijvoorbeeld zandhagedissen een geliefd habitat (Creemers & van Delft 2009). Het is aannemelijk dat reptielen ofwel wennen aan de geluidsverstoring of tolerant zijn voor geluidsverstoring wanneer het habitat geschikt is. Qua fysiologische effecten is er een gebrek aan onderzoek.

- Hagedissen en slangen worden niet verstoord door geluid.
- Nota bene: Alleen zandhagedis komt voor in de gemeente Den Haag, waardoor verstoring van slangen en andere hagedissensoorten door padel in de gemeente Den Haag bij voorbaat is uitgesloten.

3.3.3 Vogels

Er is veel bekend over de functie van geluiden die vogels gebruiken. Ook de versturende effecten van antropogeen geluid zijn goed onderzocht bij vogels. Het frequentiebereik van vogels is kleiner dan dat van mensen, maar ligt binnen hetzelfde spectrum.

Overlapt de toonhoogte van continu omgevingsgeluid de toonhoogte van de zang van vogels dan kan dit negatieve effecten hebben op broedvogels (Rheindt 2003; Halfwerk *et al.* 2011; Schroeder *et al.* 2012). De zang van mannetjes is bijvoorbeeld minder goed hoorbaar voor concurrenten en vrouwtjes. Dit verlaagt zijn kansen op het veiligstellen van een territorium en op het aantrekken van een vrouwtje, waardoor zijn broedsucces afneemt. Het kan ook zijn dat het broedsucces door fysiologische oorzaken (energieverlies door stressreacties) minder is bij hoge geluidsbelasting. Daarnaast kunnen gehoorjagers, zoals uilen, last hebben van antropogeen geluid tijdens het jagen op hun prooi. Wanneer dieren minder voedsel kunnen vangen kan dit leiden tot verminderd voortplantingssucces. Zangvogels kunnen maskering door continu geluid vermijden door hun zangpatronen aan te passen. Bijvoorbeeld door eerder of later te zingen, harder te zingen tijdens periodes met geluid of door hun frequentie aan te passen zodat er minder overlap is met de verstoringbron (Slabbekoorn & Peet 2003).



Piekgeluiden hebben een ander soort effect op vogels. Het is bekend dat vogels schrikken van plotselinge piekgeluiden die luider zijn dan het omgevingsgeluid (Krijgsveld *et al.* 2022a). In stille gebieden kunnen deze geluiden tot honderden meters ver opvallend luid zijn en een schrikreactie teweegbrengen. Bij vaker voorkomende piekgeluiden (dagelijks) treedt gewenning op (Harms *et al.* 1997; Kleijn 2008). Als blijkt dat het geluid geen daadwerkelijke dreiging vormt, neemt de intensiteit van de reactie af. Zo blijken piekgeluiden van evenementen (tot 90 dB(A)) geen effect te hebben op het gedrag van vogels, noch op populatieniveau (Henkens *et al.* 2012; Krijgsveld *et al.* 2012; Jonkvorst & Krijgsveld 2013). De aard van dit geluid is te omschrijven als continu geluid met frequente pieken. Waarschijnlijk treedt hierbij snel gewenning op, omdat het geluid in korte tijd herhaaldelijk geen dreiging blijkt te vormen voor vogels.

Er kan gesteld worden dat alle geluiden die opvallend luider zijn dan het omgevingsgeluid in enige mate verstorend zijn voor vogels (Krijgsveld *et al.* 2022a). In een stille woonwijk ligt het omgevingsgeluid rond 50 dB(A). Piekgeluiden hoger dan 50 dB(A) zullen naar verwachting verstorend zijn. Wegens het regelmatig voorkomen van de piekgeluiden van padel (harde balslagen en kreten) zal er snel gewenning optreden.

Bij intensief gebruik van padelbanen krijgt de geluidsemisatie een continu karakter. Onderzoek toont aan dat continu geluid van verkeer eveneens vanaf 50 dB(A) een verstorend effect heeft op populatieniveau omdat soortspecifieke geluiden gemaskeerd worden (Garniel *et al.* 2009; Sierdsema *et al.* 2014). Dit is niet zonder meer te vertalen naar andere types geluid, maar Sierdsema *et al.* (2014) suggereren om de drempelwaarde van 50 dB(A) ook te hanteren voor industrielawaai. Padel is, in tegenstelling tot lawaai van verkeer en industrie, een puntbron (geluid is geconcentreerd vanuit één punt). Het belastend effect van padel op het leefgebied van vogels is naar verwachting zwakker, het gebied komt immers 'slechts' vanuit één richting. Echter, uitgaande van een worst-case scenario gebruiken we dezelfde drempelwaarde voor padel. Continu geluid van padel kan dus een maskerende werking hebben als het luider is dan 50 dB(A). Op den duur heeft dit negatieve effecten op het broedsucces van vogels.

Omdat vogels gevoelig zijn voor verstoring door geluid is het zeker dat de geluidsemisatie van padelbanen een negatief effect heeft op de kwaliteit van het leefgebied voor vogels. De reikwijdte is afhankelijk van het geluidsniveau van padel. Bij een semi-constante geluidsemisatie van maximaal 91 dB(A) wordt het leefgebied voor vogels op de volgende afstand verstoord:

- Geluid van padel verstoort vogels in een straal tot ca. 125 meter rondom padelbanen. Vogelsoorten die gevoelig zijn voor geluidsverstoring zullen dit gebied verlaten als er rustiger alternatieven aanwezig zijn (zie tabel 7.2 in Krijgsveld *et al.* (2022b). Veel algemeen voorkomende soorten in stedelijk gebied (roodborst, kauw, merel, etc.) zijn relatief ongevoelig voor geluidsverstoring (Krijgsveld *et al.* 2022a).



3.3.4 Vleermuizen

De in Nederland voorkomende vleermuissoorten produceren geluid variërend van ongeveer 10 kHz (balts gewone grootvleermuis, tweekleurige vleermuis) tot ongeveer 120 kHz (*myoten*). Dit zijn frequenties die buiten het A-filter vallen en grotendeels buiten het bereik van het menselijk oor. De geluidswaarneming van vleermuizen verschilt wezenlijk van die van de mens. Vleermuizen nemen geluiden boven 4 kHz waar, maar zijn het meest gevoelig vanaf 12 kHz.

De vleermuissoorten Bechsteins vleermuis, vale vleermuis en gewone grootvleermuis gebruiken een jachttechniek waarbij ze afhankelijk zijn van geluid dat hun prooi produceert; passieve jagers. Antropogeen geluid vanaf 4 kHz kan een verstrend effect hebben op het foerageergedrag van deze vleermuizen (Siemers & Schaub 2011; BIJ12 2017). Echter draagt dit hoogfrequente geluid niet ver, dus wordt de vleermuis pas verstoord als deze dicht bij de geluidsbron foerageert. Bechsteins vleermuis is zeldzaam in Nederland. Vale vleermuis en vooral de gewone grootvleermuis zijn meer voorkomend. Vleermuissoorten die een hogere frequentie (>16 kHz) gebruiken om te jagen ervaren alleen verstoring als het verstoringsgeluid overlapt met de soortspecifieke frequentie die ze gebruiken om te jagen (Schaub *et al.* 2008; Bunkley *et al.* 2015). Bovendien verblijven vleermuizen een groot deel van het jaar in winterslaap. Eventuele effecten van padelgeluid zijn daarom alleen aan de orde in de periode buiten de winterslaap, globaal de periode april tot en met oktober.

- Padel produceert, voor zover bekend, geen hoogfrequente geluiden (>4 kHz) waardoor negatieve effecten op foeragerende vleermuizen zijn uitgesloten.
- Uit diverse waarnemingen van verblijfplaatsen nabij luidruchtige locaties blijkt dat vleermuizen in verblijfplaatsen niet verstoord worden door geluid (Hille Ris Lambers *et al.* 2008; Taylor 2013; Luo *et al.* 2014; Lubbers & Marchal 2017; Meijer *et al.* 2018).
- Negatieve effecten van padelgeluid op vleermuizen zijn uitgesloten.

3.3.5 Grondgebonden zoogdieren

Er is slechts beperkt onderzoek beschikbaar naar de effecten van geluid op grondgebonden zoogdiersoorten. Diverse onderzoeken behandelen de verscheidene effecten van menselijke activiteit op zoogdieren, waarbij de activiteit bestaat uit een combinatie van geluid en beweging. Zoogdieren zijn optisch en auditief zeer gevoelig waardoor verstoring door menselijke activiteit vrijwel altijd vanuit een combinatie van verstoringbronnen voortkomt.

Incidenteel geluid zorgt bij zoogdieren voor een vluchtreactie en vermijdingsgedrag (Lenth *et al.* 2008; Coppes *et al.* 2017; Scholten *et al.* 2018; Soultan *et al.* 2021). Er is ruim anekdotisch bewijs voor gewenning aan dergelijk geluid bij zoogdieren (o.a. eekhoorns en herten) in gebieden met veel menselijke activiteit.

Constant geluid van padel kan een maskerende werking hebben voor predators die jagen aan de hand van geluid van hun prooidieren (o.a. vos en sommige marterachtigen), of voor prooidieren die hun vijand minder goed horen naderen. Er is geen onderzoek naar



dergelijke maskerende werking, maar het is aannemelijk dat padelgeluid maskerend kan werken wanneer het luider is dan het omgevingsgeluid. In een worst-case scenario betreft dit een zone van ca. 125 meter rondom de padelbaan, waarbij het maskerend effect met toenemende afstand afneemt. De mate waarin zoogdieren negatief beïnvloed worden is afhankelijk van de leefwijze en de grootte van het leefgebied. Dieren waarvan het volledige leefgebied, of essentiële onderdelen van het leefgebied binnen de verstoringzone liggen kunnen negatief beïnvloed worden. Wanneer dieren voldoende mogelijkheden hebben om alternatief, onverstord leefgebied te benutten komt het overlevings- en voortplantingssucces van de dieren niet in het geding en blijven de effecten op populatieniveau beperkt (Taylor 2005).

- Zoogdieren vermijden menselijke activiteit (de combinatie van geluid en beweging). Er kan gewenning optreden waardoor de verstoringafstand afneemt.
- Padelgeluid kan een maskerende werking hebben voor prooidieren en predators die jagen aan de hand van geluid van hun prooidieren. Dit betreft een zone tot ca. 125 meter rondom de padelbaan en heeft een sterk negatief effect wanneer het leefgebied volledig of essentiële onderdelen van het leefgebied binnen de verstoringzone liggen.



4 Negatieve effecten door licht

4.1 Algemeen

Verlichting kan effect op natuur hebben, zowel op planten als op dieren. Van verlichting is bekend dat het effect tot enkele honderden meters ver kan reiken, bijvoorbeeld 200 m voor padden, 300 m voor grutto's. De sterkte van het effect is afhankelijk van de lichtsterkte (uitgedrukt in lux) en dit verschilt per lichtbron.

Onder natuurlijke omstandigheden zijn de nachten niet altijd donker. Het licht van volle maan heeft een sterkte van 0,1 tot 0,3 lux. Elke verlichting die meer licht geeft dan **0,3 lux** wordt als onnatuurlijk beschouwd en kan een effect op planten en dieren hebben.

De afstand tot de lichtbron waarop de lichtsterkte een waarde van 0,1 tot 0,3 lux bereikt, is niet alleen afhankelijk van de lichtsterkte van de lichtbron, maar ook van objecten rondom de lichtbron. In een open gebied is de afstand maximaal, terwijl bomen in het bos licht verstrooien en absorberen. Tevens wordt de mate van het optreden van effecten bepaald door verschillen in gevoeligheid voor bepaalde golflengten (kleuren) van het licht bij diersoorten.

4.2 Licht van padelbanen

Outdoor padelbanen worden verlicht door lichtmasten. Volgens de prestatie-eisen van de KNLTB (overkoepelende bond voor tennis en padelverenigingen) is het minimaal vereiste verlichtingssterkte op padelbanen 300 lux, maar een verlichtingssterkte van 500 lux wordt geadviseerd. Voor wedstrijden (competitie en toernooien) geldt op nationaal niveau een minimum van 300 lux en voor internationaal niveau een minimum van 500 lux. De verlichtingsbron moet een hoogte van minimaal 6 meter hebben. Padelbaanverlichting is wit (meestal ca. 4000 Kelvin).

De tijden waarop veldverlichting aan mag zijn, zijn vastgelegd in artikel 3.148 van het activiteitenbesluit milieubeheer. De regels luiden als volgt: 'De verlichting moet zijn uitgeschakeld tussen 23.00 uur en 07.00 uur en als er geen sport wordt beoefend of onderhoud plaatsvindt'.

4.3 Verstoring door licht

De natuur staat vanaf het begin van het leven onder invloed van de dagelijkse dag-nacht cyclus en seizoenscyclus. De dag-nacht cyclus en seizoenscyclus zijn sleutelvariabelen voor de individuele ontwikkeling van planten en dieren en voor seizoensgebonden activiteiten zoals de voortplanting, de trek tussen zomer- en winterhabitat en de overwintering. Kunstmatige verlichting in de nacht beïnvloedt deze cycli. Verlichting beïnvloedt ook het foerageersucces van predatoren en nachttactieve dieren. In verband hiermee kan ook het overlevingssucces van prooidieren veranderen wanneer deze afhankelijk zijn van de duisternis als dekking.

Kunstlicht heeft een spectrum dat afwijkt van zonlicht, maanlicht en sterrenlicht. Omdat zo veel verschillende biologische systemen onder invloed staan van licht lijkt het logisch dat



kunstlicht verschillende effecten heeft. Bij deze effecten speelt niet alleen de intensiteit van het licht een rol, maar is ook het spectrum van belang (zie bijv. 4.3.4).

De effecten van kunstlicht op de fysiologie en het gedrag van individuele organismen zijn ruim onderzocht. Echter is het effect op populatieniveau voor veel soortgroepen onbekend, mede door de (nog) ondoorgroonde interacties binnen het voedselweb.

In de volgende paragrafen worden de effecten van licht op verschillende diergroepen besproken. Afhankelijk van de leefwijze van een dier kan deze in meer of mindere mate verstoord worden. De mate waarin een dier verstoord wordt is gebaseerd op een **worst-case scenario** waarbij:

- een padelbaan met 500 lux verlicht wordt;
- lampen gebruikt worden die verstrooid licht geven (geen LED, hoewel dit steeds vaker wordt toegepast);
- de lampen geen armaturen hebben die licht bundelt;
- er geen structuren aanwezig zijn die licht blokkeren.

De lichtsterkte (in lux) neemt kwadratisch af voor elke verdubbeling van de afstand. Een voorbeeld: de lichtsterkte van veldverlichting bij padel betreft 500 lux. Op 2 meter afstand is de lichtsterkte dus 125 lux. Deze berekening wordt gebruikt om verstoringsafstanden te bepalen.

4.3.1 Amfibieën

Amfibieën houden een winterslaap die eind september/begin oktober begint en duurt tot in maart. Effecten van verstoring door licht zijn dan uitgesloten. In de rest van het jaar zijn amfibieën zowel overdag als 's nachts actief. Bepaalde activiteiten gebeuren voornamelijk 's nachts of in de avondschemering. Padden trekken bijvoorbeeld 's nachts en kikkers roepen in de paartijd vooral in de avondschemering en 's nachts. Op veel kikker-, padden- en salamandersoorten heeft kunstlicht een aantrekkende werking (Baker 1990; Creemers 1991; Buchanan 2006). De aantrekkende werking van kunstlicht wordt verklaard door de aanwezigheid van insecten, het voedsel van amfibieën, bij de lichtbron (Jochimsen *et al.* 2004; Perry *et al.* 2008). In hun literatuuronderzoek vonden Buchanan (2006) en Perry *et al.* (2008) voorbeelden van effecten van stads- en straatverlichting op het foerageer-, voortplantings- en anti-predatorgedrag van amfibieën. Een voorbeeld van het mijden van licht is bekend van gewone padden tijdens hun trek. In deze fase van hun levenscyclus worden padden niet aangetrokken door het grote voedselaanbod. Gewone padden mijden tijdens de trek juist routes met wit of groen licht en prefereren routes zonder licht of met rood licht, waar ze ongevoelig voor zijn (van Grunsven *et al.* 2015).

De aantrekkende of afwerende werking leidt ertoe dat dieren van hun gebruikelijke trekroute of foerageerplek worden afgeleid en bijvoorbeeld hun eindlocatie niet bereiken of zich in riskante locaties bevinden waar ze overreden of vertrappt kunnen worden.

Deze effecten treden vooral op bij verlichting in een anderzijds donkere omgeving. Amfibieën kunnen wennen aan continue, diffuse kunstmatige verlichting en zich normaal gedragen (Buchanan 2006). Er is echter weinig bekend over indirecte effecten van licht, zoals het effect op de overlevingskans van kikkervisjes, effecten op voedselaanbod of predatiedruk. Op lange termijn kunnen dergelijke effecten lokale populaties beïnvloeden.



- Amfibieën zijn gevoelig voor verstoring door verlichting. Felle verlichting in een anderzijds donkere omgeving kan een aantrekkende werking hebben waardoor amfibieën hun leefgebied verlaten of zich begeven in gebied waar ze overreden of vertrapt kunnen worden.
- Dit effect treedt op bij alle verlichting die feller is dan de natuurlijke lichtsterkte van 0,3 lux. Bij een worst-case scenario is de lichtsterkte onder de drempelwaarde van onnatuurlijk licht (0,3 lux) op een afstand van 50 meter van een lichtbron van 500 lux (zoals veldverlichting).
- Verlichting van verbindingzones of leefgebied dat essentiële functies vervult voor een soort (bijv. voortplantingsplek of overwinteringsplek) heeft sterk negatieve gevolgen.

4.3.2 Reptielen

Er is zeer weinig onderzoek gedaan naar de effecten van verstoring van het dag-nachtritme door kunstlicht op (in Nederland voorkomende) reptielen. Er zijn echter wel diverse onderzoeken die aantonen dat reptielen (hagedissen) actief zijn bij kunstlicht, onder andere om te foerageren op insecten die door het licht worden aangetrokken (Perry *et al.* 2008; Oda *et al.* 2020). Er zijn geen studies die aantonen dat er sprake is van fysiologische veranderingen door licht, noch een verstoring van essentiële gedragspatronen.

Wanneer de activiteit van meerdere soorten (o.a. prooi- en predatorsoorten) beïnvloed wordt kan er overlap ontstaan in de actieve periodes. Dit zou mogelijk kunnen leiden tot een grotere kans op interactie tussen reptielen en hun vijanden (egel, vos, marters). Er zijn echter geen bevindingen die dit aantonen. De impact van dergelijke overlap is waarschijnlijk niet sterk genoeg om negatief effect te hebben op populatieniveau.

- Veldverlichting van padelbanen heeft geen negatieve effecten op reptielen.
- Nota bene: Alleen zandhagedis komt voor in de gemeente Den Haag, waardoor verstoring van slangen en andere hagedissensoorten door padel in de gemeente Den Haag bij voorbaat is uitgesloten.

4.3.3 Vogels

Bekend is dat kunstlicht effect heeft op het zingen van zangvogels. In verlichte situaties beginnen merels 's morgens eerder met zingen en beginnen ze ook eerder in het jaar met zingen (Da Silva *et al.* 2014; 2015) Bij toenemende lichtintensiteit is de aanvang van het zingen steeds vroeger tot wel 21 minuten bij 15 lux, maar 's avonds is het effect van kunstlicht op de zang beperkt (Da Silva *et al.* 2014). Vogels hebben meer partners, leggen meer eieren (Kempenaers *et al.* 2010), spenderen meer tijd aan jongen voeden en minder tijd aan slapen (Titulaer *et al.* 2012; Ouyang *et al.* 2017) in verlichte situaties. Een grotere inspanning van de vogel kan consequenties hebben voor hun overlevingskansen. Ook de jongen die opgroeien in (vooral wit) licht blijken minder gezond te zijn. Kunstlicht kan ook positief bijdragen aan de overlevingskansen van vogels door bijvoorbeeld een toename van voedselaanbod.



Hoewel deze resultaten een indicatie geven dat vogels in een verlichte omgeving kwetsbaarder zijn, laat onderzoek van De Jong *et al.* (2015) zien dat bij een lichtintensiteit van 8,5 lux (vergelijkbaar met straatverlichting) geen verschil optrad in de keuze van een nestkast (wel of niet verlicht) en geen negatieve effecten op het broedsucces van koolmees en bonte vliegenvanger optraden. Het is aannemelijk dat nestkast- en holenbroeders, zoals koolmees en bonte vliegenvanger, minder negatieve effecten van licht ervaren omdat directe blootstelling tijdens het broeden een groot deel van de tijd wordt vermeden. Bij hoge lichtintensiteit (>8,5 lux) kunnen wel negatieve effecten op het broedsucces optreden. Voor soorten van open landschappen speelt verlichting wel een rol in de keuze voor nestlocatie, mede omdat verlichtte nesten kwetsbaar zijn voor predatie (grutto's; De Molenaar *et al.* 2006).

- Veldverlichting van padelbanen beïnvloedt het gedrag van vogels (zang, foerageren, etc.). Op lange termijn kan dit effect hebben op lokale populaties, maar complexe interacties binnen het voedselweb maken het moeilijk te voorspellen hoe populaties worden beïnvloed.
- Verlichting bij padelbanen kan een negatief effect hebben op vogels die broeden in open landschappen. Deze soorten zullen donkere omgeving verkiezen voor hun nest waardoor de populatiedichtheid lokaal afneemt. Als geen maatregelen tegen lichtverstrooiing worden genomen, wordt een gebied tot 50 meter van een lichtbron van 500 lux onnatuurlijk verlicht en wordt het broedsucces van deze vogels negatief beïnvloed.
- Algemene (zang)vogels die broeden in holen of nestkasten worden in de broedperiode niet verstoord door blootstelling aan licht tot 8,5 lux. Tot 8 meter van een lichtbron van 500 lux is de lichtsterkte hoger dan 8,5 lux en kan het broedsucces van deze vogels negatief beïnvloed worden.

4.3.4 Vleermuizen

Lacoeuilhe *et al.* (2014) en Stone *et al.* (2015) geven een goed overzicht over de effecten van kunstlicht op vleermuizen. Alle vleermuissoorten worden in hun actieve periode ('s nachts) door licht beïnvloed, waaronder ook maanlicht (Prugh & Golden 2014; Stone *et al.* 2015). De gevoeligheid voor licht verschilt tussen vleermuissoorten. Grootoorvleermuizen en soorten van de *Myotis*-groep, waartoe bijvoorbeeld baardvleermuis, Brandts vleermuis, vale vleermuis en watervleermuis behoren, mijden tijdens het vliegen en foerageren verlichte plekken. Deze soorten vliegen langzaam en zijn kwetsbaar voor predatie in verlichte omgevingen (Spoelstra *et al.* 2017). Daarentegen worden wendbare of hoogvliegende soorten zoals gewone en kleine dwergvleermuizen, laatvlieger en rosse vleermuis, tijdens het foerageren door kunstlicht (in beschutte omgeving) aangetrokken, waar ze jagen op insecten bij de lichtbron. Ruige dwergvleermuizen tonen geen voorkeur of afkeer voor kunstlicht.

Effecten van licht bij verblijfplaatsen

Worden de uitgangen van de verblijfplaatsen van vleermuizen door kunstlicht beschenen dan verlaten de vleermuizen hun verblijfplaats later dan in onbelichte situaties (Stone *et al.* 2015). Uiteindelijk kan dit leiden tot het permanent verlaten van de verblijfplaats (Rydell *et*



al. 2017). In het geval van kraamkolonies van soorten van de *Myotis*-groep leidde het verlichten van de uitgang tot een lagere groeisnelheid van de jongen (Boldogh *et al.* 2007). Hierdoor zullen de moeders langer aan de plek van de kraamkolonie gebonden zijn en meer tijd aan foerageren moeten besteden.

Effecten van licht op vliegroutes en foerageergebied

Kunstlicht kan op vleermuizen een barrièrewerking hebben. Alle soorten vermijden licht op vliegroutes. Gewone dwergvleermuizen (ongevoelig voor lichtverstoring bij jagen) kunnen redelijk grote open ruimten oversteken (enkele tientallen meters), maar als deze worden verlicht neemt de barrièrewerking van de open ruimte toe. Hoe groter de afstand, hoe minder licht daarvoor nodig is. Bij een gat van 30 m in een vliegroute is dit 20 lux, voor een gat van 60 m is dit ongeveer 5 lux (Hale *et al.* 2015). Sierdsema and Jansen (2016) gaan ervan uit dat als grens voor negatieve effecten op de vliegroute 0,5 of 1 lux kan worden genomen voor de lichtgevoelige *Myotis*-groep en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen, laatvliegers, rosse vleermuizen en bosvleermuizen. We hanteren voor lichtgevoelige soorten een worst-case effectgrens van 0,5 lux, welke tevens in lijn ligt met het beleid van de gemeente Den Haag.

De kleur van licht speelt ook een grote rol in de mate van verstoring van vleermuizen. Spoelstra *et al.* (2017); foeragerend) en Downs *et al.* (2003); bij verblijfplaatsen) tonen aan dat alle vleermuissoorten het minst gevoelig zijn voor rood licht. Lichtgevoelige soorten worden verstoord door wit en groen licht. Padelbaanverlichting is wit (meestal ca. 4000K).

- Vliegende en foeragerende vleermuizen kunnen verstoord worden door verlichting van padelbanen, maar niet alle soorten zijn even gevoelig.
- Vleermuissoorten van de *Myotis*-groep zijn gevoelig voor lichtverstoring en mijden kunstlicht op vliegroutes en foerageergebied. Voor deze soorten geldt een effectgrens van 0,5 lux. Dit ligt op 32 meter vanaf een lichtbron van 500 lux.
- Vleermuissoorten zoals dwergvleermuizen, laatvliegers, bosvleermuizen en rosse vleermuizen zijn ongevoelig voor verstoring tijdens foerageren (of worden zelfs aangetrokken), maar mijden kunstlicht op vliegroutes. Voor deze soorten geldt een effectgrens van 3 lux. Dit ligt op 15 meter vanaf een lichtbron van 500 lux.
- Verlichting van padelbanen is verstorend voor alle vleermuissoorten wanneer de verblijfplaats wordt beschenen.

4.3.5 **Grondgebonden zoogdieren**

Veel nachttactieve zoogdieren reageren, net zoals vleermuizen, op maanlicht door hun actieve perioden te verschuiven, hun activiteit te verminderen, kortere afstanden af te leggen en minder voedsel te consumeren. Zelfs kunstlicht met een soortgelijke intensiteit als maanlicht vermindert de activiteit en beweging van veel nachtdieren, met name soorten die zich moeten verbergen om het risico van predatie tijdens het nachtelijke foerageren te verminderen (Clarke 1983; Brillhart & Kaufman 1991; Vasquez 1994; Falkenberg & Clarke 1998; Kramer & Birney 2001). Predatoren lijken namelijk voordeel te ervaren van kunstlicht. de Molenaar *et al.* (2003) bestudeerden de reactie van zoogdieren op straatlantaarns die experimenteel waren geïnstalleerd op dammen die sloten in Nederland kruisten. Bunzing,



hermelijn, wezel en vos liepen vaker bij verlichte dan bij onverlichte dammen. Daarentegen vermeden prooidieren het kunstlicht.

Kunstlicht heeft ook een verstorend effect op het dag-nachtritme van dieren (Grubisic *et al.* 2019). Sharma *et al.* (1997) toonden aan dat het ritme met ca. 1,5 uur kan verschuiven als gevolg van blootstelling aan kunstmatig licht en tot wel 2,5 uur bij eenzelfde lichtsterkte als daglicht. In wilde populaties is dit effect moeilijk te onderzoeken. Het is echter wel aannemelijk dat een verschuiving van de interne biologische klok optreedt als gevolg van grootschalig gebruik van kunstlicht. Aangenomen dat de biologische klok is geëvolueerd om onder andere de efficiëntie van foerageren te maximaliseren en het risico op predatie te verminderen, kan het negatieve gevolgen hebben als deze klok door kunstlicht wordt verstoord. Er kan bijvoorbeeld meer overlap ontstaan tussen de actieve periodes van prooi- en roofdieren waardoor de relatie uit balans kan raken.

- Verlichting van padelbanen beïnvloedt het gedrag van grondgebonden zoogdieren op uiteenlopende wijze.
- Prooidieren vermijden verlichtte locaties. Dit effect treedt waarschijnlijk op bij alle verlichting die feller is dan de natuurlijke lichtsterkte van 0,3 lux. Dit ligt op 50 meter vanaf een lichtbron van 500 lux (de maximale lichtsterkte van de veldverlichting van padelbanen). Verlichting van verbindingzones of leefgebied dat essentiële functies vervult voor een soort (bijv. voortplantingsplek of overwinteringsplek) heeft sterk negatieve gevolgen.
- Predators zijn minder gevoelig voor lichtverstoring. Veel soorten worden juist aangetrokken door licht omdat het hun jaagsucces bevordert.



5 Negatieve effecten van beweging

5.1 Beweging bij padel

Logischerwijs is er veel beweging zichtbaar bij padelsport. De beweging van mensen bevindt zich grotendeels binnen de banen, waarbij er twee of vier mensen op een baan spelen. Daarnaast bewegen toeschouwers en spelers zich buiten de banen, maar binnen de sportfaciliteit.

5.2 Verstoring door beweging

Dieren reageren op beweging door hun bezigheden (even) te onderbreken, te vluchten of zelfs een gebied te verlaten. Dit wordt ook wel optische verstoring genoemd. Optische verstoring wordt over het algemeen gemeten door de vluchtafstand te bepalen. Dat is de afstand waarop een dier vlucht als gevolg van waargenomen beweging. Dit is relatief makkelijk te meten en te kwantificeren. Vluchtafstand geeft ook een indicatie over de ernst van de effecten door de verstoring, want populaties met een grote vluchtafstand nemen meer af doordat ze minder goed kunnen foerageren of reproduceren en meer energie verliezen door onrust (Møller 2008).

Verstoring door beweging treedt vooral op als de beweging een daadwerkelijke dreiging vormt (bijvoorbeeld een jager) en onvoorspelbaar is (geen vaste route). Beweging van padel vormt voor dieren waarschijnlijk weinig verstoring omdat het geen gevaar vormt, geen beweging richting dieren wordt gemaakt (benadering) en de beweging altijd (geconcentreerd) binnen hetzelfde gebied plaatsvindt. Desalniettemin worden in de volgende paragrafen de mogelijke effecten van beweging op verschillende diergroepen besproken. Afhankelijk van de verstoring gevoeligheid voor beweging wordt een dier in meer of mindere mate verstoord. De mate waarin een dier wordt verstoord is gebaseerd op een **worst-case scenario** waarbij:

- er geen structuren aanwezig zijn die zicht op beweging blokkeren.

5.2.1 Amfibieën

Amfibieën reageren op beweging van mensen, maar hun reactieafstand is laag: soms minder dan een meter. Over de effecten van hun reactie (stoppen met kwaken of wegvluchten) op de populatie is niets bekend. Het is echter aannemelijk dat een amfibie die constant wordt verstoord zijn voortplantings- of rustplaats zal verlaten. Ook kan het voortplantingssucces van een mannetjeskikker of -pad afnemen als hij door optische verstoring minder kan roepen en daardoor minder goed door vrouwtjes wordt gehoord.



De kans dat amfibieën door padel worden verstoord is zeer laag, omdat spelers en toeschouwers de voortplantings- of rustplaats niet binnen enkele meters zullen naderen. Enkele situaties waarbij dit wel het geval is zullen slechts een tijdelijke reactie veroorzaken welke geen effect heeft op het voortplantings- of overlevingssucces van de dieren.

- Negatieve effecten van beweging van padel op amfibieën zijn uitgesloten.

5.2.2 Reptielen

Reptielen reageren bij benadering door mensen door weg te vluchten of agressie te tonen. Er is zeer weinig bekend over de effecten van (optische) verstoring op reptielen. French *et al.* (2018) geven een overzicht van de verschillen in o.a. gedrag tussen reptielen in stedelijke en plattelandsomgeving. Er zijn onderzoeken waarbij de reactieafstand van reptielen verminderd in stedelijke omgeving, maar tevens onderzoeken waarbij het omgekeerde is vastgesteld of geen effect zichtbaar was. Bovendien verschilt de leefwijze tussen de onderzochte reptielensoorten en zullen ook de effecten per soort verschillen. Er is geen onderzoek bekend naar soorten die in Nederland voorkomen. Het is bekend dat onder andere de ringslang erg gevoelig is voor verstoring door beweging. Enkele hagedissensoorten vluchten pas op korte afstand en verstijven bij gevaar (Ravon).

Reptielen komen voor in wegbermen waar ze frequent worden blootgesteld aan beweging (Creemers & van Delft 2009). Dit type habitat vormt desondanks een geschikt leefgebied. Het is mogelijk dat ze tolerant zijn voor optische verstoring wanneer geschikte landschapsstructuren, zoals open, zanderige plekjes om te zonnebaden, beschikbaar zijn op onrustige locaties. Er is geen onderzoek bekend naar de tolerantie van reptielen, noch naar de effecten van verstoring op populatieniveau.

- Verstoring door padel heeft geen negatieve effecten op hagedissen wegens de korte verstoringsafstand en hoge tolerantie voor beweging.
- Schuwe reptielensoorten (o.a. ringslang en waarschijnlijk ook andere slangen) kunnen verstoord worden door beweging als de padelbaan dichtbij (enkele meters) van hun leefgebied ligt. Naar verwachting zullen de dieren het verstoorde gebied verlaten en rustiger leefgebied zoeken.
- Nota bene: Alleen zandhagedis komt voor in de gemeente Den Haag, waardoor verstoring van slangen en andere hagedissensoorten door padel in de gemeente Den Haag bij voorbaat is uitgesloten.

5.2.3 Vogels

Vogels blijken, net als bij geluidsverstoring, in staat in een onrustige omgeving te broeden en nageslacht voort te brengen. Negatieve effecten zijn zichtbaar in gedragsveranderingen of in onzichtbare fysiologische veranderingen. Als gevolg van optische verstoring treden beide vaak op. Als de verstoring lange tijd aanhoudt kan dit leiden tot verminderde fitheid en lager broedsucces. Door gebruik te maken van bufferzones kan de mate van verstoring worden beperkt. De afstand die gehanteerd wordt is afhankelijk van de verstoringsgevoeligheid van de vogelsoort en de levensfase (o.a. paarvorming, vestiging en broeden).



Voor verstoringsgevoelige vogelsoorten die voorkomen in stedelijk gebied geldt in de broedperiode een verstoringsafstand van gemiddeld 50 meter. Sommige roofvogelsoorten, waaronder torenvalk (in rurale gebieden) en boomvalk, hebben grotere verstoringsafstanden tot ca. 250 meter. Andere soorten, waaronder mussen, mezen, boerenzwaluw en ijsvogel, worden op slechts 25 of 50 meter verstoord. Voor soortspecifieke afstanden zie tabel 7.2 in Krijgsveld *et al.* (2022b). Algemeen voorkomende soorten in stedelijke omgeving (roodborst, koolmees, kauw, etc.) hebben over het algemeen zeer korte (<25m) verstoringsafstanden wegens de grote mate van gewenning aan menselijke activiteit. Deze verstoringsongevoelige soorten worden niet behandeld in tabel 7.2 van Krijgsveld *et al.* (2022b).

Er treedt gewenning op wanneer de beweging een voorspelbaar patroon heeft en daadwerkelijk gevaar uitblijft. Wat betreft padel geldt beide en dus zullen vogels gewend raken aan de beweging en zal de verstoringsafstand van (verstoringsgevoelige) soorten afnemen.

- Beweging van padel kan negatieve effecten hebben op verstoringsgevoelige soorten tijdens de broedperiode wanneer dit plaatsvindt binnen de soortspecifieke verstoringsafstand (zie tabel 7.2 in Krijgsveld *et al.* (2022b)).
- Algemeen voorkomende soorten in stedelijk gebied hebben zeer korte verstoringsafstanden (<25m) en worden wegens de hoge mate van gewenning niet verstoord door beweging van padel.
- Vogels kunnen wennen aan de beweging van padel, waardoor verstoringsafstanden na verloop van tijd afnemen.

5.2.4 **Vleermuizen**

Vleermuizen zijn tijdens het jagen en verplaatsen door hun leefgebied ongevoelig voor bewegingen van mensen en machines. Enkele onderzoeken indiceren dat de activiteit van vleermuizen lager is in gebieden en periodes met veel menselijke activiteit (Shirley *et al.* 2001; Ancillotto *et al.* 2019; Li *et al.* 2020). Het effect van beweging kan in deze onderzoeken echter niet worden geïsoleerd van andere verstoringvormen. In de onderzochte situaties is het aannemelijk dat de verstoring werd veroorzaakt door licht of geluid, meer dan door optische verstoring.

Vleermuizen zijn gevoelig voor optische verstoring in verblijfplaatsen wanneer deze wordt betreden, zoals schuren, loodsen of zolders. Bij verblijfplaatsen in de spouwmuur of boomholte is er geen sprake van betreding. Beweging van padel is vanuit de verblijfplaats van vleermuizen niet zichtbaar en beweging buiten de verblijfplaats vormt geen verstoring.

- Negatieve effecten van beweging van padel op vleermuizen zijn uitgesloten.

5.2.5 **Grondgebonden zoogdieren**

Diverse onderzoeken tonen aan dat grondgebonden zoogdieren menselijke activiteit (de combinatie van beweging en geluid) vermijden. Uit deze onderzoeken blijkt dat dieren hun gedrag aanpassen en vluchten voor menselijke activiteit (Lenth *et al.* 2008; Coppes *et al.*



2017; Scholten *et al.* 2018; Soutan *et al.* 2021). Er bestaan vanzelfsprekend verschillen tussen de leefwijzen van diersoorten die hun verstoringsgevoeligheid bepalen, maar allemaal laten ze eenzelfde vermijdingsgedrag zien. Daarentegen laat een grote hoeveelheid anekdotisch bewijs zien dat zoogdieren gewennen aan beweging van o.a. verkeer en recreanten in parken. Dieren met een hoog aanpassingsvermogen, zoals vos, kunnen profiteren van de aanwezigheid van mensen door o.a. een groot voedselaanbod. Zij vertonen tevens minder vermijdingsgedrag (Lenth *et al.* 2008; Soutan *et al.* 2021). Beweging van padel is zeer voorspelbaar en geconcentreerd in een (omheind) gebied. De beweging vormt geen dreiging waardoor gewenning snel zal optreden. Uit onderzoek blijkt dat zoogdieren 50 tot 100 meter afstand bewaren tot recreanten. Wegens de aard van padel (lokaal, constant, etc.) is de optische verstoringsafstand van padel minder dan 50 m.

- Grondgebonden zoogdieren mijden beweging van menselijke activiteit, maar gewenning kan optreden.
- De verstoringsafstand van padelbanen voor zoogdiersoorten (zoals voorkomend in de gemeente Den Haag) betreft minder dan 50m.



6 Negatieve effecten van glazen wanden

6.1 Glazen wanden bij padel

De richtlijnen van de KNTB voor padel wedstrijdbanen geeft aan dat het speelveld volledig omsloten wordt door een (padel)kooi (zie Figuur 1) welke moet voldoen aan de volgende eisen:

- De achterwand bestaat uit glas;
- Beide zijden zijn verdeeld in drie delen waarbij;
- De twee buitenste delen bestaan uit glazen wanden (één laag en één hoog);
- Het derde, middelste deel bestaat uit metalen afsluiting (afrastering);
- Boven alle glazen wanden komt nog 1 meter metalen wand (afrastering).

De glazen wanden aan de achterzijde reiken tot 3 meter hoog, het achterste deel van de zijkant tevens tot 3 meter hoog en het naastgelegen deel van de zijkanten tot 2 meter hoog.

6.2 Aanvaringslachtoffers

Hoewel vogels visueel goed zijn aangepast aan hun omgeving, zijn zij niet in staat om glazen ruiten als een obstakel te herkennen. Vogels kunnen door het glas heen kijken naar de omgeving, waardoor ze, wanneer ze proberen door te steken, tegen het glas botsen. Afhankelijk van het type glas, de verlichting en de omgeving geven glazen oppervlaktes bovendien een reflectie van het omringende landschap. Vogels beschouwend het glas daarom als vrije vliegroute en zullen de wand niet vermijden. Dit is vooral problematisch in 1) omgeving waar natuurlijke structuren (bomen, lucht, etc.) in het glas reflecteren, 2) wanneer de vluchtlijn onderbroken wordt, bijvoorbeeld bij twee glazen wanden tegenover elkaar of in een hoek, en 3) bij glazen wanden in de buurt van een voederplek of foerageergebied van vogels. Veel vogels verzamelen zich op dergelijke plekken en lopen meer risico op aanvaring als ze wegvliegen of opschrikken.

Daarnaast verhoogt kunstmatige verlichting het aanvaringsrisico in de trekperiode. Veel vogelsoorten migreren 's nachts en worden aangetrokken tot verlichting in donkere gebieden. Padelbanen in het buitengebied kunnen op deze wijze een aantrekkelijke werking hebben op trekvogels.

Glazen wanden en grote ramen zorgen op grote schaal voor aanvaringslachtoffers bij onder andere kantoorgebouwen, huizen en geluidswanden. Ook outdoor padelbanen vormen door de grote oppervlaktes en tegenoverliggende glazen wanden een aanvaringsrisico voor vogels. Dergelijke aanvaringen zijn in 50% van de gevallen fataal voor de vogel.



Het is lastig vast te stellen wat het totaal jaarlijks aantal aanvaringslachtoffers is omdat de, vaak versuften, dieren worden opgegeten door roofdieren, worden opgeruimd, of terechtkomen op locaties waar ze niet gevonden worden. Naar verwachting betreft het honderdduizenden vogels per jaar en vormt aanvaring de op een na meest voorkomende antropogene oorzaak van vogelsterfte (na habitatvernietiging). De sterke toename in het aantal padelbanen zal naar verwachting bijdragen aan de jaarlijkse aanvaringslachtoffers, echter is het precieze aandeel onzeker. Uit onderzoek in de provincie Zaragoza in Spanje bleek een gemiddelde jaarlijkse sterfte van 100 vogels per padelbaan (Aragonea 2021). Het aantal slachtoffers bij een padelbaan is afhankelijk van de locatie en omgeving (en dus vogelrijkdom) en kan verminderd worden door maatregelen (zie §9.4).



7 Conclusie

In dit rapport hebben we op basis van een literatuurstudie de mogelijke negatieve effecten van padel op verschillende diersoorten in kaart gebracht. We zijn uitgegaan van een worst-case scenario waarbij het gebruik en de aanwezigheid van een padelbaan verstoring veroorzaakt in een voorheen onverstoorde omgeving en geen maatregelen worden genomen om verstoring te beperken.

Het gebruik van padelbanen kan geluidsverstoring veroorzaken bij amfibieën, zoogdieren en verstoring gevoelige vogelsoorten. Padelgeluid verstoort dieren door o.a. maskering van geluiden zoals onderlinge communicatie of geluiden die duiden op de aanwezigheid van een predator. De afstand waarop geluid negatieve effecten kan hebben reikt tot maximaal 125 meter in een situatie waarbij een padelbaan maximaal 91 dB(A) continu geluid produceert, in een gebied ligt met omgevingsvolume van 50 dB(A) en er geen structuren aanwezig zijn die geluid blokkeren of dempen.

De negatieve effecten van de veldverlichting van padelbanen zijn sterk voor veel soorten, waarbij vooral vleermuizen gevoelig zijn en amfibieën in specifieke perioden tijdens trek. Veldverlichting van padelbanen kan zeer verstoring zijn voor vleermuizen, amfibieën tijdens de trekperiode, grondgebonden zoogdieren, waarbij met name prooidieren gevoelig zijn, en sommige vogelsoorten. Negatieve effecten treden op tot maximaal 50 meter van de padelbanen als lampen van 500 lux worden gebruikt (tot 30 meter als lampen van 300 lux worden gebruikt).

Optische verstoring van het beoefenen van padel blijkt voor bijna alle dieren weinig verstoring. Enkel vogels en grondgebonden zoogdieren kunnen negatieve effecten van optische verstoring ervaren. In veel gevallen zullen de dieren gewend raken aan de beweging omdat het binnen een voorspelbaar gebied is en geen daadwerkelijke dreiging vormt.

Naast deze verschillende type verstoringen kunnen vogels ook negatieve effecten ervaren als ze tegen de glazen wanden van een padelbaan botsen. Slachtoffers door aanvaringen met glazen wanden zijn lastig te tellen, maar hebben ontegenzeggelijk een effect op populatieniveau.



8 Synthese

Sommige van de genoemde effecten zullen minder of niet aanwezig zijn wanneer een padelbaan wordt gerealiseerd in een reeds bestaand sportcomplex, zoals vaak het geval zal zijn. Het omgevingsvolume en verstrooid licht op een sportcomplex is vele malen hoger dan in een stil natuurgebied, waardoor er rondom een reeds bestaand sportcomplex minder (gevoelige) diersoorten aanwezig zijn, en de aanwezige dieren reeds gewend zijn aan een zekere mate van verstoring.

Wat voegt een padelbaan toe aan de verslechtering van het leefgebied¹ als het op een sportcomplex is waar al tennisbanen, voetbal- of hockeyvelden zijn? De effecten waarbij nog steeds rekening gehouden moet worden zijn situatieafhankelijk.

- A. Wordt de padelbaan gerealiseerd in plaats van een al aanwezig sportveld met verlichtingspalen, dan is de toegenomen invloed van licht, geluid en beweging ten opzichte van de oude situatie klein. De situatie kan zelfs verbeteren ten opzichte van de oude situatie wanneer hoge verlichtingsmasten (met conventionele verlichting) vervangen worden door lagere masten met armaturen. Let hierbij op dat nieuwe verlichting zo min mogelijk habitat van dieren belicht. Er dient in de nieuwe situatie vooral rekening gehouden te worden met de toevoeging van glazen wanden en bijkomend aanvaringsrisico. Maatregelen zoals genoemd in hoofdstuk 9 kunnen het aanvaringsrisico verminderen.
- B. Wordt de padelbaan gerealiseerd in een voorheen ongebruikt deel van het sportcomplex, onderzoek dan het te gebruiken gebied en de omgeving binnen de effectzone zoals aangegeven in hoofdstuk 3 t/m 6 naar de aanwezige natuurwaarden en wat het belang van het gebied is voor aanwezige soorten. De mate van het effect is namelijk afhankelijk van diverse factoren, zoals:
 - Wat is het belang van het beïnvloede leefgebied voor het dier? Betreft de effectzone alleen een voedselplek (een van vele in het leefgebied) of juist een essentiële voedselplek of voortplantingsplek?
 - Welk aandeel van het leefgebied wordt beïnvloed? Het verstoorde gebied kan ook het hele leefgebied van een individu omvatten, zeker bij kleine diersoorten, waarbij de bouw van een padelbaan sterk verstoring zal zijn.
 - Hoe kwetsbaar is de populatie? De omvang van het effect is afhankelijk van de status van de soort in het gebied (soms zelfs landelijk). Voor een (lokaal) zeldzame soort kan verstoring de druppel zijn die tot het verdwijnen van de soort op die plek leidt, terwijl het effect op de (lokale) populatie van een zeer algemene soort verwaarloosbaar is.
 - Wat is de leefwijze van het dier? Het aantal individuen dat wordt verstoord speelt hierbij een belangrijke rol. Het effect op de populatie van de verstoring van één individu is in het algemeen minder groot dan het verstoren van een hele groep (bijvoorbeeld een kolonie roeken).

¹ Leefgebied = gebied dat aan alle levensvoorwaarden van een soort voldoet. Hier kan de soort overleven, groeien en zich voortplanten.



De soorten die te verwachten zijn binnen de effectzone van een nieuw aan te leggen padelbaan kunnen sterk verschillen tussen locaties. Een padelbaan die wordt aangelegd in een sportcomplex midden in stedelijk gebied, met weinig verbinding tot groengebieden, zal vooral algemene soorten treffen die zijn aangepast en gewend aan de hoge mate van licht, geluid en beweging zoals te vinden in de stad. Denk hierbij aan algemene soorten vogels (koolmezen, merels, kauw, blauwe reiger, etc.), gewone dwergvleermuis, gewone pad, egel en andere algemeen voorkomende soorten. Daarentegen zal de aanleg van een padelbaan aan de rand van de stad, grenzend aan open gebied, meer kans hebben om verstoringgevoelige en zeldzame soorten te treffen. Locaties zoals bijvoorbeeld Klein Zwitserland, aan de noordzijde van Den Haag, en langs de Laan van Poot, aan de westzijde van Den Haag, beide gelegen langs natuurparken, hebben meer kans om leefgebied van soorten zoals sperwer, eekhoorn, rugstreeppad, of watervleermuis te treffen.

Het effect van een padelbaan is dus sterk afhankelijk van de locatie ten opzichte van parken en natuurgebieden welke als leefgebied voor diersoorten kunnen dienen. Ook de aanwezigheid van specifieke landschapselementen speelt een rol. Bij aanwezigheid van open water zoals poelen, plassen, meren of vennen kan er sprake zijn van leefgebied van amfibieën, maar ook van foerageergebied van meer- en watervleermuizen. Indien de veldverlichting dergelijke landschapselementen verlicht, kan de verstoring voor specifieke soorten sterk zijn. Om een goede inschatting te maken van de effecten van de aanleg van een padelbaan op diersoorten in de omgeving is een situatie specifiek onderzoek gewenst.



9 Voorkomen en beperken van negatieve effecten

9.1 Negatieve effecten door geluid

Negatieve effecten van geluidsverstoring door padel kunnen worden verminderd of voorkomen door de volgende maatregelen:

- Plaats de padelbanen op een strategische locatie. Vermijdt padelbanen in stille groen- of natuurgebieden om overlast op diersoorten en natuurbeleving van recreanten te beperken. Plaats padelbanen bij voorkeur op sportcomplexen waar al enige mate van geluidsoverlast is en waar mogelijk al maatregelen tegen geluidsoverlast zijn getroffen.
- Zorg voor isolatie rondom de padelbanen om verspreiding van geluid te beperken en de omgeving te beschermen tegen geluidsoverlast. Let op dat geluidsbeperkende wanden ook een barrièrewerking kunnen hebben voor verplaatsende dieren. Natuurlijke isolatie door middel van struiken en heggen heeft de voorkeur.
- Gebruik geluidsabsorberende materialen zoals zachte tennisballen en matten onder de padelbanen om het volume van balslagen en -stuiteren te verminderen.

9.2 Negatieve effecten door licht

Negatieve effecten van de verlichting van padelbanen kunnen worden verminderd of voorkomen door de volgende maatregelen:

- Gebruik armaturen om de lichtbundel te richten op datgene wat verlicht dient te worden, zoals de padelbanen en eventueel omliggende paden. Vermijd lichtverstrooiing richting de lucht en de omgeving. Voorkom directe verlichting van vleermuisverblijfplaatsen (holle bomen, gebouwen, bunkers).
- Scherm licht af met opgaande vegetatie (haag, bomenrij) of andere materialen. Let hierbij op dat het dieren niet afsnijdt van geschikt habitat.
- Beperk de verlichtingstijd tot redelijke uren en vermijd het verlichten 's avonds laat of vroeg in de ochtend. Conform de landelijke wetgeving (Activiteitenbesluit); geen verlichting tussen 23.00 en 07.00 uur.
- Gebruik milieuvriendelijke verlichting zoals LED-verlichting om energie te besparen en de lichtoverlast te verminderen.
- Beperk het aantal verlichtingseenheden tot het minimum van 300 lux dat nodig is om de padelbanen goed te verlichten.
- Beperk het aantal lichtpunten en verstrooiing. Zorg voor advies over de juiste balans. Afhankelijk van de stralingskarakteristiek van de lampen kan het gebruik van een groter aantal, lagere en zwakkere lichtpunten beter zicht en minder verstoring opleveren.
- Gebruik waar mogelijk (bijv. buiten rondom speelvelden) voor verlichting een kleurenspectrum dat functioneert voor mensen, maar vleermuizen niet verstoort.



Vermijd wit licht en groen licht. Rood en amberkleurig licht (585 tot 780 nm) is niet verstorend voor vleermuizen (Limpens & Lelieveld 2017; Spoelstra *et al.* 2017).

9.3 Negatieve effecten van beweging

Eventuele effecten van beweging op vogels en grondgebonden zoogdieren kunnen worden beperkt door het zicht op de padelbaan af te schermen door middel van opgaande vegetatie zoals hagen en struiken.

9.4 Negatieve effecten van glazen wanden

De volgende maatregelen kunnen bijdragen om aanvaringen met de glazen wanden van padelbanen te verminderen of te voorkomen:

- Breng strepen, raster of stippen aan op de glazen wanden om ze beter zichtbaar te maken voor vogels. Zie Rössler and Doppler (2022) voor een brochure over de geschikte afmetingen van strepen, rasters en stippen om zichtbaarheid te optimaliseren. Let erop dat de veiligheidseisen voor het breken van glas in stand blijven wanneer de markeringen worden aangebracht met bijvoorbeeld plakstrippen.
- Plaats gaas voor de glazen wanden om vogels tegen te houden voordat ze het glas raken. Zie Valenciana (2021) voor aandachtspunten wat betreft montage om te voldoen aan eisen voor padelbanen. Deze maatregel kan esthetische en praktische problemen veroorzaken. Het kan bijvoorbeeld het uitzicht belemmeren of de reiniging van de ramen bemoeilijken. Ook kunnen dieren vast komen te zitten in het gaas.

Aanvullende informatie over maatregelen die bewezen niet werken of niet geschikt zijn voor gebruik bij padelbanen:

- Reflecterende stickers: Hoewel reflecterende stickers en folie kunnen helpen om vogels te waarschuwen dat er een raam is, werken ze niet altijd. Vogels kunnen het verschil niet zien tussen reflecties en echte bomen of lucht, waardoor ze alsnog tegen het raam kunnen vliegen.
- Ultrasonische apparaten: Er zijn apparaten op de markt die ultrasonische geluiden uitzenden om vogels weg te houden van ramen, maar deze zijn niet altijd effectief en kunnen ook andere dieren storen.
- Roofvogelafbeeldingen: Een bekende methode is het plaatsen van afbeeldingen van roofvogels op ramen om vogels af te schrikken. Dit is geen effectieve methode omdat vogels binnen korte tijd de silhouetten niet meer ervaren als bron van gevaar.

Het is belangrijk om te onthouden dat geen enkele maatregel 100% effectief is en dat het combineren van verschillende maatregelen de beste manier is om aanvaringslachtoffers onder vogels te beperken.



Literatuur

- Ancillotto, L., G. Venturi & D. Russo, 2019. Presence of humans and domestic cats affects bat behaviour in an urban nursery of greater horseshoe bats (*Rhinolophus ferrumequinum*). *Behavioural Processes* 164: 4-9.
- Aragonea, 2021. Medidas correctoras para evitar las colisiones de aves en pistas de pádel.
- Baker, J., 1990. Toad aggregations under street lamps. *British Herpetological Society Bulletin* 31: 26-27.
- BIJ12, 2017. Kennisdocument Gewone grootoorvleermuis *Plecotus auritus*. BIJ12 Versie 1.0.
- Boldogh, S., D. Dobrosi & P. Samu, 2007. The effects of the illumination of buildings on house-dwelling bats and its conservation consequences. *Acta Chiropterologica* 9(2): 527-534.
- Brillhart, D.B. & D.W. Kaufman, 1991. Influence of illumination and surface structure on space use by prairie deer mice (*Peromyscus maniculatus bairdii*). *Journal of Mammalogy* 72(4): 764-768.
- Buchanan, B.W., 2006. Observed and potential effects of artificial night lighting on anuran amphibians. *Ecological consequences of artificial night lighting*. 192-220.
- Bunkley, J.P., C.J.W. McClure, N.J. Kleist, C.D. Francis & J.R. Barber, 2015. Anthropogenic noise alters bat activity levels and echolocation calls. *Global Ecology and Conservation* 3: 62-71.
- Clarke, J.A., 1983. Moonlight's influence on predator/prey interactions between short-eared owls (*Asio flammeus*) and deermice (*Peromyscus maniculatus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 205-209.
- Coppes, J., F. Burghardt, R. Hagen, R. Suchant & V. Braunisch, 2017. Human recreation affects spatio-temporal habitat use patterns in red deer (*Cervus elaphus*). *PLOS ONE* 12(5): e0175134.
- Creemers, R.C.M., 1991. De invloed van straatverlichting op de verdeling van amfibieën op een dijktraject. Waarnemingen van amfibieën en reptielen in Nederland. 43-51.
- Creemers, R.C.M. & J.J.C.W. van Delft, 2009. Amfibieën en reptielen van Nederland. *Nederlandse Fauna* 9. Natuur van Nederland
- Da Silva, A., M. Valcu & B. Kempenaers, 2015. Light pollution alters the phenology of dawn and dusk singing in common European songbirds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 370(1667): 20140126.
- Da Silva, A., J.M. Samplonius, E. Schlicht, M. Valcu & B. Kempenaers, 2014. Artificial night lighting rather than traffic noise affects the daily timing of dawn and dusk singing in common European songbirds. *Behavioral Ecology* 25(5): 1037-1047.
- De Jong, M., J.Q. Ouyang, A. Da Silva, R.H.A. van Grunsven, B. Kempenaers, M.E. Visser & K. Spoelstra, 2015. Effects of nocturnal illumination on life-history decisions and fitness in two wild songbird species. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 370(1667): 20140128.
- de Molenaar, J.G., R. Henkens, C.J.F. ter Braak, C. van Duyne, G. Hoefsloot & D.A. Jonkers, 2003. Wegverlichting en natuur; IV effecten van wegverlichting op het ruimtelijk gedrag van zoogdieren. Rijkswaterstaat DWW [etc.]
- Downs, N.C., V. Beaton, J. Guest, J. Polanski, S.L. Robinson & P.A. Racey, 2003. The effects of illuminating the roost entrance on the emergence behaviour of *Pipistrellus pygmaeus*. *Biological Conservation* 111(2): 247-252.



- Falkenberg, J.C. & J.A. Clarke, 1998. Microhabitat use of deer mice: effects of interspecific interaction risks. *Journal of Mammalogy* 79(2): 558-565.
- French, S.S., A.C. Webb, S.B. Hudson & E.E. Virgin, 2018. Town and Country Reptiles: A Review of Reptilian Responses to Urbanization. *Integrative and Comparative Biology* 58(5): 948-966.
- Garniel, A., W. Daunicht & U. Ojowski, 2009. Quantifizierung und Bewaeltigung entscheidungserheblicher Auswirkungen von Verkehrslärm auf die Avifauna-Voegel und Verkehrslärm. *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*.(1019).
- Grubisic, M., A. Haim, P. Bhusal, D.M. Dominoni, K.M.A. Gabriel, A. Jechow, F. Kupprat, A. Lerner, P. Marchant, W. Riley, K. Stebelova, R.H.A. van Grunsven, M. Zeman, A.E. Zubidat & F. Hölker, 2019. Light Pollution, Circadian Photoreception, and Melatonin in Vertebrates. *Sustainability* 11(22): 6400.
- Hale, J.D., A.J. Fairbrass, T.J. Matthews, G. Davies & J.P. Sadler, 2015. The ecological impact of city lighting scenarios: exploring gap crossing thresholds for urban bats. *Global change biology* 21(7): 2467-2478.
- Halfwerk, W., L.J.M. Holleman, C.M. Lessells & H. Slabbekoorn, 2011. Negative impact of traffic noise on avian reproductive success. *Journal of applied Ecology* 48(1): 210-219.
- Harms, C.A., W.J. Fleming & M.K. Stoskopf, 1997. A technique for dorsal subcutaneous implantation of heart rate biotelemetry transmitters in black ducks: application in an aircraft noise response study. *The Condor* 99(1): 231-237.
- Henkens, R., M. Liefing, C. Hallmann & A. van Kleunen, 2012. Storen broedvogels zich aan het geluid van race-elementen?: effect van de in 2010/2011 op het TT-Circuit gehouden Superbike-en Superleage-evenementen op broedvogels in het Natura 2000-gebied Witterveld. Alterra
- Hille Ris Lambers, I., F. Brekelmans, R. Lensink & G.F.J. Smit, 2008. Bestaand gebruik van rijksinfrastructuur en Natura 2000-gebieden.
- Jochimsen, D.M., C.R. Peterson, K.M. Andrews, J.W. Gibbons & E. Drawer, 2004. A literature review of the effects of roads on amphibians and reptiles and the measures used to minimize those effects. Idaho Fish and Game Department, USDA Forest Service.
- Jonkvorst, R.-J. & K.L. Krijgsveld, 2013. Nacontrole broedvogels Amsterdam Open Air 2013. notitie, Rapport. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Kempenaers, B., P. Borgström, P. Loës, E. Schlicht & M. Valcu, 2010. Artificial night lighting affects dawn song, extra-pair siring success, and lay date in songbirds. *Current Biology* 20(19): 1735-1739.
- Kleijn, D., 2008. Effecten van geluid op wilde soorten - implicaties voor soorten betrokken bij de aanwijzing van Natura 2000 gebieden. .
- Kramer, K.M. & E.C. Birney, 2001. Effect of light intensity on activity patterns of Patagonian leaf-eared mice, *Phyllotis xanthopygus*. *Journal of Mammalogy* 82(2): 535-544.
- Krijgsveld, K.L., R.J. Jonkvorst & F. van der Vliet, 2012. Effecten van dancefestival Amsterdam Open Air op broedvogels.
- Krijgsveld, K.L., B. Klaassen & J. van der Winden, 2022a. Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringsgevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel 1 Hoofdrapport.
- Krijgsveld, K.L., B. Klaassen & J. van der Winden, 2022b. Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringsgevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel 2 Soortbeperingen.



- Lacoeuilhe, A., N. Machon, J.-F. Julien, A. Le Bocq & C. Kerbiriou, 2014. The influence of low intensities of light pollution on bat communities in a semi-natural context. *PloS one* 9(10): e103042.
- Lensink, R., 2015. Oriëntatiefase Natuurbescherminswet uitbreiding Vliegveld Lelystad; toetsing in het kader van de Natuurbescherminswet, Rapport 15-191. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Lenth, B.E., R.L. Knight & M.E. Brennan, 2008. The Effects of Dogs on Wildlife Communities. *Natural Areas Journal* 28(3): 218-227, 10.
- Li, H., C. Crihfield, Y. Feng, G. Gaje, E. Guzman, T. Heckman, A. Mellis, L. Moore, N. Romo Bechara, S. Sanchez, S. Whittington, J.G. Wolf, R. Garshong, K. Morales, R. Petric, L.A. Zarecky & M.D. Schug, 2020. The Weekend Effect on Urban Bat Activity Suggests Fine Scale Human-Induced Bat Movements. *Animals* 10(9).
- Limpens, H.J.G.A. & G. Lelieveld, 2017. Aanvullend advies-Second opinion verlichting trainingsvelden HC Bloemendaal in relatie tot vleermuizen.
- Lubbers, G. & J. Marchal, 2017. Monitoring vleermuizen. Airforce Festival 2017.
- Lukanov, S. & B. Naumov, 2019. Effect of anthropogenic noise on call parameters of *Hyla arborea* (Anura: Hylidae). *Ecological Questions* 30(1): 55-60.
- Lukanov, S., D. Simeonovska-Nikolova & N. Tzankov, 2014. Effects of traffic noise on the locomotion activity and vocalization of the Marsh Frog, *Pelophylax ridibundus*. *North-Western Journal of Zoology* 10(2).
- Luo, J., B.M. Clarin, I.M. Borissov & B.M. Siemers, 2014. Are torpid bats immune to anthropogenic noise? *Journal of Experimental Biology* 217(7): 1072-1078.
- Meijer, R.G., J.P. Dwarshuis & K.R. Piening, 2018. Wat horen vleermuizen van door mensen geproduceerde geluiden? *Lutra* 61(2).
- Møller, A.P., 2008. Flight distance and population trends in European breeding birds. *Behavioral Ecology* 19(6): 1095-1102.
- NSG, 2023. Handreiking Padel en Geluid.
- Oda, F.H., P.G. Gambale, V. Guerra & R.P. Bastos, 2020. Nocturnal foraging activity by the lizard *Ameiva ameiva* (Squamata: Teiidae) under artificial light. *Ecotropica* 22: 202001-202001.
- Ouyang, J.Q., M. de Jong, R.H.A. van Grunsven, K.D. Matson, M.F. Haussmann, P. Meerlo, M.E. Visser & K. Spoelstra, 2017. Restless roosts: Light pollution affects behavior, sleep, and physiology in a free-living songbird. *Global change biology* 23(11): 4987-4994.
- Perry, G., B.W. Buchanan, R.N. Fisher, M. Salmon & S.E. Wise, 2008. Effects of artificial night lighting on amphibians and reptiles in urban environments. *Urban herpetology* 3: 239-256.
- Prugh, L.R. & C.D. Golden, 2014. Does moonlight increase predation risk? Meta-analysis reveals divergent responses of nocturnal mammals to lunar cycles. *Journal of animal ecology* 83(2): 504-514.
- Rheindt, F.E., 2003. The impact of roads on birds: does song frequency play a role in determining susceptibility to noise pollution? *Journal für Ornithologie* 144(3): 295-306.
- Rössler, M. & W. Doppler, 2022. Vogelanprall an Glasflächen, geprüfte muster.
- Rydell, J., J. Eklöf & S. Sánchez-Navarro, 2017. Age of enlightenment: long-term effects of outdoor aesthetic lights on bats in churches. *Royal Society open science* 4(8): 161077.
- Schaub, A., J. Ostwald & B.r.M. Siemers, 2008. Foraging bats avoid noise. *Journal of Experimental Biology* 211(19): 3174-3180.
- Scholten, J., S.R. Moe & S.J. Hegland, 2018. Red deer (*Cervus elaphus*) avoid mountain biking trails. *European journal of wildlife research* 64(1): 1-9.



- Schroeder, J., S. Nakagawa, I.R. Cleasby & T. Burke, 2012. Passerine birds breeding under chronic noise experience reduced fitness. *PLoS one* 7(7): e39200.
- Sharma, V.K., M.K. Chandrashekar & P. Nongkynrih, 1997. Daylight and Artificial Light Phase Response Curves for the Circadian Rhythm in Locomotor Activity of the Field Mouse *Mus booduga*. *Biological Rhythm Research* 28(sup1): 39-49.
- Shirley, M.D.F., V.L. Armitage, T.L. Barden, M. Gough, P.W.W. Lurz, D.E. Oatway, A.B. South & S.P. Rushton, 2001. Assessing the impact of a music festival on the emergence behaviour of a breeding colony of Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*). *Journal of Zoology* 254(3): 367-373.
- Siemers, B.M. & A. Schaub, 2011. Hunting at the highway: traffic noise reduces foraging efficiency in acoustic predators. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 278(1712): 1646-1652.
- Sierdsema, H. & E. Jansen, 2016. Beoordeling geluidseffecten alternatieve inrichting van Vliegveld Twente op broedvogels en vleermuizen.
- Sierdsema, H., R. Foppen & A. van Kleunen, 2014. Inschatting verstorende invloed werkparken ADT op vogels. *Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen*.
- Slabbekoorn, H. & M. Peet, 2003. Birds sing at a higher pitch in urban noise. *Nature* 424(6946): 267-267.
- Soultan, A., O. Attum & W. Lahue, 2021. The relationship between landscape features and domestic species on the occupancy of native mammals in urban forests. *24(6)*: 1117-1128.
- Spoelstra, K., R. van Grunsven, J. Ramakers, K. Ferguson, T. Raap, M. Donners, E. Veenendaal & M. Visser, 2017. Response of bats to light with different spectra: light-shy and agile bat presence is affected by white and green, but not red light. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 284(1855): 20170075.
- Stone, E.L., S. Harris & G. Jones, 2015. Impacts of artificial lighting on bats: a review of challenges and solutions. *Mammalian Biology* 80(3): 213-219.
- Sun, J.W.C. & P.M. Narins, 2005. Anthropogenic sounds differentially affect amphibian call rate. *Biological conservation* 121(3): 419-427.
- Taylor, C., 2013. A highway, a wetland and 250,000 bats. *BayNature* (July 25).
- Tennessen, J.B., S.E. Parks & T. Langkilde, 2014. Traffic noise causes physiological stress and impairs breeding migration behaviour in frogs. *Conservation Physiology* 2(1).
- Titulaer, M., K. Spoelstra, C.Y. Lange & M.E. Visser, 2012. Activity patterns during food provisioning are affected by artificial light in free living great tits (*Parus major*). *PLoS One* 7(5): e37377.
- Valenciana, G., 2021. El pádel y los accidentes de aves. Del conflicto a la búsqueda de soluciones.
- van Grunsven, R., K. Joosten & R. Creemers, 2015. Effect straatverlichting op paddentrek. *RAVON* 17(3): 56-58.
- Vasquez, R.A., 1994. Assessment of predation risk via illumination level: facultative central place foraging in the cricetid rodent *Phyllotis darwini*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 34(5): 375-381.
- VROM, 1999. Handleiding meten en rekenen industrielawaai.
- Wansink, D.E.H., 2016. Procedures for the Design of Roads in Harmony with Wildlife Preliminary Maintenance Report Part A: Ecological functions of roads.
- Wells, K.D., 2010. The ecology and behavior of amphibians. In, *The Ecology and Behavior of Amphibians*. University of Chicago press