



Effectiviteit van amfibieënpassages langs de binnenduinrand in Bakkum-Noord en Bergen (2016/2017)

Richard P.J.H. Struijk en Rémon ter Harmsel



RAVON

Effectiviteit van amfibieënpassages langs de binnenduinrand in Bakkum- Noord en Bergen (2016/2017)

Richard P.J.H. Struijk en Rémon ter Harmsel

M.m.v. Paddenwerkgroep Castricum en Paddenwerkgroep Bergen



RAVON

Colofon

Rapportnummer:	2017-060
Datum uitgave:	02-03-2018
Titel:	Effectiviteit van amfibieënpassages langs de binnenduinrand in Bakkum-Noord en Bergen (2016/2017)
Wijze van citeren:	Struijk, R.P.J.H. & R. ter Harmsel, 2018. Effectiviteit van amfibieënpassages langs de binnenduinrand in Bakkum-Noord en Bergen (2016/2017). Stichting RAVON, Nijmegen: 51 pp.
Samenstellers:	Richard P.J.H. Struijk & Rémon ter Harmsel
Foto's omslag:	Jelger Herder & Richard P.J.H. Struijk
Aantal pagina's incl. bijlagen:	51
Projectnummer:	2017.060
Projectleider:	Richard P.J.H. Struijk
Naam en adres opdrachtgevers:	Provincie Noord-Holland Postbus 3007 2001 DA Haarlem PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland Rijksweg 501 1991 AS Velserbroek
Referentie opdrachtgever(s):	Opdrachtnummer 1000056030; Kenmerk: 727848-995943
Akkoord voor uitgave:	Ronald Zollinger

Paraaf:



© 2018 Stichting RAVON, Nijmegen

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
2 Onderzoeksvragen	8
3 Ontwikkeling van populaties	9
3.1 Materiaal & methode	9
3.2 Resultaten	9
3.3 Discussie	10
3.4 Conclusie	11
4 Staat van huidige amfibieënvoorzieningen	13
4.1 Materiaal & methode	13
4.2 Resultaten	13
4.3 Discussie	17
4.3.1 Geleidingsschermen	18
4.3.2 Amfibieënpassages	20
4.3.3 Verlichting	22
4.4 Conclusie	23
5 Effectiviteit amfibieënpassages	25
5.1 Materiaal & methode	25
5.1.1 Onderzoeksgebied	25
5.1.2 Doelsoorten	26
5.1.3 Bepaling effectiviteit amfibieënpassages en geleidingsschermen	26
5.2 Resultaten	30
5.2.1 Bakkum-Noord	30
5.2.2 Bergen	31
5.3 Discussie	34
5.4 Conclusie	37
6 Medegebruik faunapassages	38
6.1 Materiaal & methode	38
6.2 Resultaten	38
6.3 Discussie	39
6.4 Conclusie	40
7 Eindconclusies & aanbevelingen	42
8 Dankwoord	44
9 Geraadpleegde literatuur	45
Bijlage 1: Aantallen overgezette amfibieën bij trajecten Zeeweg (N513, Castricum) en Heereweg (N512, Bakkum-Noord) (bron: Padden.nu)	50
Bijlage 2: Visuele weergave van onderlinge afstand, en bufferlengte geleidingsscherm voor de realisatie van amfibievoorzieningen	51

Samenvatting

In Noord-Holland zijn de afgelopen decennia veel amfibieënpassages aangelegd. In welke mate zij functioneren is echter onbekend. Recent onderzoek elders in Nederland maakte inzichtelijk dat ongeveer 1/3 van de gewone padden daar van de aanwezige amfibieënpassages gebruikmaakte. In 2016 en 2017 is daarom onderzoek verricht naar de effectiviteit van amfibieënpassages langs de binnenduinrand in Bakkum-Noord en Bergen.

In Bakkum-Noord besloeg het onderzoekstraject een lengte 264 meter langs de N512. Amfibieënpassages bestonden uit twee ACO AT500 tunnels, dus met luchtsleuven in de deksel, en geleidingsschermen van hout en kunststof. In Bergen was de trajectlengte 273 meter langs de N511 en bestonden de drie passages uit faunaduikers onder het wegdek. De geleidingsschermen waren hier van kunststof. De effectiviteit is gebaseerd op het aantal amfibieën dat tijdens de voorjaarsmigratie een wegtraject wil passeren en het deel hiervan dat ook werkelijk via de aanwezige amfibieënpassages doet. Om amfibieën te kunnen volgen, zijn zij individueel herkenbaar gemaakt.

In Bakkum-Noord bedroeg de effectiviteit van de voorzieningen, bepaald als het aandeel van de gemerkte dieren dat gebruik gemaakt heeft van de passages, voor de gewone pad, bruine kikker en rugstreeppad respectievelijk 16,0% (N=20), 7,4% (N=5) en 33,3% (N=1) en daarmee gemiddelde 16,7% (N=26). In Bergen bedroeg de effectiviteit voor de gewone pad, bruine kikker en rugstreeppad respectievelijk 39,6% (N=59), 29,2% (N=78) en 33,3% (N=5) en daarmee gemiddeld 32,9% (N=142).

Gewone padden die gebruik maakten van de amfibieënpassages legden in 70% (N=14) van de gevallen maximaal 48 m af tot de passage in Bakkum-Noord. In Bergen legde 59,3% (N=35) een afstand van maximaal 52 m af en voor bruine kikkers was dit 74,4% (N=58). Maximale afstanden waren hier respectievelijk 195 m en 182 m. Vastgesteld is dat een deel van de amfibieën, kikkers in het bijzonder, de aanwezige geleidingsschermen eenvoudig weet te passeren en alsnog op de weg belandt. Een ander deel bereikt de weg door om het scherm heen te lopen. In Bakkum-Noord bedroeg dit aantal voor de gewone pad, bruine kikker en rugstreeppad respectievelijk tenminste 24% (N=30), 25,0% (N=7) en 33,3% (N=1) en daarmee gemiddeld 24,5% (N=38). Voor Bergen zijn deze waarden tenminste 5,4% (N=8), 5,6% (N=15) en 6,7% (N=1) en daarmee gemiddeld 5,6% (N=24).

Hoewel de meeste amfibieën die van de passages gebruik maakten dit dezelfde avond deden, liep de passagesnelheid in Bakkum-Noord op tot maximaal 4 etmalen voor gewone pad en 2 etmalen voor bruine kikker. In Bergen bedroeg de maximale interval voor een gewone pad 17,5 dag en voor bruine kikker 4 etmalen. Op beide locaties hebben alle rugstreeppadden de passage dezelfde avond gebruikt.

Op basis van het onderzoek kan geconcludeerd worden dat de aanwezige passages ten dele functioneren voor de aanwezige amfibieën. Een kleine 1500 amfibieën hebben gebruik gemaakt van de passages. De terugvangstpercentages van de gemerkte dieren laten echter zien dat een veelvoud van de aanwezige dieren de passages nog niet weet te

gebruiken. De effectiviteit van de passages kan aanzienlijk worden vergroot door de geconstateerde gebreken te verhelpen.

Belangrijke aanbevelingen ten aanzien van de passages zijn:

- 1) Zorg voor intacte geleidingsschermen;
- 2) Gebruik daarvoor duurzaam materiaal, voldoende schermhoogte (50 cm) met overstekende rand en keerwanden aan einde van schermen;
- 3) Geleid de amfibieën beter naar de tunnelingang door het aanbrengen van zwaluwstaarten;
- 4) Gebruik de schermen aan beide kanten van de weg (vanwege terugtrek);
- 5) Leg meer tunnels aan per traject (tussenliggende afstand 50 meter); 7 in plaats van de 2 a 3 die nu aanwezig zijn.

Het faciliteren van medegebruik van amfibieënpassages door andere soortgroepen (o.a. zoogdieren) wordt in principe afgeraden. Innovatieve elementen zoals slimme toepassing van licht langs trajecten met en zonder amfibieënvoorzieningen is aan te raden en kan vanwege het innovatieve karakter als voorbeeldfunctie dienen.

Wanneer amfibieënvoorzieningen worden aangelegd is het belangrijk om aan alle gestelde normen te voldoen om te zorgen voor een zo hoog mogelijke effectiviteit. Gezien de daarmee gepaard gaande financiële investeringen is het zinvol om locaties zorgvuldig te selecteren. Simulatiemodellering, aangevuld met veldonderzoek en rekening houdend met toekomstige verschuivingen in landgebruik kunnen dergelijke locaties in kaart brengen. Landschappelijke opwaardering van het leefgebied, inclusief landschappelijk geleidende structuren is waar mogelijk aan te raden. Het is verstandig om het proces van planvorming, realisatie en onderhoud vanuit een multidisciplinair team van experts in te steken zodat een optimaal resultaat wordt verkregen en budgetten zo efficiënt mogelijk worden besteed en risico's worden beperkt.

1 Inleiding

In de binnenduinrand van Noord-Kennemerland liggen de provinciale wegen N511, N512 en N513 die het leefgebied van amfibieën doorsnijden. Gedurende de voorjaarsstrek vindt een migratie vanuit de duinen naar het oostelijk gelegen poldergebied plaats. Op de wegen die amfibieën daarbij moeten passeren vallen jaarlijks veel verkeersslachtoffers, vooral onder gewone padden (*Bufo bufo*), maar ook onder bruine kikkers (*Rana temporaria*) en kleine watersalamanders (*Lissotriton vulgaris*). Om zoveel mogelijk sterfte te voorkomen, zetten vrijwilligers al decennialang amfibieën over en hebben wegbeheerders amfibieënpassages en geleidingsschermen aangelegd. Vastgesteld is dat de amfibieënpassages daadwerkelijk worden gebruikt. De vraag is echter of de problemen daarmee zijn opgelost. Diverse onderzoeken in binnen- en buitenland laten zien dat veel amfibieën geen of slechts beperkt gebruik maken van amfibieënpassages (Buck-Dobrick & Dobrick, 1989; Haslinger, 1989; Langton, 1989; Zuiderwijk, 1989; Allaback & Laabs, 2003; Pagnucco *et al.*, 2011; Mechura *et al.*, 2012; Grift & Ottburg, 2017). Op sommige locaties vinden de amfibieën toch mogelijkheden om de weg over te steken, waardoor het aantal verkeersslachtoffers onvoldoende afneemt, of weten de overzijde van de weg niet te bereiken doordat de amfibieënpassages in onvoldoende mate worden gebruikt. Dit leidt tot de vraag hoe effectief amfibieënpassages werkelijk zijn en of zij wel voldoende bijdragen aan het duurzaam voortbestaan van amfibieënpopulaties.

Op basis van overzetgegevens van paddenwerkgroepen in Noord-Kennemerland is het beeld ontstaan dat er een recente daling in aantallen amfibieën optreedt. De exacte oorzaken van de afname zijn niet bekend. Enerzijds valt niet uit te sluiten dat geregistreerde dalingen deels van methodologische aard zijn (wisselende methodiek). Datasets vanuit het Netwerk Ecologische Monitoring kunnen meer inzicht geven in veranderingen in landelijk, provinciaal en zelfs fysisch geografisch (duinregio) perspectief. Bij werkelijke afnamen kunnen tal van aspecten een rol spelen, bijvoorbeeld het ontwerp en staat van onderhoud van de amfibieënvoorzieningen. Echter, oorzaken dienen breder te worden bekeken dan enkel in het licht van de functionaliteit van de voorzieningen. Verandering in het landgebruik en mogelijk gebruik van pesticiden aan de polderzijde kan geleid hebben tot de lagere aantallen waargenomen dieren. Ook natuurontwikkeling aan de duinzijde (inclusief aanleg voortplantingswateren), waardoor overwinterings- en voortplantingslocaties niet meer door wegen van elkaar gescheiden zijn, kunnen leiden tot een afname van aantallen migrerende amfibieën. In het laatste geval is de noodzaak om de weg te passeren eenvoudigweg afgenomen.

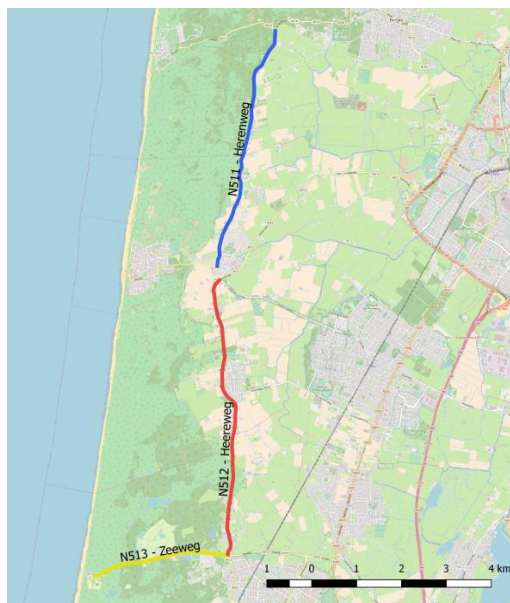
Stichting RAVON heeft in opdracht van de provincie Noord-Holland en PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland onderzoek uitgevoerd naar de effectiviteit van amfibieënpassages langs de N511 en N512. In 2016 is het onderzoek in samenwerking met Witteveen+Bos uitgevoerd. De resultaten uit het onderzoek, aangevuld met internationale voorschriften kunnen leiden tot wijzigingen of aanscherping van het wegenbeleid van de provincie Noord-Holland. Dit moet ertoe leiden dat financiële middelen zo efficiënt mogelijk worden ingezet teneinde amfibieënpopulaties beter te beschermen.

2 Onderzoeksvragen

Vanuit de provincie Noord-Holland en de PWN zijn een viertal onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Hoe hebben de amfibieënpopulaties zich de afgelopen decennia qua populatiegrootte ontwikkeld in de omgeving van de provinciale wegen, N511, N512 & 513?
2. Op welke wijze kunnen inrichting en beheer van het landbiotoop en het voortplantingswater worden verbeterd en hoe kunnen de faunavoorzieningen beter worden geïntegreerd in de weg?
3. In hoeverre worden de amfibieënpassages onder de wegen gebruikt door amfibieën en in hoeverre zorgen de rasters langs de wegen voor geleiding?
4. Zijn er andere dieren die gebruik maken van de amfibieënpassages en zijn nieuwe combinaties realiseerbaar en zo ja, hoe?

Voor de beantwoording van deze vragen is door RAVON, Witteveen+Bos en de Radboud Universiteit een uitgebreide methodiek ontworpen. Enkele beperkingen op vergunningengebied hebben ertoe geleid dat beantwoording van sommige onderzoeksvragen niet volledig kon plaatsvinden. In de betreffende hoofdstukken wordt dit nader toegelicht. Voor de leesbaarheid van het rapport wordt iedere onderzoeksvraag in een apart hoofdstuk behandeld.



Afbeelding 2.1: Ligging N511, N512 en N513

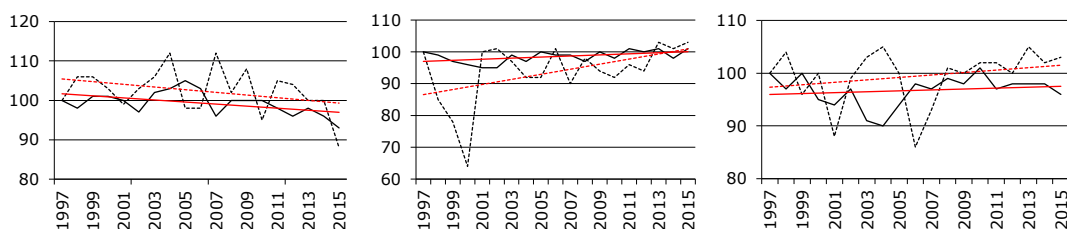
3 Ontwikkeling van populaties

3.1 Materiaal & methode

Om enig inzicht te krijgen in het populatieverloop van amfibieën, zijn op basis van de data uit het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM) de voorlopige landelijke-, provinciale en (kust)duintrends berekend. Dit zijn trends gebaseerd op occupancy modellen, dat wil zeggen dat zij de aan-/afwezigheid van een soort op een locatie (meestal km-hok) voorspellen, waarbij gecorrigeerd wordt voor onvolledige trefkansen (MacKenzie *et al.*, 2006). Het zijn daarmee trends in verspreiding en daardoor minder gevoelig dan trends in aantallen. Deze berekening is door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) uitgevoerd en gebaseerd op de periode 1997-2015. Verder zijn trendbepalingen gedaan op basis van de jaarlijks overgezette aantallen amfibieën van paddenwerkgroepen die bij Padden.nu zijn aangesloten. Ook deze berekeningen zijn door het CBS uitgevoerd en beslaan de periode 2008-2016. In tegenstelling tot de eerdergenoemde trend in verspreiding zijn dit aantalstrends. Vanwege dit verschil zijn zij onderling niet een-op-een vergelijkbaar. Voor de meer lokale situatie langs de provinciale wegen N511, N512 en N513 is gekeken naar de jaarlijkse overzetgegevens van lokale paddenwerkgroepen. Actieve werkgroepen in het plangebied zijn paddenwerkgroep Bakkum-Noord en paddenwerkgroep Bergen met in totaal drie officieel geregistreerde overzettrajecten. Om te beoordelen of deze lokale data zich lenen voor trendbepaling en representativiteit voor de algehele populatie is de ruimtelijke spreiding en de mate van standaardisatie van dataverzameling beoordeeld.

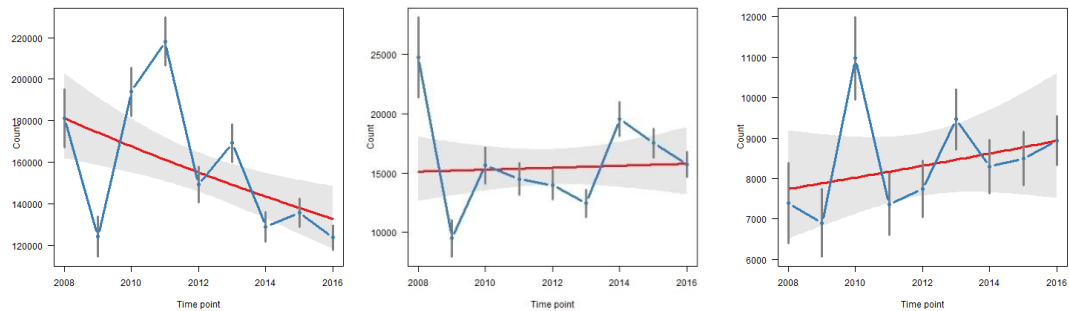
3.2 Resultaten

De landelijke trend voor gewone pad laat een *matige afname* zien. De provinciale trend is voor Noord-Holland *stabiel* voor de soort. Voor de bruine kikker leidt de landelijke trendbepaling tot de trend *matige toename* en op provinciale schaal tot *matige toename*. De landelijke trend voor kleine watersalamander vertoont een *matige toename*. In Noord-Holland is de trend *stabiel*. Wanneer naar de Hollandse kustduinen als los element wordt gekeken zijn de voorlopige trends *matige afname* voor gewone pad, *stabiel* voor bruine kikker en *stabiel* voor kleine watersalamander



Afbeelding 3.1 t/m 3.3: Voorlopige landelijke (vaste lijn) en provinciale (gestippelde lijn) trends voor gewone pad (links), bruine kikker (midden) en kleine watersalamander (rechts). Zwarte lijnen betreffen de jaarlijkse index (index op 100 gesteld in 1997), rode lijnen de trends (Bron: NEM Meetnet Amfibieën).

De voorlopige landelijke trends in aantallen gewone padden, bruine kikkers en kleine watersalamanders die door paddenwerkgroepen jaarlijks worden overgezet, zijn weergegeven in afbeelding 3.4 t/m 3.6. Voor de gewone pad is een *matige afname* zichtbaar. Voor de bruine kikker is de trend *stabiel* en voor de kleine watersalamander is deze *onzeker*. Het totale trendoverzicht is weergegeven in tabel 3.1.



Afbeelding 3.4 t/m 3.6: Voorlopige landelijke trends voor door paddenwerkgroepen overgezette gewone pad, bruine kikker en kleine watersalamander (v.l.n.r.) in de periode 2008-2016 (Bron: Padden.nu).

Tabel 3.1: Voorlopige trends (landelijk/Noord-Holland/duinen/paddenoverzetlocaties)

	Gewone pad	Bruine kikker	Kleine watersalamander
Landelijk (NEM)	<i>matige afname</i> (N=7734)	<i>matige toename</i> (N=5684)	<i>stabiel</i> (N=7136)
Noord-Holland (NEM)	<i>stabiel</i> (N=553)	<i>matige toename</i> (N=441)	<i>stabiel</i> (N=632)
Duinen (NEM)	<i>matige afname</i> (N=332)	<i>stabiel</i> (N=284)	<i>stabiel</i> (N=321)
Landelijk (Padden.nu)	<i>matige afname</i>	<i>stabiel</i>	<i>onzeker</i>

Data-analyse met betrekking tot de lokale situatie laat zien dat de overzetgegevens van de drie overzetlocaties in het plangebied (Castricum, Bakkum-Noord en Bergen) niet gestandaardiseerd zijn verzameld. De inspanning, trajectlengtes en zelfs trajectlocaties verschillen tussen de jaren. Zij zijn derhalve ongeschikt voor trendbepalingen. Bovendien is de ruimtelijke spreiding niet representatief voor het gehele duin tussen de N511, N512 en N513 en kunnen op basis daarvan geen uitspraken over gehele populatie gedaan worden. De jaarlijks overgezette aantallen langs de N513 (Zeeweg, Castricum) en N512 (Heereweg, Bakkum-Noord) zijn in bijlage 1 opgenomen en zijn slechts indicatief voor de locatie zelf. Weergave van de overgezette aantallen in Bergen zijn niet zinvol, omdat daar vrijwel geen sprake is van enige standaardisatie (M. Jansen, pers. med.). Het compleet wegvallen van de voorjaarstrek over de Banweg (Egmond aan den Hoef), een voormalig (officieus) overzettraject van de paddenwerkgroep Bergen, is wel noemenswaardig.

3.3 Discussie

De verschillende trends voor gewone pad laten een matige afname zien. Noord-Holland lijkt ten opzichte van het landelijk gemiddelde echter een uitzondering te vormen; de provinciale trend wijkt in positieve zin af van het landelijke beeld. De afnemende landelijke trend voor gewone pad is iets wat recentelijk ook voor het eerst in andere

Europese landen is vastgesteld (Petrovan & Schmidt, 2016). Bruine kikker en kleine watersalamander vertonen op landelijk en provinciaal niveau een overeenkomstige trend. Hoewel de data van de overzetlocaties niet representatief zijn voor de gehele populatie, indiceren zij wel een afname van overgezette gewone padden op desbetreffende locaties (Zeeweg en Heereweg).

Hoewel de oorzaken niet zijn hard te maken, kunnen enkele opties worden genoemd. Ten eerste kan het verkeer voor deze afname zorgen. Verkeersmortaliteit kan een significante factor zijn in de afname van amfibieënpopulaties (Van Gelder, 1997; Ashley & Robinson, 1996; Smith & Dood, 2003; Glista *et al.*, 2008). Ook een toename in verkeersintensiteit en/of snelheid zou een effect kunnen hebben op de lokale populatie. Een onderzoek in de Hatertse en Overasseltse vennen (Van Gelder, 1971) concludeert dat een passage van slechts 10 auto's per uur leidt tot mortaliteit van 30% van de migrerende populatie. Een hogere intensiteit van 24-40 auto's per uur zou leiden tot 50% mortaliteit onder migrerende gewone padden (Kuhn, 1987). Bij 60 auto's per uur zou zelfs 90% van de dieren omkomen (Percsy, 1994 In: Lesbarrères *et al.*, 2004). Hoewel uit andere onderzoeken dus blijkt dat lichte stijgingen zelfs tot mortaliteitstoename kunnen leiden, is een en ander afhankelijk van een veelvoud aan factoren, onder andere de relatieve toename van verkeersintensiteit, tijdstip van verkeerstoename, weersomstandigheden, type weg en dergelijke (zie ook H5.3.3).

Een tweede optie is een degradatie van kwaliteit en/of kwantiteit van geschikt landhabitat en voortplantingshabitat. Bij de eerdergenoemde verdwijning van de voorjaarsstrek over de Banweg voltrokken zich, naast grote aantallen verkeersslachtoffers, zich ook enkele wezenlijke veranderingen in het landgebruik aan de oostzijde van de N511 (M. Jansen, pers. med.). Grasland is omgevormd tot intensief bollenland. Het landschap aan de polderzijde van de N511 en N512 is vrij monotoon en vertoont een grootschalig agrarisch gebruik. Dit is weinig geschikt landschap voor amfibieën en wanneer dit veranderde landgebruik zich gedurende de afgelopen decennia heeft uitgebreid, dan kan dit grote invloed op lokale populaties hebben gehad. Ook het gebruik van pesticiden, hetgeen bij dit type landgebruik te verwachten is, kan zeer negatieve effecten op amfibieënpopulaties hebben (Smalling *et al.*, 2015).

Tot slot bestaat de mogelijkheid van amfibieënziektes waarvan er in Nederland inmiddels diverse aanwezig zijn zoals Ranavirus en Chytridiomycosis. Tijdens het onderzoek is daarom extra aandacht besteed aan het opmerken van mogelijk ziekteverschijnselen. In totaal zijn drie verdachte amfibieën gevonden waarvan foto's naar expert A. Spitzen (RAVON) zijn gestuurd. Bij allen werd bepaald dat het zeer waarschijnlijk niet om een besmet dier ging, maar vermoedelijk om (oude) verwondingen. Tweemaal is een groter aantal dode dieren net buiten het onderzoeksgebied gemeld door PWN. Bij gezamenlijke inspectie door PWN en RAVON in 2017 werd een twintigtal dode bruine kikkers in dit water gevonden. Bij de dode dieren konden echter geen aanwijzingen voor een bekende amfibieënziekte worden vastgesteld.

3.4 Conclusie

De Noord-Hollandse trends in verspreiding voor gewone pad, bruine kikker en kleine watersalamander zijn in lijn met de landelijke trends of wijken daar positief van af (bruine kikker). Provinciaal gezien, is de verspreiding van de drie soorten stabiel of neemt deze matig toe. Op basis van overzetgegevens is voor gewone pad een landelijke aantalsachteruitgang zichtbaar. De methodiek achter deze trendbepaling is echter minder

gestandaardiseerd en van vele factoren afhankelijk. Lokale overzetgegevens zijn niet representatief om uitspraken te doen over de lokale populatie als geheel. Wanneer inzicht hierin gewenst is, dient er zorgvuldig een lokaal meetnet te worden opgezet waarbij spreiding in ruimte en voldoende meetpunten tot een representatief beeld leiden voor de plaatselijke populatie.

4 Staat van huidige amfibieënvoorzieningen

4.1 Materiaal & methode

Bij diverse trajecten op de N511, N512 en N513 is de staat van de aanwezige faunavoorzieningen bekeken. Er is daarbij aandacht uitgegaan naar zowel de passages als de geleidingsschermen. Aspecten waarop is beoordeeld, zijn materiaalkeuze, ontwerp, staat van onderhoud en het beheer van randzones. Voor de beoordeling is waar mogelijk gebruik gemaakt van de Richtlijnen inspectie en onderhoud van faunavoorzieningen bij wegen' (Den Ouden & Piepers, 2006), internationale richtlijnen uit diverse literatuur (o.a. Hamer *et al.*, 2015) en opgedane ervaringen door RAVON (o.a. Struijk, 2010; Padden.nu).

4.2 Resultaten

N511 (Herenweg, Egmond aan den Hoef; HMP 3.3)



Afbeelding 4.1 Faunavoorzieningen Herenweg, Egmond aan den Hoef (HMP 3.3)

Aan weerskanten van de weg zijn houten geleidingsschermen zonder overstekende rand aanwezig. Bevestigingspaaltjes staan aan weerskanten van het scherm. Aan de duinzijde is het scherm grotendeels hoger dan 30 cm; de polderzijde is lager. Nabij de passages lopen de schermen omlaag af waardoor de hoogte daar soms 15 cm is. Aan de duinzijde liggen houtblokken tegen het scherm.

Twee amfibieënpassages met metalen rooster zijn aanwezig. Op een van de twee is een extra metalen afdichting met ronde gaten aangebracht. In de loop der jaren is veel blad en substraat opgehoopt bij de ingangen waardoor de passage in effectieve hoogte heeft verloren.

N511 (Herenweg, Bergen (HMP 1.1 - 1.4))



Afbeelding 4.2 Faunavoorzieningen Heerenweg, Bergen (HMP 1.1 - 1.4)

Deze locatie betreft het onderzoekstraject Bergen. Aan de duinzijde bestaat nagenoeg het gehele geleidingsscherm uit kunststof (HDPE). Aan de bovenzijde zit een overstekende rand en de schermhoogte varieert van ca. 15-30 cm. In het vroege voorjaar wordt de randzone vrij van vegetatie gemaakt. Op een punt bleek het scherm op een punt aan te sluiten op een boomstobbe. Hierbij werd tot tweemaal toe gezien hoe een gewone pad en kleine watersalamander via de stobbe de weg bereikten. Na melding is dit euvel (voorlopig) verholpen. De hoogte van het scherm vormt hier een serieus probleem. Voor met name bruine en groene kikkers vormt dit op veel punten geen absolute barrière, getuige de vondsten van levende en dode kikkers op de weg. Het scherm loopt vlakbij de passages trechtervormig toe en er zijn zogenaamde 'zwaluwstaarten' aanwezig.

Aan de polderzijde (oostzijde) van de weg staat plaatselijk een kunststof scherm (HDPE). De hoogte varieert van ca. 13-30 cm en er is een overstekende rand aanwezig. Een eerste beoordeling van dit scherm leert dat maar liefst 39% van de trajectlengte geen scherm bevat en slechts 33% in orde lijkt voor geleiding van gewone pad; overgroeiing van het scherm is hierbij buiten beschouwing gelaten (tabel 4.1). Bij een willekeurige terugtrek van amfibieën en dispersie van juvenielen richting de duinen betekent dit dat dieren over 2/3 van het traject niet of nauwelijks van de weg geweerd worden. Omdat in dit geval de keten zo sterk is als de zwakste schakel, zullen zelfs de delen die 'in orde' lijken nauwelijks toegevoegde waarde hebben, omdat dieren vrijwel altijd een relatief grote afstand richting

een passage moeten overbruggen waarbij geen (absolute) barrière aanwezig is. Benadrukt wordt ook dat het gehele scherm voor kikkers vermoedelijk over de volledige lengte geen absolute barrière vormt.

Tabel 4.1 Globale beoordeling van het geleidingsscherm polderzijde van onderzoekstraject Bergen voor gewone pad (totale lengte 273 m).

Beoordeling scherm	Lengte (m)	Percentage van traject (%)
'in orde'	91	33
te laag	43	16
Kapot	33	12
Afwezig	106	39

De drie aanwezige amfibieënpassages zijn gesloten en liggen op onderlinge afstanden van circa 78-91 m van elkaar (afbeelding 5.3).

N511 (Herenweg, Egmond aan den Hoef (HMP 2.6))



Afbeelding 4.3 Amfibieënvoorzieningen Herenweg, Bergen aan den Hoef (HMP 2.6)

Aan zowel oost- als duinzijde staat een houten geleidingsscherm van maximaal 30 cm hoog. Een overstekende rand ontbreekt. Er bevinden zich vrij veel zijwegen naar weilanden en woonerven waardoor het scherm vaak onderbroken is; hiervoor zijn geen aanvullende maatregelen genomen. Richting de tunnelingang, waarnaar het scherm trechtersvormig toeloopt, wordt de hoogte van het scherm zeer laag. Zogenaamde 'zwaluwstaarten' bij de ingang van de passages ontbreken. Aan de wegkant bevindt zich geen grondlichaam tegen het scherm om op de weg geraakte dieren de kans op veilige terugkeer te bieden.

De amfibieënpassages liggen meer dan 50 meter uit elkaar. Bovendien werd in het voorjaar van 2016 geconstateerd dat een van de passages geheel was dichtgeslibd met substraat en blad waardoor er zelfs vegetatie door het rooster groeide.

N512 (Heerenweg, Bakkum-Noord (HMP 10.4 -10.7))



Afbeelding 4.4 Faunavoorzieningen Heerenweg, Bakkum-Noord (HMP 10.4 -10.7)

Deze locatie betreft het onderzoekstraject Bakkum-Noord. Het geleidingsscherm aan de duinzijde (westzijde) van de N512 is van hout. Een overstekende rand boven aan het scherm ontbreekt. In het voorjaar wordt de voet van het scherm aan de duinzijde vrij gemaakt van vegetatie en takhout. Inmiddels hebben delen van het scherm hun beste tijd gehad en is het een lappendeken van provisorische reparaties geworden. Hoewel de reparaties in de meeste gevallen functioneel zijn, zal het geheel in de nabije toekomst vervangen moeten worden. In de huidige situatie zullen gewone padden grotendeels nog van de weg geweerd worden door het scherm. Door de talloze (rottings)gleuven en klimmogelijkheden vormt het voor een soort als de kleine watersalamander echter geen absolute barrière.

Het geleidingsscherm aan de polderzijde (oostzijde) bestaat uit kunststof (HDPE) wat is gemonteerd aan houten palen. Vanwege krimp en uitzetting zijn de platen gaan golven en ontstaan kieren. De bevestigingspalen staan niet aan de wegzijde waardoor zij mogelijkheden bieden voor overklimmen door amfibieën (en andere fauna). Vermoedelijk is hiervoor gekozen, omdat vanaf de wegzijde een grondlichaam tegen het scherm drukt. De druk van het grondlichaam zorgt ervoor dat het scherm plaatselijk scheef is komen te staan, hetgeen in dit geval niet ongunstig is.

Twee amfibieënpassages (ACO KT500) zijn aanwezig en zijn redelijk gevuld met bladstrooisel. De onderlinge afstand tussen de passages bedraagt circa 84 m en de maximale afstand tot einde scherm is circa 120 m (afbeelding 5.3). De ligging ten opzichte van de totale trajectlengte is onevenredig. Langs het traject staan lantaarnpalen, langs het fietspad en langs de weg; zij belichten de migratiezone vanuit de duinen echter niet (zie H 4.3.3).

N513 (Zeeweg, Castricum (HMP 23.8-24.1))

Afbeelding 4.5: Faunavoorzieningen Zeeweg, Castricum

Geleidingsschermen bestaan aan noord- en zuidzijde van de weg uit hout. De hoogte is maximaal 35 cm en een overstekende rand ontbreekt. Op veel delen is het hout in dermate slechte staat dat van een functioneel scherm nauwelijks meer sprake is. Vooral aan de zuidzijde is geen vegetatievrije zone langs het scherm aanwezig. In het vroege voorjaar wordt de houtige vegetatie hier kort gemaaid, maar voorafgaand aan de dispersieperiode van juveniele amfibieën niet nogmaals. Aan weerskanten sluit de bovenzijde van het scherm aan op maaiveldhoogte waardoor op de weg geraakte dieren altijd terug kunnen keren.

Amfibieënpassages bestaan uit ACO KT500 elementen. Bij alle passages zijn zogenaamde zwaluwstaarten aanwezig.

4.3 Discussie

Geleidingschermen voor amfibieën hebben vaak twee functies: enerzijds het voorkomen van verkeersslachtoffers en anderzijds het geleiden naar veilige overstekmogelijkheden; de passages. Om deze reden moeten zij voor de doelsoorten een absolute barrière vormen. Op alle bezochten locaties zijn mankementen aan schermen vastgesteld. Grotendeels zijn deze in essentie terug te voeren naar de keuze voor niet duurzame materialen en het ontwerp (hoogte en overstekende rand). Zo heeft hout een beperkte levensduur en raken dunnere kunststofschermen snel beschadigd door krimp en uitzetting en beheermaatregelen (maaïen). Verder vormt het beheer een belangrijk onderdeel van het goed werkend houden van zowel geleidingsschermen als passages. In de volgende twee paragrafen worden diverse belangrijke aandachtspunten en voorschriften beschreven.

Een integrale screening van alle voorzieningen zou goed inzicht geven in de stand van zaken en kan inzichtelijk maken van welke omvang de problemen zijn. Vervolgens kan een prioritering worden gemaakt van zaken die verbeterd moeten worden. In deze prioriteringsanalyse dienen gegevens omtrent de concentraties van amfibieëntrek over de betreffende wegen te worden meegewogen.

4.3.1 Geleidingsschermen

Materiaalkeuze

Voor het vervaardigen van reptielenrasters kunnen verschillende materiaalsoorten worden gebruikt. Veel materialen blijken nadelen te hebben die in veel gevallen tot serieuze problemen kunnen leiden. Vooral duurzame materialen zijn geschikt, mede doordat zij minder onderhoud behoeven dan niet/minder duurzame materialen. Metalen en betonnen rasters lijken daarom vooralsnog de beste opties. In tegenstelling tot Den Ouden & Piepers (2006) worden kunststofschermen niet geadviseerd. Hoewel zij in essentie kunnen functioneren is frequent onderhoud én uiterst secuur beheer noodzakelijk. De ervaring van RAVON leert dat, ondanks de goede intenties om dit onderhoud en beheer adequaat uit te voeren, er in de praktijk altijd mankementen ontstaan. Veel voorkomende problemen zijn beschadigingen als gevolg van maaibeheer en krimp/uitzetting van het materiaal. De geadviseerde duurzame materialen zijn kostbaarder in aanschaf, maar betalen zich op langere termijn terug doordat zij minder gebreken zullen vertonen. Dit komt de functionaliteit ook ten goede.

Bevestigingspunten zoals palen kunnen het overklimmen van schermen vergemakkelijken en dienen daarom aan de buitenkant (wegzijde) van het raster worden aangebracht. Vanwege het goede klimvermogen van amfibieën dient een overstekende rand om de bovenzijde van een scherm aanwezig te zijn welke aan de weggkant op maaiveld aansluit. Dieren die toch op de weg geraken, kunnen zo altijd weer terugkomen aan de veilige zijde van het scherm.

Ontwerp

Schermen die trechtervormig naar de tunnel zijn opgesteld hebben een beter geleidingsvermogen dan schermen die parallel aan de weg zijn opgesteld. Bij een hoek van 60-90° zijn amfibieën het scherm nog slechts bereid 50-70 m volgen en onder een hoek van minder dan 60° bedraagt deze afstand al snel 100 m (Grossenbacher, 1981; Berthoud & Müller, 1983). Om de trekrichting zo min mogelijk te onderbreken, verdient het de aanbeveling om de schermen over zo lang mogelijke afstand trechtervormig toe te laten lopen. In de huidige situaties zijn alle geleidingsschermen parallel aan de weg geplaatst en alleen bij de tunnels is een korte trechter aangebracht. Door de schermen te herpositioneren kan mogelijk winst worden behaald. Rond dit onderwerp bestaat nog discussie die zijn weerslag heeft op de bepaling van de maximale trekafstand langsheen de schermen en de hieruit voortvloeiende afstand tussen de tunnels. Bepaalde onderzoekers beschrijven veel langere trekafstanden (Trentini & Trentini, 1980; Dixel & Kneitz, 1987), maar wijzen erop dat afstanden van meer dan 100 m gauw te groot zijn. Enkele onderzoekers concluderen hieruit dat op plaatsen waar de tunnels al dan niet noodgedwongen ver(der) uit elkaar liggen een trechtervormige wandopstelling alsnog noodzakelijk is. Meer recent onderzoek trekt dat echter in twijfel (Frey & Niederstrasser, 2000). Omdat dergelijk scherm sowieso meer ruimte nodig heeft dan een parallel scherm, geven Dixel & Kneitz (1987) de voorkeur aan brede trechtervormige schermen nabij de tunnelingang in combinatie met zwaluwstaartvormige geleidings-elementen. De hoek ligt bij voorkeur tussen 45°- 60° (Wolf & Igelmann, 1995). Om te voorkomen, of te beperken,

dat amfibieën die het scherm richting een passage volgen, daar alsnog aan voorbij lopen, vormen zogenaamde zwaluwstaarten een uitkomst (Dexel & Kneitz, 1987).

Voor wat betreft de hoogte vormt 40 cm hoogte een absolute barrière voor gewone pad. Bruine kikker en groene kikkersoorten hebben echter een grotere springhoogte waardoor 40 cm voor hen geen absolute barrière vormt (Sermet, 1971). Aangezien (bruine) kikkers vrijwel overal voorkomen, dient een standaard (bovengrondse) schermhoogte van 50 cm te worden gehanteerd. Dit is in lijn met Den Ouden & Piepers (2006). De bufferlengte aan scherm na de buitenste passages dient tenminste 50 m te zijn (FMTBH 2000).

Om te voorkomen dat dieren het einde van het scherm voorbijlopen en daar alsnog op de weg raken, dienen keerwanden aanwezig te zijn. Evenals zwaluwstaarten betekent het niet dat dergelijke structuren feilloos werken. Op geen van de locaties zijn keerwanden aan de schermuiteinden aanwezig. In de huidige situatie wordt dit deels opgevangen door plaatsing van pitfalls door de paddenwerkgroepen.

Zoals in Bergen is vastgesteld, voldoen de schermen aan de polderzijde voor het overgrote deel niet voor de geleiding van amfibieën; sterker nog, een substantieel deel ontbreekt. Een nauwkeurige inventarisatie van alle gebreken over alle trajecten met schermen, maakt inzichtelijk hoe groot dit probleem is en waar de focus voor verbeteringen op dient te worden gelegd. Een dergelijke inventarisatie hoeft zich niet te beperken tot de N511, N512 en N513, maar kan provinciaal breed worden opgepakt.

Tweezijdigheid

Op veel locaties, ook buiten Noord-Holland, is vooral aandacht besteed aan geleidingsschermen aan de overwinteringszijde van een weg. Soms ontbreekt het scherm aan de overzijde van de weg. Omdat adulte dieren uiteindelijk weer terugtrekken en juveniele dieren in de zomer dispergeren (zie H 5.3), is het noodzakelijk dat schermen aan weerskanten van de weg worden aangebracht en bovendien van dezelfde hoge kwaliteit zijn.

Onderhoud

Cruciaal bij het langdurig functioneren van rasters is het onderhoud daarvan (Anonymous, 2010). De schermen dienen zo lang mogelijk vrij te zijn van vegetatie. Dit geldt tenminste gedurende de piekmigraties in het voorjaar (adulten) en zomer (juvenielen). Verstandig is om een loopvlak van ca. 30-40 cm aan de voet van het scherm te hebben. Dit is vrijwel alleen mogelijk wanneer betonnen of metalen schermen zijn gebruikt. Dit loopvlak kan eenvoudiger vrij worden gehouden van vegetatie dan wanneer dit open grond is. Hoe dan ook dient een dergelijke strook vrij van opgaande vegetatie te worden gehouden. Ook bovenaan het scherm mogen geen planten overhangen, omdat ook zij het overklimmen door amfibieën vergemakkelijken. Aangezien de groeisnelheid van planten in de zomer groter is dan in het voorjaar kan het noodzakelijk zijn om in de maanden juni en juli meermaals te maaien. Op rijke bodems en in natte zomers zal dit frequenter nodig zijn dan op schrale bodems en droge zomers. Omdat dit maatwerk is, dient de maaifrequentie per locatie te worden bepaald. Deze 's zomerse maaifrequentie is hoger dan Den Ouden & Piepers (2006) voorschrijven.

Voorts is een tweejaarlijkse inspectie (januari en juni) op mankementen nodig. Problemen zoals wijkende schermonderdelen, slechte aansluiting op passages, maar ook openingen als gevolg van erosie, uitspoeling, graafactiviteiten van zoogdieren en vandalisme kunnen dieren mogelijkheden bieden de weg alsnog te bereiken (Boorman In: Jochimsen *et al.*, 2004; Roof & Wooding, 1996). Belangrijk is om tenminste één controle kort voorafgaand aan de voorjaarstrek (januari) én de migratiepiek van juveniele

amfibieën (juni) uit te voeren. Rasterinspecties dienen daarom tweemaal jaarlijks (januari en juni) door een ter zake kundige te worden uitgevoerd. Dit laatste is van groot belang, aangezien er maar weinig mensen zijn die volledig op de hoogte zijn van alle functionele eisen ten aanzien van amfibieën. Steekproefsgewijs zou een dergelijke inspectie ook na (maai)beheerronde moeten worden uitgevoerd. Veel mankementen aan geleidingsschermen worden namelijk veroorzaakt door het vegetatiebeheer naast deze schermen.

4.3.2 Amfibieënpassages

Dimensies

Een tweetal typen amfibieënpassages wordt toegepast voor het passeren van wegen door amfibieën. Enerzijds zijn dat de (half)open amfibieënpassages. Deze hebben lichtopeningen aan de bovenzijde en worden derhalve in het wegdek aangelegd. Nadelen van dit type passages is dat zij voor geluidsoverlast zorgen en het rijcomfort negatief beïnvloeden. Daarnaast zijn overgangen van twee verschillende materialen (asfalt-beton/metaal) extra gevoelig voor schade hetgeen tot problemen kan leiden voor veiligheid en beschikbaarheid van de weg en daarmee tot extra onderhoud en dus kosten leidt. Voor het gebruik door amfibieën hebben zij als voordeel dat zij licht doorlaten en regenwater de tunnelbodem kan bereiken; droge bodems worden minder goed geaccepteerd door amfibieën. Een nadeel is dat strooizout en olie in de passage terecht kan komen en dat dieren die zich in de passage bevinden door het lawaai en de luchtdruk van passerend verkeer verstoord kunnen worden.

Het andere type betreft een gesloten type (duikers of tunnels) dat onder het wegdek wordt aangelegd. Vanwege de benodigde lichtinval vereist het gebruik hiervan grotere dimensies. Het verschil in acceptatie door amfibieën tussen beide typen is niet eenduidig aangetoond, maar het gesloten type kan prima functioneren. Voordeel is ook dat dit type in verschillende dimensies op de markt is en het (half)open type niet (of zeer beperkt).

Voor wat lengte betreft dienen de passages zo kort mogelijk te worden gehouden. Dit komt het gebruik door amfibieën ten goede. Bij aanwezigheid van fietspaden en/of wandelpaden langs wegen, dient een zorgvuldige afweging te worden gemaakt of deze paden ook van passage worden voorzien. Wanneer de passage ook onder fietspaden doorloopt en er een tussenberm aanwezig is dan kan in de passage, wanneer dit een gesloten type is, in tussenberm open worden gehouden teneinde meer lichtinval te genereren. Een voorbeeld hiervan, doch niet speciaal voor amfibieën aangelegd, is Herpetoduct Elspeetsche Heide (zie Struijk *et al.*, 2014; 2015).

Tabel 4.2: Voorgeschreven minimum dimensies voor amfibieënpassages (breedte x hoogte) bij verschillende passagelengtes (naar Iuell *et al.*, 2003 & Clevenger & Huijser, 2009 In: Hamer *et al.*, 2015)

Vorm	Lengte amfibieënpassage (m)				
	<20	20-30	30-40	40-50	50-60
rechthoekig	1,0 x 0,75 (0,75 m ²)	1,5 x 1,0 (1,5 m ²)	1,75 x 1,2 (2,1 m ²)	2,0 x 1,5 (3,0 m ²)	2,3 x 1,75 (4,0 m ²)
rond	1,0 m ²	1,2 m ²	1,6 m ²	2 m ²	2,5 m ²
gewelfd	1,0 x 0,7 (0,70 m ²)	1,4 x 0,7 (0,7 m ²)	1,6 x 1,1 (1,3 m ²)	-	-

Onderlinge afstand

Voorschriften voor de onderlinge afstand tussen amfibieënpassages variëren enigszins en zijn te onderscheiden in de hoek waaronder geleidingsschermen op de trekrichting zijn geplaatst (Keresztes & Zürcher, 1978; Dixel & Kneitz, 1989). Geadviseerde afstanden tussen amfibieënpassages variëren in de literatuur, maar vallen binnen de range van 20-100 meter (Keresztes & Zürcher (1978; Dixel & Kneitz, 1989; Trentini & Trentini, 1980; Woike & Neumann, 1980; Dierking-Westphal, 1989; Berthoud & Müller, 1987; Stoermer, 1981; Stolz & Podlousky, 1983; Grossenbacher, 1981) en iets ruimer wanneer V-vormige geleidingsschermen aanwezig zijn (Grossenbacher, 1981; Stolz & Podlousky, 1983). De meest recente internationale voorschriften variëren tussen de 30 en 60 meter (FMTBH, 2000; Grift & Ottburg, 2017). Het standaardwerk 'Handbook of Road Ecology' (Hamer *et al.*, 2015) hanteert een 50 meter afstand zoals gepubliceerd door Ryser & Grossenbacher (1989). RAVON volgt deze lijn.

Baumann *et al.* (2003) bepaalde een acceptatie van 67% onder gewone padden en 69% onder bruine kikkers van het passagesysteem in Hannoversch Münden (Duitsland). Dit systeem was echter voorzien van 40 cm hoge stalen geleidingsschermen met overstekende rand en een onderlinge passage afstand van 50 m (4x) en 82 m (1x).

Over het algemeen wordt zoals gezegd tegenwoordig een afstand van 50 meter als algemeen voorschrift geaccepteerd (naar Ryser & Grossenbacher, 1989 In: Hamer *et al.*, 2015). Bij het begin- en eindpunt van het traject waarover is bepaald dat een substantiële voorjaarsmigratie plaatsvindt, dient een amfibieënpassage te worden aangelegd. Zij vormen de buitenste passages en daartussen dienen passages op onderlinge afstanden van maximaal 50 meter gesitueerd te zijn. Aansluitend op de begin- en eindpassage dient een bufferlengte aan geleidingsscherm te worden gerealiseerd; deze valt dus feitelijk buiten het traject waarvan bepaald is dat de voornaamste migratie optreedt. Een schets van deze aanpak is weergegeven in bijlage

Inrichting

Het gebruik van passages door amfibieën kan worden vergroot door bodemsubstraat aan te brengen (Stolz & Podlousky 1983). Meestal kan substraat uit de direct omgeving hiervoor worden gebruikt (Küster, 2000). Bij zeer ruime passages kan zelfs een stobbenwal worden aangelegd die bij voorkeur ook buiten de passage doorloopt tot in de habitat; dit versterkt de geleidende component van een dergelijke structuur.

Bodemvochtigheid is tevens van belang. Hoewel afwateringskanalen beslist niet gecombineerd dienen te worden met amfibieënpassages, is enige vochttoevoer positief. In lange dichte passages, zal het bodemsubstraat al snel uitdrogen; toepassing van bodemloze passages biedt uitkomst. Dit betekent dat de passagebodem niet uit beton bestaat, maar dat enkel betonnen tunnelwanden en tunnelplafond aanwezig zijn, welke op het natuurlijk substraat worden geplaatst. Uitdroging is dan minder aan de orde en bovendien kunnen dieren zich ingraven in de passage, bijvoorbeeld bij plotseling invallende koude.

Inrichting van omliggend landschap op een verbeterd gebruik van amfibieënpassages dient op grote schaal te worden ingestoken. Terrein- en landschapsstructuren geven mede richting aan het trekgedrag (Blanke & Metzger, 1987; Polivka *et al.*, 1991; Anonymous, 2001). Elementen zoals greppels, holle wegen, bosranden, houtwallen en ruige bermen zijn voorbeelden van structuren die graag worden gevolgd. Ook de aanwezigheid van vochtige biotopen zoals poelen, natte laagten en slootjes kunnen geleidend werken (Anonymous, 2001). Dit wetende, kan slim worden ingespeeld op deze landschappelijke

geleiding. Omdat de duinzijde van de wegen grotendeels bebost zijn, zijn buiten het aanbrengen van stobbenwanden nauwelijks extra geleidende structuren te noemen. Aan de polderzijden bevindt zich veelal akkerland met verspreid staande bebouwing. In dergelijk open landschap valt veel winst te behalen. Niet alleen voor geleidende landschapselementen, maar ook voor habitatverbetering. Realisatie van houtwallen, bosjes, ruigtestroken, voortplantingswateren e.d. vormen hier uitstekende maatregelen om de lokale populaties op een hoger niveau te tillen en daarmee te verduurzamen. De lijnvormige landschapselementen kunnen tegelijk dienstdoen als geleiding richting faunavoorzieningen. Anderzijds kan ook door middel van een minder amfibievriendelijke inrichting bij verkeersknelpunten geprobeerd worden om migratie op deze locaties te ontmoedigen. Het is aangetoond dat amfibieën significant minder geneigd zijn te migreren bij open landgebruik dan wanneer struiken en andere structuur aanwezig is (Ashley & Robinson, 1996).

Hoewel aan de polderzijden dus veel winst te behalen valt, zijn eigendomssituaties hier mogelijk belemmerend. Ook het gebruik van bestrijdingsmiddelen in onder andere de bollenteelt kan een negatieve invloed hebben op amfibieën.

Beheer

Periodiek dienen alle amfibieënpassages te worden geïnspecteerd. Tweemaal jaarlijks, conform Den Ouden & Piepers (2006), moet volstaan. Echter, bij het 's zomerse maairegime zoals voorgesteld in H 4.3 dienen de toelopen van de amfibieënpassage ook kort te worden gemaaid; dit is dus frequenter dan de voorgeschreven twee beheermomenten. Bij de inspecties zijn met name de aansluiting van geleidingsschermen op de passage en de doorgang zijn belangrijk. Enig substraat op de bodem is wenselijk, maar deze laag niet te dik wordt waardoor de werkelijke passagedimensies beperkter worden. In dergelijke gevallen dient de passage te worden vrijgemaakt van het grootste deel aan grond en blad. Bij (half)open amfibieënpassages dienen aanvullend de luchtsleuven te worden geïnspecteerd op dichtslibben; wanneer dit het geval is dan dienen zij open te worden gemaakt.

4.3.3 Verlichting

Het is bekend dat amfibieën zich 's zomers bij lantaarnpalen kunnen verzamelen, dit is onder andere beschreven voor padden (Baker, 1990) en kamsalamanders (Creemers, 1992). Waarschijnlijk verzamelen zij zich daarom zich tegoed te doen aan de insecten die op het licht afkomen. Gedurende de voorjaarsstrek geldt dit echter niet. Ipsen (1996) stelde vast dat lichtinval bij de passage ingang negatief uitwerkt op het gebruik daarvan door gewone padden. Op basis van experimenteel onderzoek door Van Grunsven *et al.* (2015) wordt geadviseerd om nabij amfibieënpassages geen verlichting te hanteren, of eventueel rood licht. Groen en wit licht wordt afgeraden, omdat deze kleuren de amfibieëntrek afremmen. Bij de locatiekeuze van amfibieënpassages dient rekening te worden gehouden met aanwezigheid van straatlantaarns (en vice versa). Beide elementen dienen niet dichtbij elkaar te worden geplaatst en amfibieënpassages dienen op locaties met geen of zo min mogelijk verlichting te worden aangebracht of de lichtkleur dient tenminste te worden aangepast. Wit, groen en blauw licht dient te worden vermeden op de kritische punten, maar belangen van andere soortgroepen dienen niet uit het oog te worden verloren (Van Grunsven *et al.*, 2017). Van Grunsven *et al.* (2015) suggereren zelfs dat het misschien mogelijk is om padden bij grote verkeersdrukte te remmen met wit licht en bij lage verkeersdrukte de verlichting uit te schakelen. Dit geldt vooral voor locaties

waar geen amfibievoorzieningen aanwezig zijn. Buiten deze optie, is het ook mogelijk om verlichting te realiseren die uitsluitend aan gaat bij aanwezig verkeer; in dit geval beschikt het verkeer over verlichting, maar is het in afwezigheid van verkeer donker ter plaatse. Deze optie is zowel toepasbaar op locaties met als zonder amfibieënvoorzieningen.

Bij de onderzoekstrajecten in Bakkum-Noord en Bergen zijn lantaarns met wit licht aanwezig. Echter, bij Bakkum-Noord hebben de lantaarns geen bereik in de schermzone. In Bergen is een enkele lantaarnpaal bij de zuidpunt van het traject aanwezig. Om deze reden kan er geen effect van licht zijn op het passagegebruik op beide onderzoekstrajecten. De afwezigheid van lichtval in de schermzones van de onderzoekstrajecten is positief.

4.4 Conclusie

De amfibieënvoorzieningen langs de N511, N512 en N513 voldoen niet aan de huidige richtlijnen en vertonen diverse gebreken. Aspecten met betrekking tot geleidingsschermen zijn in hoofdzaak het niet duurzame materiaalgebruik, te lage schermhoogte, ontbreken van overstekende schermrand en onzorgvuldig maaibeheer. Bovendien lijkt er minder aandacht te zijn voor de terugtrek van amfibieën, inclusief juvenielen. De kwaliteit van geleidingsschermen aan de polderzijde is namelijk beduidend lager (of ontbreekt zelfs) en dient evengoed aan de richtlijnen te voldoen. Met betrekking tot de amfibieënpassages zijn in hoofdzaak het beheer en de onderlinge afstand tussen passages van belang. In de huidige situatie wordt niet voldaan aan de tussenafstand van maximaal 50 meter die internationaal als richtlijn wordt gehanteerd; binnen beide onderzoekstrajecten zouden er conform de richtlijnen 7 passages aanwezig moeten zijn in plaats van de huidige 2 en 3. Alle geconstateerde gebreken kunnen leiden tot een (groot) verlies aan functionaliteit/effectiviteit van de amfibieënvoorzieningen. De huidige voorschriften conform de 'Richtlijnen voor inspectie en onderhoud van faunavorzieningen bij wegen' (Den Ouden & Piepers, 2006) volstaan hiervoor in grote lijnen. Echter, de maaifrequentie gedurende de zomermaanden dient hoger te zijn dan eenmalig, vooral aan de wegkant van waaruit juveniele dispersie kan worden verwacht. De exacte frequentie is, in verband met groeisnelheid van de aanwezige flora, afhankelijk van de lokale omstandigheden. In verband met geringere duurzaamheid en het daarmee gepaard gaande verlies aan functionaliteit wordt de toepassing van kunststof schermen niet aangeraden, hetgeen wel door Den Ouden & Piepers (2006) wordt geadviseerd. Gebruik van dit materiaal vergt een dermate hoogfrequent en secuur onderhoud en beheer dat gebreken in de praktijk vrijwel blijken op te treden.

Omdat een kwalitatief goed passagesysteem voor amfibieën kostbaar is, dient er een goed plan aan ten grondslag te liggen. Het (laten) opstellen van een integraal ontwerp- en beheerplan wat de levenscyclus van het (complexe) systeem behelst en waarbij de verschillende eisen en afwegingen worden meegenomen, is hiervoor een goede optie. Bij deze methode dient een interdisciplinair team (en stakeholders) betrokken te zijn. Deze vorm van realisatie kost meer tijd, maar het levert grote voordelen op die de effectiviteit van de voorziening ten goede komen. Cruciaal daarbij is om de juiste locaties voor amfibieënvoorzieningen te selecteren. Daar waar de echte probleemlocaties naar voren komen (hotspots met veel (verwachte) verkeerssterfte), dienen voorzieningen conform de geldende richtlijnen te worden aangebracht. Op basis van veldwerk en simulatiemodellering waarbij aspecten als migratie, gedrag en habitat in ruimtelijke zin in

kaart worden gebracht, kan inzicht verkregen worden in de meest waarschijnlijke oversteeklocaties van amfibieën (Hamer *et al.*, 2015). Deze voorspellende modellen kunnen zeer bruikbare tools vormen voor het aanwijzen van locaties waar ingezet dient te worden op faunapassages. Tegelijkertijd kan het zinvol zijn om bestaande locaties met amfibieënvoorzieningen, waarbij de reden van aanleg eigenlijk onbekend is, onder de loep te nemen. Wanneer blijkt dat de aanwezige amfibieënvoorzieningen geen nut meer hebben dan kunnen zij in principe worden verwijderd; het onderhoud en beheer blijft immers geld kosten. Wel dient men dergelijke situaties met een blik in de toekomst te beoordelen. Wanneer achterland in de nabije toekomst namelijk geschikter wordt door bijvoorbeeld natuurontwikkeling van landbouwgronden, dan kan een voorjaarsmigratieroute zich in de loop der tijd weer ontwikkelen. Ook bestaat de kans dat het aantal amfibieën door het verkeer en de niet functionerende amfibieënvoorzieningen is gedecimeerd en zich na optimalisatie daarvan weer kan herstellen. Dit zijn redenen om de voorzieningen toch te behouden.

Alternatieven om verkeersmortaliteit te verminderen zijn het verlagen van de toegestane rijsnelheid naar 40 km/uur (zie H 5.3) en sturing middels licht. Deze middelen dienen niet ter vervanging van amfibieënpassages en geleidingsschermen, maar kunnen aanvullend zijn of worden toegepast op trajecten waar een minder geconcentreerde voorjaarsmigratie optreedt of tijdelijk wanneer financiële middelen beperkend zijn.

Bij aanbestedingen verdient het de aanbeveling om gegadigden met de beste kwaliteit te bevoordelen teneinde de meest optimale voorzieningen te krijgen en kapitaalvernietiging te voorkomen.

Na een mogelijke optimalisatie van de voorzieningen binnen de huidige onderzoekstrajecten is het interessant om het huidige onderzoek te herhalen. Een dergelijke herhaling geeft direct inzicht in een verschuiving in effectiviteit hetgeen mogelijk vergelijkbare investeringen elders kan verantwoorden.

5 Effectiviteit amfibieënpassages

5.1 Materiaal & methode

5.1.1 Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied beslaat in ruime zin de kustduinen en aangrenzende polder tussen Egmond aan Zee en Bergen aan Zee. Dit gebied is omsloten door de provinciale wegen N511, N512 en N513. Twee onderzoekstrajecten voor het onderzoek naar de effectiviteit van amfibieënpassages en geleidingsschermen zijn hierbinnen geselecteerd, in nauwe afstemming met de lokale paddenwerkgroepen. De locatiekeuzes zijn gebaseerd op aantallen te verwachte amfibieën, de staat van onderhoud van de geleidingsschermen en amfibieënpassages, de aanwezigheid van paddenwerkgroepen en mogelijkheden voor plaatsing van de onderzoeksopzet (o.a. schermen en pitfalls). Buiten het gangbare onderhoud is niet extra aangestuurd op verbetering van de aanwezige voorzieningen, dit teneinde een realistisch beeld te verkrijgen en de resultaten van het onderzoek niet op voorhand positief te beïnvloeden. In tabel 5.1 zijn de karakteristieken van de trajecten weergegeven. In afbeeldingen 5.1 en 5.2 zijn de onderzoekslocaties met de aanwezige schermen weergegeven.

Tabel 5.1: Karakteristieken van onderzoekstrajecten en amfibieënpassages

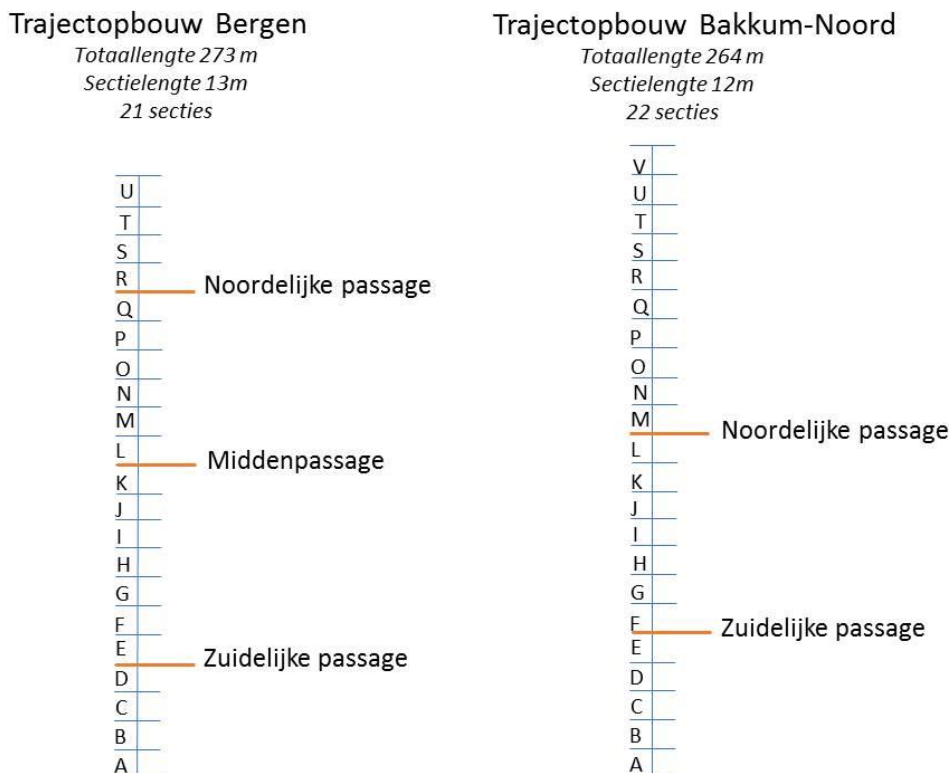
Locatie	Weg	Lengte (m)	Aantal passages	Type passage	Dimensies (cm)
Bakkum-Noord	N512	264	2	ACO AT500	~ 50 x 32
Bergen	N511	273	3	faunaduiker	~ 120 x 70



Afbeelding 5.1 & 5.2: Onderzoekstrajecten N512 Bakkum-Noord (links) en N511 Bergen (rechts)

De schermen in het onderzoeksgebied aan de duinzijde zijn ten behoeve van het onderzoek onderverdeeld in secties. De sectielengte is bepaald op basis van de totaallengte en de afstand tussen de passages, waarbij ervoor gezorgd is dat de secties zo zijn ingedeeld dat de passagelocaties precies op de grens tussen twee secties vielen. Dit heeft geleid tot het indelen van het scherm in Bergen in 21 secties van elk 13 meter lang.

Voor Bakkum-Noord gaat het om 22 secties van 12 meter lang. In afbeelding 5.3 is de opbouw van de trajecten schematisch weergegeven.



Afbeelding 5.3: Trajectopbouw Bergen (links) en Bakkum-Noord (rechts) met ligging van de passages

5.1.2 Doelsoorten

Het onderzoek heeft zich in hoofdzakelijk gericht op de gewone pad en bruine kikker. Belangrijkste reden hiervoor is dat deze twee soorten ter plaatse in redelijke aantallen aanwezig zijn (Bron: Padden.nu) en van voldoende omvang zijn om te merken (zie 5.1.3). Ondanks het beperkt aantal rugstreeppadden (*Epidalea calamita*) zijn ook deze als bijvangst in het onderzoek meegenomen. De overige soorten, kleine watersalamander en groene kikkers (*Pelophylax spec.*), zijn wel geteld, maar niet actief in het onderzoek betrokken. Van de doelsoorten zijn uitsluitend adulte exemplaren gebruikt, omdat deze dieren migreren tussen overwinterbiotoop en voortplantingsbiotoop.

5.1.3 Bepaling effectiviteit amfibieënpassages en geleidingsschermen

Een amfibieënpassage op zichzelf zal niet functioneren zonder een goed geleidingsschermb (Buck-Dobrick & Dobrick, 1989; Feldmann & Geiger, 1989; Dodd *et al.*, 2004; Jochimsen *et al.*, 2004; Aresco, 2005; Struijk, 2010; Malt, 2011). Om de algehele effectiviteit te bepalen is daarom naar het passagesysteem als geheel gekeken; dat wil zeggen de combinatie van de passage en het geleidingsschermb samen.

Om de effectiviteit te kunnen bepalen, dient in de ideale situatie een aantal variabelen bepaald te worden:

1. het aantal dieren dat bij hun migratie een weg wenst te passeren;
2. het aantal dieren dat dit via een amfibieënpassage doet;
3. het aantal dieren dat zich om of over de schermen beweegt en vervolgens de weg bovengronds passeert of daar door verkeer omkomt;
4. het aantal dieren dat omkeert bij de schermen en mogelijk niet aan de voortplanting deelneemt;
5. het aantal dieren dat levend de overkant van een weg haalt in afwezigheid van geleidingsschermen en amfibieënpassages ('controleproef').

In onderstaande paragrafen wordt beschreven in welke vorm invulling gegeven is aan het bepalen van de vijf genoemde variabelen.

Ad 1: Gedurende de voorjaars trek is bij avonden onder geschikte weersomstandigheden langs de onderzoekstrajecten naar amfibieën gezocht. Adulte doelsoorten zijn in het onderzoek opgenomen. In werkelijkheid is dit slechts een steekproef van de gehele groep aan amfibieën die de weg richting voortplantingshabitat wenst te passeren. Omdat de effectiviteit betrekking heeft op relatieve aantallen, volstaat dit.

Ad 2: Voor de uitgangen van de amfibieënpassages (polderzijde) zijn pitfalls ingegraven. Dieren die door de amfibieënpassages migreren worden hierin afgevangen. Op deze wijze is bepaald welke dieren gebruik maken van de amfibieënpassages en op welke afstand tot de ingang van de betreffende amfibieënpassage dit dier is gevangen. Het effectief zijn van de amfibieënvoorzieningen wordt gedefinieerd dat 100% van de dieren die een weg wenst te passeren dit via de geleidingsschermen en passages doet.

Ad 3: Deze parameters zijn bepalend voor de effectiviteitsbepaling van de geleidingsschermen. Voor de bepaling van het aantal dieren dat om de schermuiteinden heen zou lopen, zijn bij alle uiteinden pitfalls geplaatst. Aangezien in Bergen geen schermuiteinden aanwezig waren, zijn deze in het veld op vier sectie-eenheden, dus 52 meter in totaal, gekozen; de gepresenteerde scherm lengte is dus "fictief" en loopt in werkelijk verder door. Voor de bepaling van het aantal dieren dat de schermen was overklommen, waren extra geleidingsschermen en pitfalls langs de wegen (polderzijden) nodig. In 2016 is dit onderzoek in Bakkum-Noord uitgevoerd. In 2017 echter, werd hiervoor in Bakkum-Noord en Bergen geen vergunning verleend; daarmee kwam dit onderzoek te vervallen. Het aantal dieren dat over het scherm heen is gegaan kon daarom niet worden vastgesteld waarmee de effectiviteitsbepaling van de geleidingsschermen onmogelijk werd. Om toch enig inzicht te krijgen in overklimming zijn de wegoppervlakten binnen de twee onderzoekstrajecten na afloop van de avond rondes afgezocht naar amfibieën (levend en dood). Hierbij zijn alle amfibiesoorten genoteerd, inclusief de datum en exacte locatie (sectie). Zowel verkeersslachtoffers als levende amfibieën zijn direct verwijderd om dubbeltellingen te voorkomen.

Ad 4: Van de amfibieën die geen gebruik maken van de passages en de duinen vermoedelijk weer intrekken, is getracht de mate van deze directe "terugtrek" te bepalen. Daartoe is in 2017 een negental nabijgelegen wateren in de binnenduinen onderzocht. In Bakkum-Noord waren dit zes wateren op afstanden van 320-630 m tot de onderzoekstrajecten en in Bergen drie wateren op 200-690 m afstand (afbeeldingen 5.4

en 5.5). In de periode van 24 maart en 14 april 2017 is ieder water viermaal onderzocht waarbij de focus lag op het opsporen van gemerkte exemplaren. Daarnaast is ook een totale telling uitgevoerd van aanwezige amfibieën en hun eilegels. Aanvullend zijn in Bergen in 2017 over de volledige breedte van het onderzoekstraject 14 V-vormige schermen aangebracht in de binnenduintrand. Dieren die vanuit de duinen naar de weg migreren werden door de V-vorm zo min mogelijk gehinderd in hun migratie. De opening van deze V-schermen waren naar de N511 gericht en hadden een breedte van circa 5 meter. De zijden zijn ieder 3,5 meter en staan onder een hoek van 45°. Alle schermen bevonden zich binnen een afstand van 15 tot 30 meter tot het geleidingsscherm langs de N511. In totaal besloegen de 14 V-schermen een lengte van 70 meter, hetgeen 26% van de totale trajectlengte bedraagt. Bij ieder V-scherm is in de punt een pitfall geïnstalleerd welke gedurende de hele onderzoeksperiode dagelijks voor 09.00 uur is gecontroleerd. Het aantreffen van gemerkte dieren zou indiceren dat zij zijn omgekeerd en weer richting de binnenduinen migreerden.



Afbeelding 5.4 & 5.5: Ligging van onderzoekswateren in binnenduinen bij Bakkum-Noord (links) en Bergen (rechts).

Ad 5: Voor het uitvoeren van de controleproef, waarbij vermoedelijk enige sterfte onder gewone padden zou optreden, is door de opdrachtgevers afgezien. Reden was dat er te weinig draagvlak onder de vrijwilligers en PWN was.

Een cruciaal aspect van het onderzoek was het individueel herkenbaar zijn van individuen. Daarom is vanaf de schemer langs de geleidingsschermen gepatrouilleerd om amfibieën op te sporen. Amfibieën zijn op de rugzijde vervolgens van een klein gekleurd cijferetiket voorzien middels wondlijm. Dergelijke methoden zijn eerder toegepast en succesvol bevonden (Robertson, 1984 In: Henle *et al.*, 1997; Baumann *et al.*, 2003). Het gedrag van dieren wordt waarschijnlijk niet beïnvloed door deze ingreep (Henle *et al.*, 1997). Doelsoorten werden tijdens de voorjaars trek aan de duinzijde gevangen, gemerkt en vervolgens op dezelfde locatie vrijgelaten, waarna zij hun tocht konden vervolgen.



Afbeelding 5.6 & 5.7: gewone pad (links) en rugstreeppad (rechts) voorzien van merkteken.

De onderzoeksperiode heeft zich gericht op de piektrek; dat wil zeggen de periode dat het merendeel van de dieren aan de voorjaars trek deelneemt. De start van deze piektrek is bepaald is op basis van de weersvoorspelling, landelijke overzetgegevens van paddenwerkgroepen (Padden.nu) en informatie van lokale coördinatoren van de paddenwerkgroepen. Hoewel het geen must is om alle migrerende amfibieën binnen het onderzoek op te nemen omdat een representatieve steekproef zou volstaan, is in de praktijk vrijwel de gehele voorjaars trek benut. In 2016 liep het onderzoek van 25 maart t/m 13 april en in 2017 van 18 maart t/m 14 april.

Bij de uitvoering van het onderzoek is gebruik gemaakt van zogenaamde ‘citizen science’ waarbij vrijwilligers een belangrijke rol spelen bij de uitvoering van het onderzoek. Tijdens het onderzoek is intensief samengewerkt met de Paddenwerkgroepen Bakkum-Noord en Bergen. Zij zijn betrokken geweest bij het veldwerk zoals het opsporen van amfibieën en het controleren van pitfalls en registratie van data.

Als pitfalls zijn vangemmers met dubbele bodem gebruikt teneinde mogelijke predatie van gevangen amfibieën te voorkomen. De pitfall-controles zijn vrijwel altijd voor 09.00 uur uitgevoerd, maar uiterlijk voor 10.00 uur. Alle dieren uit pitfalls zijn aan de polderzijde losgelaten. Tot een periode van 7 dagen na het merken van dieren zijn de pitfalls aanwezig gebleven en gecontroleerd. Uitzondering daarop was 2017 in Bergen toen de migratie vanuit polder- naar duinzijde weer op gang kwam. De pitfalls zijn toen verwijderd om de terugtrekkende dieren niet te hinderen. Bij de controles is ook gelet op losse merktekens in de pitfalls en lijmresten bij dieren zonder merkteken. Merktekens in een pitfall duiden op aanwezigheid van desbetreffend dier. Dieren met lijmresten, behoren ook tot de groep van gemerkte dieren. Hoewel niet te herleiden is van welke sectie zij afkomstig zijn, worden zij wel meegeteld bij de effectiviteitsbepaling.

5.2 Resultaten

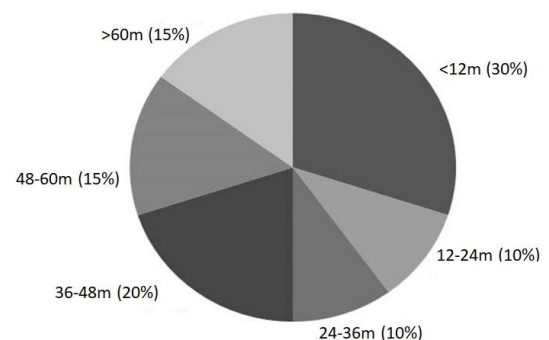
5.2.1 Bakkum-Noord

In 2016 en 2017 zijn in totaal 189 amfibieën van vijf verschillende soorten aan de duinzijde van het onderzoekstraject aangetroffen (tabel 5.1). Van de 140 gewone padden konden er 125 van merkteken worden voorzien en 28 exemplaren van de 34 aangetroffen bruine kikkers. Van de rugstreeppad zijn slechts drie exemplaren gevonden die alle drie van een merkteken zijn voorzien. Het aandeel dieren dat middels de amfibieënpassages de weg heeft gepasseerd, oftewel de effectiviteit van het passagesysteem, bedraagt 16,0% voor gewone pad, 7,4% voor bruine kikker en 33,3% voor rugstreeppad. Gemiddeld is de effectiviteit daarmee 16,7%.

Tabel 5.1: Cumulatief aantal amfibieën gemerkt en terug gevangen in Bakkum-Noord 2016 & 2017

		Gewone pad	Rugstreeppad	Bruine Kikker	Groene Kikker	Kleine watersalamander	Totaal
Duinzijde	Gemerkt	125	3	28	0	0	156
	Ongemerkt	15	0	6	9	3	33
	Totaal	140	3	34	9	3	189
Polderzijde	Gemerkt, door amfibieënpassage	20	1	5	0	0	26
	Gemerkt, niet door amfibieënpassage (eindemmers schermen)	30	1	7	0	0	38
	Ongemerkt, door amfibieënpassage	51	3	42	14	1	111
	Ongemerkt, niet door amfibieënpassage (eindemmers schermen)	97	2	33	5	8	145
	Totaal	198	7	87	19	9	320
Effectiviteit amfibieënpassage (%)		16,0	33,3	7,4	nvt	nvt	16,7

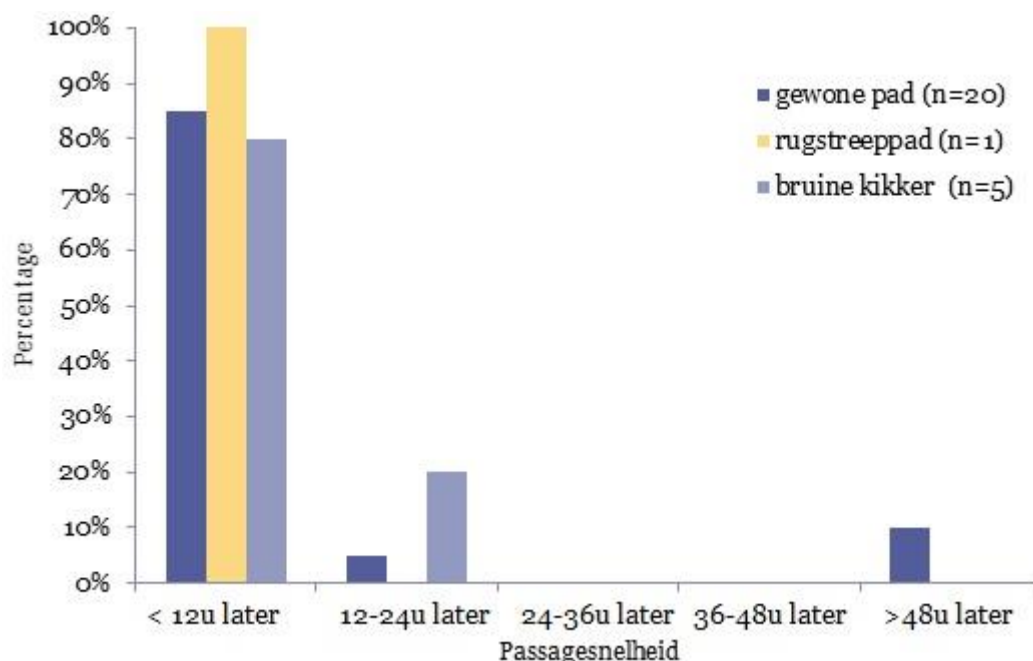
Van de 20 gewone padden die de passages gebruikt hebben heeft 70% minder dan 48 meter afgelegd, tegenover 30% die meer afstand heeft overbrugd om een gebruikte passage te bereiken. Een enkele gewone pad heeft de voor hem dichtstbijzijnde passage voorbijgelopen alvorens de volgende passagemogelijkheid te benutten.



Afbeelding 5.8: Afgelegde afstand tussen merklocatie en gebruikte passage voor gewone pad

De snelheid waarmee gemerkte dieren de amfibieënpassage gebruiken is meestal beperkt, namelijk dezelfde nacht. Echter, van zowel gewone pad als bruine kikker bleken enkele individuen dit een of meer etmalen later te doen. Van de 20 gewone padden die de amfibieënpassage hebben gebruikt, deden er 17 dat binnen 12 uur, dus dezelfde nacht (81%). De overige drie exemplaren passeerden de amfibieënpassage pas 12-24 uur en >48

uur later. Bij de bruine kikker maakten vier van de vijf dieren (80%) binnen 12 uur gebruik van de voorziening en één dier 12-24 uur later. De enige rugstreeppad gebruikte de passage binnen 12 uur.



Afbeelding 5.9: Passagesnelheid gemerkte dieren per soort in Bakkum-Noord 2016 & 2017

Het aandeel gemerkte dieren dat in een pitfall aan het einde van het geleidingsscherf is gevangen, vertegenwoordigt het aandeel dat om het geleidingsscherf heen zou zijn gelopen en alsnog op de weg zou zijn beland. Voor de gewone pad bedraagt dit aandeel 24%, voor de bruine kikker 25,0% en voor de rugstreeppad 33,3%. Gemiddeld probeerde dus tenminste 24,4% van de migrerende dieren om het scherf heen te lopen.

Van de 92 gemerkte amfibieën die niet meer binnen het onderzoekstraject zijn aangetroffen, is er geen enkele in de onderzoekswateren in de binnenduinen aangetroffen. Wel zijn drie van deze dieren aan de duinzijde buiten het onderzoekstraject gevonden. Het betrof twee adulte gewone padden (♂♀) op 29 en 31 maart en een adulte rugstreeppad (♀) op 29 maart. Een gewone pad bevond zich op het fietspad circa 30 meter ten noorden van het einde van het geleidingsscherf/onderzoekstraject. De tweede gewone pad werd gezien tussen het geleidingsscherf en het fietspad aan de zuidrand van het onderzoekstraject. De rugstreeppad bevond zich in de berm langs het fietspad op circa 10 meter ten noorden van het einde van het geleidingsscherf/onderzoekstraject. Of en waar deze drie exemplaren aan de voortplanting hebben deelgenomen, is onbekend. Daarnaast is een gemerkte gewone pad waargenomen in de wegberm aan de polderzijde binnen het onderzoekstraject. In totaal zijn 88 van alle 156 gemerkte dieren (56,4%) niet meer teruggevonden.

5.2.2 Bergen

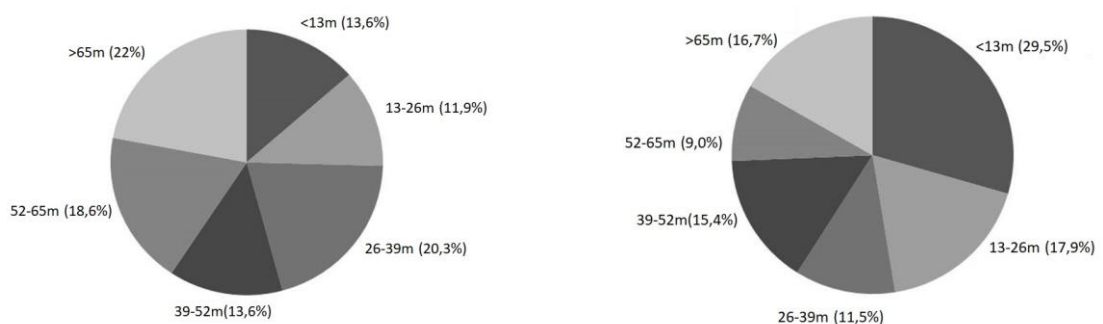
In 2016 en 2017 zijn in totaal 647 amfibieën van vijf verschillende soorten aan de duinzijde van het onderzoekstraject aangetroffen (tabel 5.2). Van de 170 gewone padden

konden er 149 van merkteken worden voorzien en 267 exemplaren van de 287 aangetroffen bruine kikkers. Van de rugstreeppad zijn 15 exemplaren gevonden waarvan er 15 van merkteken zijn voorzien. Het aandeel dieren dat middels de amfibieënpassages de weg heeft gepasseerd, oftewel de effectiviteit van het passagesysteem, bedraagt 39,6% voor gewone pad, 29,2% voor bruine kikker en 33,3% voor rugstreeppad. Gemiddeld is de effectiviteit daarmee 32,9%.

Tabel 5.2: Cumulatief aantal amfibieën gemerkt en terug gevangen in Bergen 2016+2017

		Gewone pad	Rugstreeppad	Bruine Kikker	Groene Kikker	Kleine watersalamander	Totaal
Duinzijde	Gemerkt	149	15	267	0	0	431
	Ongemerkt	21	0	20	23	152	216
	Totaal	170	15	287	23	152	647
Polderzijde	Gemerkt, door amfibieënpassage	59	5	78	0	0	142
	Gemerkt, niet door amfibieënpassage (eindemmers schermen)	8	1	15	0	0	24
	Ongemerkt, door amfibieënpassage	222	39	578	37	319	1195
	Ongemerkt, niet door amfibieënpassage (eindemmers schermen)	93	10	211	23	195	532
	Totaal	382	55	882	60	514	1893
Effectiviteit amfibieënpassage (%)		39,6	33,3	29,2	nvt	nvt	32,9

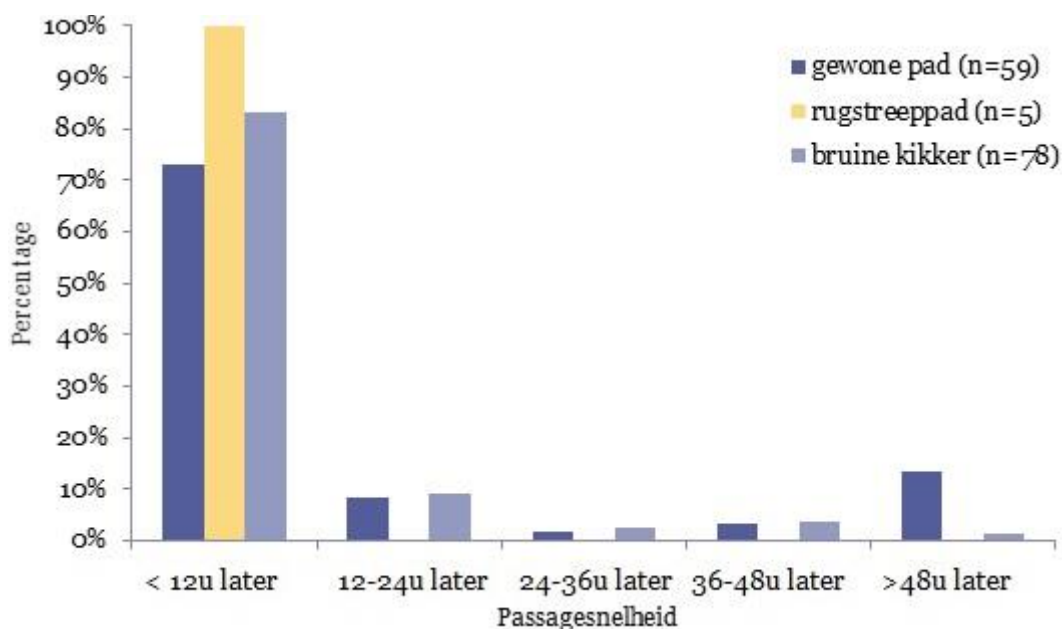
Van de 59 gewone padden die de passages gebruikt hebben, heeft 59,3% een maximumafstand van 39-52 m afgelegd (afbeelding 5.10 & 5.11). De resterende 40,7% heeft een grotere afstand afgelegd alvorens een passage te gebruiken, met een maximum van 195 m. Binnen deze groep hebben dieren meer dan eens een of twee passages overgeslagen. Van de 78 bruine kikkers die een passage gebruikt hebben, blijkt dat het 74,4% een maximumafstand van 39-52 m heeft afgelegd (afbeelding 5.10 en 5.11). De resterende 25,6% heeft een afstand tussen de 52 en 182 m afgelegd.



Afbeelding 5.10 & 5.11: Afgelegde afstand tussen merklocatie en gebruikte passage voor gewone pad (links) en bruine kikker (rechts)

Het interval tussen het merkmoment en gebruikmaking van de amfibieënpassages is meestal beperkt; dit gebeurt veelal binnen 12 uur, dus dezelfde nacht. Echter, van zowel gewone pad als bruine kikker bleken enkele individuen dit een of meer etmalen later te doen. Van de 59 gewone padden die de amfibieënpassage hebben gebruikt, deden er 43 dat binnen 12 uur (73%). De overige 16 exemplaren passeerden de amfibieënpassage pas 1

tot 20 etmalen later. Het langzaamste dier heeft er maximaal 420 uur (17,5 dag) over gedaan. Bij de bruine kikker maakte 65 van de 78 dieren (83,3%) binnen 12 uur gebruik van de voorziening en deden 12 dieren dat maximaal 48 uur later. De grootste interval bij deze soort bedroeg 3 etmalen. De vijf rugstreep padden gebruikte de passage allemaal binnen 12 uur nacht.



Afbeelding 5.12: Passagesnelheid gemerkte dieren per soort in Bergen 2016 & 2017

Het aandeel gemerkte dieren dat in een pitfall aan het einde van het geleidingsscherm is gevangen, vertegenwoordigt het aandeel dat in theorie om het geleidingsscherm heen zou zijn gelopen en het onderzoekstraject zou hebben verlaten. Voor de gewone pad bedraagt dit aandeel 5,4% voor gewone pad, voor de bruine kikker 5,6% en voor de rugstreepad 6,7%. Gemiddeld probeerde dus tenminste 5,6% van de migrerende dieren om het onderzochte traject heen te lopen.

Van de 265 amfibieën die voorzien zijn van een merkteken, maar in geen van de pitfalls zijn terug gevangen, is er geen in de onderzoekswateren in het binnenduin of de V-vormige keerschermen aangetroffen. In de V-vormige schermen zijn evenmin niet-gemerkte amfibieën gevonden. Wel zijn 4 gemerkte dieren (3 gewone padden en een bruine kikker) aan de polderzijde teruggevonden, hetgeen indiceert dat zij over het scherm heen zijn gekomen en de weg succesvol hebben gepasseerd. Op 13 april 2017 zijn in zeven van de 14 V-vormige schermen 33 bruine kikkers, één gewone pad en één kleine watersalamander aangetroffen. Dit bleken dieren te zijn die vanuit de voortplantingshabitat terugtrokken naar het binnenduin; vrouwelijke exemplaren hadden duidelijk zichtbaar hun eieren reeds afgezet en bovendien was de trekrichting op de weg goed zichtbaar.

In Bergen zijn in 2017 binnen de onderzoeksperiode (exclusief reeds terugtrekkende dieren) 92 amfibieën op de weg aangetroffen, waarvan 48 dood en 44 levend. Het overgrote deel (80,4%) bestond uit 74 bruine kikkers (38x levend, 26x dood) en daarnaast 13 kleine watersalamanders (14,1%; 4x levend, 9x dood) en 5 gewone padden (5,4%; 2x

levend, 3x dood). Vier van de dieren, twee gewone padden en twee bruine kikkers, waren gemerkt. In totaal zijn 257 van alle 431 gemerkte dieren (59,6%) niet teruggevonden.

5.3 Discussie

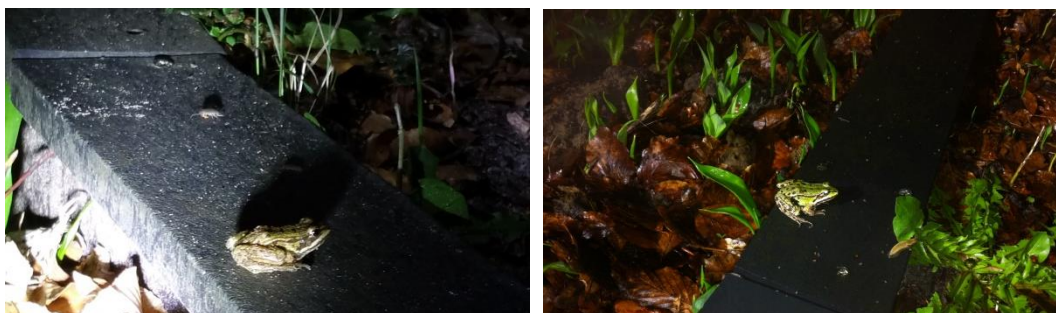
Uit het onderzoek is gebleken dat gedurende de onderzoeksperiode een kleine 1500 amfibieën gebruik hebben gemaakt van de passages. Op basis van de terugvangst van gemerkte dieren, kan echter geconstateerd worden dat een veelvoud hiervan de passages niet weet te gebruiken. De constatering dat ook dieren die zich vlakbij een passage bevinden daar uiteindelijk geen gebruik van maken, geeft aan dat het passagesysteem nog niet optimaal functioneert. De gemiddelde (maximale) afstanden die dieren hebben afgelegd voordat zij van een passage gebruik hebben gemaakt is voor Bakkum-Noord en Bergen respectievelijk 46,2 en 48,7 meter met een mediaanwaarde van 42 en 39 meter. Deze waarden komen overeen met voorgeschreven maximale afstanden tussen opeenvolgende amfibieënpassages en de bufferlengte aan geleidingsschermb, namelijk 50 meter (zie H 4.3). Aan deze richtlijn wordt binnen de onderzoekstrajecten niet voldaan; de dichtheid aan amfibieënpassages is te klein. Op ieder van de onderzoekstrajecten zou een minimum van 7 passages moeten aanwezig moeten zijn om de effectiviteit van het passagesysteem als geheel te optimaliseren (zie H 4.3.2).

Ook de realisatie van zwaluwstaarten bij de passages in Bakkum-Noord, om de dieren beter naar de passage ingang te geleiden, is aan te bevelen. Als laatste is het mogelijk dat de aanwezige passages zelf onvoldoende geschikt zijn voor optimaal gebruik wat betreft dimensionering, bodem en vochtigheid. Er zijn diverse gevallen bekend waarbij amfibieën de amfibieënpassage wel vinden en betreden, maar dat zij vervolgens weer terugkeren (Petrovan, 2017).

Op de weg en het fietspad bij Bakkum-Noord zijn nagenoeg geen dieren aangetroffen. De kerende werking van het scherm aan de duinzijde lijkt dus in orde voor de meeste amfibieën. Mogelijk dat een deel van de dieren via het achterland het onderzoekstraject verlaat en daarbuiten de weg bereikt. Een indicatie hiervoor is de vondst van enkele gemerkte dieren buiten het traject; zij hebben kennelijk niet het scherm gevolgd aangezien zij dan aan het uiteinde daarvan in een pitfall zouden zijn beland.

In Bergen indiceert hoge aandeel gemerkte dieren dat niet is teruggevonden dat veel dieren de schermen weten te overklimmen en zo op de weg belanden of via het achterland (dus niet langs het scherm) het onderzoekstraject verlaten. Dit is ter plaatse ook bevestigd door de waarneming van kikkers bovenop de schermen. Omdat geen ochtendtellingen van verkeersslachtoffers zijn uitgevoerd en slachtoffers door aaseters snel kunnen verdwijnen, is geen totaalbeeld verkregen van het percentage dieren dat de oversteek van de weg niet heeft overleefd.

Gezien de geconstateerde gebreken aan dit geleidingsschermb (zie H4), maken naar verwachting veel bruine kikkers gebruik van de mogelijkheid om de schermen te omzeilen. Het aandeel bruine kikkers dat gebruik maakt van de passages is ook aanzienlijk lager dan het aandeel gewone padden, namelijk 29% respectievelijk 40%. Het verschil kan waarschijnlijk worden verklaard doordat bruine kikkers een groter springvermogen hebben en geleidingsschermen daardoor gemakkelijker kunnen passeren dan gewone padden, ondanks dat zij ook goed kunnen klimmen.



Afbeelding 5.13 & 5.14: Subadulte bruine kikker (links) en bastaardkikker (rechts) die op het geleidingsscherm in Bergen zijn aangetroffen.

Voor beide locaties geldt dat het onderbreken van de voorjaarsmigratie doordat dieren niet dezelfde nacht de weg passeren (en in een aantal gevallen zelfs ruim twee weken later, zie 5.2.2), gevolgen kan hebben voor het voortplantingssucces. Deze vertraging betekent immers dat dieren later aankomen bij de voortplantingswateren. Voor vrouwtjes betekent dit dat zij pas later eieren kunnen afzetten waardoor de opgroeiperiode van de larven verkort wordt. Voor mannetjes betekent dit dat mogelijk een deel van de vrouwtjes het voortplantingswater reeds verlaten heeft en zij minder legsels kunnen bevruchten. Daarnaast kan deze extra inspanning om een weg te passeren ten koste van de algehele fitness van de dieren. Aangezien weersinvloeden (koude, droogte, wind) de activiteit van amfibieën ook kunnen vertragen, bestaat de kans dat de vastgestelde passageduur daar mede door beïnvloed kan zijn. Dit neemt echter niet weg dat deze dieren in afwezigheid van geleidingsschermen de weg direct zouden betreden en passeren (of verkeersslachtoffer worden).

Een andere interessante bevinding is het feit dat een aantal dieren een passage voorbij is gelopen en deze niet heeft gebruikt, maar juist bij een volgende passage de oversteek maakt. Waar dit precies mee te maken heeft is onduidelijk. Bekend is dat amfibieën voorbij een tunnel kunnen lopen wanneer deze haaks staat op het geleidingsscherm (Dexel & Kneitz, 1987). Zogenaamde zwaluwstaarten (zie H4.2.2) kunnen dieren de passages in geleiden. In Bakkum-Noord ontbreken dergelijke elementen, maar in Bergen zijn deze wel aanwezig. Toch bleek dat ook daar een aantal dieren niet de dichtstbijzijnde passage hebben gebruikt, maar een verder gelegen passage. Onderzoek in Ede toonde dit fenomeen eerder ook al aan; 12% van de dieren die gebruik maakte van een amfibieënpassage deed dit nadat zij een andere passage voorbij waren gelopen (Van Der Grift & Ottburg, 2017).

De provincie Noord-Holland heeft op de N511, N512 en N513 een meetpunt om verkeersinformatie te registreren. Om iets meer inzicht te krijgen in de verkeersintensiteit ter plaatse zijn de verkeersdata van 2016 gebruikt. Van een locatie (N511) ontbreken de data van de eerste zeven maanden waardoor de resterende vijf maanden niet zonder meer als representatief kunnen worden beschouwd. Van de N512 en N513 bevinden de meetpunten van de verkeersdata zich net ten zuiden van het onderzoekstraject in Bakkum-Noord en aan de uiterste westkant van de Zeeweg; hier bevindt zich geen onderzoekstraject. Aangezien er geen grote afslagen langs deze N-wegen aanwezig zijn waardoor een deel van het geregistreerde verkeer deze N-wegen zou kunnen verlaten, vormen de cijfers een representatief beeld voor het totale traject (G. Teeuwen/provincie Noord-Holland, pers. med.). Voor de verkeerssnelheid zijn gegevens van september 2016

gebruikt welke vergelijkbaar zijn met het voorjaar (G. Teeuwen/provincie Noord-Holland, pers. med.).

Tabel 5.3: Verkeersintensiteit en gemiddelde snelheid (bron: provincie Noord-Holland) (d.d.=data deficiënt)

Weg	Verkeersintensiteit voorjaar (auto's/dag)	Verkeersintensiteit geheel jaar (auto's/dag)	Verkeersintensiteit 19.00-06.00 uur (auto's/uur) (range; gemiddelde)	Gemiddelde snelheid ($\pm$ SD)
N511	d.d.	d.d.	d.d.	57,9 ($\pm$ 3,4)
N512	9349	9421	7-208 ($\bar{x}$ =71)	46,7 ($\pm$ 3,2)
N513	991	1383	0-43 ($\bar{x}$ =10)	64,0 ($\pm$ 3,2)

Amfibieën vormen meestal de groep van gewervelden met de hoogste scoren aan verkeersslachtoffers bij wegen (Glistra *et al.*, 2008). Sterftcijfers en dus ook de overlevingskans van amfibieën wordt vooral bepaald door de verkeersintensiteit, het tijdstip van deze verkeersvolumen, verkeerssnelheid, wegbreedte en oversteeksnelheid. Seizoens- en weersinvloeden, maar ook het ontwikkelingsstadium van de amfibieën (juveniel, adult) e.d. kunnen van invloed zijn op deze parameters (Glistra *et al.*, 2008; Hamer *et al.*, 2015). Verkeersintensiteit kan gedurende het jaar ook sterk fluctueren zoals het geval is bij de N513 (tabel 5.3). Reden hiervoor dat dit een belangrijke route is voor recreanten die in extra getalen gedurende de zomervakantieperiode komen. De gemiddelde snelheden van passerende voertuigen ligt tussen de 46,7 en 64,0 km/uur. Bij de snelheden boven de 40 km/uur zorgt de ontstane luchtdruk voor een zuigende werking op het wegdek; amfibieën worden hierdoor omhoog gezogen. Niet alleen de spoorbreedte van de banden zelf, maar ook de breedte van de verhoogde luchtdrukzone zijn daarmee bepalend voor de overlevingskans van amfibieën. De zone waarin amfibieën omhoog worden gezogen hangt af van de snelheid en neemt exponentieel toe bij een snelheidstoename (Heine, 1987). In gevallen waarbij het aantal verkeersslachtoffers ogenschijnlijk schijnt mee te vallen, kan een subtiele toename in verkeersintensiteit (bijv. 1-26 voertuigen/uur) daarom ook leiden tot een toename in sterfte, zoals ook door Mazerolle (2004) werd geconcludeerd bij *Ambystoma maculatum*. Op basis van experimenteel onderzoek stelde Kuhn (1987) een overlevingspercentage van padden vast bij wisselende verkeersintensiteit (tabel 5.4).

Tabel 5.4: Overlevingskans van gewone pad bij toenemende verkeersintensiteit (naar Kuhn, 1987 In: Vos & Chardon, 1994)

Verkeersintensiteit (auto's/uur)	Overleving overstekende gewone padden (%)
2-40	87 (n=110)
21-40	60 (n=18)
41-60	23 (n=18)
61-80	20 (n=16)
81-100	37 (n=37)

Een-op-een vertaling van de verkeersdata van de N512 en N513 laat zien dat op basis van de verkeersintensiteit tussen 19.00 uur en 06.00 uur een overlevingskans van respectievelijk gemiddeld 20% en 87% onder gewone padden is. Middels de door Heine (1987) ontwikkelde formule voor bepaling van overlevingskansen voor padden, is deze voor de N512 5,3% en voor de N513 86,7%. Echter, deze methode houdt geen rekening met de verkeerssnelheid en gaat enkel uit van de bandbreedte als dodelijk oppervlak.

Modelstudies door Hels & Buchwald (2001) lieten een sterfkans van 0,34-0,61 zien bij secundaire wegen met een verkeersintensiteit van 3.207 auto's/dag zien. Bij snelwegen (15.000 auto's/dag) varieerde deze waarde zelfs van 0.89 tot 0.98. Dit resulteerde bij hen in een jaarlijkse sterfte van ca. 10% van de populatie heikikkers (*Rana arvalis*) en knoflookpadden (*Pelobates fuscus*). Hoe dan ook is het aannemelijk dat de verkeersmortaliteit daalt wanneer de verkeerssnelheden worden teruggebracht. Dit kan een goede maatregel zijn op locaties waar absolute piektrek ontbreekt waardoor de noodzaak voor amfibieënvoorzieningen beperkt is, maar waar toch in relatief veel verkeersslachtoffers vallen (als percentage van de geschatte populatieomvang). Door het aanpassen van de verkeerssnelheid in de perioden dat sprake is van trek, kan mortaliteit toch verlaagd worden.

Gepubliceerde data gaan vrijwel altijd uitsluitend over adulte mortaliteit. Onderzoek naar juveniele overleving is nog sterk onderbelicht. In tegenstelling tot adulten, trekken juvenielen vooral overdag en dus op tijdstippen met gemiddeld de hoogste verkeersintensiteit. Hierdoor, en tevens door de langere oversteektijd van wegen door juvenielen is hun overlevingskans (nog) beperkter dan dat van adulten (Berthoud, 1973). In Polen (Gryz & Krauze, 2014) werd naast de voorjaarspiek bij adulten inderdaad ook een zomer- en herfstpiek in juveniele mortaliteit vastgesteld. Een van de oorzaken waarom doorgaans vrijwel geen aandacht aan juveniele slachtoffers wordt besteed, is dat verkeersslachtoffers onder deze groep vanwege de uiterst geringe grootte vrijwel niet opvallen (Petrovan, 2017). Aangezien de geleidingsschermen aan de oostkant van de N512 en N511 en N512 gebrekkig zijn en op grote delen ontbreken, is de kans dat hier vrij massale mortaliteit onder juveniele amfibieën optreedt aanzienlijk.

5.4 Conclusie

Uit het uitgevoerde onderzoek is gebleken dat gedurende de onderzoeksperiode een kleine 1500 amfibieën gebruik gemaakt hebben van de onderzochte passages. Het aandeel gemerkte dieren dat hiervan gebruik heeft gemaakt is 16,7% in Bakkum-Noord en 32,9% in Bergen. Op basis hiervan kan geconstateerd worden dat een veelvoud van de aanwezige dieren de passages niet weet te gebruiken.

In Bakkum-Noord weet 24,4% van de amfibieën het geleidingsscherm te omzeilen en belandt zodoende alsnog op de weg te belangen. In Bergen is dit 5,6%. Dieren die gebruik maken van de voorzieningen doen daar in Bakkum-Noord in 15% van de gevallen langer over dan in een natuurlijke setting het geval zou zijn, waarbij verwacht mag worden dat dieren die langs de weg worden gevonden diezelfde nacht oversteken. In Bergen bedraagt dit percentage 20%. Dit kan ten koste gaan van het voortplantingssucces en algehele fitness van desbetreffende exemplaren. Naar verwachting is de beperkte effectiviteit te wijten aan het feit dat de huidige amfibieënvoorzieningen niet volledig aan de huidige richtlijnen voldoen (zie H4). Wanneer de knelpunten aan de voorzieningen worden opgeheven, zal de effectiviteit toenemen.

6 Medegebruik faunapassages

6.1 Materiaal & methode

Om het medegebruik van enkele faunapassages te bepalen zijn op 19 februari 2016 zes cameravallen in twee verschillende passagetypes geplaatst. Camera's zijn geplaatst in beide faunapassages bij Bakkum-Noord en in twee van de drie faunapassages bij Bergen. Bij Bergen is daarnaast één cameraval buiten de passage geplaatst welke gericht was op de pitfall. Reden hiervoor was dat er middels deze opstelling kon worden vastgesteld of er predatoren op de pitfalls zouden afkomen. De zesde cameraval is bij een van de passages aan de Zeeweg (Castricum) geplaatst; dit is hetzelfde passagetype als de overige bij Bakkum-Noord (ACO-AT500). De camera's hebben voor de duur van zes weken in Bergen en zeven weken in Bakkum gefunctioneerd. Bewust is gekozen om de periode van amfibieën voorjaarstrek te benutten om mogelijke predatie vast te stellen door medegebruikers van de amfibieënvoorzieningen.

6.2 Resultaten

Bij het cameraonderzoek zijn op alle camera's zoogdieren geregistreerd. In Bakkum-Noord zijn in beide amfibieënpassages frequent bosmuizen (*Apodemus sylvaticus*) aangetroffen, evenals in de amfibieënpassage bij de Zeeweg. Deze soort werd zowel 's nachts als overdag vastgesteld. Buiten de bosmuis is aan zoogdieren enkel aan de Zeeweg nog rosse woelmuis (*Myodes glareolus*) aangetroffen. In Bergen zijn alleen in de zuidelijke amfibieënpassage zoogdieren geregistreerd, namelijk bosmuis, huiskat (*Felis catus*) en wezel (*Mustela nivalis*). Deze laatste is eenmalig op camera vastgelegd. In de pitfalls bij de twee andere passages zijn enkele malen bosmuizen aangetroffen. Of de dieren hier vanuit de passage in zijn gelopen of vanuit de polderzijde is onbekend.



Afbeelding 6.1 & 6.2: Beeldregistraties van zoogdieren in de amfibieënpassages bij de Herenweg in Bakkum-Noord (links; bosmuis) en de Zeeweg in Bakkum-Noord (rechts; rosse woelmuis).



Afbeelding 6.3 & 6.4: Beeldregistraties van zoogdieren in de amfibieënpassages bij de Herenweg in Bergen (links: wezel; rechts: bosmuis die een gewone pad predeert).

De camera die op de tunnelmonding gericht stond, heeft in de periode 2 februari – 6 april 2016 op 34 dagen een foeragerende blauwe reiger (*Ardea cinerea*) vastgelegd; dit is op 79% van alle dagen binnen deze periode. Meestal werd het dier eenmaal daags geregistreerd tussen 09.00 en 12.00 uur; viermaal aan het einde van de middag. Bij vier registraties waren prooien zichtbaar, waaronder gewone pad, bruine kikker en mol (*Talpa europaea*). Eenmaal is een buizerd (*Buteo buteo*) geregistreerd. Onduidelijk is of het dier een prooi heeft bemachtigd. Eenmaal, op 27 maart 2016, is bij Bergen predatie van gewone pad door bosmuis in de passage op beeld vastgelegd.



Afbeelding 6.5 & 6.6: Registratie van blauwe reiger vlakbij een amfibieënpassage met prooidieren gewone pad (links) en bruine kikker (rechts).

6.3 Discussie

Bij een cameraonderzoek door Leo Heemskerk in 2013 werd bij een van de amfibieënpassages bij de Hereweg in Bakkum-Noord een cameraval bij de westelijke ingang geplaatst. Hierbij werden huiskat, haas (*Lepus europaeus*), muizen (soort(en) onbekend) en boommarter (*Martes martes*) geregistreerd. Op basis van de positionering van de camera kan echter niet met zekerheid worden geconcludeerd of deze dieren de amfibieënpassage hebben gebruikt.

Voor een optimalisatie van het medegebruik wordt gekeken naar de werking van de passage zelf en de geleiding daarheen. Twee van de passages in Bergen stonden gedurende beide onderzoeksperioden licht onder water. Hoewel de waterdiepte ondiep was, maar de diepte plaatselijk toch 5-10 cm kon bedragen, kan dit van invloed zijn op het gebruik door zoogdieren. Het is bekend dat verschillende marterachtigen kunnen zwemmen (en dat ook doen); het wordt derhalve niet verwacht dat zij passages met een laag water per definitie mijden. Echter, voor met name de kleine soorten als wezel en hermelijn zal een droge tunnel waarschijnlijk worden geprefereerd. Ditzelfde geldt voor kleinere zoogdieren als muisachtigen, insecteneters (spitsmuizen, egels) en haasachtigen (haas, konijn). De aanwezigheid van een waterlaag zorgt tevens voor afwezigheid van een luchtige strooisellaag die voor veel fauna interessant is. Vermeld dient te worden dat dit de toestand in het voorjaar schetst en het waarschijnlijk is dat deze passages een groot deel van het jaar wel droog zijn.

De kunstmatige opstuwing van concentraties amfibieën langs geleidingsschermen en in of nabij amfibieënpassages kan een risico vormen voor verhoogde predatie. Immers, de hoge concentraties aan prooidieren kunnen voor diverse predatoren een interessante foerageerlocatie vormen. Naast de geregistreerde predatiegevallen door bosmuis en blauwe reiger in en nabij de amfibieënpassages in Bergen zijn er daadwerkelijk ook gevallen bekend waarbij predatoren (bunzing (*Mustela putorius*), hermelijn, egel (*Erinaceus europaeus*), vos (*Vulpes vulpes*), bruine rat (*Rattus norvegicus*), spitsmuizen (*Sorex spec.*) en kraaiachtigen (*Corvidae*)) zich tegoed deden aan amfibieën langs geleidingsschermen (Reading, 1989; Frey & Niederstrasser, 2000). Er zijn echter vrijwel geen gevallen bekend waarbij populaties negatief worden beïnvloed door predatie als gevolg van passagesystemen (Little *et al.*, 2002). Daarbij moet wel worden opgemerkt dat specifieke studies hiernaar ook ontbreken; het ontbreken van gericht onderzoek en dus ook bewijs wil niet zeggen dat er geen sprake van kan zijn (Little *et al.*, 2002).

6.4 Conclusie

De amfibieënpassages in zowel Bakkum-Noord als Bergen worden ook door zoogdieren gebruikt, bosmuizen in het bijzonder. Predatie van gewone pad en bruine kikker door bosmuis en blauwe reiger in of nabij de passages is vastgesteld. Negatieve effecten op populaties als gevolg van predatie bij amfibieënvoorzieningen is tot dusver nog niet aangetoond. Toch is een verhoogde predatie door kunstmatige verhoging van concentraties amfibieën langs schermen en in passages goed denkbaar.

Op locaties waar voorzieningen vanuit de noodzaak voor amfibieën worden aangelegd, bijvoorbeeld daar waar massale voorjaarstrek over wegen plaatsvindt, wordt het faciliteren van medegebruik afgeraden. Amfibieënpassages zijn veelal beperkt qua dimensies en daar moeten niet al te hoge ambities bij worden nagestreefd in relatie tot medegebruik. De voorzieningen dienen daarom optimaal voor deze soortgroep te worden aangelegd en er mag niet op kwaliteit worden ingeboet door medegebruik te faciliteren. Immers, medegebruik door grotere zoogdieren als marterachtigen en ratten kan leiden tot verhoogde predatie op de amfibieën. Er zijn echter enkele uitzonderingen denkbaar. Ten eerste wanneer er ook een urgentie is voor andere (doel)soorten, bijvoorbeeld door hoge aantallen verkeersslachtoffers. In deze gevallen kan een uitzonderingssituatie ontstaan, maar ook daarbij mag de functionaliteit van de voorzieningen voor amfibieën nooit in het geding komen. Dimensionele opschaling van de voorzieningen vormt mogelijk uitkomst,

met name wanneer de doelsoort een predator betreft. Op locaties waar enkel genetische uitwisseling tussen amfibieënpopulaties wordt nagestreefd en een sporadisch gebruik van de passage volstaat, hoeven de richtlijnen minder strikt te worden gehanteerd. Op dergelijke locaties ontstaan in de regel geen hoge amfibieënconcentraties zoals op voorjaarsmigratieroutes waardoor medegebruik hier niet of minder bezwaarlijk is.

Resumerend kan gesteld worden dat voorzieningen die voor amfibieën worden aangelegd, dienen te worden aangelegd volgens de eisen die deze soortgroep hieraan stelt. Indien voorzieningen voor meerdere soortgroepen optimaal dienen te functioneren, is het van belang om de voorzieningen dusdanig op te schalen dat deze soortgroepen elkaar niet negatief beïnvloeden.

7 Eindconclusies & aanbevelingen

Uit het uitgevoerde onderzoek is gebleken dat de trend van de gewone pad in de binnenduinrand licht achteruitgaat. Exacte oorzaken zijn onbekend. Gedurende de onderzoeksperiode een kleine 1500 amfibieën gebruik gemaakt hebben van de onderzochte passages. Het aandeel gemerkte dieren dat hiervan gebruik heeft gemaakt is 16,7% in Bakkum-Noord en 32,9% in Bergen. Op basis hiervan kan geconstateerd worden dat een veelvoud van de aanwezige dieren de passages niet weet te gebruiken. Naar verwachting is het feit dat veel dieren de passages nog niet weten te gebruiken te wijten aan het feit dat de huidige amfibieënvoorzieningen niet volledig aan de huidige richtlijnen voldoen (zie H4). Wanneer de geconstateerde knelpunten aan de voorzieningen worden opgeheven, zal de effectiviteit toenemen.

Diverse maatregelen zijn mogelijk om de effectiviteit (sterk) te verhogen. Allereerst dienen geleidingsschermen aan de volgende normen te voldoen (zie ook H 4.3):

Geleidingsschermen

- Onderhoudsbestendig materiaal (beton of metaal);
- Hoogte 50 cm;
- Overstekende rand aan bovenzijde scherm
- Eventuele bevestigingsstructuren aan wegzijde van scherm;
- Schermen aan wegzijde op maaiveld aansluitend;
- Vrije loopstrook van circa 30 cm;
- Naadloze aansluiting op passage, dus geen kieren;
- Keerwanden aan uiteinde scherm.

Amfibieënpassages

- Onderlinge afstand tussen passages maximaal 50 m conform Hamer *et al.* 2015;
- Lengte-diameterverhoudingen dienen te kloppen (zie H 4.3.2);
- Passages niet langer dan noodzakelijk, dus eindigend waar de amfibie veilige zone begint;
- Niet nabij bestaande verlichtingspunten/lantaarns

Als norm voor de inspectie en onderhoud van amfibieënvoorzieningen kunnen de 'Richtlijnen voor inspectie en onderhoud van faunavoorzieningen bij wegen' (Den Ouden & Piepers, 2006) worden gehanteerd, aangevuld met een verhoogde maaifrequentie in de zomer en het afraden van gebruik van kunststof (zie H 4.4).

Aangezien de aanwezige geleidingsschermen aan weinig van deze normen voldoen, is herstel naar verwachting duur en kan vervanging een betere optie zijn. Herstel of vervanging dient buiten de actieve periode te gebeuren, bij voorkeur 's winters, wanneer amfibieën in winterrust zijn.

Het gebruik van gesloten passages die onder het wegdek zijn aangelegd vormt geen probleem en is aan te raden wanneer toepassing van het (half)open type bezwaarlijk is.

Een gesloten type met open bodem, waardoor vocht vanuit de grond de tunnelbodem kan bereiken, is innovatief en kan tot een gunstig microklimaat leiden. Medegebruik door andere soortgroepen van passages die specifiek voor amfibieën worden aangelegd wordt afgeraden, tenzij daar dwingende redenen toe zijn. Voorzieningen dienen geoptimaliseerd te zijn voor de soortgroep waarvoor ze zijn aangelegd. Optimalisatie van geleidingsschermen en passages dient parallel aan elkaar plaats te vinden, alleen dan zal de effectiviteit geoptimaliseerd kunnen worden.

Vanwege financiële belangenafwegingen is het zaak om de noodzaak tot investering per traject te bepalen. Aspecten die hierbij tenminste moeten worden beschouwd zijn:

- Aantallen migrerende amfibieën (en mogelijk het aandeel binnen een populatie);
- Verkeerssituatie (verkeersintensiteit en rijsnelheid);
- Verkeersveiligheid (ontwijkingsgedrag door automobilisten);
- Toekomstperspectief (valt te verwachten dat aantallen door geplande ruimtelijke ingrepen in de nabijheid zullen dalen of juist toenemen als gevolg van verhoogde effectiviteit amfibieënvoorzieningen?);
- Draagvlak onder burgers en vrijwilligers.

Wanneer een bestaande locatie na deze screening aantoonbaar geen functie meer heeft voor amfibieën, of de onderhouds- en noodzakelijke optimalisatiekosten niet opwegen tegen de te behalen winst, kan worden besloten de voorzieningen te verwijderen (en mogelijk elders te gebruiken).

Alternatieve sturing van amfibieën door slimme gebruikmaking van straatverlichting kan negatieve effecten op de effectiviteit van amfibieënvoorzieningen voorkomen en verkeersslachtoffers verminderen (zie H 4.3.3). Het verlagen van de maximumsnelheid tot maximaal 40 km/uur kan tevens bijdragen aan een vermindering van verkeersslachtoffers (zie H 4.4). Beide maatregelen gelden op cruciale probleemlocaties niet als vervanging van amfibieënpassages.

8 Dankwoord

Onze dank gaat naar alle vrijwilligers die aan het onderzoek hebben meegewerkt: Thea Spruijt, Per Hof, Jon van der Meer, Mats Kool, Nico Kool, Maureen Habich, Hans Habich, Ria Schurer, Peter Schurer, Joanne Vetter, Jan van Leeuwen, Joop Muller, Véronique van Meurs, Robert Emeis, Derk Vosgezang, Carl König, Peter Zwitter. Marcel Acquoj, Fred Koorn, Jelle Kingma, Ditty Kingma, Herma Hof, Hans Hof, Jaap van der Loo, Maarten van der Loo, An van der Weijden, Tijn Scholtens, Edward Scholtens, Florinda Nieuwenhuis, Lia Bot, Karin Verbeek, Elisah Verbrugge, Ciara Verbrugge, Fred Weda, Mariëlle Hoogeveen en alle andere vrijwilligers die een enkele keer meehielpen (allen Paddenwerkgroep Bakkum-Noord), M. Jansen, J. Bakker, M. van der Wel, V. Dekker, P. Homan, C. Waslander, R. Barendregt, H. Groenenveld, R. de Ridder, M. Dekker (allen Paddenwerkgroep Bergen) en G. Boersen (stagiair PWN) en het leerteam van de sector Natuur bij PWN. De paddenwerkgroep-coördinatoren T. Spruijt en M. Jansen danken wij extra voor hun rol bij de coördinatie van tal van zaken, hun bijdrage aan het veldwerk en grote betrokkenheid. Stagiairs J.J. Oosterwijk en D. Bijman worden tevens bedankt voor hun uitstekende inzet bij het veldwerk in 2017. V. Dijkstra (De Zoogdiervereniging) voor advisering omtrent medegebruik faunapassages voor zoogdieren en E. Jongejans (Radboud Universiteit) voor zijn inbreng in de methodiekbepaling voor de populatiemodellering (welke later is komen te vervallen).

Tot slot gaat onze dank uit aan opdrachtgevers J. van Mourik (PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland) en N. Jonker (provincie Noord-Holland) voor het mogelijk maken van dit onderzoek. PWN wordt tevens bedankt voor het beschikbaar stellen van accommodaties en de provincie Noord-Holland voor het aanstellen van stagiairs.

9 Geraadpleegde literatuur

Anonymous, 2001. Doelmatigheidsanalyse van amfibieëntunnels en –geleidingswanden in Vlaanderen. TWOL-studie 99-01. Studiebureau voor landinrichting en terreinbeheer, Gent: 175 pp.

Anonymous, 2013. Leidraad Faunavoorzieningen bij Infrastructuur. Meerjarenplan Ontsnippering (MJPO): 120 pp.

Aresco, M.J., 2005. Mitigation measures to reduce highway mortality of turtles and other herpetofauna at a north Florida lake. *Journal of Wildlife Management* (69): 549-560.

Ashley, E.P., and J.T. Robinson. 1996. Road mortality of amphibians, reptiles and other wildlife on the Long Point Causeway, Lake Erie, Ontario. *Canadian Field Naturalist* 110:403-412.

Azerolle, M.J.M., 2004. Amphibian road mortality in response to nightly variations in traffic intensity. *Herpetologica* 60(1):45–53.

Baker, J., 1990. Toad aggregations under street lamps. *British Herpetological Society Bulletin* 31: 26-27.

Baumann, K., H. Tiedt & H. Wolf, 2003. Effizienz von Dauerleiteinrichtungen und Amphibiendurchlässen für Frosh- und Schwanzlurche an der Landesstrasse 561 bei Hann. Münden (Landkreis Göttingen). *Zeitschrift für Feldherpetologie Supplement* 2: 21-41

Berthoud, G. & S. Müller, 1987. Amphibien-Schutzanlagen: Wirksamkeit und Nebeneffekte. Abschlussbericht über die Untersuchungen an der Anlage am Etang de Sépey (Kanton Waadt, Schweiz). In: Hölzinger, J. & G. Schmid, 1987: 197-222.

Blanke, R. & M. Metzger, 1987. Die Beziehungen zwischen Wanderverhalten und Amphibienschutz bei einer Population der Erdkröte (*Bufo bufo*) in der Umgebung des NSG "Weingartener Moor", Landkreis Karlsruhe. In: Hölzinger, J. & Schmid, G. (1987): 223-234.

Buck-Dobrick, T. & Dobrick, R, 1989. The behaviour of migrating anurans at a tunnel and fence system. *Proceedings of the Amphibians and Roads: Toad Tunnel Conference*. Rendsburg, Federal Republic of Germany: 137-143.

Chardon, 1994. Herpetofauna en verkeerswegen; een literatuurstudie. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen: 104pp.

Clevenger, A. P. and M. P. Huijser. 2009. Handbook for design and evaluation of wildlife crossing structures in North America. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington, DC.

Creemers, R.C.M., 1992. De invloed van straatverlichting op de verdeling van amfibieën op een dijktraject. In: Waarnemingen van amfibieën en reptielen in Nederland 1991. Publicatieburo Stichting RAVON, Nijmegen: 43-51.

Dexel, R. & G. Kneitz, 1987. Zur Funktion von Amphibienschutzanlagen im Strassenbereich. Untersuchungen zum Schutz wandernder Amphibien vor einer Gefährdung durch den Strassenverkehr. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik. Heft 516. pp. 91.

Dierking-Westphal, U., 1989. Empfehlungen zum weiteren Verfahren beim Amphibienschutz an Verkehrsstrassen in Schleswig -Holstein. Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein, Kiel: 48 pp

Dodd, C.K., Barichivich, W.J. & Smits, L.L., 2004. Effectiveness of a barrier wall and culverts in reducing wildlife mortality on a heavily travelled highway in Florida. Biological Conservation (118): 619-631.

Federal Ministry of Transport, Building and Housing, Road Engineering and Road Traffic (FMTBH). 2000. Merkblatt zum Amphibienschutz an Strassen [Guidelines for Amphibian protection on Roads], 28 p. Germany.

Feldmann, R. & Geiger, A., 1989. Protection for amphibians on roads in Nordrhein-Westphalia. Proceedings of the Amphibians and Roads: Toad Tunnel Conference. Rendsburg, Federal Republic of Germany: 51-57.

Frey, E. & J. Niederstrasser, 2000. Baumaterialien für den Amphibienschutz an Strassen. Naturschutz-Praxis, Artenschutz 3. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe –Fachdienst Naturschutz: 158 pp.

Gelder, J.J. van, 1971. A quantitative approach to the mortality resulting from traffic in a population of *Bufo bufo* L. Oecologia (Berl.) 13, 93-95.

Glista, D.J., T.L. DeVault & J.A. DeWoody, 2008. Vertebrate road mortality predominantly impacts amphibians. Herpetological Conservation and Biology 3: 77–87.

Goverse, E.A., J.E. Herder & M.P. de Zeeuw, 2015. Handleiding voor het Monitoren van Amfibieën in Nederland. Herziene uitgave 2015. RAVON werkgroep Monitoring, Amsterdam & Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag.

Grift van der, E. & F. Ottburg, 2017. Effectiveness of road mitigation for common toads (*Bufo bufo*) in the Netherlands. ICOET – Building on Common Ground May 14-18, 2017 Salt Lake City, Utah, USA (presantatie).

Grossenbacher, K., 1981. Amphibien und Verkehr. Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz. Publikation nr. 1, Bern. pp. 22.

Grunsvenn van, R.H.A., R. Creemers, K. Joosten, M. Donners & E.M. Veenendaal, 2016. Behaviour of migrating toads under artificial lights differs from other phases of their life cycle. Amphibia-Reptilia 38(1): 49-55. DOI:10.1163/15685381-00003081.

Gryz, J. & D. Krauze, 2014. Mortality of vertebrates on a road crossing the Biebrza Valley (NE Poland). *European Journal of Wildlife Research* 54(4): 709–714.

Hamer, A.J., T.E.S. Langton & D. Lesbarrères, 2015 Chapter 31: Making a safe leap forward: mitigating road impacts on amphibians. In: van der Ree, R., Smith, D. J., and Grilo, C. (eds), 2015. *Handbook of Road Ecology*. John Wiley & Sons, Oxford.

Hasling, H., 1989. Migration of toads during the spawning season at Stallauer Weier lake, Bad Tölz, Bavaria. *Proceedings of the Amphibians and Roads: Toad Tunnel Conference*. Rendsburg, Federal Republic of Germany: 181-182.

Hels, T. & E. Buchwald, 2001. The effect of road kills on amphibian populations. *Biological Conservation* 99(3): 331-340.

Heine, G., 1987. Einfache Meli- und Rechenmethode zur Ermittlung der Überlebenschance wandernder Amphibien beim Überqueren von Straßen. In: Hölzinger, J. & G. Schmid. *Die Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs*: 473-479. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 500p. Geciteerd in: Vos, C.C. & J.P. Chardon, 1994. *Herpetofauna en verkeerswegen; een literatuurstudie*. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen: 104pp.

Henle, K., J. Kuhn, R. Podloucky, K. Schmidt-Loske & C. Bender, 1997. Individualerkennung und Markierung mitteleuropäischer Amphibien und Reptilien: Übersicht und Bewertung der Methoden, Empfehlungen aus Natur- und Tierschutzsicht. *Mertensiella* 7: 133-184

Ipsen, A., 1996. Wirksamkeit einer teilweise neuartigen Amphibienschutzanlage. Untersuchungen an Erdkröten (*Bufo bufo* L.) in einer Pilotanlage. *Natur und Landschaft* 71: 440-443.

Iuell, B., G. J. Bekker, R. Cuperus, J. Dufek, G. Fry, C. Hicks, V. Hlavac, V. Keller, C. Rosell, T. Sangwine, N. Torslov and B. Wandall (Eds.), 2003. *COST 341 Wildlife and Traffic: a European handbook for identifying conflicts and designing solutions*. KNNV Publishers, Brussels.

Jochimsen, D.M., Peterson, C.R., Andrews, K.M. & Whitfield Gibbons, J., 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 and USDA Forest Service Report.

Lesbarrères, D., Lodé, T & Merilä, J, 2004. What type of amphibian tunnel could reduce road kills? *Oryx* Vol. 38, No. 2, April 2004.

Little, S.J., R.G. Harcourt & A.P. Clevenger, 2002. Do wildlife passages act as prey-traps? *Biological Conservation* 107: 135-145

Keresztes, J. & H. Zürcher, 1978. Schutzmassnahmen für Lurche beim Strassenbau. *Strasse und Verkehr* 3.

Kuhn, J., 1987). Straßentod der Erdkröte (*Bufo bufo* L.): Verlustquoten und Verkehrsaufkommen, Verhalten auf der Straße. Beih. Vergiff. Naturschutz und Landschaftspflege in Baden- Württemberg 41: 175-86. Geciteerd in: Vos, C.C. & J.P.

MacKenzie, D., J. Nichols, J. Royle, K. Pollock, L. Bailey & J. Hines, 2006. Occupancy Estimation and Modeling. Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence. Academic Press: 344pp.

Malt, J., 2011. Assessing the effectiveness of amphibian mitigation on the Sea to Sky highway: passageway use, roadkill mortality, and population level effects. Proceedings of the Herpetofauna and Roads Workshop - Is there light at the end of the tunnel? Vancouver Island University, Nanaimo, Canada: 17-18.

Mazerolle, M.J., 2004. Amphibian road mortality in response to nightly variations in traffic intensity. Herpetologica 60(1): 45-53.

Meinig, H., 1989. Experience and problems with a toad tunnel system in the Mittelgebirge region of West Germany. Proceedings of the Amphibians and Roads: Toad Tunnel Conference. Rendsburg, Federal Republic of Germany: 59-66.

Ouden, J.B. den & A.A.G. Piepers, 2006. Richtlijnen voor inspectie en onderhoud van faunavoorzieningen bij wegen. Nieuwland, Wageningen; Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde. Delft.

Pagnucco, K.S., Paszkowski, C.A. & Scrimgeour, G.J., 2011. Using cameras to monitor tunnel use by long-toed salamanders (*Ambystoma macrodactylum*): an informative, cost-efficient technique. Herpetological Conservation and Biology (6): 277-286.

Petrovan, S.O. & B.R. Schmidt, 2016. Volunteer Conservation Action Data Reveals Large-Scale and Long-Term Negative Population Trends of a Widespread Amphibian, the Common Toad (*Bufo bufo*). PLoS ONE 11(10): e0161943. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161943>

Petrovan, S.O., 2017. Amphibians, roads and evidence-based conservation. Presentation 19th European Congress of Herpetology, Societas Europaea Herpetologica (SEH).

Polivka, R., U. Kist, P. Gross & B. Beinlich, 1991. Zur Funktionsfähigkeit von ACO Amphibienschutzanlagen an zwei Kreisstrassen im Landkreis Marburg-Biedenkopf. Natur und Landschaft 66(7/8): 375-383.

Reading, C.J., 1989. Opportunistic predation of common toads *Bufo bufo* at a drift fence in southern England. In: Langton, T.E.S., 1989. Amphibians and roads. Proceedings of the Toad Tunnel Conference, Rendsburg, Federal Republic of Germany, 7-8 January 1989. Aco Polymer Products Ltd, Shefford, England: 105-112.

Roof, J. and J. Wooding. 1996. Evaluation of the S.R. 46 Wildlife Crossing in Lake County, Florida. Pp. 329-336 In: G.L. Evink, P. Garrett, D. Zeigler and J. Berry (eds.) Trends in Addressing Transportation Related Wildlife Mortality, Proceedings of the Transportation Related Wildlife Mortality Seminar. Florida Department of Transportation, Tallahassee, Florida. FL-ER-58-96.

Scholte, P., 1982. Paddenbescherming door snelheidsbeperking. De Levende Natuur 4(2): 55-59.

Smalling, K.L., R. Reeves, E. Muths, M. Vandever, W.A. Battaglin, M.L. Hladik & C.L. Pierce, 2015. Pesticide concentrations in frog tissue and wetland habitats in a landscape dominated by agriculture. Science of the Total Environment 502: 80-90

Smith, L.L., and C.K. Dodd, Jr. 2003. Wildlife mortality on highway US 441 across Paynes Prairie, Alachua County, Florida. Florida Scientist 66:128-140.

Struijk, R.P.J.H., 2010. Rasters voor reptielen: een verkennende studie. Stichting RAVON, Nijmegen: 37pp.

Struijk, R.P.J.H., 2010. Rasters voor reptielen: een verkennende studie. Stichting RAVON, Nijmegen.

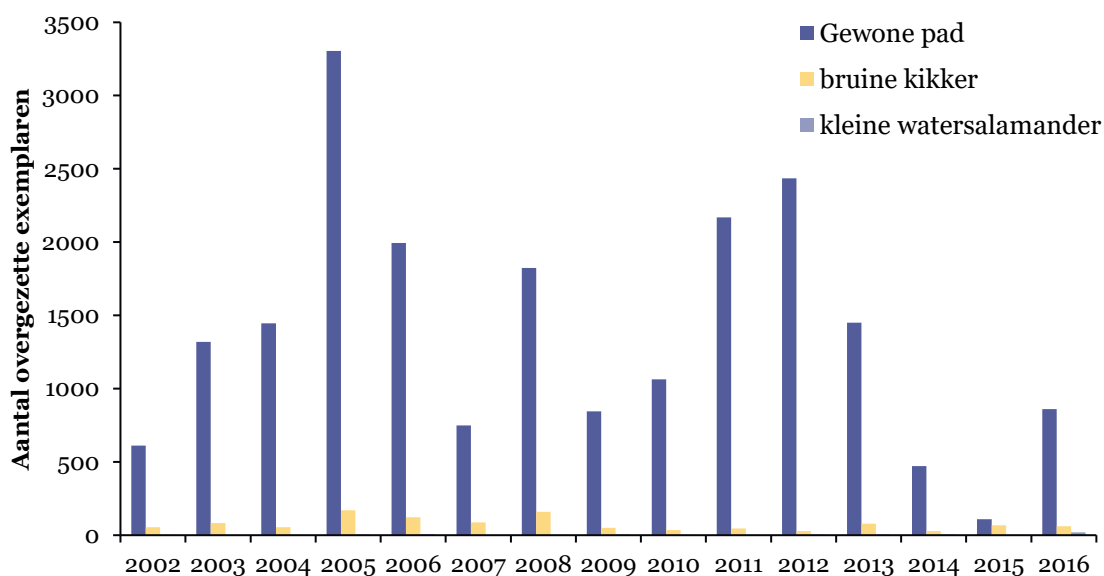
Struijk, R.P.J.H., S. Jansen & O.D. van de Veer, 2014. Herpetoduct Elspeetsche Heide: the new standard for herpetofauna? Zeitschrift fur Feldherpetologie 21: 207-218.

Struijk, R.P.J.H., S. Jansen & O. van de Veer, 2015. Herpetoduct Elspeetsche Heide: de nieuwe standaard voor herpetofauna? RAVON 17(1): 9-13.

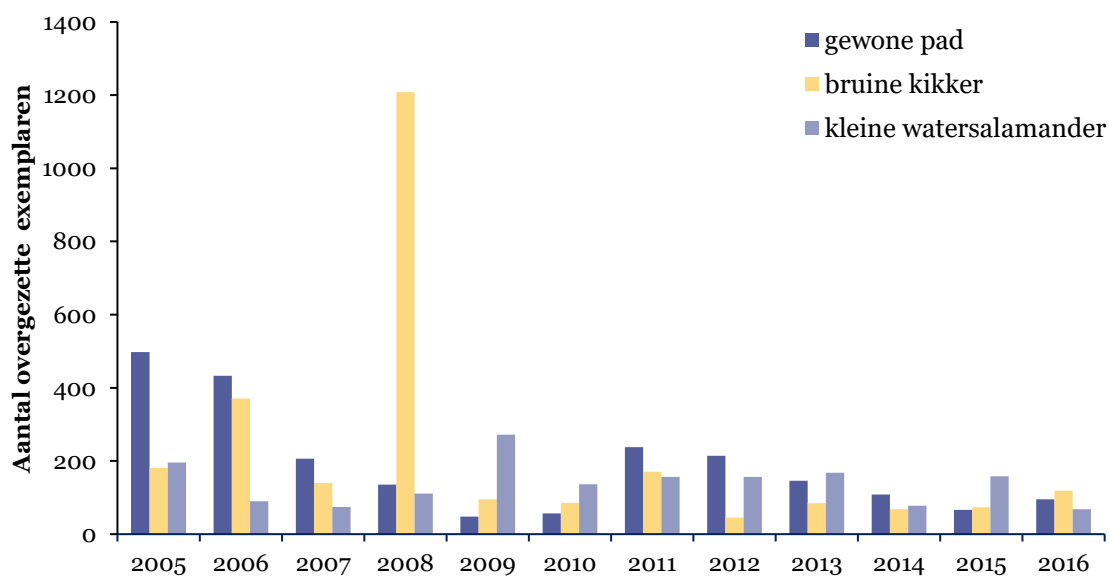
Vos, C.C. & J.P. Chardon, 1994. Herpetofauna en verkeerswegen; een literatuurstudie. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen: 104pp.

Zuiderwijk, A., 1989. Amphibian and reptile tunnels in the Netherlands. Proceedings of the Amphibians and Roads: Toad Tunnel Conference. Rendsburg, Federal Republic of Germany: 67-74.

Bijlage 1: Aantallen overgezette amfibieën bij trajecten Zeeweg (N513, Castricum) en Heereweg (N512, Bakkum-Noord) (bron: Padden.nu)

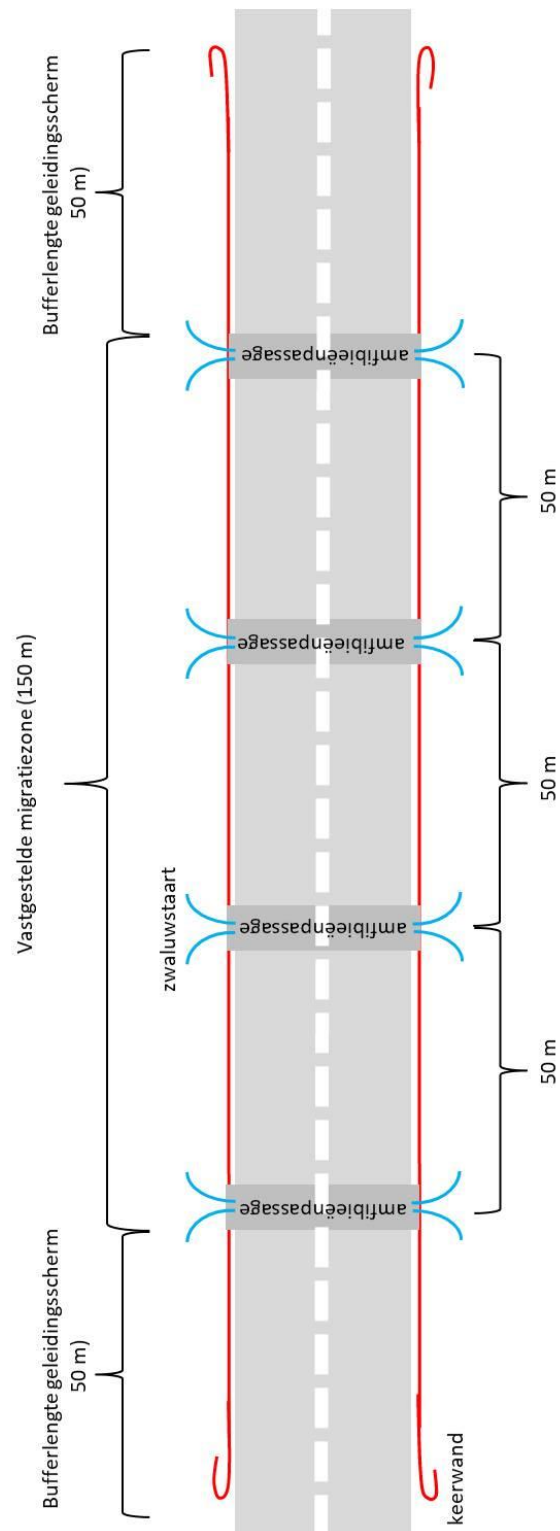


Jaarlijks aantallen overgezette amfibieën langs de N513 (Zeeweg, Castricum)



Jaarlijks aantallen overgezette amfibieën langs de N512 (Heereweg, Bakkum-Noord)

Bijlage 2: Visuele weergave van onderlinge afstand, en bufferlengte geleidingsscherm voor de realisatie van amfibievoorzieningen



De figuur betreft een globale weergave (niet op schaal) waarbij geen rekening is gehouden met de plaatsing van het geleidingsscherm onder een hoek (trechtervorm)

RAVON

Reptielen Amfibieën Vissen Onderzoek Nederland

Natuurplaza

Toernooiveld 1 - 6525 ED Nijmegen

Postbus 1413 - 6501 BK Nijmegen

T: 024 - 7 410 600 (alg.)

www.ravon.nl

