

Afname van amfibieën en populatie-connectiviteit in Pas de Calais, Frankrijk, in de periode 1974-2011

Jan W. Arntzen, Willem R.M. Meilink & Annie Zuiderwijk

Amfibieënpopulaties staan wereldwijd onder druk door het verdwijnen of verslechteren van leefgebied, door invasieve soorten, klimaatverandering en ziekten. De grootste bedreiging voor amfibieën in Europa lijkt echter verandering in landgebruik te zijn en de daarmee samengaande verdwijning van voortplantingswateren. Wij beschrijven de resultaten van meerdere inventarisaties in Pas de Calais, Frankrijk, uitgevoerd over een tijdsspanne van 38 jaar. Doelstellingen waren te achterhalen 1) hoe de verspreiding van soorten zich verhoudt tot het omringend landgebruik, 2) hoe de samenstelling van populaties over de tijd veranderde en 3) wat mogelijk het effect is van een veranderend landgebruik op de mate van verbreiding.

Studiegebied, materiaal en methode

Het studiegebied bevindt zich in het Noordfranse departement Pas de Calais en beslaat ongeveer 300 km² (Figuur 1). De amfibieën-inventarisaties vonden plaats in 1974-'75 en in 2011-'12. Stilstaande wateren en andere potentiële voortplantingswateren van amfibieën (verder ook wel 'poelen' genoemd) werden lukraak gezocht en gelokaliseerd met behulp van 1:25.000 topografische kaarten van het Institute National de l'Information Géographique et Forestière.

De soortenlijst van amfibieën in het studiegebied (Tabel 1) vertoont overlap met de soorten die van nature in Nederland voorkomen. In het studiegebied ontbreken de geelbuikvuurpad, de knoflookpad en in de

laatste periode de heikikker. De groene kikkers zijn schaars en met welke van de drie soorten we van doen hebben is niet vastgesteld. De enige niet in Nederland voorkomende soort in het onderzoeksgebied is de groengestipte kikker.

Inventarisaties voltrokken zich door te zoeken naar halfwas en volwassen dieren op het land en eieren en embryo's (een bevrucht ei is een embryo) langs de poeloevers. Vervolgens werden poelen bemonsterd met behulp van een schepnet. Soortidentificatie leverde geen problemen op, met uitzondering van de eieren en larven van de kleine watersalamander en vinpootsalamander. Poelen werden ook 's avonds bezocht om kikkers en padden op basis van hun roep te inventariseren.

Tabel 1. Statistische verantwoording betreffende de aantallen amfibieënpoelen waargenomen bij twee inventarisaties van Pas de Calais, Frankrijk. Voor de 12 onderscheiden landschapssecties zie Figuur 1. Gemerkte cellen in de kruistabel geven een significante verandering aan met * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$ en * - $P < 0,001$. Aantallen waarnemingen gaan omlaag, met uitzondering van twee gevallen die omlijnd zijn weergegeven. De gebruikte toets is Fisher's exacte toets.**

Landschapssectie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aantal poelen inventarisatie 1974	3	11	2	1	25	28	27	23	9	2	46	32
Aantal poelen inventarisatie 2011	4	5	9	10	9	15	19	20	11	7	53	28
Soort												
Wetenschappelijke naam - Nederlandse naam - Soortcode												
<i>Alytes obstetricans</i> - vroedmeesterpad - Ao					**		*		**		***	
<i>Bufo bufo</i> - gewone pad - Bb												*
<i>Epidalea calamita</i> - rugstreeppad - Ec							*					
<i>Hyla arborea</i> - boomkikker - Ha											*	
<i>Ichthyosaura alpestris</i> - Alpenwatersalamander - Ia												
<i>Lissotriton helveticus</i> - vinpootsalamander - Lh												
<i>Lissotriton vulgaris</i> - kleine watersalamander - Lv							*				*	
<i>Pelodytes esculentus synklepton</i> - groene kikker - Pe												
<i>Pelodytes punctatus</i> - groengestipte kikker - Pp												
<i>Rana arvalis</i> - heikikker - Ra												
<i>Rana temporaria</i> - bruine kikker - Rt		*	*									
<i>Salamandra salamandra</i> - vuursalamander - Ss												
<i>Triturus cristatus</i> - kamsalamander - Tc					***				**		***	



Categorieën landgebruik & voortplantingswateren

Het landgebruik in het onderzoeksgebied bestaat voornamelijk uit akkerbouw en veeteelt. De kuststrook kent twee belangrijke duingebieden met aanliggende moerassen. Landinwaarts bevindt zich een gebied met steengroeves en enkele bossen van aanzienlijke omvang. Op basis van het gevarieerde landschap hanteren we 12 secties, waarvan enkele zijn onderscheiden op basis van poeldichtheid (Figuur 1). Het landgebruik werd in zeven categorieën ingedeeld, te weten: duinen, akkerbouw, veeteelt, moeras, groeve, bos en bebouwing & verkeersinfrastructuur.

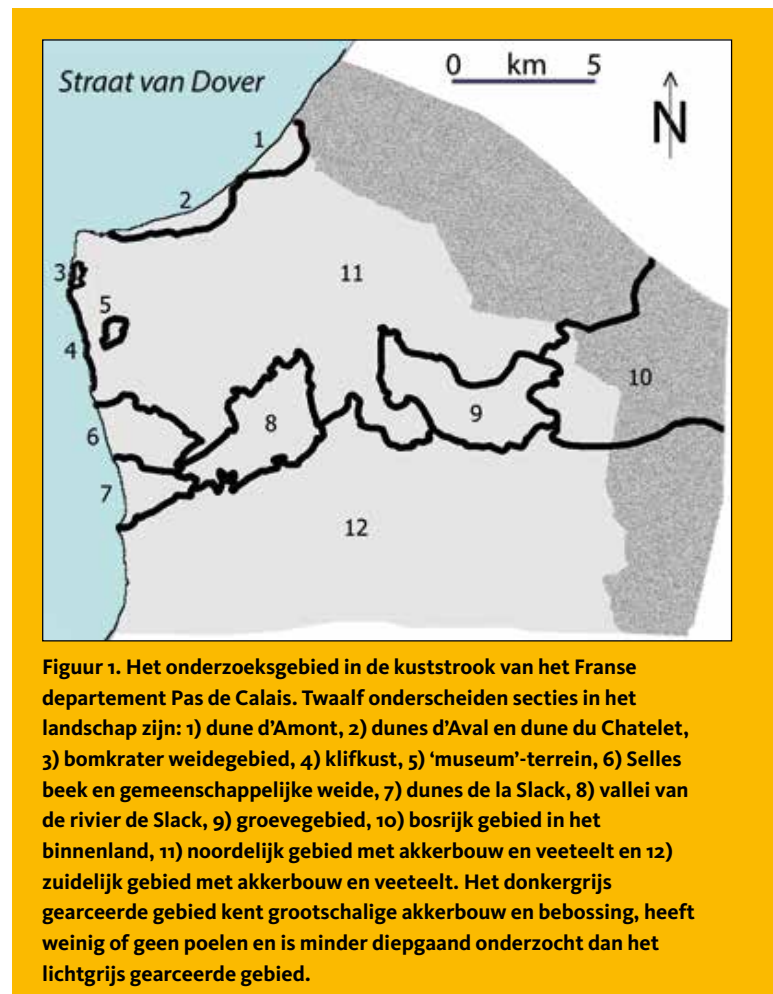
De voortplantingswateren (aquatische omgevingsvariabelen, Figuur 2) zijn in acht categorieën ingedeeld, te weten: 1 - beek, 2 - rietmoeras, 3 - ondergelopen land, plas of slenk, 4 - drinkbak gelijkvloers, 5 - opstaande drinkbak en 6, 7, 8 poel met dichte / matige / schaarse vegetatie. Vijvers aangelegd voor de jacht op eenden zijn talrijk in het gebied, maar niet apart onderscheiden. Ze vallen veelal in de categorieën 2, 7 en 8. Onafhankelijk van onze werkzaamheden werden recentelijk 22 amfibieënpoelen aangelegd. We betrekken deze poelen in onze beschouwing, want ze geven inzicht in de kolonisatiecapaciteit van de onderzochte soorten.

Gabriel-netwerk en CCA

Het landgebruik kwantificeerden we aan de hand van luchtfoto's en satellietbeelden rond poelen in een straal van 200 m. Het landgebruik tussen poelen documenteerden we over zogeheten 'Gabriel networks' die een beperkte, maar evenwichtige weergave geven van de vele mogelijke verbindingroutes tussen poelen en tussen populaties. Associaties tussen de aan- en afwezigheid van soorten amfibieën, poeltype en terrestrisch habitat werden onderzocht middels 'Canonical Correspondence Analysis' (CCA) met het programma Canoco 5. Verschillen in landgebruik tussen verbindingroutes werden geanalyseerd op basis van de aanwezigheid versus afwezigheid van soorten met logistische regressieanalyse. Onze aandacht richtte zich hierbij op de kamsalamander en vroedmeesterpad die een sterkere achteruitgang lieten zien dan de andere soorten. Meer details over de toegepaste werkwijzen is te vinden in de oorspronkelijke publicatie (Arntzen *et al.*, 2017).



Bomkraters aan de klifkust in gebied 3 in 2011 met onder andere poel 264 (zie Arntzen *et al.*, 2017). Veel van de bomkraters bevatten geen water of zijn te ondiep om als poelen aangemerkt te worden. Zowel de kamsalamander als de vroedmeesterpad hebben zich in dit gebied weten te handhaven (Foto: Willem R.M. Meilink)



Figuur 1. Het onderzoeksgebied in de kuststrook van het Franse departement Pas de Calais. Twaalf onderscheiden secties in het landschap zijn: 1) dune d'Amont, 2) dunes d'Aval en dune du Chatelet, 3) bomkrater weidegebied, 4) klifkust, 5) 'museum'-terrein, 6) Selles beek en gemeenschappelijke weide, 7) dunes de la Slack, 8) vallei van de rivier de Slack, 9) groevegebied, 10) bosrijk gebied in het binnenland, 11) noordelijk gebied met akkerbouw en veeteelt en 12) zuidelijk gebied met akkerbouw en veeteelt. Het donkergrijs gearceerde gebied kent grootschalige akkerbouw en bebouwing, heeft weinig of geen poelen en is minder diepgaand onderzocht dan het lichtgrijs gearceerde gebied.

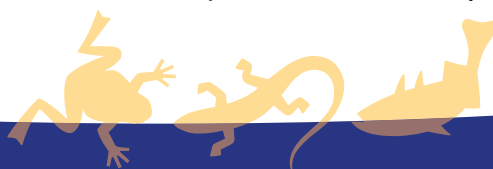
Resultaten en discussie

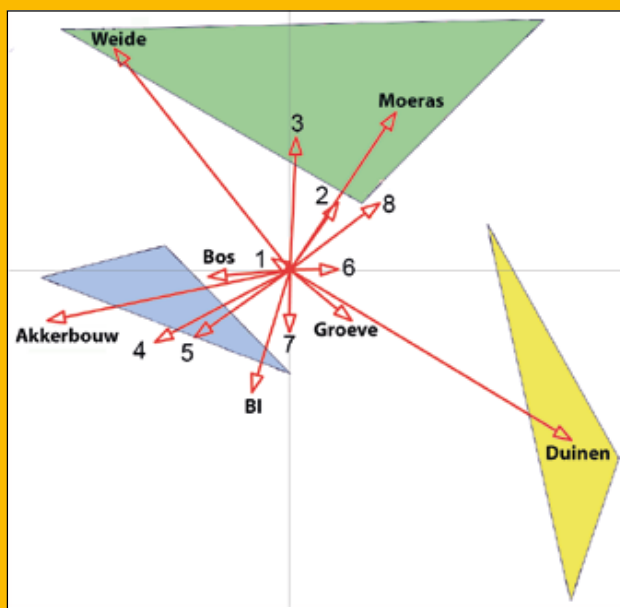
Bezettingsgraad, trends en habitats

Het aantal poelen met één of meer soorten amfibieën was 209 bij de eerste inventarisatie en 189 bij de meer recente inventarisatie. Algemeen of zeer algemeen voorkomende soorten zijn (of waren) de gewone pad, Alpenwatersalamander, vinpootsalamander, kleine



Eendevijver in het dal van het riviertje de Slack, gebied 8 (poel 532) in 2011. (Foto: Willem R.M. Meilink)





Figuur 2. Associaties tussen het voorkomen van soorten en landschapsvariabelen tijdens de eerste inventarisatie. Drie onderscheiden soortgroepen zijn vertegenwoordigd; in het groene vlak: Bb, Pe, Ra en Rt, in het blauwe vlak: Ao, Ia, Lh, Lv, Ss en Tc en in het gele vlak: Ec, Ha en Pp. Voor soortcodes zie Tabel 1. De pijlen verwijzen naar associaties met terrestrische (tekstlabels) en aquatische omgevingsvariabelen (genummerde labels, zie tekst). BI staat voor bebouwing & verkeersinfrastructuur. Resultaten voor de tweede inventarisatie geven een vergelijkbaar beeld, behalve voor de vroedmeesterpad en de kamsalamander, die verhuisden van het blauwe naar het gele vlak.

watersalamander en bruine kikker. Minder algemeen maar niet zeldzaam zijn (of waren) de vroedmeesterpad, rugstreeppad, boomkikker en kamsalamander. Weinig voorkomend of zeldzaam zijn de groengestipte kikker, groene kikker en vuursalamander. De heikikker is uiterst zeldzaam en werd alleen in 1974 waargenomen. Het gemiddelde aantal soorten per poel was 3,6 in 1974 versus 2,9 in 2011. Dit verschil is significant (Mann-Whitney U-toets, $P < 0,01$). Bezien over de 12 landschapsecties namen vijf soorten in bezettingsgraad af en één soort toe. Een zeer duidelijke achteruitgang



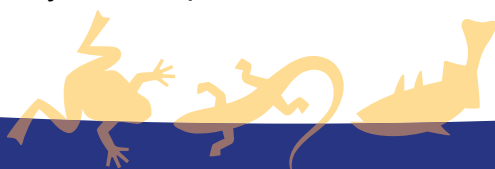
Eendenvijver in 1975. Poelnummer 247 met zicht op het ruige, niet in cultuur gebrachte gebied 5. Met acht soorten amfibieën was dit een van de rijkere poelen van het gebied. Het gebied is sindsdien overwoekerd geraakt. In 2011 werden de vroedmeesterpad, de boomkikker en de kamsalamander hier niet meer waargenomen. (Foto: Jan W. Arntzen)

werd gevonden in de secties 5, 9 en 11 voor de vroedmeesterpad en de kamsalamander (Tabel 1). In 46 poelen die beide keren werden bemonsterd nam de soortenrijkdom af van gemiddeld 3,5 naar 3,0. Ook dit verschil is significant (Wilcoxon-toets voor gekoppelde paren, $P < 0,05$). Het resultaat valt bij nadere bestudering van de gegevens voornamelijk toe te schrijven aan een achteruitgang van de vroedmeesterpad die van 15 poelen (32%) naar drie poelen ging (6%). De 22 nieuw gegraven poelen hadden in 2011 gemiddeld 3,6 soorten, wat statistisch gezien niet afwijkt van de soortenrijkdom in 57 vergelijkbare, maar reeds langer bestaande poelen (gemiddeld 3,2 soorten per poel; Mann-Whitney U-toets, $P > 0,05$).

Vernieuwingen in het boerenbedrijf leiden veelal tot schaalvergroting en tot omvorming van grasland voor de veeteelt naar akkerbouw. Beide veranderingen hebben een negatief effect op het aantal en op het onderhoud van drinkpoelen voor het vee. Het door ons bestudeerde gebied in Pas de Calais, Frankrijk, behoort tot de meest intensief gebruikte productiecentra van het land en mogelijk grijpen de ontwikkelingen hier sneller om zich heen dan elders in Frankrijk. De populaties van de kleine watersalamander namen in het binnenland af. De vier meest algemene soorten – gewone pad, Alpenwatersalamander, vinpootsalamander en bruine kikker – hebben zich gehandhaafd, hoewel het aantal voortplantingsplaatsen voor amfibieën is afgenomen. Eendenvijvers, al dan niet met vis, vormen



Drinkbakken voor het vee in gebied 11 met twee (links) en vier soorten watersalamanders (rechts) in 1975. Beide poelen zijn ondertussen geruimd. Poelnummers 605 en 611. (Foto: Jan W. Arntzen)



een belangrijk aandeel van de poelen in deze streek, maar ze herbergen gewoonlijk alleen de meest algemene soorten.

Mogelijk ietwat verrassend zijn ook de zeldzame soorten – groengestipte kikker, groene kikker en vuursalamander – weinig of niet in voorkomen achteruitgegaan, maar het aantal waarnemingen is te gering om statistisch gefundeerde uitspraken te doen. De groengestipte kikker handhaaft zich in de duinen. De schaarse groene kikkers in het binnenland zijn waarschijnlijk aanwezig dankzij het nabijgelegen waterrijke gebied Marais de Guines, waar zich een grote bronpopulatie bevindt. De vuursalamanders bewonen een bos- en beekhabitat dat grotendeels niet wordt beïnvloed door ontwikkelingen in het omliggende landbouwgebied. De heikikker zagen we alleen in 1974 in moerashabitat. Geïsoleerde populaties van de heikikker zijn recentelijk ook ten zuiden van ons onderzoeksgebied waargenomen.

Vier weinig algemene soorten – de vroedmeesterpad, rugstreeppad, boomkikker en kamsalamander – staan onder druk, met name door het verdwijnen van poelen in het binnenland. Vanwege deze teloorgang vormen de duinen momenteel de rijkste amfibieënhabitat in het westen van Pas de Calais. De situatie van de vroedmeesterpad is zorgelijk, want de soort verdween ook uit poelen waar andere soorten zich handhaafden. De resultaten van een tussentijdse inventarisatie in 1992 door Carlos Abrahams suggereren dat de achteruitgang toen reeds zijn beslag nam.

Soortassociaties

Tijdens de eerste inventarisatie vonden we drie associaties van soorten. De algemene soorten gewone pad en bruine kikker troffen we veelal aan in poelen met weinig vegetatie en in moerassen. In het binnenland

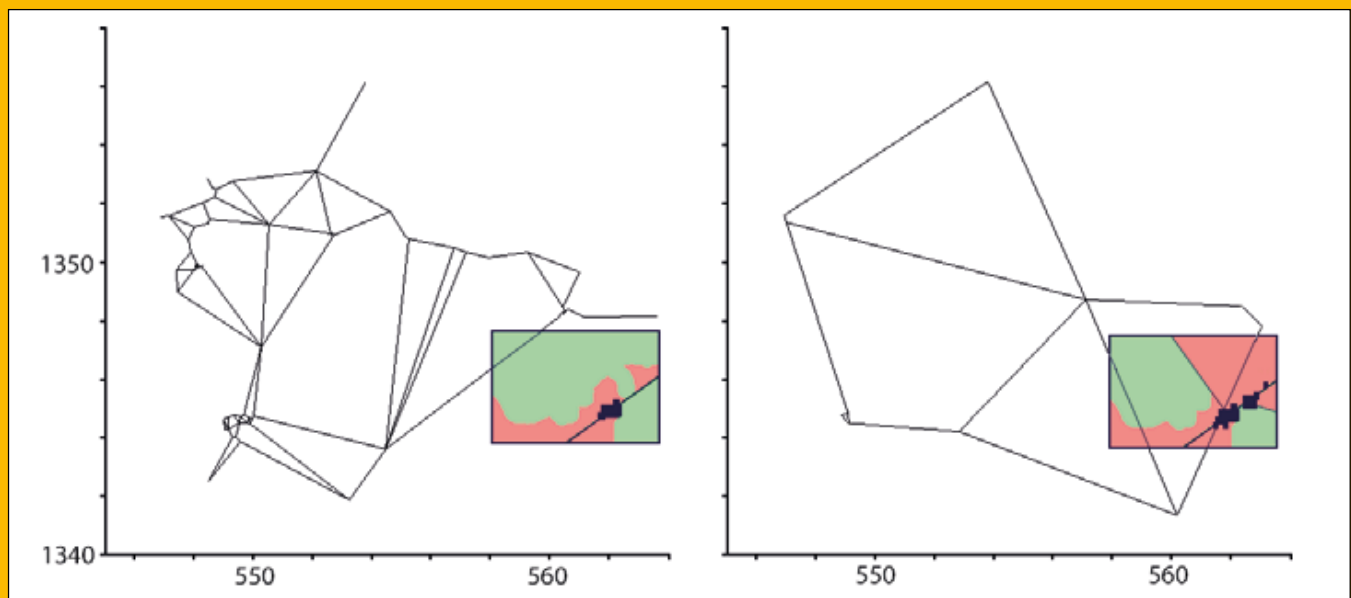
werden ze soms vergezeld door de groene kikker en in moerassen door de heikikker (Figuur 2).

De tweede groep werd gevormd door de vijf soorten salamanders samen met de vroedmeesterpad. De vroedmeesterpad en kamsalamander waren positief geassocieerd met het groevelandschap en poelen met vegetatie en negatief geassocieerd met verstedelijking en infrastructuur. Drinkbakken voor het vee waren vaak bezet door de Alpenwatersalamander en kleine watersalamander, terwijl bospoelen en poelen in akkerbouwgebied vaak de vinpootsalamander en vuursalamander herbergden. De derde groep omvatte de boomkikker, de rugstreeppad en de groengestipte kikker en deze soorten kwamen het meest voor in de duinen en moerassen.

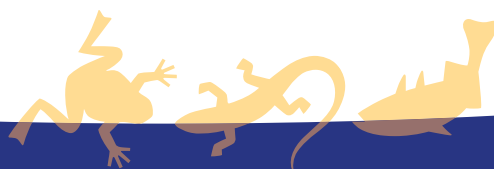
Veranderingen op landschapsschaal

De belangrijke veranderingen in het landschap over de onderzoeksperiode betroffen de afname van weiland, de toename van akkerland en bebouwing en de uitbreiding van het industriële groevegebied. De duinen veranderden door een toename van vegetatie. Dorpen en steden werden groter en de verkeersinfrastructuur werd dichter (voor details zie de kaarten in Arntzen *et al.*, 2017). De soortassociaties veranderden weinig, met uitzondering van de posities van de vroedmeesterpad en de kamsalamander die meer beperkt raakten tot de duingebieden. De kleine watersalamander toont dezelfde verschuiving maar in mindere mate. Het voorkomen van de vroedmeesterpad en de kamsalamander associeerde gedurende de eerste onderzoeksronde juist met weiland en negatief met akkerbouw, bebouwing en infrastructuur en niet met de andere landschapstypen.

De weerstand om uit te breiden (w) kan liggen tussen 0 en 1, waarbij 1 een absolute barrière betekent. Genoemde landschapsvariabelen



Figuur 3. Populaties van de vroedmeesterpad in het onderzoeksgebied, weergegeven middels eind- en snijpunten van lijnen in 1974 (links) en in 2011 (rechts). Populaties zijn grafisch verbonden binnen een zogenoemd Gabriel-netwerk. Merk op dat de afstanden tussen bezette poelen van 1974 tot 2011 aanzienlijk zijn toegenomen. De weerstand voor verbreiding (w) is ook toegenomen, zoals schematisch aangegeven voor een kleine rechthoek in het oosten. De lage weerstand van weide (groen, $w=0,23$) contrasteert met een hoge weerstand van akkerbouw (rood, $w=0,72$) en bebouwing & infrastructuur (zwart, $w=0,98$). Ter oriëntatie zie Figuur 1 en voor het gebruikte coördinatensysteem zie Arntzen *et al.* (2017).





Nieuw aangelegde veedrinkpoel (B202) in het noordelijke gebied met akkerbouw en veeteelt, tevens bedoeld als voortplantingsplaats voor amfibieën. Geobserveerde soorten zijn vinpootsalamander en bruine kikker. Het vee heeft geen toegang tot de poel en drinkt via een neuspomp. (Foto: Willem R.M. Meilink)

bieden met $w=0,98$ (bebouwing, infrastructuur) en $w=0,72$ (akkerbouw), meer weerstand dan het gemiddelde van $w=0,45$. Weiland met een weerstandswaarde van 0,23 biedt minder weerstand dan het gemiddelde. Een aanname bij het onderzoek naar de verbindingscapaciteit tussen populaties is dat een goed habitat om in te verblijven, tevens goede condities biedt om te verspreiden. Op basis van onze berekeningen is de connectiviteit tussen poelen over 38 jaar aanzienlijk afgenomen. Deze toename in weerstand om zich te verspreiden, komt bovenop het groter worden van afstanden tussen populaties. Hoe dit werkt is in Figuur 3 schematisch weergegeven voor de vroedmeesterpad. Het geïsoleerd raken van populaties heeft mogelijk negatieve gevolgen voor het handhaven van genetische variabiliteit, waarbij het risico op plaatselijk uitsterven groter wordt.

Nieuwe kansen?

Haaks op de negatieve ontwikkelingen voor de amfibiefauna van Pas de Calais staat het creëren van 22 nieuwe poelen door de plaatselijke natuurbeschermingsorganisatie. De poelen zijn veelal aangelegd in gebieden die wij daarvoor reeds onafhankelijk als geschikte poellocaties hadden gepubliceerd. De nieuwe poelen doen in soortenrijkdom niet onder voor oudere poelen van vergelijkbaar type. Enkele nieuwe poelen werden reeds in bezit genomen door de vroedmeesterpad en de kamsalamander. De succesvolle kolonisatie van deze poelen suggereert dat poelaanleg een goed middel is om de teruggang van soorten in deze regio tegen te gaan. Tevens biedt dit – beter dan het bestuderen van achteruitgang – de mogelijkheid de verbreding van soorten, in relatie tot landschapskwaliteit, te onderzoeken.

Verantwoording

Deze bijdrage is ter nagedachtenis aan onze begeleider, vriend en collega Dick Hillenius (1927-1987). Het is een bewerking van het artikel 'Amphibian decline, pond loss and reduced population connectivity under agricultural intensification over a 38 year period' van J.W. Arntzen, C. Abrahams, W.R.M. Meilink, R. Iosif & A. Zuiderwijk, eerder dit jaar gepubliceerd in *Biodiversity and Conservation* 26: 1411-1430, alwaar ook de relevante literatuur kan worden gevonden. Het artikel is vrij toegankelijk via de volgende link: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10531-017-1307-y.pdf>.

Wij bedanken de medewerkers van Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale voor informatie over de door hen nieuw aangelegde poelen.

Summary

Amphibian decline and reduced population connectivity in Pas de Calais, France, in the period 1974-2011

We surveyed the amphibians of the coastal section of the French 'département' Pas de Calais in 1974 and in 2011. Aims of the study were to associate the presence of species in breeding ponds with the characteristics of the surrounding terrestrial environment and to document changes in the presence / absence of species over time. We also developed a model describing the degree of connectivity among breeding ponds. In 1974 we observed 13 species. The same species were found in 2011 with exception of the Moor frog. The number of ponds with amphibians declined. Much of the decline could be linked to the conversion of land use from pasture to arable land. Pond occupancy did not change much for most species with exception of the Northern crested newt. Moreover, a strong decline was observed for the Midwife toad, more severe than could be explained by pond disappearances. Ponds in the coastal dunes largely remained intact and currently present the most species-rich amphibian breeding localities of the region. Elsewhere amphibian populations became increasingly isolated through increasing inter-pond distances and the decreased permeability of the intervening terrestrial habitats to amphibian dispersal. Twenty-two newly created ponds improved the ecosystem for amphibians and also yielded information on dispersal and colonization.

Literatuur

Arntzen, J.W., C. Abrahams, W.R.M. Meilink, R. Iosif, A. Zuiderwijk, 2017. Amphibian decline, pond loss and reduced population connectivity under agricultural intensification over a 38 year period. *Biodivers Conserv* 26:1411-1430.

Jan W. Arntzen, Willem R.M. Meilink en Annie Zuiderwijk

Naturalis Biodiversity Center, Leiden.
pim.arntzen@naturalis.nl



Drinkpoel voor het vee met opstaande stenen randen in gebied 12 in 1975. Poelnummer 711. De poel bestaat nog maar is overwoekerd geraakt. Vindplaats van de gewone pad en de vinpootsalamander. (Foto: Jan W. Arntzen)

