

Het voorkomen van de Knoflookpad (*Pelobates fuscus* (Laurenti)) in relatie met de zuurgraad van het voortplantingswater

A.J.W. Lenders

Groenstraat 106, Melick

Over de oecologie van de Knoflookpad (fig. 1) is weinig of niets bekend. Wel verschijnen er de laatste jaren regelmatig artikelen die ingaan op de verspreiding van deze diersoort. Hieraan ten grondslag ligt ongetwijfeld het feit dat een waarneming van Knoflookpadden nog altijd als zeer bijzonder wordt ervaren. De dieren hebben namelijk een ulterst verborgen levenswijze en zijn hierdoor moeilijk te inventariseren. Dit is ook de reden dat er van gericht onderzoek naar de relatie met hun omgeving tot nu toe weinig terecht is gekomen. Dit artikel poogt wat meer inzicht te verschaffen in de selectie van het voortplantingswater door de Knoflookpad en besteedt tevens aandacht aan het toekomstige beheer van de Limburgse natuurreervaten tenelnde een verdere achteruitgang van deze bijzondere diersoort te voorkomen.

Verspreiding van de Knoflookpad in Limburg

Vrijwel alle onderzoek wijst uit dat de Knoflookpad gebonden is aan zandige gronden, met een voorkeur voor gebieden langs de grote rivieren (zie o.a. VAN DE BUND, 1964; STRIJBOSCH, 1980). Bezien we de voorlopige verspreidingskaart van de Knoflookpad in de Benelux (SPARREBOOM, 1981), dan moet men deze stelling wel haast ondersteunen. De meeste meldingen van Knoflookpadden komen inderdaad uit de rivierdalen of uit aangrenzende gebieden.

De verspreiding van de Knoflookpad in Limburg is evenals in de rest van Nederland vrij slecht onderzocht. In chronologische volgorde zijn de volgende gegevens bekend. VAN DE BUND (1964) vermeldt Knoflookpadden uit de volgende gemeenten: Merkelbeek 1913 en 1928, Wittem 1946, Tegelen 1951, Arcen en Velden 1951 en 1957, Bingelrade 1953 en Gronsvelt 1959. De laatste melding betreft vondsten van de heren ter Horst en van Nieuwenhoven uit de jaren 1958 en 1959 (zie TER HORST, 1960). TER HORST (1960) geeft eveneens meldingen van Knoflookpadden uit Welten en Simpelveld. Deze waarnemingen

werden gedaan door broeder Arnoud. Hiermee zijn de witte stippen (aanduiding voor gegevens van vóór 1965) op de voorlopige verspreidingskaart van Sparreboom verklaard. Opvallend hierbij is dat de oudste verspreidingsgegevens van Limburg nauwelijks correlatie vertonen met de eerder geponeerde stelling dat de dieren gebonden zijn aan de dalen van grote rivie-

ren. In hoeverre deze gegevens wat betreft vindplaats en determinatie betrouwbaar zijn, valt thans moeilijk meer te verifiëren. De meldingen van Ter Horst kunnen echter in ieder geval als correct worden beschouwd.

Na 1960 wordt het verspreidingsbeeld van de Knoflookpad in Limburg drastisch gewijzigd. Volgens VAN DEN MUNCKHOF (1979) worden er in 1962 door Ter Horst Knoflookpadden vastgesteld in het Joostemermeer (gem. Horst). De auteur treft de dieren in 1977 op dezelfde plaats aan.

OOMEN (1966) maakt daarna melding van Knoflookpadden in 1962 en 1965 op het landgoed de Hamert (gem. Bergen). Na 1965 worden de dieren in dit gebied regelmatig aangetroffen.

In 1973 treffen de heren Tullemans en Ter Horst een adulte Knoflookpad aan in de gemeente Melick en Herkenbosch (LACERTA, 1977). In 1976 wordt



Figuur 1. Knoflookpad bij de amfibieënpoel, 6 april 1983. (foto: Jacques Coatmeur en Pierre Faucheux).

door mijzelf de eerste Knoflookpad in het Meinweggebied waargenomen (LENDERS, 1976). In de jaren daaropvolgend worden de dieren in hetzelfde gebied, zowel in de gemeenten Vlodrop als Melick en Herkenbosch, regelmatig gesignaleerd (FRIGGE *et al.* 1978; LENDERS, 1977, 1980, 1982). In 1977 wordt de Knoflookpad op drie plaatsen aangetroffen in het Roerdal. De vindplaatsen liggen in de gemeenten Vlodrop en Melick en Herkenbosch (LENDERS, 1978). In 1978 wordt het dier voor het eerst gezien in de gemeente Echt (LACERTA, 1979). SPARREBOOM (1981) geeft naast de genoemde gebieden nog een vindplaats aan ten westen van de Maas. Het betreft hier hoogstwaarschijnlijk de Beegderheide (gemeente Beegden), een heideterrein dat zeker geschikt lijkt voor de Knoflookpad.

Wanneer we de recente verspreidingsgegevens overzien (HERPETOLOGISCHE STUDIEGROEP, 1981, 1983 a en b), kunnen we concluderen dat de Knoflookpad na 1965 nog in 10 uurhokken is gesignaleerd (zie fig. 2). Het best onderzochte gebied is ongetwijfeld het Meinweggebied. Het behoeft daarom geen betoog dat dit gebied als onderzoeksterrein werd gekozen.

Onderzoeksterrein

De Meinweg is een uitgestrekt bos- en heidegebied dat zich ten oosten van Roermond uitstrekt aan beide zijden van de Duits-Nederlandse grens. Het Nederlandse deel van de Meinweg is grotendeels eigendom van de Staat en wordt beheerd als natuureservaat

en boswachterij. Dit geldt ook voor de grotere boscomplexen die in handen zijn van de gemeenten Vlodrop en Melick en Herkenbosch. Het Duitse deel van de Meinweg daarentegen is voor het merendeel in particulier bezit. Het wordt gekenmerkt door grotere complexen naaldbos en is volledig gericht op de houtproductie.

Het Meinweg-landschap vindt zijn ontstaan in het Pleistoceen. Van voor die tijd is alleen de Peelrandbreuk nog in het landschap herkenbaar. Deze breuk is ontstaan in het Carboon, en thans aan het oppervlak zichtbaar door een verval van ca. 2 meter. De Peelrandbreuk vormt de noordgrens van de Roerslenk. Zowel ten zuiden als ten noorden van de Roerslenk komt het carboon vrij dicht aan de oppervlakte, zodat in deze gebieden steenkoolwinning economisch het meest rendabel is. Dit is ook de reden dat in het Meinweggebied de staatsmijn Beatrix gepland was, een mijn die echter nooit in exploitatie is genomen.

In het Pleistoceen werden door Rijn en Maas dikke sedimentpakketten afgezet. Door latere terugsnijdingen van de Maas ontstond een landschap dat bestond uit een drietal terrassen, het Hoogterras op $\pm 80\text{m} + \text{NAP}$, het Middenteras op $\pm 50\text{m} + \text{NAP}$ en het Maas-Roer Laagterras op $\pm 30\text{m} + \text{NAP}$.

Na het ontstaan van de terrassen is nog op verschillende plaatsen tektoniek opgetreden, waarschijnlijk in samenhang met de Peelrandbreuk. Door nieuwe breuken in de aardkorst zijn met name in het Hoogterras nieuwe steilranden gevormd. Hierdoor is het terrassenlandschap thans opgebouwd uit een viertal niveau's (zie ook van

ZUIDAM, 1980). Loodrecht op de terrastranden zijn door de Bosbeek en de Rode beek brede dalen uitgesleten die het landschap nog meer variatie geven.

De sedimenten die door de grote rivieren in het Pleistoceen zijn afgezet bestaan vooral uit zand en grind. Door verstuiwing na de ijstijden zijn op talloze plaatsen in het gebied stuifzandheuvelds ontstaan. Naast het vele dekzand dat van elders werd aangevoerd, werd in de luwtegebieden (vooral op het Hoogterras) ook löss afgezet.

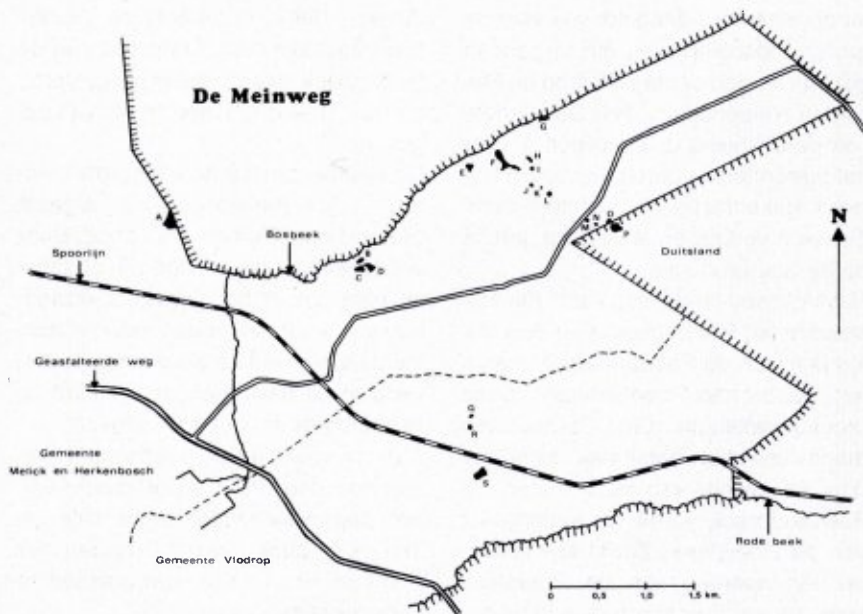
Aan de voet van de steilranden ontstonden door kwel en stagnatie van het oppervlaktewater grote moerasen. Op deze plekken vinden we thans de voor het Meinweggebied zo karakteristieke vennen.

Vooral door de woestheid van het gebied werd de Meinweg pas laat ontsloten. Hierbij speelt uiteraard een rol dat het gebied in een uithoek van Neder-

Figuur 2. Verspreiding van de Knoflookpad in Limburg na 1975 met een lijst van de meest recente waarnemingen.

Uurhok	Laatste meldingsjaar	Literatuur
52-26	1979	LEVELS en VAN BUGGENUM (1980)
52-27	1981	HERPETOLOGISCHE STUDIEGROEP (1983a)
52-45	1977	VAN DE MUNCKHOF (1979)
58-43	na 1964	SPARREBOOM (1981)
58-46	1983	- dit onderzoek -
58-54	1977	LENDERS (1978)
58-55	1983	- dit onderzoek -
58-56	1983	- dit onderzoek -
60-13	1978	LACERTA (1979)
60-15	1977	LENDERS (1978)





Figuur 3. Overzicht van de Meinweg met de in het onderzoek betrokken vennen. (De aanduiding van de vennen correspondeert met tabel I).

land ligt en dat het ook tot voor kort economisch nauwelijks van belang was. Mede hierdoor heeft het zijn unieke karakter behouden en staat het thans op de nominatie om ingericht te worden als Nationaal Park. Voor uitgebreide faunistische, floristische en historische informatie zij verwezen naar een recente publicatie in het jaarboek van de Heemkundevereniging Roerstreek (LENDERS, 1983).

Methode van onderzoek

In het westelijk deel van het Meinweggebied werd een twintigtal poelen en vennen (zie fig. 3) speciaal op Knoflookpadden geïnventariseerd. Een aantal van deze vennen heeft geen officiële naam. Ze worden in dit artikel genoemd naar de hun kenmerkende vegetatie. Tijdens nachtelijke tochten door het terrein werd in de voortplantingstijd geluisterd of er roepende mannetjes in het water aanwezig waren. Dit is de meest geëigende methode om Knoflookpadden in een bepaald gebied aan te tonen. Andere methoden, zoals het zoeken naar eieren of larven, berusten teveel op toeval en zijn ook praktisch vaak moeilijk te verwezenlijken. Toch werd ook op deze aspecten van de voortplan-

ting gelet.

De inventarisatie vond plaats in 1983 tijdens de maanden april en mei. In dezelfde periode werd tevens met een draagbare pH-meter (merk WTW; type PH DIGI 88) de zuurgraad van het water bepaald. De metingen werden op 29 april, 5 mei en 14 mei in het veld verricht. Van alle vennen werd de pH tenminste twee maal op verschillende data vastgesteld. De gemeten waarden liepen per ven op zijn hoogst 0,4 uiteen. In tabel I is daarom alleen de gemiddelde pH-waarde vermeld.

Resultaten

De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in tabel I. De aanduiding van de vennen correspondeert met die uit fig. 3. In tabel I zijn tevens gegevens opgenomen van Frigge e.a. uit hun inventarisatie van 1977 (FRIGGE *et al.*, 1978). Omdat de zuurgraad van het water per seizoen en per monsterplaats kan verschillen is er nauwelijks vergelijking mogelijk tussen de pH-gegevens uit 1977 en 1983. Er kan hooguit in het algemeen gesteld worden dat vennen die in 1977 een minder zuur karakter hadden, dit tot in 1983 behouden hebben. Als minst zure vennen en poelen komen naar vo-

ren het Duits scherpenzeel, het Nederlands scherpenzeel, de Amfibieënpool, het Grensven en de Eendenvoel. Een opvallende pH-daling werd vastgesteld in het Sphagnum-ven. Zeer zuur venwater treffen we voorts aan in het Wildweiven, het Snavelzeggeven, het Knolrusven en het Beenbreekven, terwijl ook de Vossekop, het Klein-elfenmeertje, het Melickerven en het Elfenmeertje een hoge zuurgraad bezitten.

Met verschillende tekens is in de tabel voor de jaren 1977 en 1983 aangegeven of de Knoflookpad in het betreffende ven aanwezig is, of er eiafzetting heeft plaatsgevonden en of de eieren tot ontwikkeling gekomen zijn tot vrij-zwemmende larven.

In de tabel wordt voorts het maximale aantal mannetjes vermeld dat in 1983 in de vennen gehoord werd. Dit aantal berust op een schatting, daar de dieren niet exact geteld konden worden omdat ze veelal op grotere diepte, verborgen tussen de watervegetatie, hun geluid produceerden. Opvallend is het geringe aantal individuen dat gehoord werd. Doch ook FRIGGE *et al.* (1978) treffen gedurende het gehele seizoen in totaal slechts 19 mannetjes en 6 vrouwtjes aan.

Discussie

Overzien we de recente verspreiding van de Knoflookpad in Limburg, dan moeten we constateren dat er de laatste decennia geen Knoflookpadden meer in het zuiden van de provincie zijn aangetroffen. De laatste jaren komen er alleen meldingen uit Noord- en Midden-Limburg. Uit de grofschalige kaart van fig. 2 zou kunnen blijken dat het huidige verspreidingsgebied gerelateerd is aan het stroomgebied van de Maas en de Roer. Zoals RAPPÉ (1982) echter terecht stelt behoeft de soort bijlange niet beperkt te zijn tot de rivierdalen, maar kan ze ook elders voorkomen mits geschikte bodemtypen voorhanden zijn. Deze these wordt ondersteund door STUMPEL *et al.* (1982). Zij troffen Knoflookpadden aan in het Hondsvan (gemeente Maarheeze), ver verwijderd van de grote ri-

vieren. De auteurs verklaren het voorkomen van de soort ter plekke door aan te nemen dat de dieren via beekdalletjes vanuit het zuiden de vroegere heidevelden zijn binnengedrongen en zo ook het Hondsvan gekoloniseerd hebben.

Een soortgelijk verschijnsel moet ook in Limburg zijn opgetreden. De huidige vindplaatsen van Knoflookpadden zijn naast het Roerdal, vooral heide- en bosgebieden (Beegderheide, Hamert, Meinweg, Kranenbroek?). Ook het Joostemermeer is een voormalig heideveen. De voortplantingsplaatsen zijn gelegen op de hogere zandgronden, vaak kilometers verwijderd van de rivierdalen, zodat bij een nauwkeurige beschouwing de relatie met de rivieren nauwelijks aantoonbaar is. In deze gebieden zullen van oorsprong geen Knoflookpadden aanwezig zijn geweest, omdat de hoge zuurgraad van de heidevennen een succesvolle voortplanting verhindert (STRIJBOSCH, 1979). Dit betekent dat de dieren deze terreinen later gekoloniseerd hebben en dat dit alleen mogelijk was door een eutrofiering van de vennen en poelen ter plekke.

Samenvattend komen we tot de volgende hypothese. De Knoflookpad had van oorsprong zijn biotoop op de zandige gronden (rivierduintjes) langs het winterbed van de rivier (zie ook STRIJBOSCH, 1980). Als voortplantingsplaatsen kwamen de voedselrijke poelen, wielen en kolken in aanmerking in het rivierdal zelf. Deze situatie treffen we thans nog aan in het Roerdal. Indien er geschikte voortplantingsmogelijkheden waren op de verder van de rivier afliggende zandgronden, werden deze gekoloniseerd. De zure vennen op deze plaatsen zullen daartoe in de meeste gevallen door landbouwactiviteiten zijn geëutrofeerd, waardoor de Knoflookpad er zich met succes in kon voortplanten. Als zodanig kunnen we het dier inderdaad als een cultuurvolger zien (STUMPEL *et al.*, 1982). Of deze kolonisatie via de beekdalen is verlopen is in dit verband niet relevant.

Uit de resultaten van het Meinwegonderzoek blijkt dat in tien van de onderzochte vennen en poelen Knoflookpadden aanwezig waren.

Tabel 1. De resultaten van het onderzoek in 1983 in vergelijking met de gegevens uit 1977 (Naar FRIGGE *et al.*, 1978).

Aanduiding en naam van het ven 1)	Zuurgraad (pH)			Voortpl. succes 2)		max. aantal σ in 1983
	mrt. '77	aug. '77	mei '83	1977	1983	
A Melickerven	3,5	4,9	4,0	x	x	22
B Roven - noord	3,5	3,4	4,2	—	—	—
C Rolven - west	5,1	5,6	4,2	—	—	—
D Rolven - oost	4,4	5,6	4,7	—	x	4
E Vossekop	3,2	3,3	3,9	—	—	—
F Elfenemeertje	3,9	3,8	4,0	—	—	—
G Grensvan	6,4	5,4	5,3	—	x	1
H Knolrus-ven	3,8	4,2	3,7	—	—	—
I Klein eifenmeertje	4,0	4,0	3,9	—	—	—
J Snavelzegge-ven	—	—	3,3	—	x	2
K Beenbreek-ven	—	—	3,7	—	—	—
L Wildweiven	3,6	3,6	3,3	°	x	5
M Amfibieënpool	4,5	6,0	6,2	x	•	10
N Coniferenpool	4,0	4,2	4,5	x	°	15
O Hollands scherpenzeel	6,3	6,9	7,5	•	x	3
P Duits scherpenzeel	—	—	8,4	-x ³⁾	x	10
Q Wateraardbei-ven	4,0	5,2	4,3	—	—	—
R Sphagnum-ven	5,4	5,6	3,5	—	—	—
S Eendenpool	4,9	5,6	5,0	x	x	3

1) De aanduiding van de vennen correspondeert met fig. 3.

2) Het voortplantingssucces wordt met de volgende symbolen aangeduid: — = geen dieren aangetroffen; x = roepende σ ; ° = eisnoeren (met schimmelaantasting); • = larven.

3) In 1979 werd de Knoflookpad in dit ven aangetroffen (LENDERS, 1982).

Deze vennen en poelen hadden een pH die in 1983 varieerde van 3,3 tot 8,4. Vanaf 1977 werden in slechts vier van deze wateren eisnoeren aangetroffen. In twee poelen kwamen ze tot ontwikkeling en werden vrijzwemmende larven gevangen. Deze poelen hadden een pH van resp. 6,2 en 6,3. Hieruit blijkt dat de Knoflookpad niet erg kieskeurig is wat betreft de keuze van zijn voortplantingsplaats en waarschijnlijk ook niet erg plaatsgebonden. Zo zullen er bijvoorbeeld in het Wildweiven de afgelopen jaren door de hoge zuurgraad geen eieren tot ontwikkeling zijn gekomen, terwijl er toch vrijwel ieder jaar volwassen dieren aangetroffen worden. Soortgelijk onderzoek door VAN GELDER en KALKHOVEN (1971) en STRIJBOSCH (1979) bij Nijmegen gaf dezelfde conclusies. De Knoflookpad plant zich alleen met succes voort in voedselrijk water met een vrij hoge pH. Daarnaast worden er ook dieren en eisnoeren gevonden in voedselarme vennen met een extreem lage pH.

Hieraan ten grondslag ligt ongetwijfeld een ongecoördineerde trek naar de voortplantingsplaats, hetgeen natuurlijk ook van invloed is geweest bij de kolonisatie van de hogere zand-

gronden vanuit de rivierdalen. De conclusie van het verspreidingsonderzoek op de Meinweg moet zijn, dat de populatie Knoflookpadden ter plekke alleen overlevingskansen bezit door de aanwezigheid van voedselrijke poelen en vennen.

Toekomstige ontwikkelingen en beheer

Een verdergaande intensivering van de landbouw zorgt ervoor dat veel poelen in rivierdalen gedempt worden, omdat ze bij de landbewerking als hinderlijk worden ervaren. Van de drie poelen in het Roerdal waarin in 1977 Knoflookpadden werden aangetoond, is er inmiddels één dichtgestort en geëgaliseerd en een ander door verwaarlozing geheel verland. Het verloren gaan van poelen beperkt zich uiteraard niet tot het Roerdal, maar is een landelijk verschijnsel (STUMPEL, 1980). Ditzelfde geldt voor de vervuiling van het oppervlaktewater met bijvoorbeeld meststoffen en biociden. In hoeverre de achteruitgang van de Knoflookpad aan dit gegeven te wijten is, zal nog nader onderzocht moeten worden.

In Midden- en Noord-Limburg komt daarbij, dat er in het winterbed van de Maas op grote schaal zand- en grindwinning plaatsvindt. De oude meanders, wielen en kolken vallen hierbij ten prooi aan de baggermachines, die het uiterwaarden-landschap omvormen tot grote waterpartijen die voor amfibieën nauwelijks mogelijkheden bieden.

Er moet gevreesd worden dat deze ontwikkelingen zich nog een aantal jaren zullen voortzetten, zodat de kans bestaat dat de Knoflookpad binnenkort uit het Limburgse riviereengebied verdwenen zal zijn. Dit betekent dat er dan alleen nog maar Knoflookpadden aangetroffen kunnen worden op de hogere zandgronden.

Hier dreigt echter een ander gevaar. Sinds kort kennen we het optreden van zure regens als gevolg van met name industriële emissie van zwavel- en stikstofoxiden. Deze zure neerslag heeft ongetwijfeld een negatief effect op de voortplanting van amfibieën. Door de toenemende verzuring van het water zullen de eieren van de dieren zich niet meer volledig ontwikkelen als gevolg van schimmelaantasting. Vooral de wateren op de kalkarme zandgronden zullen door hun gering bufferend vermogen als eerste beïnvloed worden (ROELOFS, 1983). Het gevolg kan zijn dat de pH in betrekkelijk korte tijd enorm daalt. Als voorbeeld zou hier het Sphagnum-ven op de Meinweg aangehaald kunnen worden. Hierin daalde de pH-waarde in enkele jaren van $\pm 5,5$ (normaal voor een heideven) tot 3,5 (zie tabel 1). Een soortgelijke pH-daling in alle vennen zou catastrofaal zijn voor het gehele amfibieënbestand in dit gebied.

Volgens STRIJBOSCH (1979) zijn de eieren van de Knoflookpad extreem gevoelig voor een verhoging van de zuurgraad. Met in ons achterhoofd de constatering dat de Knoflookpad thans vooral wordt aangetroffen op kalkarme zandgrond, zal het duidelijk zijn dat deze diersoort in Limburg tot de meest bedreigde behoort.

Dit wordt bevestigd door het meerjarige inventarisatie-onderzoek door de afdeling Dieroecologie van de Katholieke Universiteit Nijmegen op het

landgoed "de Hamert". De Knoflookpad die in 1966 nog volop aanwezig was in en rond het Heerenven, blijkt daar anno 1983 reeds lang niet meer voor te komen. In de zestiger jaren was de pH van dit ven ± 6 , thans schommelt de pH rond de 4 (COUWENBERG en WOLTERS, 1983). De oorzaak van de terugloop van de Knoflookpad ligt ongetwijfeld voor een belangrijk deel in een toenemende verzuring van het water.

Uit het voorafgaande blijkt dat het voorkomen van Knoflookpadden in een natuurreservaat zeker geen garantie inhoudt dat de soort zich ter plekke handhaaft. De conclusie van BERGMANS en ZUIDERWIJK (1980) dat het aantal broedplaatsen buiten de natuurreservaten sterk afneemt, is dus niet geheel terecht. Ook in reservaatgebieden wordt de Knoflookpad in zijn voortplanting bedreigd. Zeker wanneer het beheer in een natuurreservaat gericht is op verschralling, zoals dit in de meeste heideterreinen nagestreefd wordt, zal dit vrijwel zeker de ondergang van de Knoflookpad betekenen. Men zal in dit geval het beheer moeten afstemmen op het in stand houden van poelen met eutroof of mesotroof water. Mocht dit niet lukken, dan kan de aanleg van nieuwe poelen aan de rand van het natuurterrein, op de grens met het agrarisch gebied, uitkomst bieden. Het is zelfs aan te bevelen deze poelen een agrarische functie te geven, bijvoorbeeld als drinkpoel voor vee. In deze hoedanigheid is men er veelal van verzekerd dat door inspoeling van natuurlijke meststoffen het water voor de Knoflookpad geschikt blijft. Bovendien zal men in dit geval minder aandacht behoeven te besteden aan het onderhoud van de poel.

Alleen deze maatregelen, tesamen met het streven naar het behoud van het vroegere uiterwaardenlandschap, zullen ertoe leiden dat de Knoflookpad ook in de toekomst tot de Limburgse herpetofauna blijft behoren.

Summary

The occurrence of the Spade-foot toad (*Pelobates fuscus* (Laurenti)) was investigated in 19 fens in the Meinweg, a nature reserve in the Dutch pro-

vince of Limburg. The reproduction-succes of the Spade-foot toad was related to the acidity of the fens. In two fens with a relatively high loading of pH (6,2 - 6,3) the eggs developed well. In two acid, oligotrophic fens moulding of the eggs appeared and there was no reproduction. In six other fens there was sound activity, but no eggs were found. So it seems that the Spade-foot toad is not very selective in the choice of its spawning-water.

In the province of Limburg the Spade-foot toad is no longer known in the forelands along the river borders, but its occurrence seems now to be restricted to the higher sandy areas. However the habitat there is seriously threatened by an increasing effect of industrial NO_x - and SO₂-emission. This will lead to a higher acidity of the water, especially on sandy soils, resulting in a decrease of the breeding-succes of the Spade-foot toad. Safeguarding of this species is only possible by protection of the old forelands and by creating new ponds with a eutrophic character.

Literatuur

- BERGMANS, W. en A. ZUIDERWIJK, 1980. Amfibieën en reptielen in Nederland. Wetenschappelijke mededelingen K.N.N.V. nr. 139. Hoogwoud, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging. 74 p.
- BUND, C.F. VAN DE, 1964. Vierde Herpetografisch Verslag. De verspreiding van de reptielen en amfibieën in Nederland. Uitgave "Lacerta". 72 p.
- COUWENBERG, J.G.M. en J.H.B. WOLTERS, 1983. Oecologisch onderzoek aan amfibieën in en rondom het Heerenven op het landgoed "De Hamert" in 1982. Doctoraalsverslag no. 220. Zoölogisch Laboratorium, Afdeling Dieroecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen. 75 p.
- FRIGGE, P., V. KOBUSSEN, K. MUSTERS en G. VAN WERSCH, 1978. Inventarisatie Herpetofauna Meynweggebied. Doctoraalsverslag no. 141. Zoölogisch Laboratorium, Afdeling Dieroecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen. 109 p.
- GELDER, J.J. VAN en J.T.R. KALKHOVEN, 1971. Eieren van de Knoflookpad (*Pelobates fuscus* Laur.) in de Hatertse en Overasseltse vennen. Natuurhist. Maandbl. 60 : 39-44.
- HERPETOLOGISCHE STUDIEGROEP, 1981. Verspreiding van de Herpetofauna in Limburg 1980, Maastricht, Natuurhistorisch Genootschap in Limburg. 98 p.
- HERPETOLOGISCHE STUDIEGROEP, 1983a. Verspreiding van de Herpetofauna in Limburg 1981, Maastricht, Natuurhistorisch Genootschap in Limburg. 76 p.
- HERPETOLOGISCHE STUDIEGROEP, 1983b. Verspreiding van de Herpetofauna in Limburg 1982, Maastricht, Natuurhistorisch Genootschap in Limburg. In prep.
- HORST, J. TH. TER, 1960. De verspreiding van de amfibie en reptilia in Zuid-Limburg. Natuurhist. Maandbl. 49 : 105-118.
- LACERTA, 1977. Herpetologische waarnemingen in Zuid- en Midden-Limburg 1976. Uitgave "Lacerta", werkgroep Limburg. 44 p.
- LACERTA, 1979. Herpetologische waarnemingen in Zuid- en Midden-Limburg, 1979. Herpetologische waarnemingen in Zuid- en Midden-Limburg 1978. Uitgave "Lacerta", werkgroep Limburg. 47 p.

- LENDERS, A.J.W., 1976. Inventarisatie van de herpetofauna in de gemeente Melick-Herkenbosch. Privé uitgave. 17 p.
- LENDERS, A.J.W., 1977. Inventarisatie van de herpetofauna in de gemeenten Melick-Herkenbosch en Vlodrop. Privé uitgave. 48 p.
- LENDERS, A.J.W., 1978. Herpetologische waarnemingen in het Roerdal 1976 - 1978. Privé uitgave. 40 p.
- LENDERS, A.J.W., 1980. Amfibieënsterfte t.g.v. het Verkeer in het Natuurreservaat Meinweg - voorjaar 1979 -. Privé uitgave. 35 p.
- LENDERS, A.J.W., 1982. De Meinweg. Een inventarisatie van hogere plant- en diersoorten in het Vogelreservaat en omgeving. Invenit 3. St. Odiliënberg, Heemkundevereniging Roerstreek. 65 p.
- LENDERS, A.J.W., 1983. De Meinweg, een potentieel Nationaal Park. Roerstreek '83, jaarboek H.V.R. 15 : 17-42. St. Odiliënberg, Heemkundevereniging Roerstreek.
- LEVELS, P.J. en H.J.M. VAN BUGGENUM, 1980. Oecologisch onderzoek een amfibieën in en rondom het Heerenven op het landgoed "De Hamert" in 1979. Doctoraalverslag no. 180. Zoologisch Laboratorium, Afdeling Dieroecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen. 73 p.
- MUNCKHOF, P. VAN DEN, 1979. Knoflookpadden in het Joostemermeer, een voormalig heideven in de gemeente Horst. Natuurhist. Maandbl. 68 : 39-42.
- OOMEN, H.C.J., 1966. Twee populaties van de Knoflookpad *Pelobatus fuscus* op de rechter Maasover in 1965. Natuurhist. Maandbl. 55 : 21-24.
- RAPPÉ, G., 1982. Nieuwe gegevens over het voorkomen van *Pelobates fuscus* (Laurenti) (Anura, Pelobatidae) in België. Biol. Jb. Dodonaea 50 : 255-259.
- ROELOFS, J., 1983. Toenemende gevolgen van zure neerslag in Nederland. Natuur en Milieu 83/5 : 13-15.
- SPARREBOOM, M. (red.), 1981. De amfibieën en reptielen van Nederland, België en Luxemburg. Rotterdam, A.A. Balkema. 284 p.
- STRIJBOSCH, H., 1979. Habitat selection of amphibians during their aquatic phase. Oikos 33 : 363-372.
- STRIJBOSCH, H., 1980. Habitat selection by amphibians during their terrestrial phase. Brit. Journ. Herpetology 6 : 93-98.
- STUMPEL, A.H.P., 1981. Threats to and conservation of reptiles and amphibians in The Netherlands. Proc. Europ. Herpetological Symposium C.W.L.P. Oxford 1980 p. 97-100.
- STUMPEL, A.H.P., F.J. Kragt en M.W.J. Bons, 1982. Een biotoop van de Knoflookpad in de gemeente Maarheeze. De Lev. Nat. 84 : 69-76.
- ZUIDAM, R.A. VAN, 1980. Het Meinweggebied en Roergebied. Een tektonisch en eolisch beïnvloed terrassenlandschap nabij Roermond (Midden-Limburg) Geograf. Tijdschr. XIV : 120-133.

Geomorfogenetische processen in Zuidwest-Limburg

W.P.A.M. Hendrix

Groen van Prinstererstraat 79, Wageningen

In het voorjaar van 1982 is een geomorfologische kartering verricht t.b.v. de vervaardiging van de geomorfologische kaart van Nederland, schaal 1:50.000. Het karteergebied werd grofweg begrensd door de Maas, de Geul, de Gulp en de Belgische grens. Het doel van het onderzoek was het verkrijgen van een geomorfologische kaart, gemaakt op basis van de in 1977 uitgegeven legenda van de geomorfologische kaart van Nederland. Hierdoor werd de toepasbaarheid van de legenda-eenheden voor dit deel van Nederland getoetst en verkreeg men een vooronderzoek voor de officiële kartering van dit gebied. Naast de morfologie - beschrijving van de ruimtelijke vormen en patronen - en de morfometrie - uitdrukken van vormen in maten, verhoudingsgetallen, diagrammen en tabellen - is ook aandacht besteed aan de morfogenese. De morfogenese houdt zich bezig met het ontstaan en de ontwikkeling van de vorm in de tijd en wordt ook wel dynamische geomorfologie genoemd. In dit artikel zal de geomorfogenese van het vooraangeduide karteergebied worden behandeld.

Geomorfogenetische processen kunnen endogeen, exogeen of antropogeen zijn. Meestal komt een combinatie hiervan voor. Endogene processen vinden hun oorsprong in de aarde zelf. Ze oefenen hun werking niet alleen uit binnenin de aardkorst maar bepalen ook de hoofdvormen van het aardoppervlak zoals bergen en vulkanen. De tektoniek speelt bij deze processen een belangrijke rol. Exogene processen werken van buitenaf op de aardkorst in. Tot deze processen behoort de werking van kosmosfeer, atmos-

feer, hydrosfeer en biosfeer. Zij oefenen hun werking hoofdzakelijk uit aan het aardoppervlak. Antropogene processen zijn van grote betekenis ondanks hun, geologisch gezien, pas korte werkzaamheid. De invloed van de mens met zijn hoog ontwikkelde techniek, is op het aardoppervlak vrijwel overal merkbaar (TEN CATE en MAARLEVELD, 1977).

Het huidige Zuidlimburgse landschap werd hoofdzakelijk in het Kwartair gevormd. In het navolgende zullen daarom voornamelijk geomorfogenetische

processen uit die periode worden besproken.

Vorming van rivierterrassen

De tertiaire afzettingen in Zuid-Limburg kennen een schollenopbouw; de afzettingen worden van zuidwest naar noordoost jonger. Deze schollenopbouw werd veroorzaakt door tektonische bewegingen. Tijdens het Tertiair trad onder invloed van vrij warme, vochtige klimaatsomstandigheden een sterke verwerking op. Hierdoor ontstond fijn materiaal dat door tropische regens gemakkelijk werd weggespoeld. Solifluctie kon onder deze omstandigheden reeds op terreinen met een geringe helling optreden. Het eindresultaat van deze zgn. chemiplanatie is een schiervlakte of een peneplain, waarvan Zuid-Limburg op het einde van het Tertiair onderdeel vormde. Men moet zich een peneplain voorstellen als een zeer zwak hellend landschap met geringe oneffenheden