

De vitaliteit van de Adderpopulatie in Nationaal Park De Meinweg

A.J.W. Lenders, Groenstraat 106, 6074 EL Melick, e-mail: tlenders@home.nl

T.E.M. Leerschool, Broekweg 7, 6097 AD Heel, e-mail: tim.leerschool@wur.nl

P.L.G. Keijsers, Weerterweg 31A, B-3950 Bocholt, e-mail: peter.keijsers@telenet.be

In de jaren 2010 en 2011 werd het Meinweggebied opnieuw vlakdekkend onderzocht op het voorkomen van de Adder (*Vipera berus*). De laatste gedegen inventarisatie daarvoor vond plaats in 1999 en legde de basis voor een grensoverschrijdend beschermingsplan. Hier is thans in grote lijnen door de terreinbeheerder Staatsbosbeheer invulling aan gegeven. Het is echter nog te vroeg om de uitwerking goed in beeld te kunnen brengen. Wel leek het relevant om een actuele populatieschatting van de Adder te maken. Hiermee wordt het mogelijk de eerste effecten van het gevoerde beheer te meten.

POPULATIEONTWIKKELING

De eerste gedegen inventarisaties van de Adder [figuur 1] in het Meinweggebied vonden plaats op het einde van de jaren zeventig van de vorige eeuw (FRIGGE *et al.*, 1978; KLOMPEN & SMEETS, 1979). Op grond van deze onderzoeken is geen exacte populatieomvang te bepalen omdat niet alle geschikte adderbiotopen werden bezocht en de inventarisaties ook niet in alle terreindelen even intensief waren. Een belangrijk aspect was ook dat indertijd de terreinkennis en het zoekbeeld bij de onderzoekers niet optimaal ontwikkeld was. In totaal zijn in die twee onderzoeksjaren 277 verschillende dieren vastgesteld. Op grond van extrapolaties is de inschatting dat de totale populatie toen minimaal 1000 dieren groot moet zijn geweest.

Na die tijd nam de Adder, waarschijnlijk als gevolg van een toenemende vergrassing van de heide, aanvankelijk toe (LENDERS, 2008) om vanaf de jaren negentig tot een dieptepunt weg te zakken. De ene na de andere subpopulatie verdween (LENDERS *et al.*, 1999), een ontwikkeling die zich tot na 2000 verder doorzette. In het adderbeschermingsplan (LENDERS *et al.*, 2002) wordt nog uitgegaan van een populatiegrootte tussen de 200 en 800 dieren, maar waarschijnlijk is deze schatting al aan de optimistische kant. Bij het onderzoek in 1999 werden in totaal

77 verschillende individuen waargenomen. Op grond van een terugvangstpercentage van 10 tot 40% was de genoemde range bepaald. Het werkelijke terugvangstpercentage bedroeg 26%, wat overeenkomt met ongeveer 500 dieren, een terugval ten opzichte van de jaren zeventig van minimaal 50%.

MONITORING

De Adder wordt al vanaf 1980 gevolgd middels een monitoringsroute op het Gagelveld (LENDERS, 2004). De ontwikkelingen in het Gagelveld zijn representatief voor het hele Meinweggebied, hoewel de achteruitgang in dit deelgebied wel erg drastische vormen heeft aangenomen. Gedurende de jaren 2003 tot en met 2006 is zelfs geen enkel dier in dit terrein waargenomen [figuur 2a]. De ernst van de situatie wordt geïllustreerd door het aantal verschillende individuen dat in het verleden in het Gagelveld is vastgesteld: 55 in 1977-1978 (KLOMPEN & SMEETS, 1979), negen in 1999 (LENDERS *et al.*, 2002) en drie in 2010-2011. Als de monitoringgegevens van het Gagelveld representatief zijn voor het hele Meinweggebied is de adderpopulatie in de Meinweg aan het begin van het eerste decennium van de eenentwintigste eeuw teruggezakt naar om en nabij 200 individuen. Het Gagelveld is echter het deelgebied waarin de teruggang zonder twijfel het meest drastisch heeft plaatsgevonden. Voor een deel is dit toe te schrijven aan de verdroging van het gebied, voor een ander deel aan verkeerd beheer voor deze soort in met name het laatste decennium van de vorige eeuw (LENDERS, 2004).

Aan de andere kant lijkt er in dit gebied de laatste jaren toch sprake te zijn van een voorzichtig herstel [figuur 2b]. Het intensieve op de Adder gerichte beheer lijkt voor het Gagelveld vruchten af te werpen. Vanaf 2010 zijn ook in andere delen van de Meinweg monitoringsroutes uit-

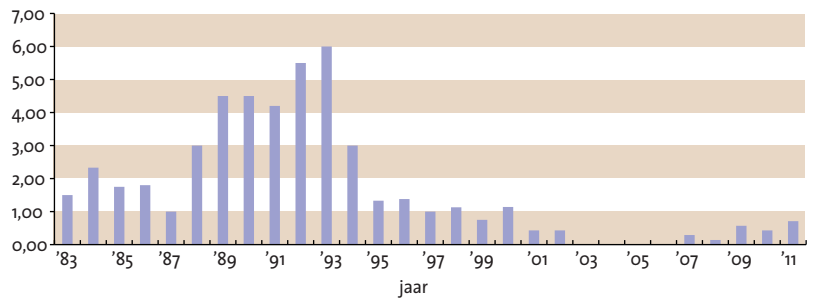


FIGUUR 1

Een vrouwelijke Adder (*Vipera berus*) in het Bosbeekdal (foto: P. Palmén).

FIGUUR 2

Beeld van de monitoring in het Gagelveld waarin het gemiddelde aantal waargenomen Adders (*Vipera berus*) per monitoringsronde is uitgezet tegen de tijd.



gezet. Betrouwbare resultaten daarvan zullen pas over enkele jaren beschikbaar zijn.

INDIVIDUELE HERKENNING

Aan de hand van het kopschildenpatroon zijn Adders individueel herkenbaar. Een foto van de bovenzijde van de kop is als een vingerafdruk die het zonder externe of interne merktekens mogelijk maakt elk individu binnen de Meinwegpopulatie te onderscheiden. Voor het terugvinden van dieren in het digitale fotoarchief is een formule ontwikkeld die de selectie van afbeeldingen versnelt (LENDERS, 2000). Deze formule is later vereenvoudigd om een foutloze digitale zoekopdracht mogelijk te maken (JANSSEN, 2006).

Vanaf 1977 wordt van ieder gevangen dier in het Meinweggebied een foto gemaakt. Deze foto's zijn opgenomen in een database die momenteel wordt gecompleteerd door de opnamen van de eerste decennia te digitaliseren. Naast de kopschildenformule (waarop de zoekfunctie is gericht) worden ook andere gegevens zoals de lengte van de dieren, exacte vindplaats (en tijdstip), afwijkingen aan het buikschildenpatroon en andere bijzonderheden in het bestand opgenomen. Al deze eigenschappen garanderen een individuele herkenning van 100%.

ONTWIKKELINGEN IN 2010 EN 2011

Ontwikkelingen in deelgebieden

In 2010 en 2011 zijn alle deelgebieden waarvan in vroeger jaren Adders gemeld zijn (LENDERS *et al.*, 1999) opnieuw onderzocht. Ondanks diverse veldbezoeken zijn op Nederlands grondgebied geen dieren meer aangetroffen op de Waalsbergerheide, Schöndelsdeel, de Natte Luier, het noordelijke Bosbeekdal en Woest. Verheugend was dat wel weer enkele (individuele) Adders zijn gevonden bij het Paardengat (vier exemplaren), op de spoordijk bij de Steenheuvel (twee juvenielen) en de Klifsberg (drie exemplaren). In alle overige van vroeger bekende deelgebieden, namelijk omgeving Rolvennen (16), Bosbeekdal (40), Slenk (38), Lange Luier (24), Gagelveld (drie) en Het Loom (20) konden nog steeds Adders worden aangetoond. In 2010 en 2011 zijn in totaal van 153 adulte en subadulte dieren gegevens verzameld.

Na meer dan 20 jaar is in augustus 2011 door Jan Koschorrek van het Biologische Station Wildenrath op Duits grondgebied op vijf meter van de Nederlandse grens een mannelijk dier gevangen bij het Scherpenzeel, aan de voet van de helling bij het Vogelreservaat. Dit is sinds tientallen jaren de enige gedocumenteerde vondst in de Kreis Heinsberg. Aan de andere zijde van het Meinweggebied is op Duits grondgebied sprake van een echte deelpopulatie. Na de herontdekking van de Adder in de Lüsekamp in 2010 (LENDERS & KOLSHORN, 2011) zijn ook in 2011 weer verscheidene, nog onbekende adulte dieren ter plekke vastgesteld. In totaal zijn 14 individuen gevonden. De Kreis Viersen lijkt hiermee een kleine, doch stabiele adderpopulatie te bezitten.

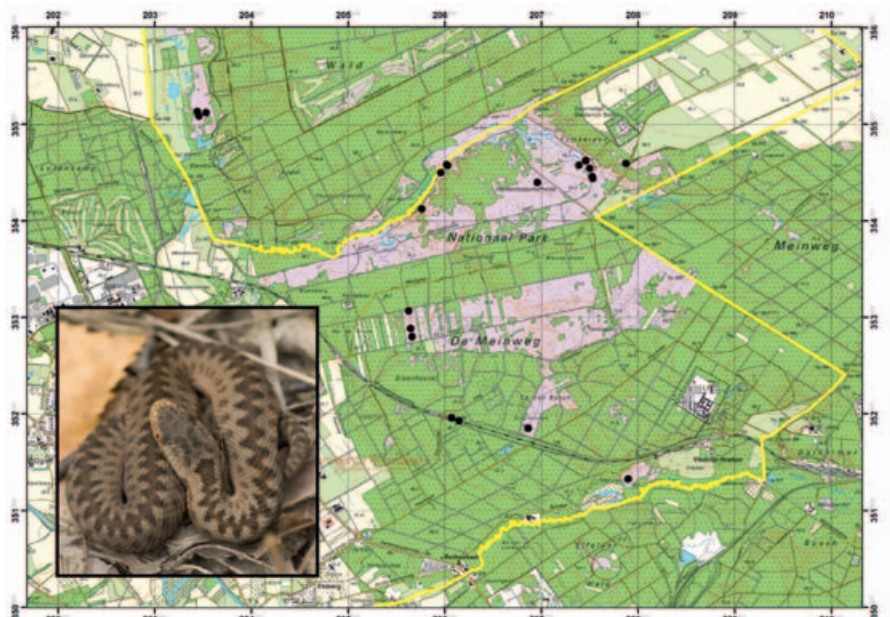
Actuele populatieomvang

Wanneer de data uit 2010 als een steekproef uit de populatie worden beschouwd en de waarnemingen uit 2011 als een tweede steekproef kan aan de hand van terugvangsten van herkenbare dieren een inschatting worden gemaakt van de actuele populatieomvang. Dit wordt gebaseerd op de deelgebieden waarvan in beide jaren data zijn verzameld. Dit betreft het Bosbeekdal, de Lange Luier, het Gagelveld, Het Loom, de Rolvennen, de Slenk, de Lüsekamp en het Paardengat. In totaal werd in 2010 van 67 Adders de kopschildenformule opgenomen. Het betrof 37 vrouwtjes en 30 mannetjes. Juvenile dieren zijn niet in de berekening betrokken.

In 2011 werd de inventarisatie geïntensiveerd, mede door de inzet van de tweede auteur in het kader van een stageopdracht van het Van Hall-instituut uit Leeuwarden. Dit heeft geresulteerd in de vangst van 128 verschillende dieren, 72 vrouwtjes en 56 mannetjes. In deze groep zaten 23 dieren die ook in 2010 al waren gevonden. Op grond van deze gegevens kunnen we stellen dat de populatie in 2010 in de eerder ge-

FIGUUR 3

Spreiding van vondsten van pasgeboren Adders (*Vipera berus*) (foto: P. Palmén) over de periode 2008-2011 in het Meinweggebied (topografische kaart: © Dienst voor het kadaster en de openbare registers, Apeldoorn 2012).





FIGUUR 4

Afwijking in het buikschildpatroon van een Adder (Vipera berus) (foto: A. Lenders).

tijdens de inventarisaties waargenomen. Alle vangstlocaties van de jaren 2008-2011 zijn weergegeven in figuur 3. Eerstejaars Adders verplaatsen zich nauwelijks en gaan waarschijnlijk dicht bij hun geboorteplek in winterslaap. De spreiding van juvenielen duidt dan ook op een gespreide voortplanting. Dit is gunstig voor herkolonisatie van uitgevallen deelbiotopen, omdat op deze wijze geschikte adderbiotopen weer bezet kunnen raken.

noemde deelgebieden bestond uit ongeveer 375 dieren. Hoewel de beide steekproeven door de intensiteit van de uitvoering niet volledig vergelijkbaar zijn geven ze toch met grote waarschijnlijkheid een goed beeld van de huidige populatiegrootte.

Niet alle potentiële leefgebieden zijn in deze populatieschatting meegenomen. Ook is duidelijk dat er mogelijk nog op andere plekken kleine, niet in beeld gebrachte addervoorkomens aanwezig zijn die het hier gepresenteerde aantal nog iets kunnen verhogen.

Voortplanting

Uit onderzoek blijkt dat Adderpopulaties in grote mate afhankelijk zijn van het reproductieproces en de groei en overleving van subadulte dieren (MADSEN & SHINE, 1992). In datzelfde onderzoek is vastgesteld dat grote (en dus vaak oudere) vrouwtjes de grootste bijdrage leveren aan de voortplanting. De mortaliteit onder geslachtsrijpe vrouwtjes is hoog, en kan jaarlijks oplopen tot 40% (MADSEN & SHINE, 1993). In Zuid-Zweden produceert door de hoogte van de predatiedruk ongeveer 50% van de vrouwtjes maar één keer een legsel. Een beperkt aantal vrouwtjes kan in een tweejaarlijkse voortplantingscyclus (vergelijkbaar met die in Nederland) wel vier of vijf keer in hun leven jongen krijgen. De grootte van de worpen is meer afhankelijk van de lichaamslengte van de vrouwtjes dan van de leeftijd van de dieren. Adders zetten dus vooral in op lengte. Zelfs bij juveniele dieren wordt het opgenomen voedsel vooral omgezet in groei en minder gebruikt voor de opbouw van een goede lichamelijke conditie (FORSMAN & LINDELL, 1996). Blijkbaar is het evolutionaire voordeel dan het grootst.

Het is verheugend dat de laatste jaren een toenemend aantal juveniele dieren wordt gevonden (LENDERS, 2008). Deze trend is voortgezet in 2010 en 2011. Over beide jaren zijn in totaal 26 pasgeboren Adders

DNA-onderzoek

In 2010 zijn van 56 individuen in diverse deelpopulaties DNA-samples verzameld om een eventueel optredende inteeltproblematiek te kunnen vaststellen. Deze monsters werden verkregen door met swabs wat slijmvlies weg te halen van de binnenzijde van de mond of door het analyseren van vervellingshuiden.

Al eerder is er DNA-onderzoek aan de Meinwegpopulatie verricht (JANSSEN, 2010), met name om de genetische diversiteit binnen de populatie vast te stellen. Daaruit bleek dat de Adders op de Meinweg, ondanks de geïsoleerde ligging van het gebied, niet sterker genetische verarmd zijn dan dieren uit andere Nederlandse addergebieden (HUISMAN, 2006). Door het geringe aantal onderzochte dieren per deelgebied kon toen echter onvoldoende inzicht worden gekregen in de genetische diversiteit van de subpopulaties. Wel werd aan de hand van de gebruikte markers geconstateerd dat de erfelijke variatie binnen de verschillende subpopulaties kleiner is dan voor de Meinweg in zijn geheel. Dit werd verklaard doordat er per deelpopulatie andere allelen verloren zijn gegaan, wat in elke deelpopulatie leidt tot verarming van het genetisch potentieel.

Van de 56 in 2010 aangeleverde DNA-monsters bevatten er 55 voldoende materiaal voor een analyse. De resultaten (URSENBACHER, 2011) geven aan dat de omvang van de adderpopulatie in het Meinweggebied in potentie voldoende genetische diversiteit heeft om zich op lange termijn te kunnen handhaven. Het gebrek aan differentiatie tussen de verschillende deelpopulaties doet vermoeden dat sprake is van één grote gemengde populatie. Zowel populatieomvang als genetische diversiteit maken het niet nodig om genetisch materiaal van elders te introduceren. Beide zijn voldoende groot.

Buikschilden

In 2010 en 2011 is opnieuw gekeken naar gedeelde en andere afwijkende buikschilden. In de meeste gevallen lopen de buikschilden dan niet over de volle breedte van de buik door, maar zitten er links of rechts halve of kwart schilden [figuur 4]. Soms is ook het anaalschild gedeeld [figuur 5]. Aan- of afwezigheid van zulke afwijkingen is voor vrijwel alle dieren genoteerd. In eerdere studies (DORENBOSCH & VAN HOOFF, 2000; JANSSEN, 2010) is geconstateerd dat de Adders in het Mein-



FIGUUR 5

Gespleten anaalschild bij een Adder (Vipera berus). Afwijkingen aan schilden werden bij elk individu altijd apart genoteerd (foto: T. Leerschool).

FIGUUR 6

Het effect van de adderverbindingszones in het Meinweggebied is nog onvoldoende onderzocht. Kleinschalige ingrepen blijven voorlopig noodzakelijk voor de instandhouding van geschikte reptielbiotopen (foto: A. Lenders).

weggebied een relatief hoog percentage afwijkingen bezitten (respectievelijk 62,5 en 68,5%). Dit is in vergelijking met andere addergebieden in Nederland hoog; elders is dit percentage meestal lager dan 50%. Alleen het Haaksbergerveen scoort ook redelijk hoog (circa 55%). De afwijkingen worden vaak in verband gebracht met een gebrek aan genetische diversiteit en verhoogde sterfte (MERILÄ *et al.*, 1992; GAUTSCHI *et al.*, 2002). Toch blijft er discussie over een directe relatie. Ook HUISMAN (2006) en JANSSEN (2010) konden die relatie in een vergelijkende studie tussen enkele Belgische en Nederlandse addergebieden niet bevestigen. In 2010 en 2011 werden 159 slangen op dezelfde afwijkingen bekeken. Verrassenderwijs bleek dat over deze jaren slechts 26% van de Adders afwijkingen in het buikschildenpatroon vertoonden. De verhouding ten opzichte van het volledig vergelijkbare onderzoek in 1999 (DORENBOSCH & VAN HOOF, 2000) is daarmee in tien jaar tijd geheel omgekeerd.

Het lijkt zodoende uitgesloten dat de afwijkingen bij de buikschilden een genetische achtergrond hebben. In de tussenliggende tijd hebben te weinig generatiewisselingen plaatsgevonden om de eigenschappen te fixeren. Nog niet uitgesloten kan worden dat de dieren met veel buikschildafwijkingen minder vitaal zijn en er zo toch een kans is op verhoogde sterfte. JANSSEN (2010) controleerde enkele dieren met röntgenfotografie en constateerde dat afwijkende buikschilden niet samen gingen met afwijkingen in ribben en wervels. Een causaal verband met voortbeweging lijkt dus niet aanwezig. Mogelijk moet de verklaring voor het verschijnsel meer gezocht worden in weersomstandigheden die een direct effect hebben op de embryologische ontwikkeling (LOURDAIS *et al.*, 2004).

LEVENSvatbaarheid

Zoals de genetische studie bevestigt zijn er nog volop mogelijkheden om de Adder voor de Meinweg te behouden. De aantalsontwikkeling van zowel juveniele als volwassen dieren laat een stijgende lijn zien (LENDERS, 2008). In sommige deelgebieden waar de soort als verdwenen beschouwd werd zitten toch nog Adders. Slechts enkele subpopulaties (Woest, Natte Luier en Schöndelsdeel) lijken het laatste decennium volledig te zijn verdwenen. Hoewel de ontwikkelingen nog geenszins geruststellend zijn, is er toch een mogelijke kentering waarneembaar. In de toekomst dienen alle middelen ingezet te worden voor een beheer op maat. Dit betekent vooral streven naar een

FIGUUR 7

Tot het beheer behoort behalve het kappen van bomen en struiken ook de aanleg van kleine waterbiotopen. Poelen trekken amfibieën aan die belangrijk zijn als voedselbron voor de Adder (*Vipera berus*), maar zorgen ook voor een meer gevarieerde vegetatie (foto: A. Lenders).



kleinschalige en gevarieerde vegetatiestructuur. Al lijkt het aanleggen van verbindingszones tussen de diverse deelgebieden door de geconstateerde hoge genetische diversiteit minder urgent, aan het Adderbeschermingsplan dient onverkort uitvoering te worden gegeven. Het voorziet immers tevens in maatregelen om de vegetatiediversiteit te verhogen. Alleen door gerichte lokale beheersmaatregelen kan het biotoop van de Adder, tegen het allesoverheersende negatieve effect van de verdroging in, behouden blijven en verder ontwikkeld worden [figuur 6 en 7].

De duurzaamheidsanalyse van de adderpopulatie (WIEMAN *et al.*, 2000) wees op een geringe duurzaamheid als gevolg van isolatie van deelpopulaties en de geringe omvang van de kernleefgebieden. Al lijkt deze conclusie door het genetisch onderzoek tegengesproken te worden, de ingezette ontwikkelingen zijn nog niet duurzaam genoeg om lokale en kleinschalige beheersingrepen achterwege te kunnen laten.

DANKWOORD

Deze studie is mede mogelijk gemaakt door de inzet van provinciale financiële middelen gekoppeld aan de Natuurkwaliteitsimpuls NP De Meinweg en de medewerking van diverse medewerkers van Staatsbosbeheer, waarvan Ger Hendriks en Thea van der Veen speciaal genoemd dienen te worden. Karine Letourneur (kantoor NHGL) wordt bedankt voor het vervaardigen van het kaartje.

We danken het Van Hall-instituut voor het beschikbaar stellen van een stageplaats waarvan de tweede auteur dankbaar gebruik heeft gemaakt.



Summary

VITALITY OF THE ADDER POPULATION AT THE MEINWEG NATIONAL PARK

The current status of the Adder population at the Meinweg National park (province of Limburg) was determined in a survey study in 2010 and 2011. All animals could be individually recognized by means of their characteristic pattern of head scales. Recapture in 2011 of Adders (*Vipera berus*) which had also been caught in 2010 yielded an estimated population size of about 375 individuals. This suggests that the Adder in the National Park is recovering from a serious dip in the early years of the 21st century.

Another indication for the recovery of the population was the successful reproduction, as evidenced by an increasing number of juveniles in recent years. Samples of DNA from 55 individuals were taken and analysed to investigate the genetic diversity and structure of several subpopulations. The results show that the population size is large enough to maintain sufficient genetic diversity. The lack of differentiation between the subpopulations suggests no inbreeding, but a diverse mixed gene pool. The number of abdominal scale abnormalities had decreased from 62.5% in 1999 to 28% in 2010-2011. This proves that such scale abnormalities do not have a genetic cause, but are probably due to climate changes. Any relation with the vitality of the Adder population remains unclear.

Habitat management should be concentrated in small parts of the area (the best Adder biotopes), and should aim to create a great diversity and rich structure in the vegetation to maintain and create the best Adder biotopes.

Zusammenfassung

DIE VITALITÄT DER KREUZOTTERPOPULATION IM NATIONALPARK „DE MEINWEG“

In den Jahren 2010 und 2011 wurde im Nationalpark „De Meinweg“ eine Bestandsaufnahme der Kreuzotter (*Vipera berus*) gemacht, um den aktuellen Bestand dieser Art festzustellen. Jedes einzelne Tier kann an Hand der Anordnung der Schuppen auf der Oberseite des Kopfes individuell erkannt werden. Über die Tiere die in den Jahren 2010 und 2011 eingefangen wurden, wurde die Anzahl der Tiere auf insgesamt 375 geschätzt. Dies

weist darauf hin, dass sich die Population von einem ersten Tiefpunkt zu Beginn der 2000er Jahre scheinbar erholt hat. Ein weiteres Indiz für die Erholung der Population ist die erhöhte Reproduktion, welche sich durch einen Anstieg der Jungtiere in den letzten Jahren bemerkbar machte.

Bei 55 Tieren wurden DNA-Analysen durchgeführt, um die genetische Diversität und Struktur einzelner Subpopulationen zu ermitteln. Die Ergebnisse zeigten dass die Population groß genug ist um genügend genetische Diversität aufrechterhalten zu können. Da unter den einzelnen Subpopulationen ein Austausch stattfinden kann, kann reine Inzucht ausgeschlossen und ein divers gemischter Genpool angenommen werden.

Die Anzahl der Abweichungen in der Beschuppung des Bauchschildes sanken von 62,5% im Jahre 1999 auf 28% in den Jahren 2010 und 2011. Dies zeigt dass die diese Abweichungen nicht auf genetische Ursachen zurück zu führen sind sondern ihre Ursache eher in Veränderungen des Klimas zu suchen sind. Eine Verbindung zur Vitalität der Kreuzotterpopulation ist noch nicht klar. Es wurde vorgeschlagen mit dem Biotopmanagement in den wichtigsten Kreuzotterbiotopen fort zu fahren und auf diese Weise eine hohe Diversität und reiche Struktur in der Vegetation zu schaffen, um der Kreuzotter ein best mögliches Biotop bieten zu können.

Literatuur

- DORENBOSCH, M. & P.(H.) VAN HOOF, 2000. De Adder in het Meinweggebied. Een morfologische vergelijking met twee andere Nederlandse populaties. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht.
- FORSMAN, A. & L.E. LINDELL, 1996. Resource dependent growth and body condition dynamics in juvenile snakes: an experiment. *Oecologia* 108 (4): 669-675.
- FRIGGE, P., V. KOBUSSEN, K. MUSTERS & G. VAN WERSCH, 1978. Adders in het Meinweggebied. Rapport no. 150. Zoölogisch Laboratorium, Afdeling Dieroecologie. Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen.
- GAUTSCHI, B., A. WIDMER, J. JOSHI & J.C. KOELLA, 2002. Increased frequency of scale anomalies and loss of genetic variation in serially bottlenecked populations of the dice snake, *Natrix tessellata*. *Conservation Genetics* 3 (3): 235-245.
- HUISMAN, J., 2006. Analyses of genetic diversity of Dutch Adder (*Vipera berus*) populations with

AFLP markers. Wageningen University, Animal Sciences, Wageningen.

- JANSSEN, P., 2006. Individuele herkenning bij de adder. *RAVON* 8 (1): 9-11.
- JANSSEN, P., 2010. De genetische diversiteit van Adders in het Meinweggebied. *Natuurhistorisch Maandblad* 99 (7): 152-159.
- KLOMPEN, H. & D. SMEETS, 1979. Adders in het Meinweggebied. Rapport no. 163. Zoölogisch Laboratorium, Afdeling Dieroecologie. Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen.
- LENDERS, A.J.W., 2000. Merkmethode bij de herpetofauna. Patronen van kopschilden als individuele herkenning bij de adder. *RAVON* 3 (1): 13-18.
- LENDERS, A.J.W., 2004. De achteruitgang van de adderpopulatie in het Gagelveld (Meinweggebied). Mogelijke oorzaken en kansen op herstel. *Natuurhistorisch Maandblad* 93 (5): 167-169.
- LENDERS, A.J.W., 2008. Populatie dynamica bij reptielen in relatie tot het terreinbeheer. Resultaten van een veldstudie over meer dan dertig jaar in Nationaal Park De Meinweg. *Natuurhistorisch Maandblad* 97 (8): 161-168.
- LENDERS, A.J.W., M. DORENBOSCH & P.(W.A.M.) JANSSEN, 2002. Beschermingsplan adder Limburg. Bureau Natuurbalans-Limes Divergens/Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Nijmegen/Roermond.
- LENDERS, A.J.W., P.W.A.M. JANSSEN & M. DORENBOSCH, 1999. De adder, hét symbool van Nationaal Park De Meinweg. *Natuurhistorisch Maandblad* 88 (12): 316-320.
- LENDERS, A.J.W. & P. KOLSHORN, 2011. De herontdekking van de Adder in de Lüsekamp (Meinweggebied). *Natuurhistorisch Maandblad* 100 (10): 205-210.
- LOURDAIS, O., R. SHINE, X. BONNET, M. GUILLON & G. NAULLEAU, 2004. Climate affects embryonic development in a viviparous snake, *Vipera aspis*. *Oikos* 104 (3): 551-560.
- MADSEN, T. & R. SHINE, 1992. Determinants of reproductive succes in female adders, *Vipera berus*. *Oecologia* 92 (1): 40-47.
- MADSEN, T. & R. SHINE, 1993. Costs of reproduction in a population of European adders. *Oecologia* 94 (4): 488-495.
- MERILÄ, J., A. FORSMAN & L.E. LINDELL, 1992. High frequency of ventral scale anomalies in *Vipera berus* populations. *Copeia* 1992 (4): 1168-1173.
- URSENBACHER, S., 2011. Conservation genetics of the adder population (*Vipera berus*) in Meinweg (the Netherlands). Department Umweltwissenschaften. Institut für Natur-, Landschafts- und Umweltschutz (NLU), Basel.
- WIEMAN, E.A.P., R.J.F. BUGTER, E.A. VAN DER GRIFT, A.G.M. SCHOTMAN, C.C. VOS & S.S.H. LIGHART, 2000. Beoordeling ecologische effecten reactivering 'Ijzeren Rijn' op het gebied de Meinweg. Rapport nr. 081. Alterra, Wageningen.