

LUTRA

Volume *Deel* 48 – Number *Nummer* 2 – December 2005

Contents *Inhoud*

Editorial / Redactioneel

- 65 **From wild cats to wildcats**
Editorial board

Contributed Papers / Artikelen

- 67 **The wildcat (*Felis silvestris*) finally recorded in the Netherlands**
Kees J. Canters, Johan B.M. Thissen, Annemarie (M.A.J.) van Diepenbeek,
Hugh A.H. Jansman & Kor Goutbeek
- 91 **The effects of landscape attributes on the use of small wildlife underpasses by weasel (*Mustela nivalis*) and stoat (*Mustela erminea*)**
Maarten R. van Vuurde & Edgar A. van der Grift
- 109 **In memoriam dr. Anne van Wijngaarden (1925-2004)**
Sim Broekhuizen & Vincent van Laar

Comments / Commentaar

- 131 **Reintroduction of the otter (*Lutra lutra*) in the Netherlands: did it really meet international guidelines**
Bram E. van Liere & Lowie E. van Liere
- 135 **Reintroduction of the otter in the Netherlands: implementation of international guidelines in the pre-release phase**
Pieter van 't Hof & Frank van Langevelde

Book Reviews / Boekbesprekingen

- 139 **Seed dispersal (1)**
Eric Cosyns
- 140 **Seed dispersal (2)**
A. Maarten Mouissie

Index

- 143 **Contents of Volume 48 (2005)**



LUTRA



Lutra is a scientific journal published by the Society for the Study and Conservation of Mammals (VZZ). The society is dedicated to the study and protection of native mammals in Europe. Lutra publishes peer-reviewed scientific papers on mammals across all disciplines, but tends to focus on ecology, biogeography, behaviour and morphology. Although exceptions are made in some cases, Lutra generally publishes articles on mammal species native to Europe, including marine mammals. Lutra publishes full articles as well as short notes which may include novel research methods or remarkable observations of mammals. In addition Lutra publishes book reviews, and compilations of recent literature on mammals. Lutra publishes in British English as well as Dutch. Lutra publishes two issues per year and Lutra is indexed in 'Biological Abstracts', 'Zoological Record' and 'Artik'.

Editorial board <i>Redactie</i>	Kees J. Canters (editor-in-chief), Jasja Dekker (secretary), Edgar A. van der Grift, Jan Piet Bekker, Kamiel Spoelstra, Goedele Verbeylen, Ben Verboom (managing editor)
Address <i>Adres</i>	Oude Kraan 8, NL-6811 LJ Arnhem, The Netherlands e-mail: lutra@vzz.nl
Website	Lutra is also available from the internet: http://www.vzz.nl
Subscription <i>Abonnement</i>	The annual fee for a subscription to Lutra is € 17.50. The annual fee for a Lutra subscription and VZZ-membership is € 25. This also includes a subscription to <i>Zoogdier</i> , a journal that publishes in Dutch only. Students are entitled to a discount of € 4.50 for the first two years of their VZZ-membership. Outside The Netherlands or Belgium: add € 3.50 to all prices. Send payment to one of the following accounts: The Netherlands: account 203737 of the 'Postbank', addressed to VZZ, Arnhem, Netherlands (IBAN: NL75PSTB0000203737; BIC: PSTBNL21). Belgium: account 000-1486269-35 of the 'Bank van de Post', addressed to VZZ, Arnhem, The Netherlands.
Stichting Publicatiefonds Lutra	Rob C. van Apeldoorn, Edgar A. van der Grift & Bauke Hoekstra Information: Bornsestraat 118, NL-7601 GK Almelo, The Netherlands

SOCIETY FOR THE STUDY AND CONSERVATION OF MAMMALS

Information <i>Secretariaat</i>	VZZ, Oude Kraan 8, NL-6811 LJ Arnhem, The Netherlands tel. +31 (0)26 37 05 318; fax +31 (0)26 37 04 038 e-mail: zoogdier@vzz.nl website: http://www.vzz.nl
English language editing by:	textualhealing.nl
Photograph cover by:	Edgar A. van der Grift
Art:	Elias Nauta (page 90, 108), Ed Hazebroek (130, 138)

Instructions to authors

When you prepare a manuscript for Lutra please comply with the guidelines set out below. For additional information on style and format please consult a recent issue and the "How to submit a paper to Lutra" document that is available in English as well as Dutch from the internet (<http://www.vzz.nl>) or VZZ office (address see 18).

- Lutra publishes in British English as well as Dutch.
- Choose an informative title for the manuscript that does not exceed 15 words.
- Use 200-250 words for the abstract of a full article. For short notes an abstract is not required, but if desired it should be 100-150 words. Add a Dutch summary (400 words maximum for a full article, 250 for a short note).
- Use up to ten different key words or short phrases that best identify the manuscript.
- A manuscript should generally follow a standard scientific format. When appropriate you may subdivide the text with second or even third level headings.
- When you name a species for the first time in the text use the English or Dutch name, depending on the language of the article, followed by the scientific name between brackets and in italics: pine marten (*Martes martes*).
- When you report the findings in the results section avoid repetition from tables or figures, but do integrate the most important or interesting aspects in the text.
- Use digits for numbers from 13 and up, and use words for numbers up to twelve. If a number is part of a measurement unit use digits: 7 g or 2.5 km.
- In general, refer to tables, figures and photographs at the end of a sentence between brackets: (figure 1) or (table 1) or (photo 1). With maps use a scale bar to depict the units of measurement or distance. For figures use simple symbols or patterns, all in black and white. Contact the editorial board if you need to have a figure printed in colour. When you construct a table use tabs or the table function and use only horizontal lines.
- Tables, figures and photographs are either one or two columns wide. Please prepare your tables and figures in such a way that the axis titles remain readable. Use the "times new roman" font for the axis titles, legend and possible footnote. Axis titles start with a capital letter and have no point at the end.
- Reference citations in the text are normally placed at the end of a sentence. Use "et al." for three authors or more. The references are first arranged in chronological order and then in alphabetical order: (Reeve & Huijser 1999, Broekhuizen et al. 2000, Jansman & Broekhuizen 2000).
- List the references in alphabetical order and then by year of publication. Do not prepare your manuscript with tabs here. Please provide the full name of a journal. For books only name the first location if a publisher has offices in more than one city. Use the full name of the country, but abbreviate United Kingdom and United States of America: UK and USA. Only refer to a site on the internet if you are reasonably sure the site concerned has a relatively long life span. Please review the following examples.
- Barrett, G.W. & J.D. Peles (eds.) 1999. Landscape ecology of small mammals. Springer, New York, USA.
- Bergers, P.J.M. 1997. Versnippering door railinfrastructuur. Een verkennende studie. Report 262. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen, The Netherlands.
- Clarke, G.P., P.C.L. White & S. Harris 1998. Effects of roads on badger *Meles meles* populations in south-west England. *Biological Conservation* 86: 117-124.
- Clevenger, A.P. 1998. Permeability of the Trans-Canada Highway to wildlife in Banff National Park: importance of crossing structures and factors influencing their effectiveness. In: G.L. Evink, P. Garrett, D. Zeigler & J. Berry (eds.). *Proceedings of the international conference on wildlife ecology and transportation: 109-119. FL-ER-69-98.* Florida Department of Transportation, Tallahassee, USA.
- Shkedy, Y. & B. Shalmon 1997. Evaluating open landscapes in the Negev Desert, and the implications on military activity. *Nature Reserves Authority, Jerusalem, Israel.* (In Hebrew with English summary).
- Use the entire width of the page; do not prepare your manuscript in two columns. Do not hyphenate words at the right margin and use only left justified text. Prepare your manuscript on A4 sized pages with 2.5 cm margins and double space between the lines.
- The first page should show the title, authors and authors' addresses. The page that follows starts with the abstract, immediately followed by the key words and the body of the manuscript. Tables and accompanying text should be placed at the end of the manuscript, followed by the text accompanying figures and photographs. The figures and photographs should be on separate pages that also show the figure number and the name of the first author.
- Book reviews of Dutch publications may be written in either Dutch or English. Reviews of publications in any other language should be written in English.
- We encourage you to submit your manuscript digitally (3.5" diskette or cd rom, preferably in Word97) and through e-mail as this speeds up the reviewing process. If you submit your manuscript on paper please include a total of three copies (laser printer, figures with 600 x 600 dpi). Please include the telephone number, fax number and e-mail address of the corresponding author.
- There are no page charges for Lutra, but contact the corresponding editor for information concerning the costs of colour illustrations.
- Manuscripts should be sent to the editorial board: Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming (VZZ), Redactie Lutra, Oude Kraan 8, NL-6811 LJ Arnhem, The Netherlands. The e-mail address of the editorial board is: lutra@vzz.nl. Close to or shortly after publication you will receive 25 reprints free of charge.
- The editorial board strongly advises you to have your manuscript critically reviewed by colleagues before you submit your manuscript.

The wildcat (*Felis silvestris*) finally recorded in the Netherlands

Kees J. Canters¹, Johan B.M. Thissen², Annemarie (M.A.J.) van Diepenbeek³,
Hugh A.H. Jansman⁴ & Kor Goutbeek⁵

¹Zuiderkerkstraat 12, NL-8011 HG Zwolle, The Netherlands, e-mail: k.j.canters@freeler.nl

²Mansberg 7, NL-6562 MA Groesbeek, The Netherlands

³Plevierdonk 3, NL-5467 CT Veghel, The Netherlands

⁴Alterra, Centre for Ecosystem Studies, P.O. Box 47, NL-6700 AA Wageningen, The Netherlands

⁵Willemsweg 178, NL-6531 DR Nijmegen, The Netherlands

Abstract: Over recent years in the Netherlands a few cats have been found or seen in the field that showed characteristics of the wildcat. These observations are critically analysed here. Firstly a short overview is presented of the internal and external differences between the wildcat (*Felis silvestris*) and the domestic cat (*Felis catus*), and of the taxonomy and distribution of the wildcat. Important internal differences are the length of the intestinal tract (wildcat: <170 cm; domestic cat: >155 cm) and the intracranial volume (wildcat: >31 cm³; domestic cat: <38 cm³). The most distinguishing external differences are outlined. There are four recognisable groups of *Felis silvestris*: a. the thickset, heavily furred forest cats of Europe – the *silvestris* group; b. the light-bodied steppe cats of Asia – the *ornata* group; c. the slim, long-legged cats from Africa – the *lybica* group; and d. the domestic cat which can be found all over the world – the *catus* group. The closest wildcat habitats to the Netherlands lie to the south (in the Eifel hills, Germany, and the Ardennes, Belgium) and the east (in the area between the river Weser and the Harz mountains, Germany). Knowledge about the presence of the wildcat in the Netherlands in (pre)historical times is reviewed. Results of excavations show that the species lived in the Netherlands at least until the Roman Period. Shortly afterwards, the wildcat appears to have disappeared from the Netherlands, possibly because of deforestation. Although it cannot be excluded that it continued to live in the Netherlands after the Roman Period, we do not know of any records to confirm this. It is striking that in contrast to the wildcat, the presence and disappearance of other species of interest from the Netherlands, such as the beaver, otter, lynx and wolf, received much more attention. From the 1950s and the 1960s there have been observations of cats mainly from the province of Limburg, in the far south of the Netherlands. These findings showed one or more characteristics that pointed in the direction of wildcat. Nevertheless, not one definite positive observation has been obtained. And, in spite of persisting rumours, we have not been able to obtain any convincing information about observations from the 1970s, 1980s and early 1990s. On 13 June 1999 a dead wildcat was found near Groenlanden, close to Nijmegen. The intracranial volume of this animal measured 40.0 cm³ and the processus condylaris was longer than the processus angularis; identification as wildcat was supported by the colour and pattern of the fur. On 1 November 2002 a road casualty, a female, was found near Vaalsbroek Castle near Vaals, South-Limburg, whose external characteristics all looked like wildcat. On 1 March 2004 a young male wildcat was caught near Heeze (province of Noord-Brabant); the external appearance of a wildcat was supported by identification by DNA analysis; this cat was released after being measured. However, it later emerged that this cat was an unintentional introduction brought back as a domestic pet from the Vosges (France), which later strayed. Besides these three, positive observations, our intensive investigations have yielded three other observations of, what could have been, wildcats: two finds, in 1995 and 2001, and a sighting in 2004. Although the presence of the wildcat in the Netherlands has now been proven, reproduction and the presence of a sustainable population have not been determined. The most obvious place of origin of the wildcats seen in the Netherlands seems to be the Eifel in Germany, although the Ardennes in Belgium might also be a source. The population in the Eifel has grown strongly during the last 15 years, resulting in an estimated total of 250 animals in 2005 alone in the northern Eifel. Several possible explanations can be given for the presence of the wildcat in the Netherlands now. These include more extensive, and

© 2005 Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming. Lutra articles also on the internet: <http://www.vzz.nl>

more suitable, habitat, changes in the management of nature reserves, growing tolerance by humans towards wildcats and vice versa, and an overflow from neighbouring areas, especially the Eifel, where wildcats live. Further research is needed to show the relative importance of these and other factors. In view of the legal status of the wildcat, heavily protected by national law and by several international treaties, the, small but real, chance of an encounter with a wildcat in the Netherlands has important consequences for nature management. Current legislation permits the shooting of domestic cats running wild. This is already problematic due to the uncertainty in determining, in the field, whether or not an animal is 'running wild'. More care now needs to be exercised to determine whether one is dealing with a feral domestic cat or a wildcat. We therefore urge responsible organisations to start a campaign to inform nature-managing institutions, in particular hunting clubs, about this new situation. We recommend that individual site managers and hunters do not shoot supposed domestic cats running wild, but catch them alive to ensure a correct identification and to exclude a possible violation of the law.

Keywords: wildcat, *Felis silvestris*, domestic cat, *Felis catus*, distribution, the Netherlands, nature conservation, management.

Introduction

At the end of the 1990s possible wildcat sightings were reported from the southeast of the Netherlands and the discussion about the occurrence of the wildcat in this country started once again. This article deals with these records and their implications, especially for site management and the control of feral cats.

The wildcat (*Felis silvestris*) is larger and more heavily built than the domestic cat (*Felis catus*) and has a large head, sturdy legs and a bushy tail ending in a blunt tip (see also: Piechocki 1990, Hemmer 1993). With its longer hairs (see also: Vogt 1991) the wildcat has a rougher coat than the domestic cat, with faint tiger-like body stripes and a black dorsal stripe from the shoulders to the hips. The coat is grey in colour, with a yellowish-brown tinge. The end of the tail has three to five black rings. At first glance a wildcat may look like a striped tabby-coloured domestic cat, but the stripes on the back, sides and legs are less prominent (Vogt 1991) and the domestic cat is also more slender. Some of the most typical external characteristics of the wildcat and of the domestic cat are listed in table 1 (see also: photograph 1).

There are also several differences in internal characteristics. The two most distinguishing are the length of the intestinal tract and the intracranial volume. Piechocki (1990) gives the following measurements for the length of the intestinal

tract: wildcat: ♂ 120-170 cm, ♀ 110-165 cm; domestic cat: ♂ 165-254 cm, ♀ 155-220 cm. Hemmer (1993) gives the following figures for the intracranial volume: domestic cat at most 38 cm³, wildcat at least 31 cm³. If the intracranial volume is lower than 38 cm³, then for a wildcat the index of Schauenberg (1969) – condylobasal length (in mm)/intracranial volume (in cm³) – is lower than 2.75 and higher for a domestic cat. Other differences can be found in the skull. The skull of a domestic cat has a concave glabella; in other words there is a hollow where the nasal and frontal bones meet. The glabella of the wildcat is more or less flat. The wildcat's coronal suture, between the frontal bones and the parietal bones is more indented and it crosses the sagittal suture at a right angle, whereas with the domestic cat this angle is sharp, as the coronal suture curves to the front (Kratochvíl 1973). The lower jaw has another distinguishing characteristic, the length of the processus angularis. In the wildcat this articulate bone partially projects beyond the processus condylaris or reaches at least just as far to the back. In the domestic cat the processus condylaris is distinctly shorter than the processus angularis (Kratochvíl 1973). When the jaw of a wildcat is placed upright, it will stay in this vertical position. However the jaw of a domestic cat will fall over (Piechocki 1990).

The domestic cat has evolved from the bay cat (*Felis silvestris lybica*) that is widely spread over

large parts of Africa and can be also be found further east towards India and China (Heptner & Sludskii 1972, Zhang 1997). Domestication occurred at least 9,200 years ago (Vigne et al. 2004) in the Near East, possibly in Palestine (Brentjes 1965) or Egypt (Clutton-Brock 1999). Sunquist & Sunquist (2002) distinguish four groups: a. the thickset, heavily furred forest cat from Europe and Asia Minor, the *silvestris* group; b. the light-bodied steppe cat from Asia, the *ornata* group; c. the slim, long-legged desert cat from Africa, the *lybica* group *sensu stricto*; and d. the domestic cat, the *catus* group. Recently Johnson et al. (2006) presented new insights, on the basis of an extensive study of DNA samples of all the Felidae, about among others the taxonomic relations within the genus *Felis*. This genus became subdivided at several moments – with the most recent split being into a. the ancestors of *Felis lybica* (in Africa) and of *Felis bieti* (in Eurasia) and into b. ancestors *Felis silvestris* and of *Felis catus* (both in Eurasia). Following Johnson et al., *Felis catus* did not evolve from *Felis lybica*, but from an ancestor that is common to *Felis silvestris*. Thus, *Felis catus* is more closely related to *Felis silvestris* than to *Felis lybica*.

Since the ranges of the European forest cat, the Asian steppe cat and the African desert cat are adjacent and fertile hybrids do occur, we concur with Piechocki (1990) and Hemmer (1993) in considering them to belong to one species *Felis silvestris*. The latter author considers the European forest cat as being a group with at least four subspecies: *tartessia* from the southern part of the Iberian Peninsula, *grampia* from Scotland, *caucasica* from the Caucasus and Asia Minor and *silvestris (sensu stricto)* from the large other parts of the range on the European continent.

The European forest cat occupies a varied habitat, especially heavily wooded landscapes in Europe (mainly deciduous woodland) and an adjacent small area in Asia. This area extends from Portugal and Scotland in the west to the Caucasus and Asia Minor in the east (Sunquist & Sunquist 2002). This cat avoids areas where snow is prevalent, because of reduced availability of food resources, mainly small rodents, hares and rabbits (see also: Piechocki 1990) and because it also moves with great difficulty in snow since it is relatively short-legged (Sunquist & Sunquist 2002).

Table 1. Some external characteristics of wildcat and tabby-coloured domestic cat. These characteristics can be used for sightings, provided that the viewing conditions are excellent (after Piechocki 1990, Stahl & Leger 1992, Hemmer 1993).

Characteristic	Wildcat	Domestic cat (tabby colour)
appearance	robust, bulky	more slender
coat	thick, full, long-haired	shorter haired
coat colour	yellowish to brownish (light)grey	different colour and glossy
coat pattern	vague pattern of stripes (tabby or with tiger like pattern)	pattern mostly prominent
tail	thick, black and blunt tip ("black knob"), with 3-5 fairly well visible black continuous rings on the distal part	thin, tapered, discontinuous rings
dorsal stripe	vague, narrow, black interrupted stripe, between hips and shoulders (see also: photograph 1)	different
vibrissae	(conspicuously) white and large	less white and not that large
muzzle	light to white colour	different
nose leather	light colour	mostly darker
ear	(by longer hairs) looking small	appear larger
bib	white, mostly prominent (sometimes also a white patch between the front legs and the hind legs)	less prominent
colour and pattern	irregular black pattern around toes	completely black
hind foot		
nails	light keratin colour	light or dark keratin colour



Photograph 1. Skins of a wildcat (*Felis silvestris*) (left) and a tabby-coloured domestic cat (*Felis catus*): besides differences in the colour pattern (less pronounced for the wildcat, with the stripes less visible) and the tail (thicker in the wildcat), the wildcat clearly shows a narrow dorsal stripe that does not cross the shoulders and that extends as far as the tail. *Photograph: Gerard Müskens.*

There are two separate wildcat populations quite close to the Netherlands (Stahl & Leger 1992, Raimer 1994, Hemmer 1999, Sunquist & Sunquist 2002). One covers a large area in the northeast of France, the Ardennes, Luxemburg, and the southwest of Germany, including the Eifel hills. The other population is further away and covers the area of central Germany between the river Weser and the Harz mountains.

Van Bree published (see below) records of wildcat in the Dutch Province of Limburg in the 1950s and 1960s. However in all these cases, conclusive identification could not be established (van Bree et al. 1971). One case however (at Heerlen in Limburg Province in 1963) remained the subject of debate after Van Bree's review (see below).

Occurrence of the wildcat in the Netherlands in the past

Prehistoric times and Roman Period

Archaeological excavations of settlements and hunting camps in the Holocene delta soils of the Netherlands have turned up bones that are attributed to wildcats. The oldest finds date from about 8500 BC and the most recent from the Roman Period. Examples are excavations at Zutphen (circa 8500 BC) (Groenewoudt et al. 2001), Hardinxveld-Giessendam (5500-5000 BC) (Wijngaarden-Bakker et al. 2001), Swifterbant (Flevoland; circa 4000 BC) (Zeiler 1997), Ypenburg (near Rijswijk, Zuid-Holland) (circa 3500 BC) (de Vries & Laarman 2004), Hekelingen (near Spijkenisse, Zuid-

Holland; circa 2800 BC) (Prummel 1987), Kolhorn (near Schagen, Noord-Holland; circa 2650 BC) (Zeiler 1997), Vlaardingen (circa 2200 BC) (van Bree 1961), Leiden (circa 350 BC) (van Heeringen 1983), Velsen (circa 250 BC) (IJzereef et al. 1992), Zandvoort (circa 150 BC) (IJzereef et al. 1992), Velsen (circa 20 AD) (van Wijngaarden-Bakker 1988), and Valkenburg (150-200 AD) (Gehasse 1997). Van Heeringen (1992) gives the dates of the sites of Leiden, Velsen and Zandvoort.

It has to be stressed that all remains have been found in the low-lying wetland part of the Netherlands. In the dry soil of the uplands organic matter is not conserved. Therefore there is no information about the prehistoric occurrence of the wildcat on the large Pleistocene sandy areas in the centre, east and south of the Netherlands. Since 2000 BC the number of wildcat remains found at individual archaeological sites is lower than in the preceding eras. In the Stone Ages the wildcat was hunted for fur (Louwe Kooijmans 1993). It is possible that Bronze Age people lost interest in hunting wildcats since they kept more sheep and could use their wool for clothing (W. Prummel, personal communication).

The fact that no remains of wildcats have been found at post-Roman sites is not conclusive proof that the wildcat had become extinct in the Netherlands by that time. Nevertheless there is some evidence that the extinction may have occurred by that time. In the Holocene climatic optimum of the Atlanticum and Subboreal the wildcat occurred as far north as Sweden and as far east as Estonia and the river Don in the Ukraine (Bauer 2001). This former maximum range had already started to contract in prehistoric times in response to the deterioration of the climate (Hemmer 1993). This climate deterioration at the transition of the Subboreal to the Subatlanticum, happened around 850 BC (van Geel 1996). The wildcat became extinct in Denmark in the Bronze Age (Degerbøl 1935). In the west of the Netherlands, at least, deforestation may have contributed to an early extinction during the Roman Period.

There are further doubts about the occurrence of the wildcat in the Netherlands in the Roman Period (F. Laarman, personal communication), as this period also saw the first appearance of domestic cats in the Netherlands (Prummel 1993). The oldest, more or less exactly, dated finds of domestic cats are from the dwelling mound at Tritzum near Franeker (circa 100 AD) (Clason 1980), a native settlement in The Hague (circa 125 AD) (Carmiggelt et al. 1998), and the first construction phase of the cellar of a Roman villa at Maasbracht (circa 150 AD) (Kooistra 1996). Clason (1967) reports the remains of a young domesticated cat and an adult wildcat from the Roman castellum Valkenburg, which was used between 39 and 400 AD (de Hingh & Vos 2005). However, in a later publication (Clason 1980) she prefers to call this adult cat *Felis* sp. Thus it is not clear if this was a wildcat or a domestic cat. The site of the castellum Valkenburg was inhabited again in the Early Middle Ages. The remains of the young domesticated cat were found together with Carolingian shards, so it is also possible that the cats' remains date from circa 800 AD (Clason 1967). Other places where remains of domestic cats from the Roman Period have been found include Groningen (Brinkhuizen & Prummel 2004), Rijswijk (Clason 1978), Castricum (Lauwerier & Laarman 1999), Houten (Laarman 1996) and Schagen (Zeiler 1996). The oldest remains of the domestic cat in Belgium are from a Roman villa at Piringen, near Tongeren (circa 80 AD) (Van Neer 1990, Van Neer, personal communication).

Occurrence between Roman Period and 1950

As far as we can ascertain, there is no specific information on the occurrence of the wildcat in the Netherlands in post-Roman times. The authoritative 17th century manuscript on hunting in the west of the Netherlands, edited by Swaen (1948), only mentions the domestic cat. Nineteenth century Dutch books on fauna (Bennet & van Olivier 1822, Schlegel 1862, van Bemmelen 1864 all mention, in general terms, that the wildcat probably occurred in former times, but that it had disappeared.

Bennet & van Olivier (1822) wrote (all citations in the original Dutch) “Gelijk er voldoende redenen zijn, om de ware kat onder de voormalige Nederlandsche dieren te kunnen rekenen, zoo meent men op goede gronden dezelve thans als uit Nederland verjaagd of voor geheel uitgeroeid te moeten houden, ...” [italics by Bennet & van Olivier] (“There are reasons to consider the wildcat to be a former part of the Dutch native fauna, and it is generally thought that the species has been extirpated from the Netherlands.”). Schlegel (1862) mentions that there is no evidence “dat de wilde Kat in vroegere tijden hier te lande geleefd heeft; ofschoon dit niet onwaarschijnlijk is, daar zij nog heden in het naburige Duitschland, en in het Ardenner woud zelfs vrij algemeen voorkomt.” (“... that the wildcat actually lived in the Netherlands, although its present occurrence in neighbouring Germany is not improbable, while the species may even be common in the Ardennes.”) And, next, quoting Van Bemmelen (1864), the wildcat has “bijna zeker in vorige eeuwen [...] ons land bewoond, hoewel [hem] gene bepaalde opgaven bekend zijn. De berigten van het schieten van wilde Katten, die men zelfs nu nog enkele malen in nieuwsbladen vermeld vindt, betreffen verwilderde [italics by Van Bemmelen] voorwerpen.” (“... almost certainly lived in our country in former centuries, although records are unknown. Reports on shooting of wildcats, which may still be found in newspapers, concern stray animals.”) So, there is nothing new under the sun.

The comprehensive Dutch mammal handbook by IJsseling & Scheygrond (1943) does not add any further information on wildcats to the 19th century sources. Thissen & Hollander (1996) do not include the wildcat in their review of the status of mammals in the Netherlands since 1800.

Thus we have not been able to identify any records about the occurrence of the wildcat in the Netherlands between Roman times up to 1950. This is an indication that the wildcat did not occur in the Netherlands in post-Roman times. A different approach to the subject, that of undertaking a study on place names associated with wildcats (as has been done for beavers, badgers

and otters by Van Wijngaarden (1966) and Van Wijngaarden & Van de Peppel (1964, 1970)) does not seem very useful because of the confusion that would be caused by the existence of the domestic cat. This would make it almost impossible to attribute a place-name unequivocally to a wildcat. Moreover there are cat place-names that have nothing to do with this animal (L. Brouwer, personal communication).

Much has been published on the (pre)historical occurrence and disappearance from the Netherlands of other mammal species of interest, like the beaver (*Castor fiber*), the otter (*Lutra lutra*), the lynx (*Lynx lynx*), the wolf (*Canis lupus*), the brown bear (*Ursus arctos*), and the wild boar (*Sus scrofa*) (see: van Wijngaarden 1966, van Wijngaarden & van de Peppel 1970, de Rijk 1987, Pelzers 1988, Verhagen 1989, van de Veen & Lardinois 1991, Mulder 1992, Ervynck 1993). It is remarkable that wildcat was never discussed in the debate about the (re)introduction of carnivores, such as the wolf and the lynx, in the Netherlands. Some of these species have now been purposefully re-introduced into the Netherlands.

In Germany the remains of wildcats from historical times have been found at excavations and in caves from the Middle Ages, but also from the 19th century (Piechocki 1990). Piechocki (1990) mentions that after the Middle Ages, massive deforestation led to the range of the wildcat in Germany being restricted to wooded hill ranges. More recent records, from Westphalia, the eastern part of the German federal state of Nordrhein-Westfalen, show evidence of the presence of wildcats in hill ranges, such as the Teutoburger Wald and the Sauerland in the nineteenth and early twentieth centuries (Feldmann 1984). In Belgium there is evidence that the wildcat was present after the Middle Ages; Tack et al. (1993) mention that, in the period 1586-1783, there were 64 occasions when wildcats were registered in the bounty administration for vermin in the viscounty of Gent, although the wildcat itself had no bounty on its head. So the wildcat appears to have survived for much longer in neighbouring countries that it did in the Netherlands.

Possible occurrence in the 1950s and 1960s

There are a number of striking records of cats in the wild in the Netherlands that date from the 1950s and 1960s. Van Bree (1959, 1963), later the curator of mammals at the Zoological Museum of Amsterdam, and several other authors, have discussed these records in publications (Anonymous 1959, 1961, 1962, 1965, de Haan 1970). At this time it was legal to kill feral domestic cats throughout the year. Some cats shot in this period are reported to have had characteristics similar to those of a wildcat, for example their coat colour, pattern and a bushy ringed tail. Incited by the first uncertain observations and the publications in this period the public was possibly more eager to find 'wildcats'. However, in all those cases where the animal could be checked for internal characteristics (see above), it appeared that at least one crucial feature did not allow identification as a true wildcat.

Thus, no single record of the wildcat in the 1950s and 1960s can be proven to be completely conclusive. Van Bree et al. (1971) eventually concluded that there was no indisputable evidence to support the occurrence of the wildcat in the Netherlands at this time. Consequently the presence of this carnivore in the Netherlands remained unsupported. Yet, one young tomcat caught close to Ter Worm Castle, west of Heerlen, in 1963 (presently in the collection of the Natuurhistorisch Museum Maastricht, Maastricht: NHM St.951 z) was claimed to be a wildcat (e.g. Moonen 1975, Vergoossen & van der Coelen 1986). However, as Van Bree et al. (1971) argued its measurements did not exclude it being a domestic cat (see also: Moonen 1975).

In the text of the first mammal atlas of the Netherlands Van Wijngaarden et al. (1971) mention only the dubious record from Heerlen (van Bree 1963), although the reference list also cites a publication about an alleged wildcat at Haelen (van Bree 1959).

It is thought that at this time there might have been a small, but stable, population in the Rothaar hill range (Sauerland) in Westphalia, Germany (Feldmann 1984).

Possible occurrence in the 1970s, 1980s and early 1990s

We could find no records of wildcats in the Netherlands in the 1970s and 1980s. The second mammal distribution atlas of the Netherlands (Broekhuizen et al. 1992), which covers the period 1970-1988, does not mention the wildcat at all. Yet, Lange et al. (1994) stated that the wildcat, if not already present in the Netherlands, was approaching the borders of our country. Evidence for this statement stems from the finding of footprints by one of the authors (A. van Diepenbeek) on 6 May 1991, which were attributed to wildcat. This was at Eyneburg Castle near Hergenrath in Belgium, just over six kilometres from the Dutch border, south of Vaals. Broekhuizen (1996) takes more or less the same line, speaking about "the steady expansion of the distribution area of the wildcat in the direction of southern Limburg, the Netherlands". Parent (1986) however, in his publication on the current occurrence and legal status of carnivores in Belgium and the Netherlands, only mentions the wildcat in passing, in the context of it only being indirectly protected by the Dutch Hunting Act.

In the forest of Reichswald in Germany, just across the border near Nijmegen, Gerard Müskens and one of the authors (J. Thissen) found a road casualty cat (NL RD-coordinates: 203/417) on 19 April 1987. Van Bree (personal communication), who examined the badly damaged remains (ZMA 23.331), identified this animal as a hybrid between a wildcat and a domestic cat.

In the course of the 1990s there were rumoured sightings of wildcats on several occasions in southern Limburg, the Netherlands. We managed to trace these rumours to observations made in the surroundings of Vaals, the most southeastern part of Limburg, by Leo Backbier. As Backbier died in 2004, we have not been able to make further inquiries. His zoological archives are not currently accessible (E. Gubbels, personal communication) and, as far as we could find out, nothing has been published on these observations. There are no photographs of any wildcat traces. Since there is no physical or

recorded evidence we cannot confirm these observations (however see below, under the heading 'Possible origin').

Recent, but uncertain, records from the Netherlands and adjacent areas in Germany and Belgium

Our investigations have led us to unearth some more unverified records (see also table 2):

- On 11 March 1995 a road casualty cat was found near Maasbree (province of Limburg). The marbled pattern, massive body, weight (5.5 kg), black tipped tail with five rings (although tapered), large head, pink nose leather and conspicuously white whiskers all indicated a wildcat. Its external measurements were: head and body length 52 cm; tail length 31 cm; hind foot length 12 cm (excluding nails); hind foot width: >35 mm; ear length 52 mm. It had a light cream coloured, not sharply delimited, bib. As the cat had small testicles and the canine teeth showed no wear it was probably a young animal. Since the tail length was >50% of the head and body length, it was assumed at the time to be a hybrid, following Halthenorth (1957). However, Schauenberg (1977) and Piechocki (1990) have shown that relative tail length is not a distinguishing characteristic. Most wildcats have tails that measure more than half of the head and body length. No samples were collected for later internal investigation or DNA analysis.
- On 1 March 2001 a road casualty cat was found at Stramproy (province of Limburg). Gerard Müskens and one of the authors (H. Jansman) (both Alterra, Wageningen University and Research Centre) performed an autopsy on the body. It was an adult male, tabby-coloured cat, head and body length 51.2 cm; tail length 27 cm; hind foot length (inclusive nail): 11.8 cm; ear length: 58 mm; length of intestinal tract: 161 cm; skull: concave glabella, i.e. a hollow behind the nasal bones; tail: rather thick, but tapered. The conclusion of the autopsy report read: "Characteristics of wildcat: tail width, partly coat colour; characteristics of hybrid or

feral domestic cat: tail length, head and body length, colour pattern and length of hind foot." Samples were retained for later investigation.

- On 7 November 2004 a rather robust cat was observed in the Millingerwaard near Nijmegen. The animal had a bushy, more or less blunt tail with a black tip and a number of black rings and was extremely shy (see also: Wijsman 1998). Notably this location is close to where the Groenlanden cat was later found (see below); approximately eight kilometres further east along the river Waal and within the same extensive rough and diverse riverbank habitat that lies between Nijmegen and the German border.

We have been unable to positively identify any recent records of wildcat in the area of Germany between the Dutch Province of Limburg and the Rhine (M. Trinzen – Biostation Euskirchen, Eifel, personal communication; R. Hutterer – Universität Bonn, personal communication). In Belgium, the Flemish Institute for Forestry and Game Management has, since 1996, been systematically collecting dead carnivores. It has been asked on several occasions to identify a possible wildcat. However, each time it concluded that it was not a wildcat. These conclusions were based on a combination of characteristics: coat colour, tail, lower jaw, skull sutures, and glabella (K. Van Den Berge, personal communication).

Records of wildcat in the Netherlands since 1995

The cat found at Groenlanden, near Nijmegen

On 13 June 1999 a dead cat was found near Groenlanden, a hamlet near Nijmegen (see also table 2). On the spot photographs were taken of the corpse, which show the following characteristics (see: photographs 2 and 3): the body is bulky to robust; there is a faint striping of the coat, which looks thick and long-haired; the tail is thick and blunt and it has a black tip and 3-4

Table 2. Uncertain and certain records of wildcats (*Felis silvestris*) in the Netherlands since 1995.

Status	Date	Type of record	RD-coordinates	Sex	Most striking and / or convincing features (for more details see text)	Material collected	Observer
uncertain	11 III 1995	road casualty	198/374	♂	coat pattern, tail, body size, whiskers, nose leather	no	Annemarie van Diepenbeek
	1 III 2001	road casualty	174/356	♂	coat pattern (however external sizes indicate domestic cat)	collection Alterra, Wageningen University and Research Centre	Theo van den Berkmortel
	7 XI 2004	sighting	196/431	?	tail, size, behaviour	–	Martin van Lokven
certain	13 VI 1999	found dead	191/431	?	intracranial volume, lower jaw	skull (private collection)	Kor Goutbeek
	1 XI 2002	road casualty	197/308	♀	coat pattern, external measures	skin (collection Klaas Arends, Heerlen)	no longer traceable
	1 III 2004	caught and	169/376	♂	DNA pattern	some hair samples (collection A. van Diepenbeek, Veghel)	Mari de Bijl (Landscape of Brabant Trust) and Annemarie van Diepenbeek released

black rings; the muzzle has a light colour around the mouth. On the original colour photographs the coat looks light yellow-greyish. According to site warden, H. Woesthuis (personal communication), this cat may have lived in this area for about two years

Only the skull of the cat was retained and it is now in a private collection. After examination of the skull Van Bree (personal communication) confirmed (on 1 October 2001) that, in view of its measurements and the intracranial volume, it was definitely a wildcat. On 31 May 2004 two of the authors (K. Canters & H. Jansman) measured the skull again. In addition a tissue sample for DNA analysis was collected from the root channel of one of the molars (see below).

The skull has the following measurements (in mm): condylobasal length: 92.9; length of mandible: 68.1; teeth row length (lower jaw): 34.3;



Photograph 2. The wildcat (*Felis silvestris*) found on 13 June 1999 near Groenlanden (near Nijmegen): the pattern of the trunk is visible, but not rich in contrast. On the original photograph the light basic colour is visible: yellowish grey; note the light coloured chin and corners of the mouth. *Photograph: Kor Goutbeek.*



Photograph 3. Tail of the wildcat (*Felis silvestris*) found on 13 June 1999 near Groenlanden (near Nijmegen): the tail is thick and has four, more or less, clearly visible rings and a blunt and black end. *Photograph: Kor Goutbeek.*

teeth row length (upper jaw): 32.1; interorbital constriction: 19.8; postorbital constriction: 34.2; brain case breadth: 73.0; molar row length (upper jaw): 23.0; molar row length (lower jaw): 19.7; intracranial volume: 40.0 cm³. The Schauenberg index is 2.3. Furthermore, put in a vertical position, the jaw of this cat stayed upright.

The cat found at Vaalsbroek, southern Limburg

On 1 November 2002 a female road casualty cat was found close to Vaalsbroek Castle near Vaals (south of Limburg) (see also: table 2). As the animal was crushed, only the skin was collected. The fur of this cat has the following characteristics (see also: photographs 4, 5, and 6): a long-haired and woolly coat with very thick underfur; coat colour: uniform salt-and-pepper with a yellowish tinge; blunt tail with black tip, on the distal end 4(-5) black continuous rings; between



Photograph 4. Side-view of the wildcat (*Felis silvestris*) found on 1 November 2002 as a road casualty near Vaalsbroek (province of Limburg); note the light colour and faint stripes, the white muzzle and bib, and the thick tail with four clearly visible rings and a black knob. *Photograph: Annemarie van Diepenbeek.*

shoulders and hips a prominent dorsal stripe; sole of hind foot partly with black fields around the toes, white spots between the pads on all four feet; all claws of a light keratin colour; whiskers: white but not conspicuously large; some central, smaller whiskers: black or with a black base; nose leather: light colour; muzzle around mouth: light colour; small white bib. Some external measurements were also taken: head and body length: circa 61 cm; tail length: 22.5 cm (i.e. without hairs); hind foot: circa 14.5 cm; ear length: 39 mm (i.e. without hairs).



Photograph 5. Dorsal view of the wildcat (*Felis silvestris*) found on 1 November 2002 as a road casualty near Vaalsbroek (province of Limburg); note the faint narrow and black interrupted dorsal stripe. *Photograph: Klaas Arends.*



Photograph 6. Tail of the wildcat (*Felis silvestris*) found on 1 November 2002 as a road casualty near Vaalsbroek (province of Limburg); note the tick tail, the more or less clearly visible rings and the black knob. *Photograph: Annemarie van Diepenbeek.*

The cat caught near Heeze (province of Noord-Brabant)

On the 1st of March 2004 a cat was caught in a wire trap cage in a coop at the edge of the “Hubertusbossen” forest, near Heeze, in the Province of Noord-Brabant (see also table 2). This forest, located directly east of the town of Heeze, is a nature area of 750 ha, mainly consisting of varied deciduous and coniferous woods. The surroundings are diverse, with brook valleys, pastures, arable land and the Strabrechtse Heide, a wood and heathland area of 1,100 ha. The trap cage was set because in previous nights two chickens had been killed in the hen house and partially eaten. The trap cage was baited with one of the dead chickens.

Once trapped the cat behaved extremely shyly

and snarled furiously. It was anaesthetised by the local veterinarian to enable one of the authors (A. van Diepenbeek) to measure the animal, and collect a hair sample for DNA analysis. Later the same evening the animal was released in the Hugterheide, a nature area about eight kilometres from where the animal was captured. The owner of the chickens objected to the cat being released close to where it was trapped and he promised to improve the fencing of the chicken run in order to prevent predators from breaking in.

Physically this was a rather meagre tomcat of about one year old (see photographs 7-9) with developed, but not large, testicles. The yellowish grey coloured fur was more or less clearly visibly striped; the tail was rather thick and blunt, with a black tip and with 3-5 black rings distributed over the whole tail, the nose leather was

Photograph 7. Side-view of the wildcat (*Felis silvestris*) trapped on 1 March 2004 near Heeze (province of Noord-Brabant): the relatively short and thick tail has three or four rings (see also: photograph 8) and a black end; the pattern on the trunk is not strongly defined; note the whitish lower lip and white chest. *Photograph: Annemarie van Diepenbeek.*



Photograph 8. Back and side-view of the wildcat (*Felis silvestris*) trapped on 1 March 2004 near Heeze (province of Noord-Brabant): one can see a faint, dark dorsal stripe and the ring pattern on the tail. *Photograph: Annemarie van Diepenbeek.*

Photograph 9. Front-view of head of the wildcat (*Felis silvestris*) trapped on 1 March 2004 near Heeze (province of Noord-Brabant): white whiskers, nose leather and lower lip light coloured and a white bib. The eyes were treated with salve during the anaesthesia to prevent them from drying out. *Photograph: Annemarie van Diepenbeek*



light coloured; the muzzle was white around the mouth and the animal had a white bib; the black dorsal stripe did not continue along the tail. A hair sample was collected for DNA analysis (see below). The following external measurements were taken, total length: at least 85 cm; head and body length: 52.5 cm; tail length: 31 cm (including hair: 33 cm); hind foot length: 13.8 cm (including nails: 14.6 cm); ear length 60 mm (with hair: 68 mm); weight: 3700 g.

In the course of 2005 it became clear that this was an unintentional introduction. The cat was found as a young stray in the summer of 2003 in a forest in the Vosges mountains (France) and was taken away to Heeze (The Netherlands), in the belief that it was a domestic cat. It prospered in its new home in Heeze until disappearing one day in the winter of 2004.

DNA analyses

Tissue material from two cats, the ones from Groenlanden and from Heeze was available for DNA analysis. These samples had been conserved in an ATL-buffer. DNA was extracted from these samples at Alterra Research Institute, using the DNeasy Tissue Kit, following the protocol of the manufacturer (Qiagen Inc.). Tongs were used to pulverize the sample taken from the root channel of the Groenlanden cat in order to get better access to the DNA. A third sample of DNA, from a domestic cat, was extracted for reference purposes.

Since the wildcat and domestic cat are closely related, it is presently not easy to make a genetically clear distinction between them. However, we can analyse the DNA on microsatellites, because there are differences in the alleles and their frequencies. This requires access to a comprehensive DNA collection, containing material of many wild and domestic cats, and preferably of wildcats originating from close to the Netherlands. Since Alterra does not have such a data base, we sent the samples for further analysis to the Instituto Nazionale per la Fauna Selvatica 'Lozano Emilia' in Bologna, Italy (for more technical details see: Jansman et al. 2003, Lecis

et al. 2006). Their DNA collection includes samples of wildcats from the Eifel hills.

The genetic distance of each sample was measured and the samples were assigned to the most related genetic cluster, using the computer programme STRUCTURE (Pritchard et al. 2000). The outcomes of such an analysis with the material of different cats should give two clusters, one with wildcat, the other with domestic cat. The overlap of the clusters illustrates the genetic resemblance and may be indicative of the presence of hybrids. Although this technique does not provide 100% certainty on the identity of a specimen, the degree of uncertainty is much smaller if the tested sample lies outside the overlap area of both clusters.

The reference sample of the domestic cat was inside the domestic cat cluster and only bore a 20% resemblance to the wildcat cluster. The hair sample taken from the cat from Heeze had a 90% fit with the wildcat cluster, providing us with another argument to identify this cat as a wildcat. It was not possible to obtain results from the Groenlanden cat, probably because the DNA material was too degraded, owing to the method of preservation that had been used.

Discussion

The occurrence of the wildcat in the Netherlands

Based on the intracranial volume of 40.0 cm³, the cat found at Groenlanden can be positively identified as a wildcat, even though failure of the DNA analysis of the root channel sample means that this identification could not be confirmed genetically. As all the external characteristics of the Vaalsbroek cat indicate a wildcat (see also: table 1), we also consider this animal to be a wildcat. Although we cannot exclude the possibility that these two positive records are also cases of introduction, intentional or not, we think that this is unlikely. For example, Heike Weber (of Nordhorn Zoo, Germany) informed us that there had been: "definitely no escapes from our zoo since 1990".

The DNA analysis of the hair sample of the cat caught at Heeze convincingly demonstrates that this can be considered to be a true wildcat. However, the information on the history of this animal shows that this case was an unintentional introduction from the Vosges, and not a result of spontaneous settlement.

We do not consider the other observations, over the past decade, of cats that show some resemblance to the wildcat, to be positive records. Possibly these are hybrids. These observations do however provide circumstantial evidence of the presence of wildcat in the area. Moreover, the appearance of hybrids is more likely in the event of the incidental occurrence of individual pure wildcats.

We strongly recommend that, from now onwards, anyone making field observations of yellowish to brownish grey-coloured cats in the Netherlands to be alert to the possibility of a wildcat. We urge that such observations should be meticulously recorded, and reported to the database of the (Dutch) Society for the Study and Conservation of Mammals ('Zoogdiervereniging VZZ') in Arnhem. This will help document the pattern of future arrivals of wildcat in the Netherlands, and help underpin future analysis and research. The external characteristics that distinguish wildcats from domestic cats can be found in table 1.

We would like to stress that many of the characteristics listed in table 1 are gradual differences. The possible occurrence of hybrids complicates this matter even more. One has to try to find out as much as possible about the relevant characteristics to be able to definitively identify the animal. It is extremely difficult to in the field distinguish a wildcat from a domestic cat.

Settlement in the Netherlands

Two positive records, and a few observations of possible hybrids, are not sufficient proof of the wildcat settling, or taking up permanent residence in the Netherlands. For that, evidence of reproduction would be required, preferably several cases. In this respect the difficulty of distin-

guishing young wildcats from young tabby-coloured domestic cats poses a problem. Young wildcats have a prominent pattern of stripes, whereas in adult wildcats this pattern becomes less pronounced, as the guard hairs grow (Piechocki 1990).

Possible origin

The southeast of the Netherlands borders on the German federal state of Nordrhein-Westfalen (to the east) and Flemish district of the Voerstreek (to the south). The south of the Voerstreek is directly adjacent to the heavily wooded Ardennes in Wallonia. Vandendriessche & Verkem (2004) mention that between 1987 and 2002 the range of the wildcat in Wallonia came close to the Voerstreek, although they point out a lack of confirmed observations in the Voerstreek. Libois (1991) mentions that the wildcat was frequently observed in the Hautes Fagnes, about 25 km away from the Dutch border of southern Limburg, in the 1970s and 1980s. The previously discussed record of foot prints of a wildcat near Hergenrath, six kilometres south of the Dutch town of Vaals, shows that the species is present just south of the border. The find of a wildcat near Vaalsbroek corroborates this. However, there is no information from this period (the 1990s) on the occurrence of the wildcat along other parts of the Dutch-Belgian border area (Vandendriessche & Verkem 2004).

Although it seems most likely that wildcats from the Ardennes move north and enter the Netherlands through the Voerstreek, it is also possible that they come directly from the Eifel hills. Groenlanden, the location of one record, is far north of the Ardennes and the urban agglomeration of Sittard-Geleen lies between the two. It therefore seems more probable that this wildcat came from the German area in the east, for example from the Hürtgenwald (Nord-Eifel). This is only about 15 km from the Dutch-German border at Vaals, and wildcats are known to exist here (www.biostationeuskirchen.de; viewed 18 November 2005). This animal might possibly have been born in the Eifel hills, but

could not find a territory to occupy there and when moving north between the rivers Maas and Rhine may have found the river Waal in its way.

On 20 March 2002 the website www.biosta-tioneuskirchen.de mentioned a big increase of the wildcat in the Eifel hills that had increased from 300 specimens in 1990 to 1000 in 2000. On 26 January 2005 the same website mentioned the occurrence of 200-250 wildcats in the Nord-Eifel, the part of the Eifel that lies within Nord-rhein-Westfalen. According to Vogt (1985) and Vogt & Grünwald (1990) the population size in Rheinland-Pfalz (the German state that covers the most of the Eifel hills) did not change in the 1970s and 1980s. Consequently increases in the wildcat population may be a relatively recent phenomenon that could have started as late as the 1990s.

Although wildcats are sporadically observed in the less wooded area just north of the Eifel, it seems that even five kilometres of open agricultural land presents a large obstacle for the wildcat (M. Trinzen, personal communication). This makes the possibility of the wildcat originating in the Eifel hills seem less probable. However, in view of the number of woods between the German border of the provinces of Limburg and the Rhine this possibility cannot be excluded.

The occurrence of a wildcat at Vaalsbroek can be explained in a similar way. The woods in the neighbourhood of Vaalsbroek and Vaals, such as the Vijlenerbosch and the Malensbosch (together circa 800 ha), are more or less directly connected to the large complex of woods south of Aachen, consisting of the Aachener Wald and the Preuss-wald in Belgium (together circa 3000 ha). This complex of woods can be considered as an extension of the woods of the Eifel hills and the Ardennes. It would be relatively easy for a wildcat to move from its habitat in the Eifel to the north-west through these inter-connecting woods. Raimer (1994) and Hemmer (1999) show that the wildcat does occur south of Aachen. This would lend credence to the reported observations by Leo Backbier in the surroundings of Vaals (see above).

Possible explanations for the recent records

The two recent records of the wildcat in the southeast of the Netherlands after a period of many centuries without confirmed records require explanations. Although we can not fully explain these phenomena, and cannot entirely exclude coincidence, we do believe that there are feasible explanations.

At the outset we should state that there are no indications that the two observations were the result of increased activity by observers. The current probability of observation probability does not seem to be any higher than in the 1970s and 1980s. Rather, we propose the following plausible explanations for these sightings.

1. *More and better habitat.* More natural succession in nature areas, especially woods, offers more cover and a more diverse structure. Since the first National Nature Policy Document (1990), the area of nature areas in the Netherlands has grown. Hundreds of hectares of natural habitat have been created over the last decade in the nature development area of Gelderse Poort east of Nijmegen. This may have played a role in the case of the wildcat of Groenlanden. This area was formerly open agricultural land, of no interest to the wildcat; Stahl & Leger (1992) emphasise the importance of extensive continuous wood complexes for the wildcat in the northeast of France.

2. *Changing management.* There has been a general hunting ban in many nature reserves in the Netherlands, a specific hunting ban for the wildcat in Germany (1934) and Belgium (1973) and a general decrease of illegal hunting, trapping and killing in all three countries. In 1996 the wildcat had been added to the list of protected animal species of the Decree on Protected Animal Species under the Nature Conservation Act of 1967, superseded in 2002 by the new Flora and Fauna Act.

3. *Increasing mutual tolerance between man and wild animals.* There has been a change of human attitudes to wild animals, which are not considered to be as dangerous or threatening as before, and often even arouse positive interest

(e.g. the beech marten (*Martes foina*), that changed its 'hostile' niche of farms in the 1980s into more 'hospitable' 'green city quarters'). This change might have been noticed by the animals themselves, leading to the animals feeling the need to maintain less distance from humans, and other behavioural changes such as a greater acceptance of the presence of domestic animals, noise, and human disturbance.

4. *Overflow from adjacent areas.* Hemmer (1999) mentions that existence of healthy populations of wildcat in Europe for example, in Germany where there has been a growth in the wildcat population of the Eifel population (see preceding paragraph).

5. *Endogenous causes.* Parent (1975) describes the colonisation of the Ardennes and the Belgian Lorraine by wildcats from France and Germany after World War II. There seem to be phases, in cycles of about ten years, when the population expands. Although such an interpretation is highly speculative, there may also be internal, autonomous causes.

Consequences for management

Assuming that the records published in this article are not mere coincidence – and even if they were, a coincidental occurrence of the wildcat should have consequences for management practices – and taking into account that the wildcat is protected in the Netherlands, nature management organisations have a new, strictly protected, species to deal with. The hunting community also has a problem, since the wildcat is covered by section a, which protects “all mammals naturally occurring in the Netherlands” (Paragraph 1, article 4 of the Flora and Fauna Act (Anonymous 2001)). Paragraph 1 deals with all protected indigenous animal species. Furthermore the wildcat has a (strictly) protected status under the following international conventions and treaties:

1. The Bern Convention (Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats) – Annex II, which deals with strictly protected fauna species, specifically includes the wildcat.

2. The Habitats Directive (Council Directive 92/43/EEG on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora) – Annex IV, that includes the wildcat, deals with ‘Animal and plant species of community interest in need of strict protection’.

3. The CITES Convention (the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) – Appendix II, that includes the wildcat, deals with very vulnerable species, which are subject to generally strict rules on trade.

The Dutch Minister of Agriculture, Nature, and Food Quality wrote a letter to the Royal Netherlands Shooting Association (KNJV) on 3 December 2003 (Reg.no.: DN.2003/3730) stating that it is not forbidden to trap and kill feral domestic cats, provided that it is done with a reasonable purpose (see also: Anonymous 2002). The Minister stated that in the context of the Flora and Fauna Act, he considers control and damage prevention to be reasonable goals. However, as has been demonstrated above, it is rather difficult to distinguish wildcats from tabby-coloured domestic cats in the field (e.g: Klinkhamer 1974; see also: de Nie 1988, Artois et al. 2002). To prevent the shooting of wildcats, whether by mistake or not all relevant parties should be informed about the possible occurrence of wildcats. These relevant parties, whom should be made aware of and take into account the possible presence of wildcats, are primarily site managers, including Game Management Units and individual hunters. Others who should be included on this list include the authorities involved in the inspection of hunting: the Provinces, the Fauna Fund and the General Inspection Service of the Ministry of Agriculture, Nature, and Food Quality. The explanatory annex of the ‘Decree of Designated Animal Species under Article 67 of the Flora and Fauna Act’ dealing with pest animal species, as published by the Province of Limburg (see: www.limburg.nl/upload/pdf/Faunabeheerplan_besluit_aanwijzing_exart67_florafaanawet.pdf; viewed 20 December 2005), highlights the sporadic occurrence of wildcats in the Netherlands

and mentions that it is difficult to distinguish wildcats and feral domestic cats in the field. The Executive Council of the Province of Limburg urges people, who want to control feral cats, to verify that the animal is not a wildcat when a supposed feral cat has been caught or is about to be shot.

We cannot exclude the possibility that in order to prevent the unintentional killing of wildcats it may become necessary, in the near future, to only issue shooting permits under strict conditions. The need for correct identification may make the use of live traps a necessity. A further complication is the difficulty in establishing whether or not a domestic cat in the field is running wild. Ways of addressing this problem have been addressed elsewhere (see: Bos 1986, De Nie 1988 and Artois et al. 2002).

Conclusions

Remains of wildcats found at excavations in the low-lying parts of the Netherlands show that this species occurred in our country until the Roman Period. Deforestation is a possible cause of its disappearance. We do not know of any records of the wildcat in the Netherlands in post-Roman times. There are a number of records from the 1950s and 1960s of animals showing some characteristics of wildcats, but none of these were completely verified cases.

Based on two confirmed observations, at Groenlanden (1999) and at Vaalsbroek (2002), the wildcat should be listed as a member of our indigenous fauna. Both internal and external characteristics were used for these identifications. The wildcat of Heeze, trapped and released in 2004, was positively identified by means of DNA analysis. However this record appeared to be a case of unintentional introduction.

We conclude that the two records are not just coincidental, but indicate an expansion in the range of the wildcat, into the Netherlands. As reproduction has not been recorded, we cannot yet speak of a permanent settlement of a population of wildcats.

The two confirmed observations may very well be forerunners of a more general trend that

is the dispersion of young animals, especially males, trying to find vacant territories as a result of increasing wildcat numbers, especially in its range directly southeast of the Netherlands, i.e. in the Eifel hills.

For the moment, we can only speculate on the possible causes of the recent records and an expansion in the wildcat's range. Plausible explanations are: 1. The availability of more or better habitat. 2. Changes in population management. 3. Changes in the relations between the public and wildcat. 4. The thriving state of the (assumed) source population in the Eifel.

In view of the protected status of the wildcat in the Netherlands it is imperative to adequately inform site managers and hunters about the current status of wildcats in the Netherlands, in order to prevent shooting or killing by other means. The same holds for authorities that issue or inspect permits to control feral and stray cats. Strict protection of the wildcat is hampered by the existence of hybrids of wildcat and domestic cat, and legislation that seeks to control feral domestic cats from running wild. This raises an interesting dilemma for site managers, who on the one hand should prevent the presence of feral domestic cats in order to prevent hybridisation (see e.g. Hubbard et al. 1992, Biró et al. 2005, Lecis et al. 2006), but on the other hand should protect wildcats.

Acknowledgements: We would like to thank the owner of the skull of the wildcat found near Groenlanden for putting the skull at our disposal for closer examination. Dennis Lammertsma (Alterra, Wageningen University and Research Centre) assisted with the collection of a root channel sample from this cat. We would like to thank Klaas Arends for his great willingness and hospitality at the examination of the cat of Vaalsbroek, including the collection of hair samples, and for one of the photographs of this cat. We are grateful to Mari de Bijl (Brabant Landscape Trust) for this alertness regarding the extraordinary catch of the wildcat at Heeze and his collaboration in the examination of this cat. We would like to thank Dr. Ettore Randi (Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica, Ozzano dell'Emilia, Italy) for his DNA-analyses.

For information about records of (alleged) wildcats – or otherwise the lack of records – we thank Reinier

Akkermans, Koen Van Den Berge (IBW, Geraardsbergen, Belgium), Dr. Peter van Bree (who also identified the cat found near Groenlanden as a wildcat) (Zoological Museum Amsterdam), Dr. Sim Broekhuizen, Gerard Müskens (who also offered an illustrative photograph) (Alterra, Wageningen University and Research Centre), Walter van der Coelen, Ed Gubbels, Neeltje Huizenga (Natural History Society in Limburg, Roermond), Dr. Rainer Hutterer (Bonn University, Germany), Steven Jansen, Sjeng Jehae (State Forestry Service), Rob van der Laak, Dr. Roland Libois (Université de Liège, Belgium), Martin van Lokven, Johannes Regelink, Manfred Trinzen (Biostation Euskirchen, Germany), Harry Woesthuis, Paul Voskamp (Provincie Limburg) and Dr. Mathias Herrmann (OEKO-LOG, Parlow, Germany).

For providing literature we thank Theo Hemelaar (Natural History Museum, Maastricht), Mrs. M.H. van Buren (Royal Netherlands Shooting Association, Amersfoort), Rita Stockmann (Fauna Protection Trust), Bauke Hoekstra, Paul Voskamp, Dr. Dieter Vogt (Ladenburg, Germany), Dr. Volker Mahnert (Natural History Museum, Genève, Switzerland), Edith de Roos (CML, Leiden), Dr. Leoš Klimeš (Institute of Botany, Trebon, Czech Republic), Dr. Anton Eryvncck (VIOE, Brussel, Belgium), Dr. Wim Van Neer (KBIW, Brussel, Belgium), Roel Steverink (Natural History Society in Limburg, Roermond), Machteld Schouten (Public Library Margraten), Hans Bekker (DWW, Delft), J. Vanderheiden (ROB, Amersfoort), J. Borkent (Teylers Museum, Haarlem), and Mrs. A. Dijkstra (WUR, Wageningen). We also thank Dr. Wietske Prummel (the Biologisch-Archeologisch Instituut, University of Groningen), Dr. Jørn Zeiler (ArchaeoBone, University of Groningen), Frits Laarman (Archis, Dutch National Service for Archaeological Heritage, Amersfoort), and Theo de Jong (Municipality of Eindhoven) for providing information on the (pre)historical occurrence of the wildcat and the domestic cat in the Netherlands. For information on cat place-names we thank Dr. Leendert Brouwer (Meertens Institute, Amsterdam).

We would furthermore like to thank Henri Wijsman, Bauke Hoekstra and Jacqueline van Alphen for advice on drafts of the article. Finally we thank both referees. We trust we have made optimal use of their comments.

References

- Anonymous 1959. Verslag van de maandvergadering te Maastricht, op woensdag 4 november 1959. *Natuurhistorisch Maandblad* 48 (11-12): 131-134.
- Anonymous 1961. Verslag van de maandvergadering te Maastricht op 7 september 1960. *Natuurhistorisch Maandblad* 50 (1): 11-17.
- Anonymous 1962. Verslag van de maandvergadering te Maastricht op woensdag 7 februari 1962. *Natuurhistorisch Maandblad* 51 (1): 18-20.
- Anonymous 1965. Verslag van de maandvergadering te Maastricht, op woensdag 1 december 1965. *Natuurhistorisch Maandblad* 54 (11-12): 145-147.
- Anonymous 2001. Bekendmaking lijsten beschermde inheemse diersoorten. Bijlage 1 als bedoeld in artikel 1, onderdeel a, van de Regeling vaststelling beschermde inheemse diersoorten. *Staatscourant* 220 (13 november): 10.
- Anonymous 2002. Beheer en schadebestrijding. Over de Flora- en faunawet in Nederland. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag, The Netherlands.
- Artois, M., M.-J. Duchene, J.M. Pericard & V. Xemar 2002. Le chat domestique errant et haret *Felis catus*, Linnaeus 1758 (*Felis silvestris catus*). *Encyclopédie des Carnivores France* 18. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, Paris, France.
- Bauer, K. 2001. Wildkatze *Felis silvestris* Schreber, 1795. In: F. Spitzenberger (ed.). *Die Säugetierefauna Österreichs*: 665-671. Austria Medien Service, Graz, Austria.
- Bemmelen, A.A. van 1864. Lijst der Zoogdieren, tot heden in den wilden staat in Nederland waargenomen. In: J.A. Herklots (ed.): *Bouwstoffen voor eene fauna van Nederland*. III (3^{de} stuk): 228-254; III (4^{de} stuk): 414-417. Brill, Leiden, The Netherlands.
- Bennet, J.A. & G. van Olivier 1822. Naamlijst van Nederlandsche dieren. I. klasse. Zogende dieren, (Mammalia). *Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem* 11: 89-160.
- Biró, Zs., J. Lanszki, L. Szemethy, M. Heltai & E. Randi 2005. Feeding habits of feral domestic cats (*Felis catus*), wild cats (*Felis silvestris*) and their hybrids: trophic niche overlap among cat groups in Hungary. *Journal of Zoology, London* 266: 187-196.
- Bos, P. 1986. Als de kat gaat zwerven. *Argus* 11 (1): 11-13.

- Bree, P.J.H. van 1959. De kat uit Haelen. (Een voorlopige mededeling.) *Natuurhistorisch Maandblad* 48 (9-10): 114-117.
- Bree, P.J.H. van 1961. On the remains of some Carnivora found in a prehistoric site at Vlaardingen, the Netherlands. *Beaufortia* 8 (no 91): 109-118.
- Bree, P.J.H. van 1963. De wilde kat, *Felis silvestris* Schreber, 1777, een nieuwe zoogdiersoort voor Nederland. *Natuurhistorisch Maandblad* 52 (2): 24-28. [zie ook: pp. 18 en 63-64]
- Bree, P.J.H. van, P.J.A. Mensch & R.W.M. van Soest 1971. Nog eens over wilde katten, verwilderde katten en huiskatten. *Natuurhistorisch Maandblad* 60 (3): 36-38.
- Brentjes, B. 1965. Die Haustierwerdung im Orient. Die Neue Brehm-Bücherei, Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt, Germany.
- Brinkhuizen, D. & W. Prummel 2004. Archeozoologisch onderzoek wierde Friese straatweg Groningen. Van Wierden en Terpen (= Mededelingen van de Vereniging voor Terpenonderzoek) 9: 6.
- Broekhuizen, S. 1996. Wilde kat en lynx beschermd! *Zoogdier* 7 (4): 37.
- Broekhuizen, S., B. Hoekstra, V. van Laar, C. Smeenk & J.B.M. Thissen (red.) 1992. Atlas van de Nederlandse zoogdieren. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht, The Netherlands.
- Carmiggelt, A., F.J. Laarman & J.A. Waasdorp 1998. Het archeozoologisch onderzoek. In: A. Carmiggelt (red.). Romeinse vondsten van de Scheveningseweg te Den Haag. De dieren- en plantenresten (= Haagse Oudheidkundige Publikaties 3): 11-37. Afdeling Archeologie, dienst Stadsbeheer, gemeente Den Haag, The Netherlands.
- Clason, A.T. 1967. Animal and man in Holland's past. An investigation of the animal world surrounding man in prehistoric and early historical times in the provinces of North and South Holland. Wolters, Groningen, The Netherlands.
- Clason, A.T. 1978. Animal husbandry and hunting at Rijswijk (Z.H.). In: J.H.F. Bloemers (ed.), 'De Bult'. Eine Siedlung der Cananefaten. Dokumentation (= Nederlandse Oudheden 8 (2)): 424-437. Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, Amersfoort, The Netherlands.
- Clason, A.T. 1980. Jager, visser, veehouder, vogellijmer. In: M. Chamalaun & H.T. Waterbolk (eds.). *Voltooid verleden tijd? Een hedendaagse kijk op de prehistorie: 131-146*. Intermediair, Amsterdam, The Netherlands.
- Clutton-Brock, J. 1999. A natural history of domesticated animals. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Degerbøl, M. 1935. Vore pattedyr in fortiden. In: A.L.V. Manniche (ed.). *Danmarks pattedyr: 1-72*. Nordisk Forlag, Copenhagen, Denmark.
- Ervynck, A. 1993. In memoriam: De bruine beer der Benelux. *Zoogdier* 4 (3): 4-11.
- Feldmann, R. 1984. Wildkatze – *Felis silvestris* Schreber 1777. In: R. Schröpfer, R. Feldmann & H. Vierhaus (eds.). *Die Säugetiere Westfalens: 323-324*. Westfälisches Landesmuseum für Naturkunde, Münster, Germany.
- Geel, B. van, J. Buurman & H.T. Waterbolk 1996. Archaeological and palaeoecological indications for an abrupt climate change in The Netherlands and evidence for climatological teleconnections around 2650 BP. *Journal of Quaternary Science* 11 (6): 451-460.
- Gehasse, E.F. 1997. Valkenburg: het botmateriaal uit de Marktveld-geul 1985-1988. Instituut voor Pre-en Protohistorie, Amsterdam the Netherlands / Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, Amersfoort, The Netherlands.
- Groenewoudt, B.J., J. Deeben, B. van Geel & R.C.G.M. Lauwerier 2001. An early mesolithic assemblage with faunal remains in a stream valley near Zutphen, The Netherlands. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 31: 329-348.
- Haan, J.J.H. de 1970. Beschrijving van een in de Kootspeel gevangen wilde kat?, *Felis silvestris silvestris*, Schreber, 1777. *Natuurhistorisch Maandblad* 59 (10): 151-160.
- Haltenorth, T. 1957. Die Wildkatze. Die Neue Brehm-Bücherei, Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt, Germany.
- Heeringen, R.M. van 1983. Een vondstcomplex uit de IJzertijd in de Stevenshofjespolder. *Bodemonderzoek in Leiden* 5: 77-88.
- Heeringen, R.M. van 1992. The Iron Age in the Western Netherlands V: Synthesis. *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 39: 157-255.
- Hemmer, H. 1993. *Felis silvestris* Schreber, 1777 – Wildkatze. In: Stubbe, M. & F. Krapp (eds.). *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5 / II. Carnivora: 1076-1118*. Aula Verlag, Wiesbaden, Germany.
- Hemmer, H. 1999. *Felis silvestris* Schreber 1775. In: A.J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Krystufek, P.J.H. Reinders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralík & J. Zima (eds.): *The atlas of European mammals: 358-359*. Academic Press, London, UK.
- Heptner, V.G. & A.A. Sludskii 1972. Mammals of the Soviet Union. Volume II, part 2. Carnivora (Hyenas and Cats). Amerind Publishing, New Delhi, India.

- Hingh, A.E. & W.K. Vos 2005. Romeinen in Valkenburg (ZH). De opgravingsgeschiedenis en het archeologische onderzoek van Praetorium Agrippinae. Hazenberg Archeologie Leiden, Leiden, The Netherlands.
- Hubbard, A.L., S. McOrist, T.W. Jones, R. Boid, R. Scott & N. Easterbee 1992. Is survival of European wildcats *Felis silvestris* in Britain threatened by interbreeding with domestic cats? *Biological Conservation* 61: 203-208.
- IJzereef, G.F., F.J. Laarman & R.C.G.M. Lauwerier 1992. Animal Remains from the Late Bronze Age and the Iron Age found in the Western Netherlands. *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 257-267.
- Jansman H.A.H., J. Dekker, B. van Hattum, P.E.G. Leonardis & S. Broekhuizen 2003. Using molecular markers and PCB analysis to infer the origin of the otter (*Lutra lutra*) found on the Knardijk, The Netherlands, in 1998. *Lutra* 46 (1): 3-12.
- Johnson, W.E., E. Eizirik, J. Pecon-Slattery, W.J. Murphy, A. Antones, E. Teeling & S.J. O'Brien 2006. The late Miocene radiation of modern Felidae: a genetic assessment. *Science* 311: 73-77.
- Klinkhamer, R. 1974. Het voorkomen van de wilde kat in Europa. *De Nederlandse Jager* 79 (2): 38-39.
- Kooistra, L.I. 1996. Borderland farming. Possibilities and limitations of farming in the Roman Period and Early Middle Ages between Rhine and Meuse. Van Gorcum, Assen, The Netherlands.
- Kratochvíl, Z. 1973. Schädelkriterien der Wild- und Hauskatze (*Felis silvestris silvestris* Schreb. 1777 und *F. s. f. catus* L. 1758). *Acta scientiarum naturalium Academiae scientiarum bohemoslovacae* – Brno 7: 1-50.
- Laarman, F.J. 1996. The zoological remains. In: L.I. Kooistra (ed.). *Borderland farming. Possibilities and limitations of farming in the Roman Period and the Early Middle Ages between the Rhine and Meuse: 343-357*. Van Gorcum, Assen, The Netherlands.
- Lange, R., P. Twisk, A. van Winden & A. van Diepenbeek 1994. *Zoogdieren van West-Europa*. Stichting Uitgeverij van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht, The Netherlands / Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Arnhem, The Netherlands.
- Lauwerier, R.C.G.M. & F.J. Laarman 1999. Dierlijk botmateriaal. In: J-K.A. Hagers & M.M. Sier (eds.). *Castricum Oosterbuurt, bewoningssporen uit de Romeinse tijd en de Middeleeuwen* (= ROB Rapportage Archeologische Monumentenzorg 53): 129-151, 203-214, 226-251. Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, Amersfoort, The Netherlands.
- Lecis, R., M. Pierpaoli, Z.S. Birò, L. Szemethy, B. Ragni, F. Vercillo & E. Randi 2006. Bayesian analyses of admixture in wild and domestic cats (*Felis silvestris*) using linked microsatellite loci. *Molecular Ecology* 15: 119-131.
- Libois, R.M. 1991. Atlas des mammifères sauvages de Wallonie (suite). Le chat sauvage *Felis silvestris* Schreber, 1777. *Cahiers d'Ethologie* 11 (1): 81-90.
- Louwe Kooijmans, L.P. 1993. Wetland Exploitation and Upland Relations of Prehistoric Communities in the Netherlands. In: J. Gardiner (ed.). *Flatlands and Wetlands: Current Themes in East Anglian Archaeology* (= East Anglian Archaeology 50): 71-116. East Anglian Archaeology, Norwich, UK.
- Mooen, J.J.M. 1975. De kat van Ter Worm, Heerlen. *Natuurhistorisch Maandblad* 64: 100-105.
- Mulder, J. 1992. De lynx nog niet los. *Nederlandse natuur te klein voor lynxen*. Natuurmonumenten, 's-Graveland, The Netherlands.
- Nie, H. de 1988. Verwilderde en wilde katten. Concurrent van de Jager? *Argus* 13 (3): 16-17.
- Parent, G.H. 1975. La migration récente, à caractère invasionnel, du chat sauvage, *Felis silvestris silvestris* Schreber, en Lorraine Belge. *Mammalia* 39 (2): 251-288.
- Parent, G.H. 1986. Eens uitgeroeid nu weer present in België. Wilde kat. *Felis silvestris*. In: R. Akkermans & D. Criel (eds.): *Roofdieren in België en Nederland. Een kritische kijk op 9 inheemse soorten: 41-44*. Stichting Kritisch Faunabeheer, 's-Graveland, the Netherlands / Nationale Campagne Bescherming Roofdieren, Gavere, Belgium.
- Pelzers, E. 1988. Het wilde zwijn *Sus scrofa* in Nederland voor de Tweede Wereldoorlog. *Lutra* 31 (2): 145-152.
- Piechocki, R. 1990. Die Wildkatze *Felis silvestris*. Die Neue Brehm-Bücherei, Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt, Germany.
- Pritchard, J.K., M. Stephens & P. Donnelly 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155: 945-959.
- Prummel, W. 1987. The faunal remains from the neolithic site of Hekelingen III. *Helinium* 27: 190-258.
- Prummel, W. 1993. Huisdieren in Nederland. *Cranium* 10 (1): 49-60.
- Raimer, F. 1994. Die aktuelle Situation der Wildkatze in Deutschland. In: Bund Naturschutz in Bayern (ed.). *Die Wildkatze in Deutschland: Vorkommen, Schutz und Lebensräume: 15-34*. Bund Na-

- turschutz in Bayern, München, Germany.
- Rijk, J.H. de 1987. Geschiedenis van het wilde zwijn in Nederland. *Huid en Haar* 6: 18-23, 75-76.
- Schauenberg, P. 1969. L'identification du Chat forestier d'Europe *Felis s. silvestris* Schreber 1777 par une méthode ostéométrique. *Revue suisse de Zoologie* 76 (18): 433-441.
- Schauenberg, P. 1977. La stature du Chat forestier *Felis silvestris* Schreb. et la variabilité morphologique de l'espèce. *Revue suisse de Zoologie* 84 (2): 323-337.
- Schlegel, H. 1862. De dieren van Nederland. Gewerfelde dieren. Zoogdieren. Kruseman, Haarlem, The Netherlands.
- Stahl, P. & F. Leger 1992. Le chat sauvage d'Europe (*Felis silvestris* Schreber, 1777). Encyclopédie des Carnivores France 17. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, Paris, France.
- Sunquist, M. & F. Sunquist 2002. Wild cats of the world. The University of Chicago Press, Chicago, USA / London, UK.
- Swaen, A.E.H. 1948. Jacht-bedryff naar het handschrift in de Koninklijke Bibliotheek in 's-Gravenhage. Brill, Leiden, The Netherlands.
- Tack, G., P. Van den Bremt & M. Hermy 1993. Bossen van Vlaanderen; een historische ecologie. Davidsfonds, Leuven, Belgium.
- Thissen, J.B.M. & H. Hollander 1996. Status and distribution of mammals in the Netherlands since 1800. *Hystrix (N.S.)* 8 (1-2): 97-106.
- Vandendriessche, B. & S. Verkem 2003. Wilde kat. In: S. Verkem, J. De Maeseneer, B. Vandendriessche, G. Verbeylen & S. Yskout (eds.). Zoogdieren in Vlaanderen. Ecologie en verspreiding van 1987 tot 2002: 376-378. Natuurpunt Studie, Mechelen, Belgium / JNM-Zoogdierenwerkgroep, Gent, Belgium.
- Van Neer, W. 1990. De archeozoologische resten. In: W. Vanvinckenroye (ed.). De Romeinse villa's van Piringen ("Mulkenveld") en Vechmaal ("Walenveld") (= Publicaties van het Provinciaal Gallo-Romeins Museum te Tongeren 42): 31-33. Gallo-Romeins Museum, Tongeren, Belgium.
- Veen, H. van de & R. Lardinois 1991. De Veluwe natuurlijk! Een herkansing en eerherstel voor onze natuur. Schuyt & Co, Haarlem, The Netherlands.
- Vergoossen, W. & W. van der Coelen 1986. Zoogdieren in Limburg, een voorlopig verslag. Zoogdierenwerkgroep van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Maastricht, The Netherlands.
- Verhagen, M. 1989. De beer in de Nederlandse pre- en protohistorie. *Cranium* 6 (3): 65-71.
- Vigne, J.-D., J. Guilaine, K. Debue, L. Haye & P. Gérard 2004. Early taming of the cat in Cyprus. *Science* 304: 259.
- Vogt, D. 1985. Aktuelle Verbreitung und Lebensstätten der Wildkatze (*Felis silvestris silvestris* Schreber, 1777) in den linksrheinischen Landesteilen von Rheinland-Pfalz und Beiträge zu ihrer Biologie. Beiträge zur Landespflege in Rheinland-Pfalz 10: 130-165.
- Vogt, D. 1991. Merkmale und Merkmalsbewertung der Wildkatze (*Felis silvestris silvestris* Schreber 1777) in den linksrheinische Landesteilen von Rheinland-Pfalz. Mainzer naturwissenschaftliches Archiv 29: 229-272.
- Vogt, D. & A. Grünwald 1990. Die Wildkatze – *Felis silvestris* (Schreber, 1777) (Familie Felidae – Katzen). In: R. Kinzelbach & M. Niehuis (eds.): Wirbeltiere. Beiträge zur Fauna von Rheinland-Pfalz (= Mainzer naturwissenschaftliches Archiv, Beiheft 13): 347-356. Naturhistorisches Museum Mainz, Mainz, Germany.
- Vries, L.S. de & F.J. Laarman 2004. Luilekkerland aan de kust. De faunaresten van de neolithische nederzetting bij Rijswijk-Ypenburg. Rapportage Archeologische Monumentenzorg 106. Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, Amersfoort, The Netherlands.
- Wijngaarden, A. van 1966. De bever, *Castor fiber* L., in Nederland. *Lutra* 8 (3): 33-52.
- Wijngaarden, A. van & J. van de Peppel 1964. The badger, *Meles meles* (L.), in The Netherlands. *Lutra* 6 (1-2): 1-60.
- Wijngaarden, A. van & J. van de Peppel 1970. De otter, *Lutra lutra* (L.), in Nederland. *Lutra* 12 (1-2): 1-70.
- Wijngaarden, A. van, V. van Laar & M.D.M. Trommel 1971. De verspreiding van de Nederlandse zoogdieren. *Lutra* 13 (1-3): 1-41 + maps 1-64.
- Wijngaarden-Bakker, L.H. van, 1988. Zoöarcheologisch onderzoek in de West-Nederlandse Delta 1983-1987. In: J.H.F. Bloemers (ed.). Archeologie en oecologie van Holland tussen Rijn en Vlie: 154-185. Van Gorcum, Assen, The Netherlands.
- Wijngaarden-Bakker, L.H. van, C. Cavallo, T. van Kolschoten, C.H. Maliepaard & J.F.S. Oversteegen 2001. Zoogdieren, vogels, reptielen. In: L.P. Louwe Kooijmans (ed.). Archeologie in de Betuweroute, Hardinxveld-Giessendam Polderweg. Een mesolithisch jachtkamp in het rivierengebied (5500-5000 v. Chr.): 181-242. ROB Rapportage Archeologische Monumentenzorg 83. Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, Amersfoort, The Netherlands.

- Wijsman, H. 1998. Op bezoek bij de wilde katten van Thüringen. *Zoogdier* 9 (3-4): 20-22.
- IJsseling, M.A. & A. Scheygrond 1943. *De Zoogdieren van Nederland. Deel II.* Thieme, Zutphen, The Netherlands.
- Zeiler, J.T. 1996. *De faunaresten van Schagen Witte Paal III (1^e-3^e eeuw na Chr).* ArchaeoBone Rapport 8 / Intern rapport Archeologische Werkgroep Schagen. Provincie Noord-Holland, Haarlem, The Netherlands / Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, Amersfoort, The Netherlands.
- Zeiler, J.T. 1997. *Hunting, fowling and stock-breeding at neolithic sites in the western and central Netherlands.* PhD thesis. Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, The Netherlands.
- Zhang, Y. 1997. *Distribution of mammalian species in China.* China Forestry Publishing House, Beijing, China.

Samenvatting

De wilde kat (*Felis silvestris*) eindelijk waargenomen in Nederland

In de afgelopen jaren zijn er in Nederland in het wild enkele vondsten en zichtwaarnemingen gedaan van katten die kenmerken vertoonden van de wilde kat (*Felis silvestris*). Deze waarnemingen worden onder de loep genomen.

Eerst wordt kort ingegaan op de in- en uitwendige verschillen tussen wilde kat en huiskat (*Felis catus*) en op de taxonomie en verspreiding. Belangrijke inwendige verschillen zijn de lengte van de darm (wilde kat: <170 cm; huiskat: >155 cm) en de schedelinhoud (wilde kat: >31 cm³; huiskat: <38 cm³). Er wordt een overzicht gegeven van de uitwendige verschillen. Binnen *Felis silvestris* kunnen vier groepen worden onderscheiden: 1. De stevige, dichtbehaarde kat uit Europa: de *silvestris*-groep, ook wel genoemd: de Europese (bos)kat. 2. De lichtgebouwde kat uit Azië: de *ornata*-groep, de steppenkat. 3. De tengere, langbenige kat uit Afrika: de *lybica*-groep, de woestijnkat of de Afrikaanse, Lybische of Nubische kat genoemd. 4. De huiskat: de *catus*-groep. De wilde kat komt in de buurt van Nederland het meest nabij voor, in zuid-zuidoostelijke richting, in het

gebied van Eifel en Ardennen (Duitsland respectievelijk België) en, in oostelijke richting, in het gebied tussen de Weser en het Harz-gebergte, Duitsland.

Het voorkomen van de wilde kat in Nederland in (pre)historische tijden wordt geschat. Uitkomsten van opgravingen geven aan dat de soort in ieder geval tot in de Romeinse Tijd in Nederland voorkwam. Mogelijk is de wilde kat als gevolg van ontbossing, klimaatsverandering en vervolging kort nadien uit Nederland verdwenen. Het is echter niet uit te sluiten dat de wilde kat ook daarna nog voorkwam in Nederland; maar ons zijn geen recentere waarnemingen bekend. Het is opvallend dat over het voorkomen in en verdwijnen uit Nederland van andere opvallende zoogdiersoorten, zoals bever (*Castor fiber*), otter (*Lutra lutra*), lynx (*Lynx lynx*) en wolf (*Canis lupus*), zo veel meer bekend is.

Uit de jaren '50 en '60 van de vorige eeuw zijn vondsten bekend van katten die een of meerdere kenmerken bezaten die wezen in de richting van wilde kat. Dit heeft echter niet geleid tot een zekere waarneming. Ondanks aanhoudende geruchten zijn ons geen zekere waarnemingen van de wilde kat uit de jaren '70 en '80 en de vroege jaren '90 bekend.

Op 13 juni 1999 wordt er een jong mannetje van de wilde kat gevonden bij Groenlanden bij Nijmegen; schedelinhoud: 40 cm³; processus condylaris steekt duidelijk tot voorbij de processus angularis naar achteren; determinatie wordt ondersteund door het kleurenpatroon. Op 1 november 2002 wordt bij kasteel Vaalsbroek dichtbij Vaals, Zuid-Limburg, een doodgereden vrouwtjeskat gevonden, waarvan alle waarneembare, uitwendige kenmerken wijzen in de richting wilde kat. Op 1 maart 2004 wordt bij Heeze een wilde kat gevangen; determinatie op basis van DNA-analyse, ondersteund door uitwendige kenmerken. Later bleek dat dit een als jonge huiskat vanuit de Vogezen (Frankrijk) in 2003 naar Heeze meegenomen dier was, dat uiteindelijk van huis is weggelopen. Naspeuringen leverden naast deze drie zekere waarnemingen, ook nog drie onzekere waarnemingen op, te weten twee vondsten, in 1995 respectievelijk 2001, en een zichtwaarnem-

ing in 2004: wilde katten, bastaarden of verwilderde huiskatten?

Het voorkomen van de wilde kat in Nederland is nu dus bewezen. Toch kan vooralsnog niet gesproken worden van duurzame vestiging, er is immers (nog) geen sprake van voortplanting, laat staan van een zich voortplantende populatie.

Hoewel niet uit te sluiten is dat de dieren afkomstig zijn uit de Ardennen, ligt de Eifel als gebied van herkomst meer voor de hand. De populatie van de wilde kat heeft zich in de Eifel gedurende de afgelopen 15 jaar verveelvoudigd met alleen al in de Nord-Eifel een geschat aantal dieren van circa 250.

Er zijn verschillende verklaringen te geven voor het voorkomen van wilde katten in Nederland, zoals meer en geschikter biotoop, veranderingen in het beheer, toenemende tolerantie tussen mens en wilde kat en overlopen van aangrenzende gebieden (Eifel). Nader onderzoek zal moeten uitwijzen welke van deze en/of andere factoren werkelijk een rol spelen.

Gezien de wettelijk beschermde status van de wilde kat, ook internationaal in verschillende ver-

dragen, zal de vooralsnog geringe maar toch reële kans op het voorkomen van wilde kat in Nederland ons inziens grote gevolgen hebben voor het terreinbeheer. Met name het afschieten van verwilderde huiskatten, hetgeen op zich al risicovol is door de onzekerheid hoe dat verwilderd-zijn in het vrije veld vast te stellen is, zal met nog meer omzichtigheid en waarborgen dienen te geschieden. Wij dringen er daarom op aan dat de betrokken organisaties een voorlichtingscampagne beginnen om de terreinbeheerders en toezichhoudende instanties over deze nieuwe ontwikkeling te informeren. De individuele terreinbeheerder en jager adviseren wij reeds nu dringend om verondersteld verwilderde huiskatten niet meer af te schieten, maar te vangen om zodoende een juiste determinatie te kunnen uitvoeren en wetsovertreding te voorkomen.

Received: 14 September 2005

Accepted: 23 December 2005



The effects of landscape attributes on the use of small wildlife underpasses by weasel (*Mustela nivalis*) and stoat (*Mustela erminea*)

Maarten R. van Vuurde^{1,2,*} & Edgar A. van der Grift^{3,#}

¹ Wageningen University, Department of Environmental Sciences, P.O. Box 47, NL-6700 AA Wageningen, The Netherlands

² Holland Railconsult B.V., P.O. Box 2855, NL-3500 GW Utrecht, The Netherlands

³ Alterra, Wageningen University and Research Centre, P.O. Box 47, NL-6700 AA Wageningen, The Netherlands, e-mail: edgar.vandergrift@wur.nl

Abstract: Increasingly wildlife overpasses and underpasses are being constructed along roads and railroads to mitigate against their barrier effect and to restore habitat connectivity. Surveys show that such wildlife crossing structures are used by a variety of mammal species, including weasel (*Mustela nivalis*) and stoat (*Mustela erminea*). Little is known, however, about which attributes of wildlife crossing structures and the surrounding landscape affect their acceptance, and use, by small mustelids. We studied the effect of landscape variables on the crossing rates of small mustelids in 14 small wildlife underpasses along a four-track railroad between the cities of Boxtel and Eindhoven, The Netherlands. Track-plates were used to record animal crossings over a period of eight weeks. We studied three landscape variables: distance to the nearest natural element providing cover (>1.5 m high), distance to the nearest building, and distance to the nearest road parallel to the railroad. Passage length and openness, percentage of the passage length with grates on top, and average number of crossings by animals that predate on small mustelids were studied as co-variables. Small mustelids were found to use 11 underpasses, making a total of 146 crossings (~15% of all animal crossings). We found a significant negative correlation between the crossing rates of small mustelids and the distance to natural cover, while there was an indication of a positive correlation with the distance to buildings. No correlation was found with the distance to the nearest parallel road, the crossing rates by predators, or any of the structural variables of the wildlife underpasses. A correlation with structural variables was not expected, as the selection of underpasses had aimed to minimise such differences. For future research on the identification of variables that affect crossing structure performance we recommend including population density estimations, individual animal movements, the effects of fences on crossing rates, the importance of underpasses for animals on dispersal, and experimental modification of landscape variables around underpasses.

Keywords: landscape attributes, weasel, *Mustela nivalis*, stoat, *Mustela erminea*, carnivores, barrier effect, fragmentation, wildlife passage, railroad, habitat connectivity.

Introduction

One of the main threats to biodiversity in the Netherlands is habitat fragmentation due to anthropogenic induced changes in land use. This threat is caused not only by the direct loss of habitat and hence the loss of area in which wildlife species may occur, but also by a decrease in habitat connectivity. The on-going con-

struction and widening of transport corridors is one of the main causes of the problem of habitat fragmentation. Besides directly contributing to loss of habitat, transport corridors form barriers to wildlife movements, increase wildlife mortality due to collisions, and reduce habitat quality in adjacent areas due to e.g. disturbance or pollutants (Forman & Alexander 1998, van der Grift & Kuijsters 1998, Trombulak & Frissell 2000,

© 2005 Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming. Lutra articles also on the internet: <http://www.vzz.nl>

* Present address: Westerkade 33a, NL-3511 HC Utrecht, The Netherlands

Corresponding author.

Spellerberg 2002, Forman et al. 2003). As a result, population viability may be reduced or (local) populations may even become extinct (Opdam et al. 1993, van der Grift et al. 2003, Trocmé et al. 2003).

For many terrestrial mammal species, the barrier effect of roads and railroads is evident (van der Grift 1999, Spellerberg 2002). This may be the result of either the physical characteristics of the infrastructure (e.g. the presence of fences, concrete barriers, noise screens) that simply prevent animals from crossing, or may be caused by inducing a change in animal behaviour (e.g. Huijser 2000, James & Stuart-Smith 2000, Goosem 2002, Chruszcz et al. 2003, Kaczensky et al. 2003). The disturbance created by traffic in the transport corridor, the danger of getting killed by passing traffic or the risk of predation while crossing the linear clearing, may make animals reluctant to cross the infrastructure or even lead to them avoiding the (rail)road area altogether. In case of physical obstacles the barrier is absolute. In case of shifts in behaviour the barrier is usually only partial: animals do cross, but less than they would if the (rail)road was not there. In both cases, however, roads and railroads divide habitats, reduce the exchange of animals between (local) populations and often reduce gene flow, all of which affect population viability.

Increasingly wildlife crossing structures, e.g. overpasses and underpasses, are being incorporated in transport corridor schemes to mitigate the barrier effect and restore habitat connectivity. Surveys show that such wildlife crossing structures are used by a variety of mammal species, usually soon after construction (see e.g. Bekker et al. 2001, Trocmé et al. 2003). Little is known, however, about how the attributes of these structures and of the surrounding landscape affect their acceptance and use by wildlife (Romin & Bissonette 1996, but see Hunt et al. 1987, Brandjes et al. 2001, Ng et al. 2004). Furthermore, most studies that do address these questions focus on large mammal species, such as ungulates and large carnivores (i.e. Foster & Humphrey 1995, Clevenger & Waltho 2000, Cain et al. 2003, Clevenger & Waltho 2005).

Several studies show that wildlife crossing structures such as badger pipes, drainage culverts and amphibian underpasses are used by small mustelids, such as stoat (*Mustela erminea*) and weasel (*Mustela nivalis*) (Yanes et al. 1995, Brandjes et al. 2001, Clevenger et al. 2001, an overview in Brandjes et al. 2002). Both species of carnivore are likely to be sensitive to habitat fragmentation by infrastructural barriers as they often have large home ranges and consequently have to cross roads and railroads frequently during their daily territorial movements. In addition these small mustelids, especially young males, run the risk of getting killed during dispersal (Van Gompel 1992). Road mortality is considered to be one of the reasons for the decline in number of stoats in the Netherlands (Pelzers 1992a).

Several studies have addressed the question of the effectiveness of wildlife crossing structures for *Mustela* species. Landscape attributes are likely to be of particular importance for such small carnivores, because of their preference for cover and avoidance of open areas (Pelzers 1992a, Pelzers 1992b, Canters & Broekhuizen 1998). Yanes et al. (1995) showed that for all studied carnivores – including weasel – crossing frequency was negatively correlated with the underpass length and the height of boundary fences situated between the underpasses and the surrounding landscape. Vegetation in the surrounding area was not found to have a discernible effect (Yanes et al. 1995). Brandjes et al. (2002) found similar results. They also showed a negative correlation between underpass length and use by *Mustela* species. Landscape attributes, e.g. the percentage of cover adjacent to the underpass or the distance to cover, did not seem to have an effect. Elsewhere the same authors have proven landscape openness to affect underpass use by weasel significantly, with the highest crossing rates in half-open landscapes (small-scale agricultural landscape), medium crossing rates in open landscapes (large-scale agricultural landscape) and the lowest crossing rates in closed landscapes (forests and (sub)urban areas) (Brandjes et al. 2001). Furthermore, they showed

that the widening of ledges in culverts significantly increased weasel crossing rates. However, neither of these factors had an effect on stoats (Brandjes et al. 2001). Clevenger & Waltho (1999) and Clevenger et al. (2001) found a positive correlation between underpass use by *Mustela* sp. and underpass length, traffic volume and culvert height. They found a negative correlation for the percentage of forest cover adjacent to the underpasses, the distance from the underpass to cover, the underpass age, its aperture (i.e. through-underpass visibility), underpass openness (i.e. width x height / length), mean snow depth and noise level (Clevenger & Waltho 1999, Clevenger et al. 2001). Obviously there are some ambiguities within these studies: the effect of underpass length has been assessed differently and only Clevenger & Waltho (1999), Clevenger et al. (2001) and, to some extent, Brandjes et al. (2001) assessed effects of landscape attributes on crossing rates by small mustelids. It is hard to arrive at definitive conclusions because of the limited number of studies.

Without pretensions to answer all questions raised in earlier studies, the objective of our study, which can be classified as a pilot-study, was to explore the possible impact of landscape attributes on the use of small wildlife crossing structures by stoat and weasel. Furthermore, we aimed to provide recommendations for future research to support the planning and design of effective wildlife underpasses for small mustelids.

Materials and methods

Study area

We selected 14 wildlife crossing structures which are more or less similar in design, all along a twelve kilometre stretch of railroad between the cities of Boxtel and Eindhoven in the south of the Netherlands (51°29'N, 5°25'E; figure 1). The railroad is four-track with carrying an average of 26 trains per hour. In this area the railroad passes through woodlands, small-scale

agricultural land and suburban areas (Bakker 1997). Weasel and stoat were known to be present here (Pelzers 1992a, Pelzers 1992b).

Wildlife underpasses

All 14 underpasses are rectangular with an identical width (0.6 m) and height (0.3 m) (table 1; photo 1). Their length varied between 19 and 32 m (table 1). Some were designed with grates on top positioned between the railroad tracks and/or on the ends of the passageway (table 1; photo 2). These grates were placed to improve visibility, which was expected to increase underpass acceptance and use by amphibians and reptiles (Bakker et al. 1991). The underpasses were constructed between 1998 and 2003 when the railroad was expanded from two to four tracks (table 1). Animal-proof fences, to keep animals off the railroad and simultaneously guide them towards the wildlife underpasses, were not constructed.

Eight of the underpasses were situated in rural areas: two in woodlands and six in small-scale farmland with patches of woodland and hedges (table 1). The other six were situated in the suburban area of Eindhoven: four near a golf-course, industrial zone and some small-scale farmland with small patches of woodland and two in woodland with sports fields and some scattered buildings (table 1).

Underpass attributes

Our interest was in identifying whether (and to what extent) landscape attributes influence mustelid use of wildlife underpasses. By selecting underpasses of one single type, which were all located underneath the same railroad, we aimed to minimise differences in structural variables of the underpasses as well as differences in barrier-related variables, i.e. characteristics of the transport infrastructure itself, such as traffic volume, noise level and railroad width. The underpasses were too small for human use, hence anthropogenic variables, such as differences in human co-use, could also be avoided. This approach helped us to decrease co-variables.

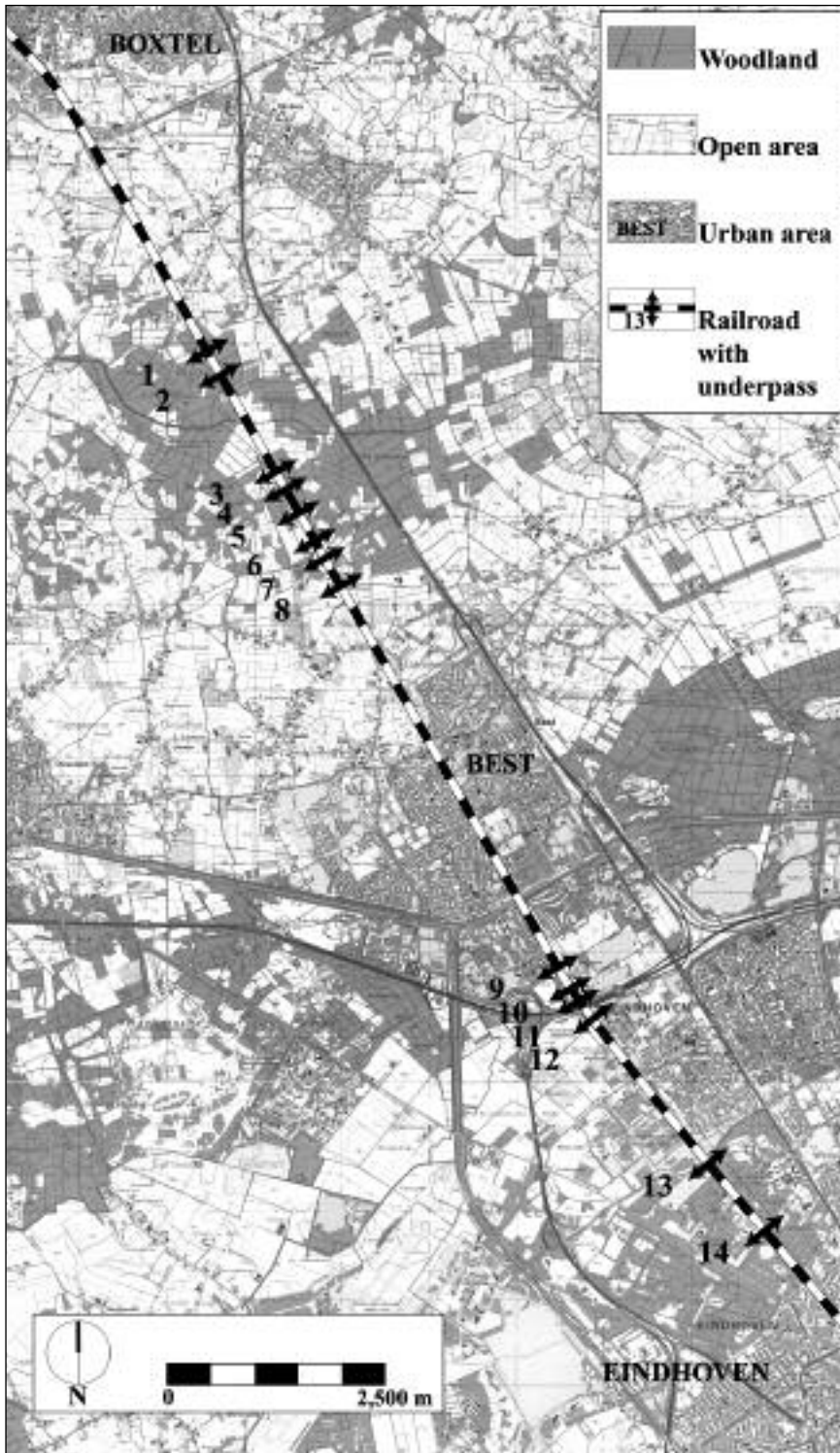


Figure 1. Locations of the 14 underpasses across the four-track railroad between Boxtel and Eindhoven.

Table 1. Location and design characteristics of the selected underpasses along the railroad between Boxtel and Eindhoven. W = width; H = height; L = length.

Under-pass	Position along railroad	Year of construction	Design				Landscape type	
			W (m)	H (m)	L (m)	grate (m)	Code	Land use
1	Km 43.34	1998	0.6	0.3	32	9	A	rural - woodland
2	Km 43.73	1998	0.6	0.3	30	9	A	rural - woodland
3	Km 44.97	1998	0.6	0.3	22	2	B	rural - small-scale farmland
4	Km 45.13	1998	0.6	0.3	31.5	0	B	rural - small-scale farmland
5	Km 45.48	1998	0.6	0.3	19	2	B	rural - small-scale farmland
6	Km 45.85	1998	0.6	0.3	19.5	2	B	rural - small-scale farmland
7	Km 46.11	2003	0.6	0.3	20	2	B	rural - small-scale farmland
8	Km 46.46	2003	0.6	0.3	20	2	B	rural - small-scale farmland
9	Km 51.57	2003	0.6	0.3	28	2	C	suburban - farmland, golf, industries
10	Km 51.83	2003	0.6	0.3	23	2	C	suburban - farmland, golf, industries
11	Km 52.00	2001	0.6	0.3	21	0	C	suburban - farmland, golf, industries
12	Km 52.25	2001	0.6	0.3	21	0	C	suburban - farmland, golf, industries
13	Km 54.36	2001	0.6	0.3	22.5	2	D	suburban - woodland, sports fields, houses
14	Km 55.40	2001	0.6	0.3	22.5	4	D	suburban - woodland, sports fields, houses

We studied the correlation between underpass use by small mustelids and three landscape variables: distance to cover (LC), distance to nearest building (LB), and distance to nearest parallel road (LP) (table 2). Two structural attributes, underpass length (SL) and percentage of underpass covered by grates (SG), and one ecological attribute, crossing rate of predators (EP), varied between underpasses and were thus included as co-variables (table 2). Because width and height were identical for all underpasses, SL also reflects underpass openness (= width x height / length). The ecological co-variable EP was selected after it had become clear that some underpasses were used by feral cats (*Felis catus*) and red fox (*Vulpes vulpes*), which are known to kill weasels and stoats (Dijkstra 2000, Lange et al. 1994). The values for LC, SL and SG were measured in the field. LB and LP were measured in the field if the distance was <20 m. LB and LP were measured from topographic maps with a scale of 1:1,000 if the distance was 20-150 m and maps with a scale of 1:25,000 if the distance was

>150 m (see table 3). If the values of landscape variables differed between both sides of an underpass, we expected that the 'unfavourable' landscape would be the one limiting the number of crossings in both directions. In such situations the most unfavourable values were the ones recorded and used in the analysis.

Recording of crossings

We monitored animal crossings in all underpasses from 28 August 2003 through to 23 October 2003. Tracks were collected by using track-plates (width = 0.6 m, length = 2.4 m) with an ink-bed in the middle, made of cloths saturated with a blend of paraffin oil and pulverised charcoal, and wall-paper on both sides to record the prints of passing animals (Brandjes & Smit 1996, Smit 1996, Huijser & Bergers 2000, Brandjes & Veenbaas 1998, Brandjes et al. 2002; figure 2). This method, using a neutral ink, is considered unlikely to affect the health of medium-sized mammals, such as mustelids (Brandjes



Photo 1. One of the 14 studied wildlife underpasses. *Photograph: Maarten van Vuurde.*



Photo 2. Grates on top of the wildlife underpasses. *Photograph: Maarten van Vuurde.*

Table 2. Studied variables and their expected correlation with the crossing rate of weasel and stoat: + = positive correlation expected; - = negative correlation expected; 0 = no effect expected.

Variables	Code	Definition	Expected correlation
<i>Landscape attributes</i>			
Cover	LC	Distance to the nearest natural cover (m), e.g. shrubs, hedges, trees (height >1.5 m), connected to larger habitat patches or linear elements (>100 m ²)	-
Building	LB	Distance to the nearest building (m)	+
Parallel road	LP	Distance to the nearest parallel road (m)	+
<i>Structural attributes</i>			
Length	SL	Underpass length / openness (m)	-
Grate	SG	Proportion of underpass with grate on top (%)	0 (-?)
<i>Ecological attribute</i>			
Predator use	EP	Average number of crossings by feral cat/red fox (day ⁻¹)	-

et al. 1999). We collected the two pieces of paper from every track-plate after an average of eight days (photo 3). One track-plate was used at each underpass and was placed about one metre inside the underpass. Long ink-beds (length = 0.6 m) were used to reduce the chance of animals jumping over them. No baits were used.

Data analyses

We identified all the animal tracks on the track-papers following Lange et al. (1986), Lange et al. (1994), Oord (1996) and Van Diepenbeek (1999). It is known there is an overlap in size between the tracks of weasel and stoat, especially

of male weasel and female stoat. We therefore considered both species as one group: 'small mustelids'. The behaviour and preferred habitat are known to be quite similar for both species (Lange et al. 1994), hence, we presumed the influence of landscape variables on the crossing rates of the two species to be the same. For each underpass we estimated the number of track sets per animal species (or species group) and crossing direction. We defined the crossing rate as the mean daily number of track sets (in both directions) detected in an underpass. Operative days were the days in which recording of tracks was done successfully.

Table 3. The values of studied landscape, structural and ecological attributes for each underpass.

Underpass	LC (m)	LB (m)	LP (m)	SL (m)	SG (%)	EP (day ⁻¹)
1	0	375	750	32.0	28	0.00
2	0	675	775	30.0	30	0.00
3	4	128	600	22.0	9	0.00
4	1	23	850	31.5	0	0.36
5	4	90	850	19.0	11	0.00
6	4	250	875	19.5	10	0.00
7	4	250	9.5	20.0	10	0.00
8	9	44	9	20.0	10	0.11
9	7	26	44	28.0	7	0.00
10	18	50	46	23.0	9	0.00
11	0	150	400	21.0	0	0.00
12	1	40	850	21.0	0	0.00
13	16	135	260	22.5	9	0.00
14	18	54	5.5	22.5	18	0.04

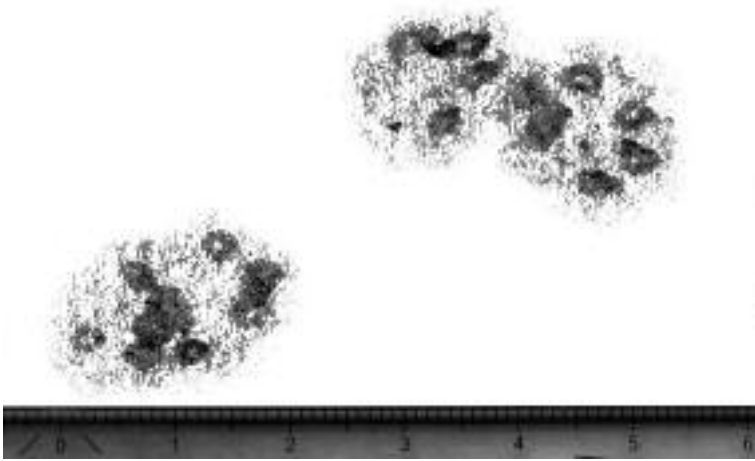


Figure 2. Weasel and stoat tracks were recorded as ink-prints on track-plates (scale in cm).

Differences in crossing rates between underpasses may just be a reflection of differences in mustelid densities within the study area, about which nothing was known. Therefore, we tested for correlations between the crossing rates of mustelids and differences in landscape type (types A-D; see table 1). Mustelid densities, as

well as size and shape of home ranges, are known to vary between landscape types (Murphy & Dowding 1994) and correlations between underpass use and landscape type have been assessed before (see Brandjes et al. 2001).

We analysed the number of crossings with a loglinear regression model, a generalised linear



Photo 3. The two pieces of paper on the track-plates were collected and replaced after an average of eight days. Photograph: Els van Vuurde.

model with a Poisson distribution and a logarithmic link function (McCullagh & Nelder 1989). We thus modelled the relationship between the mean μ of the Poisson distribution and the variables by $\log(\mu) = \text{constant} + \text{predictor variables}$. Over-dispersion was accounted for by inflating the variance with an over-dispersion parameter. Consequently, deviance ratios were employed for significance testing. We assumed that the number of crossings was proportional to the number of operative days per underpass and thus we used the logarithm of the number of operational days as an offset in the regression model. The predictor variables LB and LP had a very large range (table 3) and so we log-transformed them.

Results

In total we recorded 941 crossings for all animal species (table 4). Weasel and stoat used underpasses in all four landscape types: 146 weasel and stoat crossings were detected in eleven underpasses (table 5). Hence, mustelid crossings comprised 15.5% of all crossings, found in 78.6% of the underpasses. The highest number of crossings (38) by small mustelids was found in underpass 7. Crossing rates varied between 0.00 and 0.68 (average: 0.19) crossings per underpass per day. Track set numbers of small mustelids differed from 0 to 8 at individual inspections. The underpasses were used by at least 10 other animal species or species groups (table 4), with each underpass being used by an average of 3.6-4.1 species (groups). In underpasses ($n=11$) used by small mustelids, the average number of species (groups) using the underpass was 3.9-4.5. Feral cats were recorded 27 times, using only underpasses 4, 8 and 14. Red fox was recorded only once: in underpass 4. Predator crossings comprised 3.0% of all crossings (table 4).

No significant differences in crossing rates between landscape types were found ($P=0.523$). Although the number of observations was relatively small, we assumed population densities to be equal across the whole study area and hence did not use landscape type as a forced factor in

the correlation analyses. We found a negative correlation between the crossing rates of small mustelids and the distance to cover (LC: $P=0.019$; $b=-0.15$, $se=0.07$). Although not significant, there was an indication of a positive correlation between crossing rates and the distance to the nearest buildings (logLB: $P=0.067$; $b=0.56$, $se=0.28$). No correlation was found between the use of underpasses by stoat and weasel and the distance to parallel roads (logLP: $P=0.756$). No correlation was found between crossing rates and the co-variables SL, SG and EC. Adding these co-variables, logLB or logLP to the regression model with LC did not produce significant improvements of the model with LC. Similarly, adding the co-variables LC or logLP to the regression model with logLB did not produce significant improvements of the model with logLB.

Discussion

Weasel and stoat used a large proportion of the studied underpasses (~80%) and the number of mustelid passages comprised a substantial part of all crossings (~15%). By comparison, Brandjes et al. (2002) found that 44% of studied underpasses (circular wildlife tunnels; $n=50$) were used by small mustelids, and small mustelid crossing numbers comprised no more than ~8% of all crossings. These differences may possibly be a result of their inclusion of extremely long (>40 m) underpasses. The high number of small mustelid crossings in our study was even more surprising, because no animal-proof fences had been constructed along the railroad that would prevent the animals from crossing the railroad elsewhere and which would also guide the animals to the underpasses. Although no information is available about how many small mustelid crossings still take place over the railroad tracks, it appears that the underpasses offer an attractive passageway, at least for some individuals.

Although our survey period was limited to eight weeks in August-October, a period in which young animals show high dispersal rates

Table 4. Number of track sets of all species/species groups per underpass. Ranges in track set numbers (reflecting minimum and maximum number of track sets) are due to difficulties in interpreting track recordings. N = number of operative days.

Underpass	N	Species (groups)										Total of all species	Total number of species (groups) recorded					
		Western hedgehog	Rabbit	Mice, voles and shrews	Brown rat	Weasel and stoat	Western polecat	Pine and stone marten	Red fox	Feral cat	Newts			Toads	Frogs			
1	49	0	0	43-44	2	9	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	58-59	4
2	56	0	0	73-74	7	25-27	0	0	0	0	0	0	0	54-66	25-38	3-4	187-216	6
3	56	0	0	24-26	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0-1	2	33-36	3-4
4	56	0	0	3	4	6	0	0	8	1	19	0	0	0	0	0	41	6
5	56	0	0	23	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	27	3
6	56	11-12	0	108	0-1	13	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	135-136	4-5
7	56	0	0	55	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0-1	0-2	3-4	96-100	3-5
8	56	1	0	3	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	5	15	4
9	56	0	0	6-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-1	1	7-16	2-3
10	56	0	0	39	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2-3	43-44	3
11	56	0	0	6-7	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0-2	0	20-23	2-3
12	56	0	6	0	142	24-30	0	0	0	0	0	0	0	0-2	0	0	172-180	3-4
13	56	0	0	58-59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	59-60	2
14	56	0	7	1	0	3	0	0	0	0	2	0	2	0	1-2	2-5	16-20	6
Total		12.5	13	449	155.5	146	0.5	8	1	27	66.5	36	26	941		-		
Number of underpasses used		2	2	13	4-5	11	0-1	1	1	3	3-5	2-6	9	14		-		

Table 5. The number of operative days, the total number of crossings and the crossing rates of weasel and stoat for each underpass.

Underpass	Number of operative days	Total number of crossings by weasel and stoat (both directions)	Average number of crossings by weasel and stoat (day ⁻¹)
1	49	9	0.18
2	56	26	0.46
3	56	7	0.13
4	56	6	0.11
5	56	1	0.02
6	56	13	0.23
7	56	38	0.68
8	56	0	0.00
9	56	0	0.00
10	56	2	0.04
11	56	14	0.25
12	56	27	0.48
13	56	0	0.00
14	56	3	0.05
Total	777	146	–
Average	–	–	0.19

(Van Gompel 1992), we believe that crossing rates in our survey reflect life history traits of both weasel and stoat in general. There is no particular period or season in which these mustelids show (extremely) low activity. The high metabolism rates of weasel lead to high levels of day and night time activity, interspersed with short breaks, throughout the whole year (Verkem et al. 2003). High levels of day time activity can also be seen in female stoats with young (Lange et al. 1994). Yanes et al. (1995) found little seasonal variability in use of underpasses by carnivores, including weasel, although crossing numbers in spring were lower. Both species often have large home ranges (weasel: up to 25 ha; stoat: up to 50 ha) and consequently the animals frequently have to cross roads and railroads during their daily territorial movements. Home range size is found to be largely dependent on prey densities (Lange et al. 1994). Hence, in years with high prey densities crossing rates at transport barriers may decrease.

Crossings of small mustelids were found in tunnels of all age classes, which differed be-

tween 0 ($n=4$), 2 ($n=4$) and 5 ($n=6$) years (see table 1). Apparently, small mustelids quickly become habituated to the new crossing structures.

We assumed that every small mustelid recorded on the track-plates did cross the railroad, and did not only visit the underpass and leave again on the same side. This assumption was supported by the fact that there were often differences between the number of track sets of animals going in opposite directions at single inspections of single track-plates. Furthermore, no tracks were recorded of animals which had turned around at the track-plates. Mud prints instead of ink prints on the track-plates could have indicated that animals were jumping over the ink-beds (see e.g. Brandjes et al. 2002), thus reflecting a 'barrier-effect' by the ink-beds. However, we found no such evidence.

We found that differences in crossing rates of small mustelids were significantly correlated with the distance to the nearest natural element providing cover. As expected, there were more crossings by weasel and stoat when shrubs, hedges and woodlands were close by. Our results

generally correspond with earlier studies by Clevenger & Waltho (1999) and Clevenger et al. (2001) in which distance to cover, trees or shrubs >1.5 m high, was a significant factor, with a negative correlation for underpass use by small mustelids. By contrast, Brandjes et al. (2002) did not find a significant effect of distance to cover on crossing rates by weasel or stoat. A possible explanation for these differences is different data treatment. Brandjes et al. (2002) averaged distances to cover on both sides of the passages, thus averaging extreme distance values, while in our study the most unfavourable distance of both underpass sides was used in the analysis.

A twofold explanation can be provided for the effect of distance to cover on crossing rates: (1) species that prefer habitats with abundant cover for hiding would feel an even stronger need for protective vegetation in inhospitable environments, such as open railroad corridors (see also Clevenger & Waltho 2005), and (2) landscape elements that provide cover, simultaneously direct the animals towards the underpass entrances and thus help them find the passageways. The high number of crossings suggests that daily use by local animals (home range movements) is more important than underpass use by dispersing animals. If this assumption is true, we believe that the effect of distance to cover on small mustelid crossings was mainly a result of the preference for cover, and less a result of guiding the animals.

Although distance to buildings was not significantly correlated with crossing rates, we did find an indication of a positive correlation, as we had expected. Crossing rates seemed to decrease when buildings were close by. Human activity around buildings is believed to decrease the attractiveness of an underpass for small mustelids. We assume that the effect of distance to buildings might be proven to be significant if the underpasses are monitored for a longer period.

Distance to roads parallel to the railroad did not show a correlation with crossing rates. This may be due to the fact that all the roads at short distances from the underpasses (<100 m) were local roads, with (very) low traffic volumes after

dark. Telemetry studies showed that such roads form little to no barrier for small mustelids, due to their mainly nocturnal life style and mobility (Murphy & Dowding 1994).

We did not find any significant correlation between crossing rates and the structural or ecological co-variables. This is not surprising because in selecting the underpasses we had tried to standardise these variables as much as possible. Although underpass length and openness were likely to affect crossing rates (see e.g. Yanes et al. 1995, Clevenger & Waltho 1999), these variables showed no correlation, due to the small variation in underpass length in our study (maximum difference: 13 m). Brandjes et al. (2002) had found that tunnel length, split in two classes (≤ 40 m and > 40 m) was the only attribute which showed a significant negative correlation with crossing rates of small mustelids who preferred underpasses of ≤ 40 m.

No correlation was found for crossing rates and the percentage of underpass length with grates on top. The impact of grates on the crossing rates of small mustelids is hard to predict. No research has yet been published which studies this relationship. Although the absence of a correlation can be the result of the (intended) small difference in grate length between the studied underpasses, we hypothesized that grate length would have no effect on underpass use by small mustelids. Grates were constructed in order to reduce the 'tunnel effect' for amphibians and reptiles and improve micro-climate in the passageway. It is unlikely that small mustelids, which often use underground tunnels dug by mice and moles, are sensitive to such effects (King 1989). One may even argue that underpasses without grates on top would be more suitable for small mustelids. Other studies have revealed that some mammal use of highway underpasses was negatively affected by the presence of openings between the lanes, because of increased noise levels in the underpass (Clevenger & Waltho 2005). Noise from passing trains may stress the animals while passing through the underpasses and potentially restrict their acceptance of the tunnels as passageways.

A comparison of crossing rates of underpasses that show large variance in grate length (0-100%) is needed to fill these knowledge gaps.

There is some evidence that wildlife crossing structures can be used by predators to capture prey (Little et al. 2002, Cain et al. 2003, Little 2003). This may lead to prey species avoiding using the passageways. However, we found no indications for such behavioural responses in prey species. Underpasses with high crossing rates for small mustelids also often had high crossing rates by their prey species, such as mice, voles, shrews or amphibians. The use of underpasses by weasel and stoat, themselves frequently killed by feral cat and red fox, also showed no correlation with the crossing rates of their potential predators. The absence of such a correlation may be due to the small number of feral cat and red fox crossings and their use of only a limited number of underpasses. Even with a much larger sample size, however, Brandjes et al. (2002) did not find a significant effect of co-use by feral cats on the crossing rates by weasel or stoat.

Recommendations for future research

We indirectly tested for differences in the densities of small mustelids within the study area by using landscape type as a variable. We did so for practical reasons: data on mustelid densities around the studied railroad were unavailable. However, we do recommend including animal density estimations in studies that seek to identify variables that affect crossing structure performance (see also Hardy et al. 2003). In study areas where snow tracking in winter is not an option, referential track-plates can be used (see e.g. Yanes et al. 1995, Brown & Miller 1998, Huijser & Bergers 2000, Brandjes et al. 2002) or capture-mark-recapture studies can be set up. The advantage is that corrections for (even small) differences in mustelid densities can be made in the correlation analyses between crossing rates and landscape variables.

The use of track-plates provides results in crossing rates by species or species group, but usually cannot provide information about the number of individuals that used the underpasses (Brandjes & Smit 1996). Such information is essential, however, to draw any conclusions about the effectiveness of underpasses as habitat connectors and measures to ensure the viability of (local) populations. The use of subcutaneous radio tags, i.e. Passive Integrated Transponders (PIT), may be a helpful tool for studying the use of underpasses by individual animals. These allow the recording of the exact number of crossings made by one individual, by using receivers inside the passages (Kenward 2001). An even better option, although more time-consuming, is the use of radio collars. Individual animal movements can be followed more precisely, both within and outside the railroad corridor, which may provide information about habitat use, home range size, underpass preference, crossing rates in underpasses, frequency and locations of crossings elsewhere over the railroad tracks, and mortality due to collisions with trains (see e.g. Murphy & Dowding 1994, Foster & Humphrey 1995, James & Stuart-Smith 2000, Miller et al. 2001, Millsbaugh & Marzluff 2001). Radio-tracking also facilitates studying the importance of wildlife underpasses for dispersing animals, which is important, as it is assumed that dispersing animals will find it more difficult to discover an underpass than local animals. Hence, the effects of wildlife underpasses on the persistence of (meta)populations will be better understood (Chruszcz et al. 2003, Veenbaas et al. 2003). Such studies can also help in the identification of locations for the construction of new wildlife underpasses, by using knowledge about successful or unsuccessful railroad crossing locations in areas where the viability of the population is at risk (Romin & Bissonette 1996, van der Grift & Pouwels 2006).

Special research attention is recommended for the effect of fencing on crossing rates through underpasses. Fences can either enhance or reduce population viability, depending on the degree of railroad avoidance of a species and the

mortality rates of animals that try to cross the tracks (Jaeger & Fahrig 2003). Hence, conclusions about the need for fenced, or fenceless, railroad corridors can only be drawn if all small mustelid crossings (successful or unsuccessful) are known, both through the underpasses and across the tracks. A first step may be to compare crossing rates in underpasses before and after the construction of fences.

The construction and maintenance of animal-proof fences is costly. Hence, if animals can be encouraged to use underpasses without need for guiding fences, this would be an important advantage. Different measures for optimising underpass use, without the construction of animal-proof fences, may be considered. Changes in the landscape around underpasses may positively affect their use. These could include the development of guiding landscape elements and cover at underpass entrances. Other measures could involve a decrease in the distance between underpasses, or the removal of natural cover close to the transport corridor at sections between wildlife crossing structures (see also Huijser 2000). Experiments with such measures are recommended, with attention paid to a variety of species, because of differences in behaviour and preferences.

Conclusions

This study shows that small rectangular wildlife underpasses have the potential to restore habitat connectivity and reduce traffic-related mortality for a variety of small vertebrates, including small mustelids. Even without the construction of animal-proof fences, the studied underpasses were used frequently by weasel/stoat. No data exist on the number of crossings over the railroad tracks and in consequence the proportion of crossings that take place through the underpasses can not be estimated. The high crossing rates suggest that the small mustelids consciously use underpasses, despite the absence of fences, to avoid crossing the inhospitable railroad clearing.

The small sample number ($n=14$ underpasses)

and short research period (8 weeks) of this pilot-study, the absence of data on the behaviour of the animals inside the underpasses (crossings versus visits), and the lack of information about the densities of small mustelids within the study area, force us to be cautious in our conclusions about factors affecting the performance of wildlife underpasses. Our study does, however, indicate the importance of landscape elements in providing cover close to underpass entrances. The number of crossings by small mustelids is likely to increase when shrubs, hedges and trees are close by. By contrast, crossing rates are expected to be lower when underpasses are situated close to buildings. Long-term monitoring of wildlife crossing structures, preferably combined with capture-mark-recapture or radio-tracking studies, is needed to verify these conclusions and to be able to predict the impact of underpass use on population viability of small mustelids.

Acknowledgements: We would like to thank Tjeerd Kooij (Holland Railconsult B.V.), who was one of the initiators of this study, assisted us with the field work and the necessary permits to conduct the monitoring in the railroad corridor, and commented on an earlier draft of this paper. We would also like to thank ProRail for their financial support for this study and especially Mariëtte van Rooij (ProRail) for her help. We thank Paul Goedhart (WUR, Plant Research International) for his help with the statistical analyses and Paul Opdam (WUR, Alterra) for his critical and valuable comments on a previous draft of this manuscript. Finally, we are very grateful to Annemarie van Diepenbeek for her help with the identification of the animal tracks and to Els van Vuurde for her help with the data collection.

References

- Bakker, R. 1997. Reinforcement of environmental values along railway-infrastructure: An integrated approach. In: K. Canters (ed.). Proceedings of the International Conference on Habitat Fragmentation, Infrastructure and the Role of Ecological Engineering, 17-21 September 1995, Maastricht/Den Haag, Netherlands: 316-326. Ministry of Transport, Public Works and Water Manage-

- ment, Road and Hydraulic Engineering Division, Delft, The Netherlands.
- Bakker, R., A. van Daatselaar, G. Roorda & M. van der Zwan 1991. Landschapsonderzoek Bostel-Eindhoven. Ingenieursbureau Nederlandse Spoorwegen, Utrecht, The Netherlands.
- Bekker, G.J., R. Cuperus, C.F. Jaarsma, D.A. Kamphorst & R.J.M. Kleijberg 2001. Dealing with fragmentation: prevention, mitigation and compensation. In: A.A.G. Piepers (ed.). Infrastructure and nature; fragmentation and defragmentation. Dutch State of the Art Report for COS activity 341: 77-98. Defragmentation Series 39A. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering Division, Delft, The Netherlands.
- Brandjes, G.J. & G.F.J. Smit 1996. Overzicht onderzoeksmethoden gebruik faunapassages. Ontsnipperingsreeks 30. Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft, The Netherlands.
- Brandjes, G.J. & G. Veenbaas 1998. Het gebruik van faunapassages langs waterwegen onder rijkswegen in Nederland. Een oriënterend onderzoek. Ontsnipperingsreeks 36. Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft, The Netherlands.
- Brandjes, G.J., G. Veenbaas & G.J. Bekker 1999. Registreren van het gebruik van faunapassages. De Levende Natuur 100 (1): 6-11.
- Brandjes, G.J., G. Veenbaas, I. Tulp & M.J.M. Poot 2001. Het gebruik van faunapassages langs watergangen onder rijkswegen. Resultaten van een experimenteel onderzoek. Ontsnipperingsreeks 40. Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft, The Netherlands.
- Brandjes, G.J., R. van Eekelen, K. Krijgsveld & G.F.J. Smit 2002. Het gebruik van faunabuizen onder rijkswegen. Resultaten literatuur- en veldonderzoek. Ontsnipperingsreeks 43. Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft, The Netherlands.
- Brown, J.A. & C.J. Miller 1998. Monitoring stoat (*Mustela erminea*) control operations: power analysis and design. Science for Conservation 96: 1-21.
- Cain, A.T., V.R. Tuovila, D.G. Hewitt & M.E. Tewes 2003. Effects of a highway and mitigation projects on bobcats in Southern Texas. Biological Conservation 114: 189-197.
- Canters, K.J. & S. Broekhuizen 1998. Soortbeschrijvingen Wezel (*Mustela nivalis*) & Hermelijn (*Mustela erminea*). De Levende Natuur 99: 168, 200.
- Chruszcz, B., A.P. Clevenger, K.E. Gunson & M.L. Gibeau 2003. Relationships among grizzly bears, highways, and habitat in the Banff-Bow Valley, Alberta, Canada. Canadian Journal of Zoology 81: 1378-1391.
- Clevenger, A.P. & N. Waltho 1999. Dry drainage culvert use and design considerations for small- and medium-sized mammal movement across a major transportation corridor. In: G.L. Evink, P. Garrett & D. Ziegler (eds.). Proceedings of the Third International Conference on Wildlife Ecology and Transportation: 263-277. FL-ER-73-99. Florida Department of Transportation, Tallahassee, USA.
- Clevenger, A.P. & N. Waltho 2000. Factors influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. Conservation Biology 14: 47-56.
- Clevenger, A.P. & N. Waltho 2005. Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. Biological Conservation 121: 453-464.
- Clevenger, A.P., B. Chruszcz & K. Gunson 2001. Drainage culverts as habitat linkages and factors influencing passage by mammals. Journal of Applied Ecology 38: 1340-1349.
- Diepenbeek, M.A.J. van 1999. Veldgids diersporen. Sporen van gewervelde landdieren. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht, The Netherlands.
- Dijkstra, V. 2000. De huiskat als predator van kleine marterachtigen. Zoogdier 11(4): 19-21.
- Forman, R.T.T. & L.E. Alexander 1998. Roads and their major ecological effects. Annual Review of Ecology and Systematics 29: 207-231.
- Forman, R.T.T., D. Sperling, J.A. Bissonette, A.P. Clevenger, C.D. Cutshall, V.H. Dale, L. Fahrig, R. France, C.R. Goldman, K. Haenue, J.A. Jones, F.J. Swanson, T. Turrentine, T.C. Winter 2003. Road ecology – Science and solutions. Island Press, Washington, USA.
- Foster, M. & S.R. Humphrey 1995. Use of highway underpasses by Florida panthers and other wildlife. Wildlife Society Bulletin 23: 95-100.
- Goosem, M. 2002. Effects of tropical rainforest roads on small mammals: fragmentation, edge effects and traffic disturbance. Wildlife Research 29: 277-289.
- Grift, E.A. van der 1999. Mammals and railroads: Impacts and management implications. Lutra 42: 77-98.
- Grift, E.A. van der & H.M.J. Kuijsters 1998. Mitigation measures to reduce habitat fragmentation by railway lines in the Netherlands. In: G.L. Evink, P. Garrett, D. Zeigler & J. Berry (eds.). Proceedings

- of the International Conference on Wildlife Ecology and Transportation: 166-170. FL-ER-69-98. Florida Department of Transportation, Tallahassee, USA.
- Grift, E.A. van der & R. Pouwels 2006. Restoring habitat connectivity across transport corridors: Identifying high-priority locations for de-fragmentation with the use of an expert-based model. In: J. Davenport & J.L. Davenport (eds.). The ecology of transportation: managing mobility for the environment: 205-231. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Grift, E.A. van der, J. Verboom & R. Pouwels 2003. Assessing the impact of roads on animal population viability. In: C.L. Irwin, P. Garrett & K.P. McDermott (eds.). Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation: 173-181. Centre for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, USA.
- Hardy, A., A.P. Clevenger, M. Huijser & G. Neale 2003. An overview of methods and approaches for evaluating the effectiveness of wildlife crossing structures: Emphasizing the science in applied science. In: C.L. Irwin, P. Garrett & K.P. McDermott (eds.). Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation: 319-330. Centre for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, USA.
- Huijser, M.P. 2000. Life on the edge. Hedgehog traffic victims and mitigation strategies in an anthropogenic landscape. PhD thesis. Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.
- Huijser, M.P. & P.J.M. Bergers 2000. The effect of roads and traffic on hedgehog (*Erinaceus europaeus*) populations. *Biological Conservation* 95: 111-116.
- Hunt, A., H.J. Dickens & R.J. Whelan 1987. Movement of mammals through tunnels under railway lines. *Australian Zoologist* 24 (2): 89-93.
- Jaeger, J.A.G. & L. Fahrig 2003. Under what conditions do fences reduce the effects of transportation infrastructure on population persistence? In: Proceedings Infra Eco Network Europe (IENE) Conference, *Habitat fragmentation due to Transportation Infrastructure*. Institute of Nature Conservation, Brussels, Belgium.
- James, A.R.C. & A.K. Stuart-Smith 2000. Distribution of caribou and wolves in relation to linear corridors. *Journal of Wildlife Management* 64: 154-159.
- Kaczensky, P., F. Knauer, B. Krze, M. Jonozovic, M. Adamic & H. Gossow 2003. The impact of high speed, high volume traffic axes on brown bears in Slovenia. *Biological Conservation* 111: 191-204.
- Kenward, R.E. 2001. A manual for wildlife radio tagging. Academic Press, London, UK.
- King, C. 1989. The natural history of weasels & stoats. Christopher Helm, London, UK.
- Lange, R., A. van Winden, P. Twisk, J. de Laender & C. Speer 1986. Zoogdieren van de Benelux. Herkenning en onderzoek. Jeugdbondsuitgeverij, 's-Graveland, The Netherlands.
- Lange, R., P. Twisk, A. van Winden & A. van Diepenbeek 1994. Zoogdieren van West-Europa. KNNV Uitgeverij, Utrecht, The Netherlands.
- Little, S.J. 2003. The influence of predator-prey relationships on wildlife passage evaluation. In: C.L. Irwin, P. Garrett & K.P. McDermott (eds.). Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation: 277-292. Centre for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, USA.
- Little, S.J., R.G. Harcourt & A.P. Clevenger 2002. Do wildlife passages act as prey traps? *Biological Conservation* 107: 135-145.
- McCullagh, P. & J.A. Nelder 1989. Generalized Linear Models, second edition. Chapman & Hall, London, UK.
- Millsbaugh, J.J. & J.M. Marzluff 2001. Radio tracking and animal populations. Academic Press, San Diego, USA.
- Miller, C., M. Elliot & N. Alterio 2001. Home range of stoats (*Mustela erminea*) in podocarp forest, south Westland, New Zealand: implications for a control strategy. *Wildlife Research*: 165-172.
- Murphy, E.C. & J.E. Dowding 1994. Range and diet of stoats (*Mustela erminea*) in a New Zealand beech forest. *New Zealand Journal of Ecology* 18: 11-18.
- Ng, S.J., J.W. Dole, R.M. Sauvajot, S.P.D. Riley & T.J. Valone 2004. Use of highway undercrossings by wildlife in southern California. *Biological Conservation* 115: 499-507.
- Oord, J.G. 1996. Herkenning van diersporen en -prenten bij kleinwildtunnels. Buro voor faunatechniek Oord, Wittelte, The Netherlands.
- Opdam, P., R. van Apeldoorn, A. Schotman & J. Kalkhoven 1993. Population responses to landscape fragmentation. In: C.C. Vos & P. Opdam (eds.). Landscape ecology of a stressed environment: 147-171. Chapman & Hall, London, UK.
- Pelzers, E. 1992a. Hermelijn, *Mustela erminea*. In: S. Broekhuizen, B. Hoekstra, V. van Laar, C. Smeenk & J.B.M. Thissen (eds.). Atlas van de Nederlandse zoogdieren: 138-141. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht, The Netherlands.
- Pelzers, E. 1992b. Wezel, *Mustela nivalis*. In: S. Broekhuizen, B. Hoekstra, V. van Laar, C.

- Smeenk & J.B.M. Thissen (eds.). Atlas van de Nederlandse zoogdieren: 142-145. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht, The Netherlands.
- Romin, L.A. & J.A. Bissonette 1996. Deer-vehicle collisions: status of state monitoring activities and mitigation efforts. *Wildlife Society Bulletin* 24: 276-283.
- Smit, G.F.J. 1996. Het gebruik van faunapassages bij rijkswegen. Overzicht en onderzoeksplan. Ontsnipperingsreeks 29. Rijkswaterstaat Dienst Wegen Waterbouwkunde, Delft, The Netherlands.
- Spellerberg, I.F. 2002. Ecological effects of roads. Science Publishers Inc., Enfield, USA.
- Trocme, M., S. Cahill, J.G. de Vries, H. Farrall, L. Folkeson, G. Fry, C. Hicks & J. Peymen 2003 (eds.). COST 341 – Habitat Fragmentation due to transportation infrastructure: The European Review. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, Luxembourg.
- Trombulak, S.C. & C.A. Frissell 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14: 18-30.
- Van Gompel, J. 1992. Kleine marterachtigen in de Uitkerkse Polder. *Zoogdier* 3: 3-8.
- Veenbaas, G. & J. Brandjes, G. Smit & E. van der Grift 2003. Effectiveness of fauna passageways at main roads in the Netherlands. In: Proceedings Infra Eco Network Europe (IENE) Conference, *Habitat fragmentation due to Transportation Infrastructure*. Institute of Nature Conservation, Brussels, Belgium.
- Verkem, S., J. De Maeseneer, B. Vandendriessche, G. Verbeylen & S. Yskout 2003. Zoogdieren in Vlaanderen. Ecologie en verspreiding van 1987 tot 2002. Natuurpunt Studie / JNM-Zoogdierenwerkgroep, Mechelen / Gent, Belgium.
- Yanes, M., J.M. Velasco & F. Suárez 1995. Permeability of roads and railways to vertebrates: the importance of culverts. *Biological Conservation* 71: 217-222.

Samenvatting

Het effect van landschappelijke kenmerken op het gebruik van kleine faunatunnels door wezel (*Mustela nivalis*) en hermelijn (*Mustela erminea*)

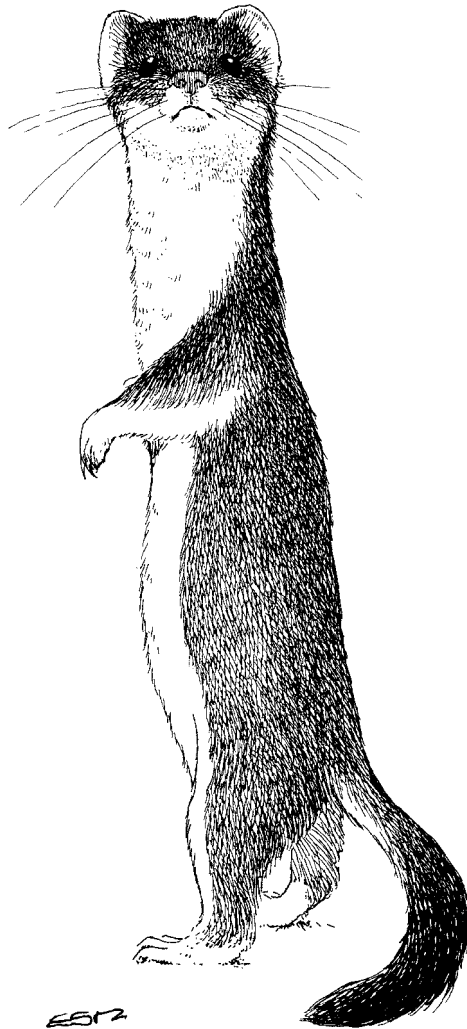
Steeds vaker worden faunapassages, zoals eco-ducten en faunatunnels, aangelegd om de barrièrewerking van verkeers- en spoorwegen te mitigeren en de uitwisseling van dieren tussen leefgebieden aan weerszijden van de infrastructuur te herstellen. Onderzoek heeft aangetoond dat dergelijke faunavoorzieningen door een scala aan zoogdiersoorten wordt gebruikt, inclusief wezel (*Mustela nivalis*) en hermelijn (*Mustela erminea*). Er is echter weinig bekend over welke kenmerken van faunapassages en het direct aangrenzende landschap de acceptatie en het gebruik van de voorzieningen door kleine marterachtigen beïnvloeden. Wij onderzochten het effect van landschapsvariabelen op het gebruik door kleine marterachtigen van 14 kleine faunatunnels onder een viersporige spoorlijn tussen Boxtel en Eindhoven. We gebruikten sporenplaten om passages van dieren door de tunnels gedurende acht weken vast te stellen. We onderzochten drie landschapsvariabelen: afstand tot het dichtstbijzijnde dekkingbiedend landschapselement (>1.5 m), afstand tot de dichtstbijzijnde bebouwing en afstand tot de dichtstbijzijnde weg, parallel aan de spoorlijn. Lengte en openheid van de faunatunnels, het percentage van de tunnels dat is afgedekt met lichtroosters en het gemiddelde aantal passages per dag van diersoorten (hier: huiskat en vos) die prederen op kleine marterachtigen zijn in de studie meegenomen als co-variabelen. Kleine marterachtigen maakten gebruik van 11 faunatunnels met een totaal van 146 passages (~15% van alle passages). We vonden een significante negatieve correlatie tussen het gebruik van de tunnels door kleine marterachtigen en de afstand tot dekking, terwijl er een indicatie was voor een positieve correlatie tussen het gebruik en de af-

stand tot de dichtstbijzijnde bebouwing. Er is geen correlatie gevonden met de afstand tot de dichtstbijzijnde parallelweg, het gebruik door predatoren of een van de structuurkenmerken van de faunatunnels. Een correlatie met structuurkenmerken was ook niet de verwachting, omdat bij de selectie van faunapassages het streven was geweest om verschillen in structuurkenmerken minimaal te houden. Voor toekomstig onderzoek naar factoren die het functioneren van faunapassages beïnvloeden adviseren we onderzoek naar

(verschillen in) populatiedichtheden in de studie op te nemen, evenals onderzoek naar bewegingen van individuele dieren, het effect van rasters op het gebruik van de tunnels, het belang van faunapassages voor dieren op dispersie en experimenten waarbij landschapsvariabelen rond faunapassages kunstmatig worden aangepast.

Received: 12 December 2005

Accepted: 2 March 2006



In memoriam dr. Anne van Wijngaarden (1925-2004)

Sim Broekhuizen¹ & Vincent van Laar²

¹ Alterra, Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen, Nederland; e-mail: sim.broekhuizen@wur.nl

² Melin, F-21320 Mont Saint Jean, Frankrijk

Samenvatting: Op 4 oktober 2004 overleed Dr. Anne van Wijngaarden op 78-jarige leeftijd in zijn huis bij Millac-Carlux, Frankrijk. Hij was een van de Nederlandse oprichters van de Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming. Nadat zijn eindexamen op de middelbare school wilde Anne aanvankelijk geologie studeren, maar toen de verplichte excursies te duur bleken, werd het biologie. Nog voordat hij doctoraal-examen had gedaan, kreeg hij een baan bij de Plantenziektenkundige Dienst. Zijn eerste opdracht bestond uit een studie van de biologie en van methodes ter bestrijding van de woelrat (*Arvicola terrestris*). Het onderzoek naar verspreiding, habitatkeuze, voedselkeuze en voortplantingsgedrag van twee ondersoorten of vormen van dezelfde soort, de woelrat of waterrat (*Arvicola terrestris terrestris*) en de molmuis (*Arvicola terrestris sherman*), mondde uit in een proefschrift (1954) en vormde het begin van zijn levenswerk: geografisch-ecologisch onderzoek van Nederlandse zoogdieren. Van Wijngaarden breidde zijn studie naar de woelrat verder uit met onderzoek naar de veldmuis (*Microtus arvalis*), met nadruk op habitatkeuze, populatiedynamiek en intra- en interspecifieke concurrentie. Samen met collega Herman de Vries, begon hij daarnaast met het verzamelen verspreidingsgegevens van andere kleine Nederlandse zoogdieren. Braakballen van uilen waren hierbij een belangrijke bron van informatie en samen met De Vries werd een determinatietabel voorbereid voor inheemse insectenetters en knaagdieren aan de hand van schedelmateriaal. Van Wijngaarden begon tevens met het verzamelen van gegevens over de verspreiding van vleermuizen in kerkgebouwen. In 1957 stapte Van Wijngaarden over naar het Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud (RIVON), waar hij hoofd werd van de afdeling Zoölogie. Zijn belangrijkste taak was het vullen van kennisleemten met betrekking tot de verspreiding en habitatkeuze van zoogdieren. Hij richtte zich in eerste instantie op de meeste bedreigde soorten: de das (*Meles meles*), de otter (*Lutra lutra*), de Noordse woelmuis (*Microtus oeconomus*) en vleermuizen die overwinteren in boomholten of in kelders of die op kerzkolders voorkomen. Hij droeg daarnaast bij aan de inventarisaties van overwinterende vleermuizen in Limburgse mergelgroeven, en nam tevens de kartering van een aantal van deze groeven ter hand. Hij gaf leiding aan vele studenten, die hem bijstonden in het verzamelen van verspreidingsgegevens van zoogdieren. Als resultaat van deze noeste arbeid verscheen in 1971 de eerste verspreidingsatlas van Nederlandse zoogdieren. Van Wijngaarden interesseerde zich niet alleen in zoogdieren zelf, maar ook in hun invloed op de vegetatie. Hij werd een van de initiators van het onderzoek in Nederland naar de effecten van begrazing door grote herbivoren in natuurterreinen en uit productie genomen akkers. Van Wijngaarden was ook een van de pleitbezorgers van herintroductie van de bever (*Castor fiber*) in Nederlandse rivierdelta's. Van Wijngaarden hield zich naast zijn onderzoek aan Nederlandse zoogdieren, ook bezig met internationale beschermingsaspecten van zoogdieren. Onder auspiciën van de IUCN deed hij onderzoek naar de monniksrob (*Monachus monachus*), en naar de status van de bever in Europa. In 1968 organiseerde hij een expeditie naar Spitsbergen om deel te nemen aan internationaal onderzoek naar de verspreiding en ecologie van de ijsbeer (*Ursus maritimus*). Hij droeg bij aan een inventarisatie van de status van bedreigde Europese zoogdieren, voor de Raad van Europa, hetgeen gepubliceerd werd als supplement van het "Handbuch der Säugetiere Europas". Hij droeg bij aan een veldgids voor de niet-vliegende zoogdieren in de bossen van de Guianas. Van Wijngaarden redigeerde daarnaast verschillende buitenlandse boeken om deze beschikbaar te maken voor het Nederlandse publiek, onder meer de "Guide to mammal tracks" van Dahlström en Bang (1973) en de volumes X-XIII van Grzimeks Tierleben over zoogdieren (1973-1975). In 1985 ging Van Wijngaarden, gedwongen door de gevolgen van een tien jaar eerder opgelopen hoofdbleesure, vervroegd met pensioen. Hij hield zich niet meer bezig met zoogdierkunde en werd een actief lid van de Franse Botanische Vereniging.

Trefwoorden: Van Wijngaarden, zoogdieren, Nederland, geografische ecologie, verspreidingsatlas, begrazing, internationale zoogdierbescherming.

© 2005 Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming. Lutra articles on the internet: <http://www.vzz.nl>

Inleiding

Op 4 oktober 2004 overleed in zijn huis op Pech Saint-Martin in Millac-Carlux, hoog gelegen boven het dal van de Dordogne, dr. Anne van Wijngaarden in de leeftijd van 78 jaar. Al eerder is kort stilgestaan bij zijn betekenis voor de zoogdierkunde en de zoogdierbescherming in Nederland en daarbuiten, alsmede die voor de Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming (VZZ) (Broekhuizen 2004). Gezien de beperkte ruimte die daarvoor toen beschikbaar was, is het goed om hier nogmaals aandacht te geven aan de rol die Van Wijngaarden heeft gespeeld bij de gerichte bescherming van veel zoogdiersoorten en de ontwikkeling van methoden en technieken voor het veldonderzoek, niet alleen in Nederland, maar ook daarbuiten.

Opleiding en studie

Anne van Wijngaarden, geboren op 24 november 1925 in Rotterdam, behaalde zijn einddiploma HBS-B in Arnhem in 1944. Als gevolg van het laatste oorlogsjaar en de nasleep daarvan, kon hij pas in januari 1946 met zijn studie aan de Rijksuniversiteit Utrecht beginnen. Aanvankelijk koos hij voor de studie Geologie, maar vanwege de kosten van de vele buitenlandse excursies moest hij hier van afzien en werd het Biologie. Na zijn kandidaatsexamen in 1947, moest hij van maart 1948 tot maart 1950 zijn studie onderbreken vanwege het vervullen van de militaire dienstplicht. Hij diende als 'hospik' in Indonesië, waarna de biologiestudie in Utrecht werd hervat.

In het programma van zijn doctoraalstudie vinden we al de veelzijdigheid die zijn latere werk zo kenmerkte: zoölogie (de ontwikkeling van de gonaden bij de woelrat; ecologie en geografische verspreiding van enkele Nederlandse landslakken), plantensociologie, fenologie van planten, bodemkunde en luchtfotoïnterpretatie. Zijn keuze vormde hem tot ecooloog, in een tijd dat aan de universiteiten het vakgebied ecologie als zodanig nog niet bestond.

Zoogdieronderzoek bij de Plantenziektenkundige Dienst (1950-1956)

Onderzoek aan de woelrat

Nog tijdens zijn doctoraalstudie, in juni 1950, trad Van Wijngaarden als werkstudent in dienst bij de afdeling Gewervelde Dieren van de Plantenziektenkundige Dienst (PD) in Wageningen. Hier werd hij belast met onderzoek naar de biologie en de bestrijding van de woelrat (*Arvicola terrestris*) om op grond van de verzamelde kennis adviezen te kunnen geven ter voorkoming van schade aan landbouwgewassen en over de toepassing en effectiviteit van de gangbare vangmethoden. Voor deze studie deed hij voor het eerst in Nederland uitgebreid veldonderzoek aan een kleine zoogdiersoort. Daarnaast deed hij ook laboratoriumonderzoek naar de voortplanting van gekweekte woelratten. Bij het onderzoek van de ovaria werd overigens veel microscopisch werk door anderen uitgevoerd.

Van Wijngaarden onderzocht honderden zelf verzamelde en hem uit het gehele land toegezonden dode woelratten, niet alleen op voortplanting, maar ook om na te gaan in hoeverre er in Nederland inderdaad twee ondersoorten, c.q. rassen of vormen, aanwezig zijn: de langs oevers levende woelrat of waterrat (*Arvicola terrestris terrestris*) en de ver van water verwijderd, ondergronds levende molmuis (*Arvicola terrestris sherman*). Op grond van de vachtkleur en de verhouding tussen de lichaamslengte en de staartlengte kwam hij tot de conclusie dat de eerste vorm in vrijwel geheel Nederland, de tweede alleen in het Heuvelland van Zuid-Limburg voorkomt. Later uitgevoerd taxonomisch onderzoek aan de schedel door Warmerdam (1982) heeft zijn conclusies bevestigd (zie ook de recensie van Van den Brink uit 1954).

Op 7 juli 1954 promoveerde Van Wijngaarden op dit onderzoek aan de Rijksuniversiteit Leiden bij prof. dr. D.J. Kuenen, zijn latere 'baas' bij het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN). Het proefschrift geeft informatie over de habitatkeuze, de vrachtsporen aan oeverplanten, holen en

andere graafsporen in de oever, alsmede de manieren om schade aan gewassen te voorkomen en de effectiviteit van de verschillende vangmethoden voor boeren en tuinders.

Onderzoek aan de veldmuis

Naast het onderzoek aan de woelrat begon Van Wijngaarden in 1950 ook onderzoek naar de biologie van de veldmuis (*Microtus arvalis*), waarvan toen in een aantal graslandgebieden in ons land nog plagen voorkwamen. De basis werd weer gevormd door een jarenlang herhaald veldonderzoek, nu naar de aantallen veldmuizen in respectievelijk primair (bermen) en secundair (weilanden, akkers, boomgaarden en grienden) bewoonde biotopen. Het praktische doel was het kunnen voorspellen van veldmuisplagen en het kunnen adviseren over maatregelen ter voorkoming van deze plagen. De wetenschappelijke doelstelling was inzicht krijgen in de factoren die deze populatiecycli doen ontstaan. Naast het veldonderzoek op de komkleigronden in de Betuwe werd hiervoor historisch onderzoek gedaan naar het vroegere optreden van veldmuisplagen en de geografische ligging van de plaaggebieden in Nederland. Uit gegevens in gemeentearchieven achterhaalde hij de jaarlijkse fluctuaties in aantallen gedurende de periode 1806-1956 en concludeerde dat er ook toen sprake was van driejarige cycli en dat deze in principe over het gehele land synchroon verliepen. Ook werd gedurende een drietal jaren in buitenterraria het verloop nagegaan van de populatieopbouw bij vier groepen veldmuizen, die bij het begin van het experiment elk uit verschillende aantallen subadulte paartjes bestonden.

De verkregen resultaten, gepubliceerd in 1960, weken op enkele punten af van wat op grond van waarnemingen in de natuur werd verwacht. Dit onderzoek werd eerder dan bedoeld afgebroken doordat Van Wijngaarden van werkkring veranderde. Niettemin had hij intussen zoveel kennis over het ontstaan van veldmuisplagen verkregen, dat hij in 1956 de overtuiging uitsprak “dat binnen twintig jaar het voor de bioloog zo interessante verschijnsel van extreme populatie-

schommelingen bij de veldmuis zal zijn verdwenen.” Hij weet dit vooral aan de intensivering van het graslandgebruik en de uitvoering van de ruilverkavelingen. Toen in 1974-1975 toch nog een veldmuisplaag in de Alblasserwaard ontstond, was de oorzaak ervan snel gevonden. Door de aanleg van zo'n 90 km wegen tijdens de ruilverkaveling was de oppervlakte aan bermen – het optimale veldmuisbiotoop – aanzienlijk toegenomen, terwijl de veldmuizen zich hierlangs ook verder door het gebied konden verspreiden. Toen het graslandgebruik er eenmaal gestabiliseerd was, bleven nieuwe plagen uit.

Ondanks het feit dat zijn werk gericht was op het bestrijden van dierplagen, vindt men in zijn publicaties toch ook steeds de aanbeveling terug om bij de bestrijding niet rücksichtslos te werk te gaan: bestrijdt de dieren alleen op plaatsen waar dit nodig is en doe dit door het terrein waar de schade optreedt, voor de dieren als leefgebied ongeschikt te maken en voorkom daarmee het gebruik van vang- en bestrijdingsmiddelen. Opvallend is ook zijn aanbeveling om in ruilverkavelingsgebieden een terrein in stand te houden waar in de toekomst de aantalschommelingen in de veldmuispopulatie gevolgd kunnen worden. Voor zover wij weten is dit advies niet overgenomen.

Faunistisch onderzoek

Het onderzoek naar de bovengenoemde woelmuissoorten in Nederland had naast een populatiedynamisch, ook een faunistisch en wat we tegenwoordig een landschapecologisch aspect noemen. Dit geldt ook voor het onderzoek naar de bestrijding van de bruine en de zwarte rat en de huismuis, een taak waarmee de PD in die tijd eveneens was belast. Dit onderzoek leidde in 1953 tot de eerste van een rij faunistische publicaties: ‘De verspreiding van het geslacht *Rattus* in Nederland’, geschreven in samenwerking met Herman de Vries. Herman de Vries was in mei 1952 als assistent bij het onderzoek aan de veldmuis in dienst gekomen en hij was vooral de faunist van de twee. Het aspect van de bestrijding lag beiden niet zo na aan het hart. Een gevleugeld ad-

vies van Anne van Wijngaarden aan dames uit villawijken die bij hem kwamen klagen over muizen in huis was: "Laat uw man rijksambtenaar worden, dan liggen de muizen aan het eind van de maand vanzelf dood voor de provisiekast."

Overigens was het bestrijden van ratten en muizen door doden en vergiften niet alleen voor Van Wijngaarden en De Vries niet de eerste oplossing. Het gehele beleid van de PD was eerder gericht op preventie dan op bestrijding. "Een rat is 'maar' een rat. Maar óók tegenover deze dieren hebben wij een morele verantwoordelijkheid. Wij moeten het bestrijden, dus het doden tot het uiterste beperken door te voorkomen (vet gedrukt) dat de rattenstand te hoog wordt", schreef de toenmalige directeur van de PD ter inleiding van het eerste nummer van het voorlichtingsblad *Rat en Muis* (Briejer 1953).

Van Wijngaarden en De Vries namen beiden deel aan de oprichtingsvergadering van de VZZ op 17 mei 1952. Binnen deze vereniging was het onderzoek naar de verspreiding van de Nederlandse zoogdieren aanvankelijk een belangrijk doel: reeds in het tweede mededelingenblad van de vereniging gaf de secretaris aan dat het de bedoeling was om van de inheemse zoogdiersoorten voorlopige verspreidingskaartjes samen te stellen, om te beginnen van de roofdieren (Scheygrond 1952). Binnen de VZZ kwam dit initiatief echter niet verder tot ontwikkeling, mede doordat vergelijkbare plannen ook bij anderen, waaronder Anne van Wijngaarden, bestonden. Deze had in 1951, als voortzetting van het door mevrouw dr. Antje Schreuder op het Zoölogisch Museum te Amsterdam georganiseerde onderzoek naar de verspreiding van de kleine zoogdiersoorten in Nederland (Schreuder 1945), vanuit de PD al het initiatief genomen om door het inzamelen van braakballen van uilen een vollediger inzicht te krijgen in de verspreiding van de kleine zoogdieren. Het materiaal werd vooral door De Vries (1957a, 1957b, 1960a, 1960b, 1961) uitgewerkt.

Ter stimulering van dit onderzoek stelde De Vries voor de leden van de Nederlandse Jeugd-



Anne van Wijngaarden (links) tijdens werkoverleg met o.a. de directeur van het RIVON, dr. M.F. Mörzer Bruyns (tweede van rechts), circa 1960. Foto: collectie Mechtild D.Th.M. de Jong.

Anne van Wijngaarden (standing to the left) in conversation with, among others, his director Dr. M.F. Mörzer Bruyns (second to the right), circa 1960. Photograph: collection Mechtild D.Th.M. de Jong.

bond voor Natuurstudie een determineertabel voor de inheemse insectenetters en knaagdieren samen (de Vries 1958). Deze werd in 1960 door Van Wijngaarden voor de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging bewerkt en aangevuld met gegevens over de levenswijze van de soorten (van Wijngaarden 1961). Eind jaren vijftig hadden Van Wijngaarden en De Vries al het voornemen om een algemeen overzicht te maken over de verspreiding van de Nederlandse landzoogdieren. In 1957 verscheen van hun hand een eerste overzicht van het voorkomen van insectenetters en knaagdieren in alle Nederlandse gemeenten in de periode 1946-1957 (de Vries & van Wijngaarden 1957). Het duurde tot 1971 voordat de eerste atlas over de verspreiding van alle Nederlandse zoogdiersoorten gereed was (van Wijngaarden et al. 1971).

Zoogdieronderzoek bij het RIVON en het RIN (1957-1979)

In 1957 werd Van Wijngaarden gevraagd te solliciteren naar de functie van hoofd bij de afdeling Zoölogie van het kort daarvoor opgerichte Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud (RIVON), als opvolger van dr. A.C.V. van Bemmelen, die benoemd was als directeur van de Rotterdamse diergaarde Blijdorp. Zijn overgang naar het RIVON gaf hem de gelegenheid om het onderzoek naar de bestrijdingsmethoden ten aanzien van zoogdier-soorten die schade veroorzaakten in te wisselen voor geografisch-ecologisch onderzoek met als doel de bescherming van bedreigde zoogdier-soorten.

Verspreiding en bescherming van vleermuizen

Nog in zijn tijd bij de PD had Van Wijngaarden in een in het Fries gestelde enquête, gericht aan alle kosteren in Friesland, geïnformeerd naar het voorkomen van vleermuizen in de kerkgebouwen. Er kwamen enkele tientallen reacties binnen. Deze leidden er onder meer toe dat er een aantal zomerkolonies van de meervleermuis (*Myotis dasycneme*) bekend werd, waaronder die in de kerk van Berlikum. Aan deze kolonie deed A.M. Voûte in de jaren 1966-1968 het veldwerk voor zijn promotieonderzoek naar de activiteitspatronen en de ecologie van deze vleermuissoort (Voûte 1972).

Het onderzoek aan vleermuizen werd tot 1951 bijna geheel bestreken door de activiteiten van de gebroeders P.J. en L. Bels (Bels 1952) en daarna, vooral wat de in de groeven van Zuid-Limburg overwinterende vleermuizen betreft, grotendeels door medewerkers en studenten van de Rijksuniversiteit Utrecht onder leiding van dr. J.W. Sluiter en dr. P.F. van Heerdt en van de Universiteit van Amsterdam onder leiding van prof. dr. A. Punt. Eenmaal bij het RIVON gekomen richtte Van Wijngaarden, samen met de bij het Staatsbosbeheer 'achtergebleven' inventarisatieassistent S. Braaksma, zijn aandacht aan-

vankelijk meer op de verblijfplaatsen buiten Zuid-Limburg, zoals boomholten in lanen en bossen, ijs- en kasteelkelders en kerkzolders. Zo liet hij voor bosbewonende vleermuizen een aantal kasten maken naar voorbeeld van de kasten die door B. en W. Issel in Duitsland bedacht waren en door Sluiter en Van Heerdt verder werden ontwikkeld. De bedoeling was om de kasten te proberen in bosgebieden waarvan bekend was dat de rosse vleermuis (*Nyctalus noctula*) er voorkwam. Hoe deze proef verlopen is, is ons niet bekend.

Anders dan bij zijn onderzoek aan de overige groepen zoogdieren, hield hij zich wat de vleermuizen betreft echter niet zo zeer bezig met de afzonderlijke soorten, als wel met de biotoopbescherming van de gehele groep. Toch is Van Wijngaarden ook voor het vleermuisonderzoek in de Limburgse groeven van grote betekenis geweest, doordat hij, min of meer als hobby, de kartering van een groot aantal groeven ter hand nam. De resultaten hiervan legde hij in 1962 in een omvangrijk rapport vast en zij vormden in 1967 de basis van een Wetenschappelijke Mededeling van de KNNV. Een deel van de toen door Van Wijngaarden vervaardigde plattegronden wordt nog steeds gebruikt. Hoewel hij bij het veldwerk in de groeven wat meer aansluiting had bij het fysiologisch-ecologisch onderzoek van de Amsterdamse groep, wist hij zich aan de toenmalige sfeer van animositeit tussen de Utrechtse en Amsterdamse vleermuisonderzoekers te onttrekken.

Terreinbeheer en begrazingsonderzoek

Voor autecologisch onderzoek was tijdens de eerste RIVON-jaren maar weinig ruimte, want voor de vorming van nieuwe reservaten moest geheel Nederland worden geïnventariseerd op het voorkomen van planten- en diersoorten in relatie tot hun omgeving. Jarenlang organiseerde het RIVON kampen, waar onderzoekers uit alle disciplines van het RIVON aanwezig waren. Van Wijngaarden nam daarbij een belangrijk deel van de organisatie op zich. Gedreven door zijn enthousiasme organiseerde hij daarbij vaak net iets meer dan later uitgevoerd kon worden.

In de ongedwongen sfeer van deze kampen rijpen de ideeën en inzichten van hoe bescherming en beheersmaatregelen met elkaar samenhangen en waar nader onderzoek gewenst was. Daarbij werd onderscheid gemaakt tussen enerzijds het onderzoek naar de gevolgen voor natuurreservaten door bedreigingen van buitenaf (het 'uitwendig beheer'-onderzoek, met name naar factoren als verdroging en verzuring) en anderzijds het onderzoek naar de effecten van beheersmaatregelen binnen de grenzen van een reservaat

(het 'inwendig beheer'-onderzoek, zoals naar de invloed van begrazen, maaien, kappen, ontgronden en dergelijke). Daarnaast speelde steeds de vraag: welke soorten planten en dieren zijn als indicator van betekenis om aan te geven of de genomen maatregelen gunstig dan wel ongunstig uitwerken op de 'kwaliteit' van de natuurreservaten.

Bij de voorbereiding en eerste aanzetten tot dit onderzoek speelden Anne van Wijngaarden en de eveneens onlangs overleden Chris van Leeuwen een leidende rol. De laatste ontwikkelde in de jaren zestig zijn theorie over de relatie tussen patroon en proces in vegetaties, in het bijzonder in grensmilieus, waarbij vooral de betekenis van gradiënten (limes divergens en limes convergens) voor de biodiversiteit aandacht kreeg. Van Wijngaarden was hierbij een enthousiast meedenker en samen werden ze de initiators van het onderzoek in Nederland naar de effecten van begrazing door grote herbivoren in natuurterreinen.

In 1971, na het in dienst nemen van P. Oosterveld als begrazingsonderzoeker, werd ter ondersteuning van hem binnen het RIN de 'Werkgroep Begrazing' opgericht, waaraan Van Wijngaarden ook zelf deelnam.

Geografisch-ecologisch onderzoek

Noordse woelmuis

Na de stormvloedramp in 1953 werd besloten tot de aanleg van een aantal dammen ter afsluiting van zeegaten tussen Zuid-Hollandse en Zeeuwse eilanden. Door deze dammen werd het voor een

aantal zoogdiersoorten mogelijk om zich actief naar andere eilanden te verspreiden. Dit gold vooral voor de veldmuis, waarvoor de grasmat op de dammen een aantrekkelijk biotoop vormde. Door de verbindingen met dammen naar Walcheren en Zuid-Beveland was te verwachten dat de veldmuis Noord-Beveland zou gaan koloniseren en dat de Noordse woelmuis (*Microtus oeconomus*), tot dan de enige woelmuisssoort op het voormalige eiland, door de veldmuis uit veul van zijn (droge) woonplaatsen zou worden verdrongen. Van Wijngaarden richtte zijn aandacht daarom op de verspreiding en de habitatkeuze bij zowel de Noordse woelmuis als de veldmuis en de competitie tussen deze soorten, waarbij hij bij het veldonderzoek veel medewerking kreeg van studenten (J. van Kasteel – 1962, H. Horn en G. Tins – 1969, G.J. van Noort en F.A. van de Hoeven – 1970, M. Abrahams en M. Ridder – 1979).

Het eindresultaat van dit langlopende onderzoek verscheen pas zo'n twintig jaar later. Het bleek dat er sterke aanwijzingen waren dat de Noordse woelmuis als gevolg van de competitie met de veldmuis niet alleen uit de droge naar de natte biotopen was teruggedrongen, maar dat, wellicht in samenhang met deze beperking in habitatkeuze, ook de lichaamslengte, de voortplanting en populatiestructuur waren beïnvloed (Ligtvoet & van Wijngaarden 1984, Ligtvoet & van Wijngaarden 1994). Overigens had hij bij dit alles wel zoveel gevoel voor humor behouden dat hij zijn gehoor tijdens een lezing over dit onderwerp met een stalen gezicht kon voorhouden dat de dammen uitsluitend waren aangelegd om dit 'grootschalige veldexperiment' mogelijk te maken.

Bij het onderzoek aan de Noordse woelmuis ging het in wezen om het behoud van een aantal geografisch van elkaar gescheiden populaties aan de zuidwestrand van het Europese verspreidingsgebied, behorend tot de ondersoort *Microtus oeconomus arenicola*, één van de twee tot dan beschreven endemen onder de Nederlandse kleine zoogdiersoorten. Hierbij beriep hij zich op de uitkomsten van een onderzoek van prof. dr. K. Zimmermann uit Berlijn. In 1965 publiceerde hij samen met Zimmermann een uitvoerig artikel

over de Nederlandse Noordse woelmuis, waarbij hij de gedeelten over de verspreiding en ecologie voor zijn rekening nam en Zimmermann de taxonomische aspecten behandelde. Uit een vergelijking met de Noordoostduitse Noordse woelmuis (*Microtus oeconomus stimmingi*) werd geconcludeerd dat de Nederlandse ondersoort wat betreft de staartlengte en de condylobasaallengte weliswaar verschillen vertoonde, maar dat deze te gering waren om *Microtus oeconomus arenicola* als aparte ondersoort te onderscheiden. Anders lag dit wat betreft de kleur van de vacht. Hierbij werden de verschillen dusdanig groot geacht, dat toch tot de erkenning van een aparte subspecies kon worden overgegaan. Uit ander taxonomisch onderzoek, verricht op het Zoölogisch Museum te Amsterdam (Daan 1965), is echter gebleken dat de zaken waarschijnlijk wat ingewikkelder liggen. De Nederlandse Noordse woelmuis is polymorf, hetgeen in dit geval betekent dat er tenminste vier varianten van de vachtkleur voorkomen in van elkaar gescheiden verspreidingsgebieden en dat er ook opvallende verschillen in staartlengte kunnen voorkomen, met name tussen de op Texel en de op het Noord-Hollandse vasteland levende dieren. Het lijkt er op dat Zimmermann niet over voldoende onderzoeksmateriaal uit de verschillende Nederlandse populaties beschikte om zo verstrekkende algemene uitspraken over de kleurkenmerken van deze, ook tegenwoordig zo gekoesterde endemieten te kunnen doen. Het onderzoek aan de Noordse woelmuis in het Deltagebied leidde tot de instelling van het eerste reservaat voor een kleine zoogdiersoort in ons land, de ruim tien hectare grote, uit dras terrein bestaande Inlaag Anna-Frisopolder bij Wissenkerke op Noord-Beveland.

Onderzoek door studenten aan andere muizensoorten

Naast zijn eigen onderzoek, bood Van Wijngaarden ook een groot aantal studenten en andere tijdelijke medewerkers de gelegenheid veldwerk te doen naar de verspreiding en de ecologie van kleine zoogdiersoorten. Van de soorten waarover hijzelf niet publiceerde vallen te noemen

het onderzoek naar de verspreiding en de habitatkeuze van de hazelmuis (*Muscardinus avellanarius*) (van Laar 1971, van Laar 1984), de voortplantingscyclus van de bosmuis (*Apodemus sylvaticus*) (de Ruiter 1972), de interspecifieke concurrentie bij kleine knaagdieren (Wammes 1979) en de habitatkeuze van de verschillende muizensoorten (Wammes 1979), de habitatkeuze en concurrentie bij bosmuis, dwergmuis (*Micromys minutus*) en Noordse woelmuis op Texel en Vlieland (Endedijk & Roos 1980), de concurrentie tussen veldmuis en bosmuis (Weisz 1984), het verloop van de arealgrens en de biotoopkeuze van de aardmuis (*Microtus agrestis*) (Hartog & Polder 1979, Voesenek 1979, Helwig & Opmeer 1980) en het onderzoek van De Ruiter (1974), 't Hart & Straetmans (1984) en van Van Leeuwen & Ligtvoet (1984) naar de verspreiding en de ecologie van de ondergrondse woelmuis (*Microtus (Pitymys) subterraneus*).

Speciale belangstelling had Van Wijngaarden voor de eilandtheorie van MacArthur en Wilson (1967), volgens welke de biodiversiteit op eilanden door de verhouding tussen uitsterven van en kolonisatie door soorten afhankelijk is van de oppervlakte van de eilanden en de mate van isolatie. Deze theorie werd wat betreft kleine zoogdieren getoetst voor zowel kleine eilandjes in het natuurreservaat Ravensberg in de Reeuwijkse plassen (Brouwer 1981), als voor recent ontstane eilandjes in de Randmeren, het Grevelingenmeer en het Veerse meer (Bodar & van der Werf 1981). Voor kleine, al wat oudere eilandjes bleken theorie en praktijk met elkaar in overeenstemming: hoe groter het eilandje, hoe meer zoogdiersoorten; hoe verder van de vaste wal, hoe minder zoogdiersoorten.

Ten behoeve van reservaatvorming of reservaatbeheer werden verschillende, uitgestrekte gebieden op zoogdieren geïnventariseerd, zoals de Peelgebieden (J.G. Haselager 1962, F.A. Simons 1964), het Speulderbos (R. van der Woude 1963), het Lauwersmeer (A. Timmerman Azn 1970) en het Noordhollands Duinreservaat (C.F. Helle 1962). Hoe erkentelijk Van Wijngaarden voor deze hulp ook was, tevreden met de situatie was hij niet, getuige hetgeen hij schreef in het

boekje '10 jaar RIVON' (1976): "Dat de voortgang van de inventarisaties hier geheel afhankelijk is van het aanbod van studenten en andere hulpkrachten is zeer onbevredigend en onwaardig voor een Rijksinstituut, dat een zo belangrijk taak vervult."

Bedreigde grote roofdieren

Na zijn aantreden bij het RIVON richtte Anne van Wijngaarden zijn aandacht niet alleen op de kleine zoogdiersoorten, maar ook op de zeldzame grote roofdieren in ons land: de das (*Meles meles*), de otter (*Lutra lutra*), de steenmarter (*Martes foina*) en de boommarter (*Martes martes*). Er bestond een algemeen vermoeden dat deze soorten steeds minder voorkwamen, ondanks het feit dat ze bij de wijziging van de Jachtwet in 1947 tot het pelswild werden gerekend in plaats van tot het schadelijk wild en dat daarmee de jacht erop grotendeels kon worden verboden.

Gegevens over zowel de actuele als de vroegere verspreiding waren echter maar zeer summier voorhanden. Om deze lacune op te vullen besloot hij om alle gegevens over het vroegere voorkomen bijeen te brengen en daarnaast een landdekkende inventarisatie naar het actuele voorkomen uit te voeren. De gegevens over het vroegere voorkomen werden verzameld door alle boeken over de Nederlandse zoogdierfauna en alle bereikbare tijdschriften over jacht, natuurlijke historie, veldbiologie, buitenleven et cetera uit te vlooien op meldingen over das, otter en de beide martersoorten. Ook benutte hij particuliere archieven, zoals dat van dr. G.A. Brouwer, en bekeek hij de zoogdiercollecties van de natuurmusea.

Wat de das en de otter betreft, deed hij ook een toponiemenonderzoek. De gegevens over het actuele voorkomen van das en otter werden vanaf 1958 verzameld door alle gemeenten van het land te bezoeken en daar in contact te treden met plaatselijke deskundigen, zoals jachtopzichters, vissers, reservaatbewakers, ambtenaren van Faunabeheer en de Visserij-inspectie en andere terreinbeheerders. Hij had hierbij de steun van zijn

oud-collega van de PD, Job van de Peppel. Deze was ook een verdienstelijk preparateur en een enthousiast jager met veel contacten in de jagerswereld. Dat kwam goed van pas, want op een oproep die Anne van Wijngaarden in 1959 zowel in het mededelingenblad *Lutra* van de VZZ als in *De Nederlandse Jager* deed om gegevens over het voorkomen van zeldzame grote roofdieren door te geven, werd wat de otter betreft geen enkele reactie ontvangen en wat betreft de das en de marters slechts enkele.

Het is vooral aan de medewerking van Van de Peppel te danken dat in de rapporten over de das (1961) en de otter (1964) de auteurs konden vermelden dat in de persoonlijke contacten, vooral ook van jagerszijde, "alle gewenste inlichtingen en medewerking zonder voorbehoud werden verkregen". Wat de marters betreft werden later de actuele gegevens op dezelfde manier verzameld door J.Th.J.M. Willems, F. Nijhoff-Rombach en G. Brantas (Willems 1967, 1968). Willems (1968) schrijft over de veldcontacten: "In enkele gebieden kwam daarbij de moeilijkheid dat de jachtopzichters niet erg spraakzaam en mededeelzaam zijn en in eerste instantie de buitenstaander wantrouwen." Hier werd de medewerking van Van de Peppel node gemist. Anne van Wijngaarden beseftte dat, in de precaire situatie waarin de zeldzame roofdieren zich leken te bevinden, het nodig zou zijn speciale reservaatgebieden voor deze soorten in te richten. Om dit op een verantwoorde wijze te kunnen doen, diende men ook over goede ecologische gegevens te beschikken. Bij de inventarisaties werden daarom ook gegevens over de aard van het biotoop, het voedsel, de voortplanting en de actieradius van de dieren verzameld.

Das

Het veldonderzoek naar het voorkomen van de das vond plaats tussen mei 1958 en mei 1959. Daartoe werden alle gemeenten bezocht waarvan de bodemgesteldheid deed vermoeden dat er dassen zouden kunnen voorkomen, dat wil zeggen op de grens van hoog en droog (= zandgrond, voor het graven van de burcht) naar laag en nat (= veen en/of klei, voor het vinden van voedsel).

Hierbij werd met honderden mensen contact gelegd. Van Wijngaarden en Van de Peppel lieten zich alle gememoreerde dassenburchten aanwijzen en bijzonderheden daarvan, zoals ligging, grootte, belopen of niet-belopen, werden genoteerd. Ook werden gegevens uit de grensgebieden in Duitsland en België verzameld.

Wat het onderzoek naar toponiemen betreft werd de afdeling Naamkunde van de Koninklijke Academie van Wetenschappen gevraagd een enquête te houden onder de ruim 2000 informanten, hetgeen verrassende resultaten opleverde. Van Wijngaarden en Van de Peppel reconstrueerden namelijk de oorspronkelijke verspreiding van de das en constateerden dat de soort in Nederland in het grootste deel van het oorspronkelijke areaal was uitgeroeid. Ze vonden in totaal nog 271 bewoonde dassenburchten en schatten het aantal daarin aanwezige dieren op 200-300 paar. Uit later onderzoek is gebleken dat dit onderzoek toch onvolledig was en het aantal bewoonde burchten hoger moet zijn geweest (Wiertz & Vink 1983, Wiertz 1992). Aan het algemene beeld van het voorkomen van de das in die tijd doet dit echter niets af. Als belangrijke oorzaken van de sterke achteruitgang vonden Van Wijngaarden en Van de Peppel biotoopverlies – vooral door de ruilverkavelingen –, de toename van het verkeer, de negatieve houding tegenover de das van vrijwel alle landbouwers, het teloorgaan van hakhoutbossen, een te snelle vergunningverlening voor afschot of wegvangen in geval van landbouwschade, het vergraven van burchten in het kader van vossenbestrijding in verband met hondsdolheid en de illegale jacht en vergiftiging, niet alleen ter bescherming van klein wild, maar in Zuid-Limburg ook voor het ‘dassenbijten’ – het laten vechten van een das met een aantal honden tegelijk – en het verkrijgen van het dassenvet waaraan een heilzame werking bij zowel kolieken en ingewandspijnen als bij spier- en gewrichtsklachten werd toegeschreven. Voor dat laatste werd het vet vooral door mijnwerkers gebruikt.

Als belangrijkste beschermingsmaatregelen pleitten Van Wijngaarden en Van de Peppel in hun rapport voor een krachtige wetshandhaving,

het inrichten van speciale dassenreservaten, het verbieden van jacht in natuurreservaten en het vergoeden van dassenschade aan de landbouw door de overheid. Als direct gevolg van het rapport werd door Staatsbosbeheer rond Vierlingsbeek een aantal bosjes aangekocht die sindsdien ook als specifiek dassenreservaat zijn beheerd. Op uitvoering van de andere voorgestelde maatregelen moest nog jaren worden gewacht en de door Van Wijngaarden en Van de Peppel geconstateerde teruggang van de dassenpopulatie zou tot in de jaren tachtig voortduren (Wiertz 1992, van Moll 1999, van Moll 2005). Ze konden toen zeker niet voorzien dat het aantal verkeersslachtoffers – in de periode 1960-1964 gemiddeld 7,4 per jaar – in de komende decennia sterk zou gaan oplopen, tot jaarlijks ruim 250 in de jaren 1990-1994 (Broekhuizen & Derckx 1996).

Otter

Op gelijke wijze als bij de das verzamelden Van Wijngaarden en Van de Peppel gegevens over de verspreiding van de otter. Alleen het veldwerk verliep anders. Konden zij zich bij de dassen de burchten in het veld laten aanwijzen, bij de otter was deze methodiek niet toe te passen. De waarneming van een otter is over het algemeen een toevalligheid en het zelf zoeken naar holen en uitwerpselen te tijdrovend, zodat hier moest worden volstaan met het interviewen van ‘veldkenners’ als jachtopziensers, vissers, reservaatbewakers en anderen. Hiertoe bezochten ze tussen mei 1958 en november 1962 alle gemeenten. De gesprekken moeten intensief zijn geweest, want veel aspecten van de ecologie passeerden de revue.

De resultaten werden in 1963 vastgelegd in een lijvig rapport van ruim 2,5 kg, in 1970 gevolgd door een synthese in een met 14 foto’s geïllustreerd dubbel-nummer van *Lutra*. Zowel de actuele verspreiding als die rond 1900 werden gereconstrueerd. Uit de verzamelde gegevens bleken ook andere bijzonderheden, onder meer dat ook in Nederland in alle seizoenen jongen geboren werden. Tijdens hun onderzoek troffen Van Wijngaarden en Van de Peppel een otterstand aan die zich geleidelijk herstelde van de overbejaging

en de strenge winters in het begin van de jaren veertig. In 1942 was de jacht op otters, net als op dassen en marters, gesloten verklaard. Had dat voor de das en de marters onvoldoende effect gehad, bij de otter had het wel bijgedragen tot het herstel. Ze voorzagen echter dat dit herstel weer teniet kon worden gedaan door aantastingen van de leefgebieden door ruilverkavelingen, kanalisaties, ontwatering van veengebieden, diepe zandwinning en verlanding van petgaten, als ook door de toename van recreatie, verkeer en waterverontreiniging. Wat dat laatste betreft wezen ze vooral op organische verontreiniging door onder andere zuivel- en strokartonfabrieken, maar ook al op chemische verontreiniging. De rampzalige effecten van de toepassingen van PCB's en andere gechloreerde koolwaterstoffen moesten zich toen nog openbaren. Nog in 1979, op het eerste internationale otter-colloquium, meende Van Wijngaarden (1980), na de ratificering van de Conventie van Bern door Nederland: "Omdat het tenminste in Nederland beschamend zou zijn gegevens te moeten publiceren die een falen van het beleid en beheer zouden duidelijk maken, zou dit wellicht voor een soort die zo typisch voor ons land is, tot een betere beschermingspolitiek kunnen leiden" (vertaling S. Broekhuizen). Het optimisme van Van Wijngaarden in 1979 bleek ongegrond. Pas tien jaar later, in 1989, publiceerde de overheid een herstelplan voor de leefgebieden van de otter (Walter 1989), nadat begin dat jaar het laatste kadaver van een autochtone otter was gevonden (Veen & Broekhuizen 1992).

Boommarter en steenmarter

Het verzamelen van gegevens over het voorkomen en de ecologie van de boommarter liet Van Wijngaarden grotendeels aan anderen over, zij het dat daarbij in grote lijnen dezelfde werkwijze werd gevolgd als eerder bij de otter was gedaan. Er werden nauwelijks eigen gegevens verzameld en de uitkomst van het onderzoek stoelde voornamelijk op literatuuronderzoek en informatie van kenners van het terrein (Willems 1967, Willems 1968). Dat het contact met vooral jachtverzichers stroever verliep dan bij het onderzoek naar de das en de otter, is al vermeld.

Wat opvalt bij het samenvattende rapport van Willems (1968), is de slechts zijdelingse aandacht die wordt besteed aan de mogelijkheid van verwisseling van de boommarter met de steenmarter. In ieder geval is het opmerkelijk dat Van Wijngaarden in 1983, teruggrijpend naar het onderzoek door Willems e.a. uit 1967, voor het verspreidingsgebied naast de Veluwe, onder meer noemt Gaasterland, de omgeving van Roden en Odoorn in Drenthe, bij Ommen, Hellendoorn en Olst in Salland, de Achterhoek (o.a. Montferland), het Rijk van Nijmegen, oostelijk Noord-Brabant, de westelijke oever van de Maas ten noorden van Venlo, bij Echt en Vlodrop en de zuidelijke helft van Zuid-Limburg. Uit geen van deze gebieden werd in de jaren 1970-1988 een min of meer waarschijnlijke of zekere waarneming verzameld, laat staan dat er daar toen nog levensvatbare populaties waren (Müsken & Broekhuizen 1992). Het is jammer dat Van Wijngaarden in de jaren zestig niet een apart rapport heeft laten maken over het voorkomen van de steenmarter.

Hamster

In 1949 publiceerde Husson zijn overzicht van het voorkomen van de hamster (*Cricetus cricetus*) in Nederland. Als samenvattende conclusie schrijft hij: "Erg waarschijnlijk is het evenwel niet, dat de hamster nog eens in grote getale zal optreden." Het is dan ook begrijpelijk dat Anne van Wijngaarden, die ongetwijfeld bij zijn onderzoek aan de woelrat al met de hamster in aanraking was gekomen, besloot ook onderzoek naar de verspreiding van de hamster te laten doen. Hij had de indruk gekregen dat de soort slechts op enkele plaatsen voorkwam en misschien met uitsterven werd bedreigd, zodat hij wilde nagaan "of het wenselijk zou zijn op beschermende maatregelen aan te dringen, of tot stichting van een reseruaat over te gaan" (Glas 1961).

In 1960 werden door Van Wijngaarden, samen met enkele studenten biologie uit Utrecht, enkele hamsterburchten uitgegraven om de opbouw daarvan na te gaan. P. Glas inventariseerde in juli en augustus 1960 steekproefsgewijs het zuidelij-

ke gedeelte van Zuid-Limburg en kreeg niet de indruk dat de populatie met uitsterven werd bedreigd. Het instellen van een reservaat voor studiedoeleinden leek wel een goed idee (Glas 1961). In 1961 deed W. van Mourik een uitgebreider onderzoek, geheel in de stijl van Van Wijngaarden's onderzoek naar de das: literatuuronderzoek, bezoek van museumcollecties, ondervraging van boeren en 'buitenlui', en eigen veldonderzoek. De conclusie van het onderzoek was dat predatie door honden en katten een ernstige bedreiging kan vormen. Het verspreidingsgebied in 1961 verschilde nauwelijks van dat van vroeger, maar daarbinnen bleek het aantal hamsters sterk gedaald. Het stichten van een hamsterreservaat werd wederom wenselijk geacht; het zou tevens als akkeronkruidreservaat kunnen dienen (van Mourik 1962). Smit & Van Wijngaarden (1981) wijzen in hun overzicht van bedreigde zoogdieren in Europa dan ook op het negatieve effect van het verdwijnen van perceelranden door schaalvergroting en van diepplougen. Ze herhalen het pleidooi voor het stichten van hamsterreservaten in Nederland.

Bij een onderzoek naar het voorkomen van de hamster in Midden-Limburg komt Pelzers (1982) tot de conclusie dat ook daar "de totale hamsters-tand zich niet in belangrijke mate heeft gewijzigd". Toch schrijft Van Wijngaarden in 1983: "De hamster is alleen voor uitsterven te behoeden indien speciale hamsterreservaten worden ingesteld." Hoezeer hij daarin gelijk had, openbaarde zich in de daarop volgende jaren. Bij de hamsterinventarisatie in 1994 bleek dat er in alle onderzochte deelgebieden een duidelijke achteruitgang zichtbaar was (Krekels & Gubbels 1996). Nadat in 1999 de laatste vrijlevende hamsters door de Vereniging Das & Boom bij Heer waren weggevangen voor het opzetten van een fokprogramma, verscheen in datzelfde jaar een formeel 'Beschermingsplan hamster 2000-2004' van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, waarin de bescherming van elf kernleefgebieden, de vroeger al herhaaldelijk gesuggereerde hamsterreservaten, wordt aangekondigd. In 2005 was dat in vier gebieden geëffectueerd.

Bever

Al vrij snel na zijn aantreden bij het RIVON overwoog Van Wijngaarden of de bever (*Castor fiber*) niet weer in Nederland moest worden uitgezet, getuige een kort rapport over de biologie van deze soort dat hij in 1958 schreef. Uitgebreidere betrokkenheid bij de bever kwam tot stand door een verzoek in 1961 van de *Commission on Ecology* van de *International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) om een oecologisch-geografische inventarisatie te maken over het voorkomen van de bever in Europa. Het resultaat werd in 1965 gepubliceerd in *Acta Theriologica*. Het verzoek was voor Van Wijngaarden aanleiding om na te gaan wat er te vinden was omtrent de vroegere aanwezigheid van de bever in Nederland en het aangrenzende gebied. In zijn samenvattende publicatie in *Lutra* in 1966 geeft hij aan dat ook de gedachte om bevers te herintroduceren een belangrijke rol bij dit onderzoek speelde.

Doordat hij bij het onderzoek naar de vroegere verspreiding in Nederland nauwelijks kon terugvallen op literatuurgegevens en museummateriaal – de laatste bever was in 1826 bij Zalk geschoten –, moest hij zich tevreden stellen met onderzoek naar toponiemen en (sub)fossiele vondsten. Op basis daarvan reconstrueerde hij de mogelijke historische verspreiding in Nederland. Op grond van de verzamelde literatuur over de ecologie van de soort besloot hij dat eigenlijk alleen in de Biesbosch levensmogelijkheden voor een zelfstandige populatie van tenminste 50 bevers aanwezig waren, maar dat, gezien de voorgenomen afsluiting van het Haringvliet, het niet aan te bevelen was om aldaar een uitzetpoging te wagen. Eerst zou moeten worden afgewacht hoe de vegetatie op de afsluiting zou reageren. "Over een tiental jaren zou deze kwestie echter weer serieus bekeken dienen te worden."

Tien jaar later, na het afsluiten van het Haringvliet, is herintroductie van de bever inderdaad weer actueel: Lebrecht (1976) gaat in op de functie die de bever voor het natuurbeheer kan hebben en in 1977 worden in de Tweede Kamer vragen gesteld over de wenselijkheid om bevers te herintro-

duceren. In 1982 wordt, op initiatief van medewerkers van de inspectie Natuurbehoud van Staatsbosbeheer, een werkgroep 'Bevers in Nederland' in het leven geroepen, waarvan ook Van Wijngaarden deel uitmaakt. De werkgroep komt tot de conclusie dat de Biesbosch en de Weerribben geschikte gebieden zijn om de bevers in uit te zetten en dat het er niet zeer veel toe doet waar de dieren in Europa vandaan worden gehaald (van der Ouderaa & Boere 1983). Van Wijngaarden (1983) zelf ziet dan de herintroductie in Nederland (nog) niet zitten, vanwege de toen slechte kwaliteit van het oppervlaktewater in Nederland en, wat de Biesbosch betreft, de grote recreatiedruk en de kwetsbaarheid van de polderkades. In 1988 begint Staatsbosbeheer met een experimentele herintroductie van bevers in de Biesbosch, waarbij in vijf jaar in totaal 42 bevers uit het gebied van de Midden-Elbe worden uitgezet. Van Wijngaarden heeft, daar hij na afkeuring om gezondheidsredenen in 1986 zijn baan moest opgeven, dit experiment niet meer kunnen volgen. Ondanks de intensieve recreatie in de Biesbosch en de hoge gehalten aan cadmium die daar in de nieren van de bevers werden vastgesteld (Nolet 1994), is het experiment toch geslaagd en is de populatie in de Biesbosch in 2004 door natuurlijke aanwas gegroeid tot bijna 100 exemplaren (Niewold 2004).

Het is opvallend hoe in een periode van 30 jaar er zowel binnen de natuurbescherming als de waterbouw en de landbouw voldoende draagvlak voor de herintroductie van de bever is ontstaan, zodat de soort thans (zie: Sluiter 2003) niet alleen in de Biesbosch, maar zelfs in een groter deel van het riviereengebied voorkomt, inclusief zijriviertjes van de Maas in Limburg. Zelfs de Flevopolders worden door bevers bewoond (Reinhold 2003), al berust het voorkomen in dit gebied niet op een weloverwogen besluit, maar op het tolereren van uit gevangenschap ontsnapte dieren en hun nakomelingen.

Internationaal onderzoek aan zoogdieren

Doordat de directeur van het RIVON, dr. M.F. Mörzer Bruyns, Nederland vertegenwoordigde in de *Committee for Conservation of Nature and Natural Resources* van de Raad van Europa, raakte ook Van Wijngaarden betrokken bij de zoogdierkundige aspecten van het werk van deze commissie. Daarnaast waren er directe contacten met verschillende commissies van de IUCN. Uit deze contacten kwamen verschillende opdrachten voort. Te noemen vallen het onderzoek naar de verspreiding en de ecologie van de monniksrob (*Monachus monachus*) in de oostelijke Middellandse Zee (van Wijngaarden 1962, van Wijngaarden 1964), gevolgd door een veldbezoek aan de laatste kolonie van deze dieren in Mauretanië en een inventarisatie van de status van de bever in Europa (van Wijngaarden 1965). In 1976 maakte hij, samen met C.J. Smit, voor de Raad van Europa een voorlopig rapport over de status van alle zoogdiersoorten in Europa, dat in 1981 werd uitgegeven als supplement van het 'Handbuch der Säugetiere Europas'.

Dichter bij huis was hij een van de twee projectleiders van het 'project Boschplaat', een van de Nederlandse bijdragen aan het *International Biological Programme* (1966-1971), waarbij onder andere onderzoek aan de secundaire productie in graslanden werd gedaan (o.m. van bosmuis en konijn (*Oryctolagus cuniculus*)), en voorzitter van de sectie *Terrestrial fauna* van de *Wadden Sea Working Group*, waarvan het eindrapport in 1981 verscheen. In 1968 werd op verzoek van de IUCN in samenwerking met het *Norsk Polar Institut* een expeditie van vier man uitgezonden naar Spitsbergen, in het kader van het internationale onderzoek naar de verspreiding en de ecologie van de ijsbeer (*Ursus maritimus*). In feite kwam het initiatief voor deze expeditie van Eric Flipse, student biologie, die Van Wijngaarden zo enthousiast wist te krijgen, dat die de organisatie ervan op zich nam. Een enorme klus, omdat budgettair niet in deze expeditie was voorzien. Fondsen, sponsors en materiaal, het moest allemaal in korte tijd georganiseerd en bij elkaar gebracht

worden. Van Wijngaarden ging zelf mee om te helpen het overwinteringskamp op te bouwen. Maar hij dacht er ook aan hoe de lange poelnacht zo plezierig mogelijk door de expeditieleden kon worden doorgebracht. Daarvoor maakte hij onder andere Sinterklaas- en Kerstpakketten en blikte hij oliebollen voor oud-en-nieuw in. Ook plantte hij *Crocus sibericus* in de hoop dat die het volgende voorjaar zouden opkomen. Al met al beschouwde hij deze periode als de tijd van zijn leven. De expeditie werd een succes en droeg bij aan de totstandkoming in 1973 van de Internationale Conventie ter Bescherming van Ijsberen.

Via Mörzer Bruyns werd Van Wijngaarden, in het kader van het rijksprogramma Technische Bijstand voor Suriname, in contact gebracht met de Stichting Natuurbehoud Suriname (STINA-SU) die een programma voor veldecologisch onderzoek en natuureducatie aan het opzetten was. Van Wijngaarden werd betrokken bij het opstellen van het zoogdierkundige deel van het onderzoekprogramma. Als uitvloeisel daarvan stelde hij na een studiereis naar Suriname in 1974 een provisorische gids samen voor de diersporen in Suriname (van Wijngaarden 1976), terwijl hij later meewerkte aan een veldgids voor de niet-vliegende zoogdieren in de bossen van de Guianas (van Roosmalen et al. 1983). Met dr. W. Bongers zette hij in 1977 in Indonesië een onderwijsprogramma aan de universiteit van Yogyakarta op.

Tot slot

Als hoofd van de afdeling Zoölogie waren het niet alleen de zoogdieren die Van Wijngaarden's aandacht vroegen, maar evenzeer de herpetofauna, de entomofauna en de malacofauna en tot 1963 ook nog de avifauna. In dat jaar werd de ornithologie in een aparte afdeling van het RIVON ondergebracht. We hebben ons hier beperkt tot Van Wijngaarden's werk aan zoogdieren. De lijst van publicaties die hij alleen al over deze diergroep schreef telt tenminste 108 titels.

Na de fusie van het RIVON met het Instituut voor Toegepast Biologisch Onderzoek in de Natuur (ITBON) in 1969 bleef de afdeling Zoölogie

bestaan met Van Wijngaarden als hoofd, totdat in 1978 besloten werd deze afdeling samen te voegen met de uit het ITBON stammende afdeling Wildbiologie tot een nieuwe afdeling Zoölogie. Anne van Wijngaarden werd per 1979 stafadviseur internationaal natuurbeheer bij het RIN. Het accent van zijn werk in deze laatste periode als rijksambtenaar lag toen vooral op het internationale natuurbeheer. In 1985 kreeg hij zoveel last van een in 1975 opgelopen hoofdblessure, dat hij gedwongen was zijn werk bij het RIN te beëindigen. Per 1 januari 1986 verliet hij formeel de dienst. Door de toegenomen bureaucratisering bij het instituut was zijn plezier in het werk toch al verminderd. Een zekere mate van knorrig sarcasme kon hem niet ontzegd worden, waardoor de omgang met mensen die niet op zijn lijn zaten soms moeizaam was.

Voor de VZZ heeft de waarde van Anne van Wijngaarden niet alleen gelegen in het feit dat hij één van de oprichters van de vereniging was, van 1968 tot 1973 bestuurslid was en gedurende een onbekende tijd lid was van de redactieraad van *Lutra*, maar vooral ook doordat hij veel van zijn onderzoekresultaten in *Lutra* publiceerde. Daarnaast maakte hij vele studenten en anderen enthousiast voor het zoogdierkundig onderzoek en de zoogdierbescherming. Een belangrijk aantal van hen is later actief geworden in de VZZ of heeft er een bestuurlijke functie bekleed.

Na zijn vertrek bij het RIN verhuisden zijn vrouw, mevrouw J.M. van Wijngaarden-Brons, en hij naar Frankrijk, waar zij een huis op een terrein van acht hectare bewoonden. Hier vond hij nog veel van wat hem aan het hart lag, natuur 'in een ruime jas', wellicht ook ter compensatie van het vele moois dat hij in Nederland verloren had zien gaan. "De vraag wat betekent het eigenlijk voor ons zelf een grote hoefijzerneus en een noordse woelmuis te hebben geruild, of liever te hebben moeten ruilen voor een zakcomputer en een video, kan ik alleen voor mezelf beantwoorden. En ik mis ze, niet alleen de beesten, maar bovenal het milieu waarin zij en ik hebben geleefd", schreef hij in een essay voor het tijdschrift *Natuur en Milieu* (van Wijngaarden 1982).

Met zoogdierkunde hield hij zich niet meer

diepgaand bezig, des te meer echter met de veldbotanie, in het kader waarvan hij onder andere de jaarlijkse reizen van de Franse Botanische Vereniging meemaakte. Daarnaast beheerde hij zijn uitgebreide herbarium met vooral mossen van Spitsbergen, tot dat hij het tenslotte aan de universiteit van Clermont-Ferrand schonk. Anne van Wijngaarden was niet alleen een groot kenner van, maar ook een fijnproever in de natuur. “Savourez le printemps” luidde het devies boven zijn overlijdensbericht.

Dankwoord: Bij het samenstellen van dit in memoriam ontvingen we hulp en informatie van Joke de Boer-van Wijngaarden, Wim Bongers, Daan Kruizinga, Piet Oosterveld, Pieter Slim, Ton Stumpel en Aldo Voûte. Zij allen worden hier zeer bedankt. Commentaar van de redactie van *Lutra* en twee anonieme referenten droegen daarnaast bij aan verbetering. Wij danken dr. Mechtild D.Th.M. De Jong voor het ter beschikking stellen van een foto van Anne.

Literatuur

- Bels, L. 1952. Fifteen years of bat banding in the Netherlands. Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, reeks 5. Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Maastricht, Nederland.
- Bodar, C. & A. van der Werf 1981. Micromammalia op recentelijk ontstane eilanden. Studentenrapport. Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht, Nederland/Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, Nederland.
- Briejer, C.J. 1953. Inleiding. Rat en Muis. Mededelingen betreffende de bestrijding van ratten en muizen 1: 3.
- B(rink), F.H. v(an) d(en) 1954. Boekbespreking. Mededelingenblad van de Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming 8: 78-79.
- Broekhuizen, S. & H. Derckx 1996. Durchlässe für Dachse und ihre Effektivität. Zeitschrift für Jagdwissenschaften 42: 134-142.
- Broekhuizen, S. & G.J.D.M. Müskens 1964. Wat is er met de steenmarter *Martes foina* (Erxleben, 1777) in Nederland aan de hand? *Lutra* 27: 261-273.
- Broekhuizen, S. 2004. In memoriam Anne van Wijngaarden. *Zoogdier* 15 (4): 24-25.
- Brouwer, W.H. 1981. De invloed van oppervlakte en afstand tot het vaste land op de verspreiding van kleine zoogdieren op eilandjes in de plas Ravensberg. Studentenrapport. Rijksuniversiteit Utrecht, afd. Landschapsoecologie en Natuurbeheer, Utrecht, Nederland / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, Nederland.
- Daan, N. 1965. Geografisch-oecologische inventarisatie van het voorkomen van *Microtus oeconomus* (Pallas, 1776) in Noord-Holland ten noorden van het Noordzeekanaal en systematische vergelijking van de relictpopulaties in Nederland. Studentenrapport. Zoölogisch Museum – Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, Nederland / Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Bilthoven, Nederland.
- Endedijk, G.J. & R.J. Roos 1980. Habitatkeuze en concurrentie bij de bosmuis, dwergmuis en Noordse woelmuis op Texel en Vlieland. Studentenrapport. Vrije Universiteit Amsterdam, Amsterdam, Nederland / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, Nederland.
- Glas, P. 1961. De Hamster (*Cricetus cricetus*) in Zuid-Limburg. *De Levende Natuur* 64: 77-81.
- Hart, E. 't & A. Straetmans 1984. Verspreiding en biotoopkeus van de ondergrondse woelmuis *Pitymys subterraneus* (de Sélys-Longchamps 1836) in Zeeuws-Vlaanderen. Vakgroep Populatiebiologie, Rijksuniversiteit Leiden, Leiden, Nederland / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, Nederland.
- Haselager, J.G. 1962. Rapport betreffende de zoogdiereninventarisatie van de Peel te Helenaveen. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud (RIVON), Zeist, Nederland.
- Hartog, A.G. & M.D. Polder 1979. Onderzoek naar de arealgrens van de aardmuis (*Microtus agrestis* L.) in Zuidwest-Nederland. Laboratorium voor Zoölogische Oecologie en Taxonomie, Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht, Nederland / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, Nederland.
- Helle, C.F. [1962]. Verslag over de zoogdieren-inventarisatie in het Noord-Hollands Duinreservaat. (Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Zeist, Nederland.)
- Helwig, W.H. & B.P.M. Opmeer 1980. Onderzoek naar de arealgrens van de aardmuis, *Microtus agrestis* Linné, in Noord-Nederland en de habitatkeuze van enige muizensoorten. Mollerinstituut, Tilburg, Nederland / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, Nederland.
- Husson, A.M. 1949. Over het voorkomen van de Hamster, *Cricetus cricetus* (L.), in Nederland. Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, reeks II: 13-54.

- Krekels, R. 1999. Beschermingsplan hamster 2000-2004. Directie Natuurbeheer 41. Informatie- en KennisCentrum Natuurbeheer, Wageningen, Nederland.
- Krekels, R.F.M. & R.E.M.B. Gubbels 1996. Hamsterinventarisatie 1994 en soortbeschermingsplan. Natuurbalans, Nijmegen, Nederland / Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Maastricht, Nederland.
- Laar, V. van 1971. Gegevens over de verspreiding van de hazelmuis, *Muscardinus avellanarius* (Linné, 1758), in Nederland. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, Nederland.
- Laar, V. van 1984. Verspreiding en habitatkeuze van de hazelmuis *Muscardinus avellanarius* (L., 1758), in Nederland. *Lutra* 27: 229-260.
- Lebret, T. 1976. De bever en het natuurbeheer. *Natuur en Landschap* 30: 18-23.
- Leeuwen, C. van & W. Ligtoet 1984. Oecologische aspecten van de ondergrondse woelmuis, *Pitymys subterraneus* (De Selys-Longchamps 1836), in Zuid-Limburg. Vakgroep Systematische Dierkunde en Evolutiebiologie, Rijksuniversiteit Leiden, Leiden, Nederland / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, Nederland.
- Ligtoet, W. & A. van Wijngaarden 1984. De noordse woelmuis op Noord-Beveland 17 jaar na de veldmuis-invasie. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Nederland.
- Ligtoet, W. & A. van Wijngaarden 1994. The colonization of the island of Noord-Beveland (the Netherlands) by the common vole *Microtus arvalis*, and its consequences for the root vole *M. oeconomus*. *Lutra* 37: 1-28.
- MacArthur, R. & E.O. Wilson 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton, N.J., VS.
- Moll, G.C.M. van 1999. Nederland als woongebied van de das van 1900 t/m 1995. Werkdocument W-109. Informatie- en KennisCentrum Natuurbeheer, Wageningen, Nederland.
- Moll, G.C.M. van 2005. Distribution of the badger (*Meles meles* L.) in the Netherlands, changes between 1995 and 2001. *Lutra* 48 (1): 3-34.
- Mourik, W.R. van 1962. De hamster, *Cricetus cricetus* (L.) in Nederland. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Bilthoven, Nederland.
- Müskens, G.J.D.M. & S. Broekhuizen 1986. De verspreiding van de boomarter *Martes martes* (L., 1758) in Nederland. *Lutra* 29: 81-98.
- Müskens, G.J.D.M. & S. Broekhuizen 1992. Boomarter *Martes martes* (L., 1758). In: S. Broekhuizen, B. Hoekstra, V. van Laar, C. Smeenk & J.B.M. Thissen (red.). Atlas van de Nederlandse zoogdieren: 165-171. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht, Nederland.
- Niewold, F.J.J. 2004. Ontwikkeling van de beverpopulaties in Nederland van 2000-2004. Rapport 982, Alterra, Wageningen, Nederland.
- Nolet, B.A. 1994. Return of the beaver in the Netherlands. Proefschrift. Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, Nederland.
- Oosterveld, P. [zonder jaartal]. Nederlandse Spitsbergen Expeditie 1968-'69. Stichting tot Ondersteuning van de Nederlandse Spitsbergen Expeditie '68-'69. Zeist, Nederland.
- Ouderaa, A. van der & G. Boere (red.) 1983. Bevers in Nederland? Staatsbosbeheer, Inspectie Natuurbehoud, Utrecht, Nederland.
- Pelzers, E. 1982. De verspreiding van de hamster (*C. cricetus* L.) in Midden-Limburg. Heemkundevereniging 'Roerstreek', Odiliënberg, Nederland.
- Reinhold, J. 2003. The beaver (*Castor fiber*) in Flevoland, the Netherlands. *Lutra* 46 (2): 135-138.
- Rosmalen, M.G.M. van, M. van Vlaardingen & A. van Wijngaarden 1983. Field guide to the non-flying mammals, living in the forests of the Guianas. Research Institute for Nature Management, Leersum, Nederland.
- Ruiter, G. de 1972. De voortplantingscyclus van de bosmuis (*Apodemus sylvaticus* (L.)) op de Boschplaat (Terschelling) en bij Apeldoorn. Zoölogisch Laboratorium Rijksuniversiteit Utrecht, Nederland / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, Nederland.
- Ruiter, G. de 1974. Biotoop en verspreiding van de Ondergrondse woelmuis *Pitymys subterraneus* De Selys-Longchamps 1836, in het bijzonder in West-Europa. Studentenrapport. Zoölogisch Laboratorium Rijksuniversiteit Utrecht, Nederland / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, Nederland.
- Scheygrond, A. 1952. Verspreiding van de Nederlandse zoogdieren. Mededelingenblad van de Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming 2: 17.
- Schreuder, A. 1945. Verspreiding en voorgeschiedenis der niet algemeene Nederlandsche muizen. Zoölogische Mededeelingen 25: 239-284.
- Simons, F.A. 1964. Rapport betreffende zoogdiereninventarisatie van het hoogveen- en heidecomplex Ospelse- en Astense Peel. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud (RIVON), Zeist, Nederland.

- Sluiters H. 2003. The reintroduction and the present status of the beaver (*Castor fiber*) in the Netherlands: an overview. *Lutra* 46 (2): 129-133.
- Timmerman Azn, A. 1970. Zoogdieren in de voormalige Lauwerszee voor en na de afsluiting. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Zeist, Nederland.
- Veen, J. & S. Broekhuizen 1992. Otter *Lutra lutra* (L., 1758). In: S. Broekhuizen, B. Hoekstra, V. van Laar, C. Smeenk & J.B.M. Thissen (red.). Atlas van de Nederlandse zoogdieren: 178-184. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht, Nederland.
- Voesenek, L.A.C.J. 1979. De verspreiding en biotoopkeuze van de aarmuis, *Microtus agrestis* Linné, in Noordwest-Brabant. Mollerinstituut, Tilburg, Nederland / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, Nederland.
- Voûte, A.M. 1972. Bijdrage tot de oecologie van de meervleermuis *Myotis dasycneme* (Boie, 1825). Proefschrift. Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht, Nederland.
- Vries, H. de 1957a. Overzicht braakbalanalyses II. Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen, Nederland.
- Vries, H. de 1957b. Uitkomsten van het braakbalonderzoek van de Plantenziektenkundige Dienst. *Barbastella* 1: 39-40.
- Vries, H. de 1958. Insekteneters & knaagdieren. Determinatietabel voor de Nederlandse Insectivora, Lagomorpha en Rodentia. Nederlandse Jeugdbond voor Natuurstudie, Amsterdam, Nederland.
- Vries, H. de 1960a. Aperçu et nouvelles données sur la répartition géographique de quelques mammifères aux Pays Bas. *Mammalia* 24: 273-285.
- Vries, H. de 1960b. Braakballenonderzoek. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Bilthoven, Nederland.
- Vries, H. de 1961. Braakballenonderzoek II. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Bilthoven, Nederland.
- Vries, H. & A. van Wijngaarden 1957. Recente gegevens over de verspreiding van een aantal zoogdiersoorten in Nederland. Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen, Nederland.
- Walter, J. (red.) 1989. De otter in perspectief; een perspectief voor de otter. Herstelplan leefgebieden otter. Ministerie van Landbouw en Visserij, 's-Gravenhage, Nederland.
- Wammes, D.F. 1979. Interspecifieke concurrentie bij kleine knaagdieren. Studentenrapport Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht, Nederland / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem, Nederland.
- Wammes, D.F. 1979. De habitatkeuze van enige muizensoorten. Studentenrapport. Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht, Nederland / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem, Nederland.
- Warmerdam, M. 1982. Numeriek-taxonomische studie van de twee vormen van de woelrat *Arvicola terrestris* (Linnaeus, 1758) in Nederland en België. *Lutra* 24: 33-66.
- Weisz, M. 1984. Concurrentie tussen veldmuis (*Microtus arvalis* P.) en bosmuis (*Apodemus sylvaticus* L.). Studentenrapport. Rijksuniversiteit Leiden, Leiden, Nederland / Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, Nederland / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, Nederland.
- Wiertz, J. 1992. De Nederlandse dassenpopulatie anno 1990. *Lutra* 35: 75-89.
- Wiertz, J. & J. Vink 1983. Inventarisatierapport over de das in Nederland 1960-1980. Deel I. Methode en resultaten. Rapport 83/15 Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, Nederland.
- Wijsman, H. 2002. Geschiedenis van de VZZ. In: R. Lange, A. Martens, K. Schulte Fischedick & F. van der Vliet (red.). Op zoek naar zoogdieren – 50 jaar Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, 1952-2002: 26. Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht, Nederland / Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Arnhem, Nederland.
- Willems, J.Th.J.M. 1967. Rapport over de verspreiding van de boommarter, *Martes martes* (L.) in Nederland. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Zeist, Nederland.
- Willems, J.Th.J.M. 1968. De boommarter, *Martes martes* (L.) in Nederland. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Zeist, Nederland.
- Woude, R. van der 1963. Onderzoek naar het voorkomen en de oecologie van kleine zoogdieren in het Speulderbos. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud (RIVON), Zeist, Nederland.

Lijst van publicaties over zoogdieren geschreven door dr. A. van Wijngaarden

de lijst maakt geen aanspraak op volledigheid

1953: Onderzoek van de biologie van de woelrat, *Arvicola terrestris* L. Jaarboek Plantenziektenkundige Dienst 1951-1952: 227-228.

- 1953: (samen met H. de Vries) De verspreiding van het geslacht *Rattus* in Nederland. De Levende Natuur 56: 32-35.
- 1953: Voorlopige resultaten van het veldmuizenpopulatie-onderzoek in de Betuwe. De Levende Natuur 56: 171-179.
- 1954: Biologie en verspreiding van de woelrat, *Arvicola terrestris terrestris* (L.), in Nederland. Proefschrift. Rijksuniversiteit Leiden, Nederland (ook verschenen als: Verslagen en Mededelingen van de Plantenziektenkundige Dienst te Wageningen 123: 1-147).
- 1955: Vorläufige Ergebnisse der Populationsuntersuchung an Feldmäusen in der Betuwe. Zeitschrift für Säugetierkunde 20: 61-69.
- 1955: Over de oecologische factoren, die het optreden van veldmuisplagen mogelijk maken. Mededelingenblad van de Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming 11: 116-117.
- 1955: De bestrijding van de muskusrat *Ondatra zibethica* L. in Nederland. Vakblad voor Biologen 35: 68-74.
- 1955: (samen met H. de Vries) Zou de Syrische goudhamster, *Mesocricetus auratus* Waterhouse, zich ook in Nederland kunnen vestigen? Verslagen en Mededelingen van de Plantenziektenkundige Dienst 127 (Jaarboek 1954-1955): 224-227.
- 1956: De oecologische factoren, die het ontstaan van een veldmuisplaag mogelijk maken. Tijdschrift over Plantenziekten 62: 31.
- 1956: Over het verband tussen graslandexploitatie en veldmuisplagen. Driemaandelijks Bericht betreffende Komgrondengebieden 6: 112-120.
- 1956: De veldmuis en de aardmuis (*Microtus arvalis* (Pallas) en *Microtus agrestis* (Linné)). De Levende Natuur 59: 217-221.
- 1956: (samen met H. de Vries) Over het skeletten van kleine zoogdieren. De Levende Natuur 59: 138-143.
- 1957: (samen met H. de Vries) Recente gegevens over de verspreiding van een aantal zoogdiersoorten in Nederland. Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen, Nederland.
- 1957: Insecticiden of biologische maatregelen tegen de veldmuis, *Microtus arvalis* (Pallas), in de fruitteelt. Mededelingen Directeur van de Tuinbouw 20: 369-374.
- 1957: The mammal fauna of two Betuwe landscapes. Mammalia 21: 267-300, pl. IX-X.
- 1957: De periodiciteit in de populatiemaxima van de veldmuis, *Microtus arvalis* (Pallas), in Nederland, 1806-1956. Vakblad voor Biologen 37: 49-56.
- 1957: The rise and disappearance of Continental vole plague zones in the Netherlands. Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen 63.15: 1-21.
- 1957: De ontwikkelingsmogelijkheden van de zoogdierfauna in Oostelijk Flevoland. Mededelingenblad van de Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming 16: 167-168.
- 1957: (samen met B.M. Lensink) De ontwikkelingsmogelijkheden van de zoogdierfauna in de toekomstige zuidelijke IJsselmeerpolders. Verslagen en Mededelingen van de Plantenziektenkundige Dienst (Jaarboek 1956) 130: 186-211.
- 1957: (samen met H. de Vries) Nertsen in Nederland in het wild gevangen. De Levende Natuur 60: 303-304.
- 1958: Verslag van het eerste Biesbosch-inventarisatiekamp 4-23 augustus 1958, mammalia. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Bilthoven, Nederland.
- 1958: Oecologische bijzonderheden van enkele kleine zoogdieren in Nederland. Verslag van een lezing voor het Natuurhistorisch Genootschap. Natuurhistorisch Maandblad 47: 3-4.
- 1958: De muskusrat *Ondatra zibethica* (L.) in Limburg, een rectificatie. Natuurhistorisch Maandblad 47: 45-47.
- 1958: Inventarisatie van grotere roofdieren. De Nederlandse Jager 63: 406.
- 1958: (samen met H.L. Schuilenburg) De resultaten van de rosse vleermuis-enquête 1957. De Levende Natuur 61: 77-82.
- 1959: A census of the badger (*Meles meles* (L.)) in the Netherlands. Archives Néerlandaises de Zoologie 13: 605-606.
- 1959: Landelijke inventarisatie van das (*Meles meles* (L.)), otter (*Lutra lutra* (L.)), fluwijn (*Martes foina* (Erx.)), boommarter (*Martes mar-*

tes (L.). Mededelingenblad van de Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming 19: 198-199.

1959: De zoogdieren van Noord-Beveland. De Levende Natuur 62: 211-216, 237-239.

1959: Verslag van het tweede Biesbosch-inventarisatiekamp, mammalia. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Bilthoven, Nederland.

1960: (samen met B.M. Lensink) De verspreiding van de zoogdieren in de zuidelijke IJsselmeerpolders in 1957. Verslagen en Mededelingen van de Plantenziektenkundige Dienst 134 (Jaarboek 1959): 162-169.

1960: The population dynamics of four confined populations of the Continental vole *Microtus arvalis* (Pallas). Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen 66.22: 1-28.

1961: Een wasbeer, *Procyon lotor* (L.) in Nederland in het wild gevangen. Natuurhistorisch Maandblad 50: 54-55.

1961: De Nederlandse knaagdieren (Rodentia). Wetenschappelijke Mededeling KNNV 40. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud, Nederland.

1961: Pampus. De Levende Natuur 64: 191.

1961: De zoogdierfauna van Goeree-Overflakkee. Jaarboek 1961 van het Wetenschappelijk Genootschap voor Goeree-Overflakkee: 93-99.

1961: (samen met M.F. Mörzer Bruijns) De hermelijnen, *Mustela erminea* L., van Terschelling. Lutra 3: 35-42.

1962: (samen met M.P. Oosterkamp) De das in Nederland. Natura 59: 79-82.

1962: The population dynamics of four confined populations of the continental vole, *Microtus arvalis* (Pall.). In: Proceedings of the International Symposium on Methods of Mammalogical Investigation, Brno: 382-383.

1962: On the state of the Mediterranean Monk seal, *Monachus monachus* (Hermann). Report to the I.U.C.N.. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Zeist, Nederland.

1962: Additions to the report on the state of the Mediterranean Monk seal, *Monachus monachus* (Hermann). Report to the I.U.C.N. Rijks-

instituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Zeist, Nederland.

1962: The Mediterranean Monk seal. Oryx 6: 270-273.

1962: De grijze grootoorvleermuis, *Plecotus austriacus* (Fischer), in Nederland gevonden. Lutra 4: 20-21.

1962: Rapport over de ondergrondse mergelgroeven e.a. in Zuid-Limburg. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Zeist, Nederland.

1963: De Sibbegroeve. De Levende Natuur 66: 193-198.

1963: In memoriam Prof. dr. August Dehnel. Lutra 5: 41.

1963: Het eerste muizenreservaat in Nederland. Lutra 5: 41-42.

1964: Second list of additions to the report on the Mediterranean monk seal, *Monachus monachus* (Hermann). Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Zeist, Nederland.

1964: (samen met S. Braaksma) De verspreiding van de grootoorvleermuizen (*Plecotus Geoffr.*) in Nederland. De Levende Natuur 67: 135-142 + bijlage.

1964: Recreatie en natuurbescherming in het Noordhollands Duinreservaat. II. Uitkomsten van de inventarisatie, de zoogdierfauna. Mededeling Instituut voor Toegepast Biologisch Onderzoek in de Natuur, Arnhem, 69D, supplement 3, Fauna: 6-10.

1964: The terrestrial mammal fauna of the Dutch Wadden-Islands. Zeitschrift für Säugetierkunde 29: 359-368.

1964: (samen met J. van de Peppel) The badger, *Meles meles* (L.) in The Netherlands. Lutra 6: 1-59.

1964: (samen met J. Rooth en W.J. Boer Leffel) Animal species in the Netherlands peculiar to wetland habitats. In: Proceedings of the MAR Conference organized by IUCN, ICBP and IWRB, Les Saintes-Maries-de-la-Mer, November 12-16, 1962. IUCN Publications N.S. 3, Part I/A: 116-121.

- 1965: The present status of the European beaver, *Castor fiber* Linnaeus 1758, an investigation which was carried out at the instigation of the International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). *Acta Theriologica* 10: 93-96.
- 1965: Dwergmuizen op Texel. *De Levende Natuur* 68: 239.
- 1965: (samen met K. Zimmermann) Zur Kenntnis von *Microtus oeconomus arenicola* (de Sélvs Longchamps, 1841). *Zeitschrift für Säugetierkunde* 30: 129-136.
- 1965: (samen met P.H. Creuzberg) Mammalia-Zoogdieren: 296-302. In: *De Levende Natuur*. Register op de jaargangen 1-45, 1896-1941. (ook verschenen als uitgave van de Stichting Dr. Jac. P. Thijsse Fonds, Amsterdam en de E. Heimans Stichting, Amsterdam.)
- 1966: De beaver, *Castor fiber* L., in Nederland. *Lutra* 8: 33-52.
- 1966: Biogeografie I. Blad VI-2 van de Atlas van Nederland. Staatsdrukkerij- en Uitgeverijbedrijf, 's-Gravenhage, Nederland.
- 1967: Rapport over de verspreiding van de Noordse woelmuis *Microtus oeconomus arenicola* de Sélvs 1841 in Nederland. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Zeist, Nederland.
- 1967: Ons Krijtland Zuid-Limburg III. De ondergrondse kalksteengroeven in Zuid-Limburg. Wetenschappelijke Mededeling KNNV 71. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud, Nederland.
- 1967: (samen met S. Braaksma) Kasteelkelders en vleermuizen. *De Levende Natuur* 70: 110-114.
- 1968: De natuurlijke luchtcirculatie in de ondergrondse kalksteengroeven in Zuid-Limburg. Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg 17: 5-14.
- 1969: (samen met S. Braaksma) Vleermuizen in ijskelders. *De Levende Natuur* 72: 145-149.
- 1969: (samen met S. Braaksma) Winterverblijfplaats van Rosse Vleermuizen in een kasteel. *De Levende Natuur* 72: 185-188.
- 1969: (samen met R. van der Woude) Animals in danger. *Nature and Environment Series* 3. Council of Europe, Straatsburg, Frankrijk.
- 1969: The Monk seal colony at la Güera, Rio de Oro. *IUCN Bulletin N.S.* 2: 77.
- 1969: De Noordse woelmuis, *Microtus oeconomus* Pall. In Nederland. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Zeist, Nederland.
- 1969-1973: B. Grzimek. Het leven der dieren, delen 10-14 (Zoogdieren 1-4). (Nederlandse uitgave onder redactioneel toezicht van A. Scheygrond & A. van Wijngaarden). Het Spectrum, Utrecht, Nederland / Antwerpen, België.
- 1970: Zoölogische aspecten van het beheer van reservaten. In: J.C. van de Kamer (red.). *Het verstoorde evenwicht: 193-207*. Oosthoek, Utrecht, Nederland.
- 1970: (samen met J. van de Peppel) De otter, *Lutra lutra* (L.), in Nederland. *Lutra* 12: 1-70.
- 1971: (samen met S. Braaksma) Zal de Vale vleermuis (*Myotis myotis* L.) zich in Nederland kunnen handhaven? *De Levende Natuur* 74: 41-45.
- 1971: (samen met V. van Laar en M.D.M. Trommel) De verspreiding van de Nederlandse zoogdieren. *Lutra* 13: 1-41, kaart 1-64.
- 1972: (samen met P. Oosterveld) Grazen in de natuur. AO-boekje 1411. Stichting Instituut voor Individueel Onderwijs (IVIO), Amsterdam, Nederland.
- 1973: P. Bang & P. Dahlström. Elseviers Diersporengids (vertaling A. van Wijngaarden). Elsevier, Amsterdam, Nederland.
- 1973: Jacht en predatoren. In: R.F. Verheyen (red.). *Verslagen van het Internationaal Colloquium 'Jacht en Wildbeheer in Europa'*. Antwerpen, 28-29 April 1973: 157-173. Laboratorium voor Natuurbehoud, Rijksuniversitair Centrum, Antwerpen, België.
- 1973: Bat conservation in Southern Limburg. *Netherlands Journal of Zoology* 24: 483.
- 1973: Heidebeheer en heideschapen. *De Schouw* 20 (4): 95-98.
- 1975: (samen met D.A. Jonkers) Veldmuizenplagen komen ook nu nog voor. *Landbouwkundig Tijdschrift* 87: 157-159.
- 1975: De Nederlandse landroofdieren (Carnivora). Wetenschappelijke Mededelingen KNNV 106. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud, Nederland.

1976: Intensiever zoölogisch natuuronderzoek ... een vitaal belang. In: Z. Salverda (red.). 10-jaren RIVON, 1957-1967: 60-63. RIVON-Verhandeling nr. 4. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud, Zeist, Nederland.

1976: (red.) Biogeografie I. Blad VI-2 in Atlas van Nederland. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage, Nederland.

1976: Diersporen in Suriname. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, Nederland.

1978: (samen met V. van Laar) Veranderingen in de zoogdierfauna van Zuid-Holland. Zuidhollands Landschap 4: 17-19.

1980: De vleermuisgroeven van Zuid-Limburg. Lutra 22: 7-18.

1980: Every sort and kind. Naturopa 34-35: 8-9.

1981: Der Status des Fischotter in den Niederlanden. In: C. Reuter & A. Festetics (Herausg.). Der Fischotter in Europa. Verbreitung, Bedrohung, Erhaltung: 123-128. Aktion Fischotterenschutz e.V., Oderhaus, Duitsland / Forschungsgemeinschaft für Wildtierschutz am Institut für Wildbiologie und Jagdkunde an der Universität Göttingen, Göttingen, Duitsland.

1981: (samen met C.J. Smit) Threatened Mammals in Europe. Supplementary volume of Handbuch der Säugetiere Europas. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, Duitsland.

1981: Plantenetende knaagdieren langs de oever; Roofdieren aan de oever (samen met V. van Laar); De bever. In: J.G. van Gelderen, J. van de Kam & C. Laban (red.). Spectrum Encyclopedie van de natuur van Europa. Deel 3. Flora en fauna in en bij de zoete wateren: 668-669, 768-769, 798-799. Het Spectrum, Utrecht, Nederland / Antwerpen, België.

1982: Mammals – Les mammifères – Die Säugetiere – I Mammiferi. Naturopa 42: 8-9.

1982: Verarming en verrijking van de zoogdierfauna. Natuur en Milieu 6 (12): 18-25.

1983: (samen met M.G.M. van Rosmalen en M. van Vlaardingen) Field guide to the non-flying mammals, living in the forests of the Guianas. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, Nederland.

1983: (samen met A. van der Ouderaa) De in-

vloed van bevers (*Castor fiber* L.) op hun milieu. Huid en Haar 2 (3): 105-109.

1983: Eikelmuis (*Eliomys quercinus*), Hazelmuis (*Muscardinus avellanarius*), Noordse woelmuis (*Microtus oeconomus*), Aardmuis (*Microtus agrestis*), Veldmuis (*Microtus arvalis*), Woelrat (*Arvicola terrestris*), Ondergrondse woelmuis (*Pitymys subterraneus*), Bosmuis (*Apodemus sylvaticus*), Bruine rat (*Rattus norvegicus*), Eekhoorn (*Sciurus vulgaris*), Bever (*Castor fiber*), Das (*Meles meles*) (samen met J. Wiertz), Otter (*Lutra lutra*), Boomarter (*Martes martes*), Steenarter (*Martes foina*), Hermelijn (*Mustela erminea*), Wezel (*Mustela nivalis*), Bunzing (*Putorius putorius*), Exoten. In: F.A. Bink, P. Gruys, A.A. Mabelis, T.A.W. van Rossum & G.J. Saaltink (red.). Natuurbeheer in Nederland. Deel 2. Dieren: 227-243, 254-268, 289-298. Pudoc, Wageningen, Nederland.

1984: Threatened mammals. In: European Nature Conservation; twenty years of activities: 13-14. Council of Europe, Environment and Nature Resources Division, Strassbourg, Frankrijk.

1994: (samen met W. Ligetvoet) The colonization of the island of Noord-Beveland (the Netherlands) by the common vole *Microtus arvalis*, and its consequences for the root vole *M. oeconomus*. Lutra 37: 1-28.

Summary

In memoriam dr. Anne van Wijngaarden (1925-2004)

On 4th October 2004 Dr. Anne van Wijngaarden died in his house near Millac-Carlux (France) at the age of 78 years. He was one of the Dutch founder members of the Society for the Study and Conservation of Mammals.

After Anne had finished secondary school, his first choice was to study geology, but when the obligatory excursions proved too expensive, he turned to biology. Still before his doctoral examination he was employed by the Dutch Phytopathological Service. His first task was to investigate the biology of, and methods for

eradicating, the water vole (*Arvicola terrestris*). The study of the distribution, habitat preferences, feeding and reproduction habits of two types of vole, *Arvicola terrestris terrestris* and *Arvicola terrestris sherman*, resulting in his PhD thesis (1954), became the start of his life-work: the study of the ecological geography of Dutch mammals.

Besides the *Arvicola terrestris* study, Van Wijngaarden also started to study the biology of the common vole (*Microtus arvalis*), especially its habitat preferences, population fluctuations and intra- and inter specific competition. Together with his co-worker Herman de Vries, he also started to collect data on the distribution of other Dutch small mammal species. Owl pellets were an important source of information and together they prepared a guide on how to recognise the skulls of small rodents and insectivores, to stimulate amateurs to supply their contributions. Van Wijngaarden also started to collect data about the occurrence of bats in old churches.

In 1957 Van Wijngaarden transferred to the newly founded State Institute for Nature Conservation Research (RIVON), to become Head of the Department of Zoology. His main task was to fill in knowledge gaps about the distribution, and habitat requirements, of mammals. He started with the most endangered species: the badger (*Meles meles*), the otter (*Lutra lutra*), the root vole (*Microtus oeconomus*), and some of bat species that hibernate in hollow trees, under roofs, or in cellars. He also contributed to the inventory of bats hibernating in the limestone caves in the south-eastern part of the country, and mapped a considerable number of those caves. He supervised a great number of students, who helped to determine the areas of distribution of many other species. As a result of this work the first atlas of the mammals of the Netherlands could be published in 1971.

Van Wijngaarden was not only interested in mammals, but also on their influence on vegetation. He became one of the originators of the use of old livestock breeds in maintaining biodiversity in old agricultural fields that were being taken out of intensive production. He was one of the promoters of the re-introduction of the beaver (*Castor fiber*) in the Dutch estuaries.

Besides the study of wild mammals and the conservation of their habitat in the Netherlands, Van Wijngaarden was also actively involved in international aspects of the protection of mammal populations. Under the auspices of the IUCN he studied the distribution and ecology of the monk seal (*Monachus monachus*), and the status of the beaver in Europe. In 1968 he organized an expedition to Spitzbergen to contribute to an international study on the distribution and ecology of the polar bear (*Ursus maritimus*). He contributed to an inventory of the status of threatened mammals in Europe, for the Council of Europe, which became published as a supplement of the "Handbuch der Säugetiere Europas". He also contributed to a field guide to the non-flying mammals in the forests of the Guianas. In addition Van Wijngaarden contributed to editing several foreign books so they could be available to the Dutch public, including the guide to mammal tracks by Dahlstrøm and Bang (1973) and volumes X-XIII of Grzimek's Tierleben about mammals (1973-1975).

In 1985 Van Wijngaarden took early retirement due to the after-effects of a traffic accident ten years previously. He stopped working actively on mammals and became an enthusiastic member of the French Botanical Society.

Ontvangen: 15 september 2005

Geaccepteerd: 8 november 2005

Reintroduction of the otter (*Lutra lutra*) in the Netherlands: did it really meet international guidelines?

Bram E. van Liere & Lowie E. van Liere

Ecology and Ethics, Subgroup of the Working Group on Ecological Water Management,
Gasthuissingel 30, 2012 DP Haarlem, The Netherlands, e-mail: vanliere@xs4all.nl

Abstract: In Lutra 47(2), Van 't Hof and Van Langevelde claim that the IUCN guidelines were met in the process of reintroducing the otter (*Lutra lutra*) in the Netherlands. In our opinion, the authors would have come to a different conclusion if they had studied the scientific literature and the IUCN guidelines more thoroughly. We argue that the IUCN guidelines were not met on several points, and conclude that the guidelines as a whole were not met.

Keywords: otter, *Lutra lutra*, reintroduction, IUCN guidelines.

General comments

In the title of their article, Van 't Hof and Van Langevelde (2004) claim that the guidelines of the World Conservation Union (formerly the International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources or IUCN) were met in the reintroduction process of the otter in the Netherlands. However, the following quotations suggest that an adjustment of this claim is in order.

'The majority of the IUCN reintroduction criteria appear to have been followed'

(Van 't Hof & Van Langevelde 2004, p. 131)

'With the release of previously captive individuals, the project did not fully follow the suggestions of the IUCN guidelines' (van 't Hof & Van Langevelde 2004, p. 130)

Van 't Hof and Van Langevelde (2004) do not appear to be confident about their claim in the title. We argue that IUCN requirements, whether you call them 'guidelines', 'aims' or 'criteria', were violated.

Specific comments

Causes of decline

'One of the first prerequisites for any species reintroduction is that the conditions that caused the extinction in the past should no longer be present' (van 't Hof & van Langevelde 2004, p. 129).

'Identification and elimination, or reduction to a sufficient level, of previous causes of decline' (IUCN 1998).

In the following paragraphs we will introduce two causes of decline that are still present and cause serious threats to the otters. Also, it should be emphasized that a 'cause of extinction' is not the same as a 'cause of decline'. Therefore, the IUCN guidelines are stricter than Van't Hof and Van Langevelde suggest.

Water quality

'...freshwater quality, which is now deemed suitable for otter (Jansman et al. 2003)' (van 't Hof & van Langevelde 2004, p. 127).

'Water quality has improved since the otter extinction (Stichting Otterstation Nederland 1998)' (van 't Hof & van Langevelde 2004, p. 129).

The 'overall' water quality certainly improved. However, none of the reports referred to data on PCB content in the sediment, which is a crucial factor as far as the survival of the otter population is concerned: PCBs negatively affect their reproduction. Using sediment data and the ecotoxicological model OMEGA, Van der Linde (1996) estimated that the PCB content of the sediment in the Alde Feanen (province of Friesland) would not limit the growth of an otter population in that area. However, since otters have a large range of activity they may take up excessive PCBs when wandering, so a larger area should be taken into consideration. In the rest of the Netherlands, otter populations will not be sustainable in areas influenced by the river Rhine (van der Linde 1996). Traas et al. (2001) modelled congener-specific PCB accumulation in the food chain (in which the otter is top predator) and concluded that it would take another ten years for the sediment quality in the Frisian Witmeer to improve to a level that will sustain the development of otter populations. In other, more highly contaminated areas such as the Biesbosch, sixty years may be needed. Although ten years of monitoring bioaccumulation have revealed a decline in the risk for fish-eating higher organisms in the catchment area of the Rhine, they do still remain at risk (Maas 2003). Therefore, the otters should not leave the reintroduction area, since large parts of the Netherlands are not suitable for them because of poor sediment quality. This is difficult to reconcile with the aim of any reintroduction, which is the establishment of a free-ranging population (IUCN 1998).

Mortality by traffic

Special devices for otter safety have been constructed, but only in a relatively small area in respect to the actual activity range of otters. Of the 20 otters reintroduced since 2002, six had already been killed in traffic accidents by July 2005. In December 2005 two more newborn

otters lost their lives in traffic accidents. Two otters that were not introduced, but may have wandered in from Germany or may have escaped from a private collection in the Netherlands, were also killed on the road in 2005. The number of vehicle kilometres continues to increase at a rapid rate (MNP 2005). Thus, an important cause of decline and extinction is still present, and may become more important.

Otter security

'Where the security of the reintroduced population is at risk from human activities, measures should be taken to minimise these in the re-introduction area. If these measures are inadequate, the reintroduction should be abandoned or alternative release areas sought' (IUCN 1998).

The effects of water quality and traffic, both the result of human activities, can threaten or may have already damaged otter security. This would suggest that the IUCN Guidelines have been violated. However, adding insult to injury, if the security of the population is at risk from human activities, the IUCN guidelines suggest either abandoning the programme or searching for a different release area. The latter suggestion will be extremely difficult in the Netherlands. This means that, if the risk of human-induced traffic mortality or poisoning due to PCB residues can be considered a threat to the security of the population, and we think it can, the reintroduction programme should, according to IUCN Guidelines, be abandoned.

Age of the reintroduced otters

'Captured wild animals of two years or more should not be released, as they are likely to try to leave the release areas in attempt to return to their original source areas' (van 't Hof & van Langevelde 2004, p. 130).

In 2002, 15 otters were introduced, eight of them were between four and nine years old. Seven out of these eight older otters left the introduction area (Niewold et al. 2003). Two of them were killed in traffic accidents, the other five have not

been spotted since leaving the reintroduction area, and therefore cannot be considered as part of the population (Niewold et al. 2003). Still, Van 't Hof and Van Langevelde (2004) conclude that the reintroduction programme was in accordance with the IUCN Guidelines.

Social requirements

'A thorough assessment of attitudes of local people to the proposed project is necessary to ensure long-term protection of the reintroduced population, especially if the cause of species' decline was due to human factors (e.g. over-hunting, over-collection, loss or alteration of habitat). The programme should be fully understood, accepted and supported by local communities' (IUCN 1998).

'This reintroduction project partly fulfilled this aim by educating local people through special newspapers, lectures and excursions into the release area, as well as television and radio programmes to inform citizens about the project' (van 't Hof & van Langevelde 2004, p. 130).

Apparently there has only been one-way information transfer. There is no reference to actual acceptance and support, or even understanding, within the local communities. There is no sign that the local communities have fully understood, accepted, or supported the reintroduction programme. Since this is required by the IUCN guidelines, we conclude that these requirements were not only partially, but completely unfulfilled.

Supplementary

Ethical aspects should be of paramount importance in the decision-making process on reintroducing the otter (van Liere et al. 2003, van Liere 2004, van Liere & van Liere 2005, Swart, 2005). Some ethical aspects of the process were discussed before the reintroduction, but still have not been published (Addy de Jongh, personal communication). We feel that the IUCN guidelines are not sufficiently robust with respect to

animal welfare issues, which are a feature of reintroduction projects. Animal welfare issues are only incorporated in the IUCN guidelines where they would increase the chance of a successful programme, in other words, for establishing a viable population in the long term and not for the welfare of the individual animal.

Van 't Hof and Van Langevelde (2004) do not explain the implications of meeting the IUCN guidelines for the project. We are of the opinion that their paper is incomplete without such an explanation. As presented, it conveys the message that the re-introduction was in perfect order. Even if the guidelines were met, this does not necessarily mean that the reintroduction was in order from a moral point of view.

Furthermore, Van 't Hof and Van Langevelde (2004) extensively discuss how far the aims (objectives according to the IUCN guidelines) were justified in the Dutch reintroduction case. But strictly speaking, this is irrelevant. The different objectives (we prefer to use IUCN terminology) are merely suggestions, they are not obligatory in any way (IUCN 1998).

Conclusions

The conclusion of Van 't Hof and Van Langevelde (2004) that international guidelines were met when the otter was reintroduced into in the Netherlands is, in our opinion, at least questionable. Given the contents of the IUCN guidelines there are grounds for considering the immediate abandonment of the reintroduction programme.

References

- Hof, P. van 't & F. van Langevelde 2004. Reintroduction of the otter (*Lutra lutra*) in the Netherlands meets international guidelines. *Lutra* 47 (2): 127-132.
- IUCN 1998. Guidelines for Re-introductions. Prepared by the IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland. Available from the internet, accessed 29 December 2005.

URL: <http://www.iucnsscrg.org/images/English.pdf>

- Jansman, H., A. de Jongh & L. Zandbergen 2003. De otter is terug in Nederland. Available from the internet, accessed 21 July 2005. URL: <http://www.terugkeer.nl>
- Linde, A. van der 1996. De terugkeer van de otter. Report 96.174X. RIZA, Lelystad, The Netherlands.
- Liere, B.E. van 2004. Why philosophers should be interested in otters, and why otters should be interested in philosophy. IUCN Otter Specialist Bulletin 21: 5-9.
- Liere, L.E. van & B.E. van Liere 2005. De herintroductie van de otter in Nederland. 2e workshop. 23 juni 2005, De Poort van Kleef, Utrecht. Available from the internet, accessed 29 December 2005. URL: http://www.wew.nu/sub_ethiek.php
- Liere, L.E. van, S. Verkem & B.E. van Liere 2003. De herintroductie van de otter in Nederland 9 april 2003, De Poort van Kleef, Utrecht. Available from the internet, accessed 29 December 2005. URL: http://www.wew.nu/sub_ethiek.php
- Maas, J.L. 2003. Biologische monitoring zoete rijkswateren: bioaccumulatie in aal en driehoeksmosselen. Een evaluatie van 10 jaar monitoren (1992-2002). Report 2003.013. RIZA, Lelystad, The Netherlands.
- MNP 2005. Milieubalans 2005. Environmental Assessment Agency, Bilthoven, The Netherlands.
- Niewold, F.J.J., D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & A.T. Kuiters 2003. De otter terug in Nederland. Report 853. Alterra, Wageningen, The Netherlands.
- Stichting Otterstation Nederland 1998. Onderzoeksrapport herintroductie otter. Stichting Otterstation Nederland, Leeuwarden, The Netherlands.
- Swart, J.A.A. 2005. Care for the wild: An integrated view on wild and domesticated animals. Environmental Values 14: 251-263.
- Traas, T.P., R. Luttkik, O. Klepper, J.E.M. Beurskens, M.D. Smit, P.E.G. Leonards, A.G.M. van Hattum & T. Aldenberg 2001. Congener-specific model for polychlorinated biphenyl effects on otter (*Lutra lutra*) and associated sediment quality criteria. Environmental Toxicology and Chemistry 20: 205-212.

Samenvatting

Herintroductie van de otter (*Lutra lutra*) in Nederland: voldeed deze echt aan de internationale richtlijnen?

In een forum-bijdrage in *Lutra* 47(2) wordt gesteld dat de herintroductie van de otter (*Lutra lutra*) in Nederland voldeed aan de richtlijnen van de IUCN voor herintroductie. Als de auteurs van dit artikel beter gebruik hadden gemaakt van deze richtlijnen en de wetenschappelijke literatuur, hadden ze een andere conclusie getrokken. Aangezien aan meerdere richtlijnen, zoals het wegnemen van redenen van achteruitgang, het uitzetten van jonge adulte dieren en het waarborgen van draagvlak bij de lokale bevolking, niet werd voldaan, concluderen we dat de herintroductie van de otter niet conform het stelsel richtlijnen van de IUCN werd uitgevoerd. Daarnaast stellen we dat de IUCN-richtlijnen alleen niet voldoende zijn om een goede afweging over een herintroductie te maken. Ethische afwegingen zouden een grotere rol moeten spelen in de herintroductie van de otter.

Received: 19 October 2005

Accepted: 31 December 2005

Reintroduction of the otter in the Netherlands: implementation of international guidelines in the pre-release phase

Pieter van 't Hof & Frank van Langevelde

Resource Ecology Group, Wageningen University, Bornsesteeg 69, NL-6708 PD Wageningen, The Netherlands, e-mail: Pietervanthof@gmail.com

General comments

Van Liere and Van Liere (2005) claim in their reaction to our article (van 't Hof & van Langevelde 2004), that the reintroduction project of the otter (*Lutra lutra*) into the Netherlands violated IUCN requirements. Subsequently, they assert that, under these guidelines, the reintroduction programme should be considered for immediate abandonment.

In our opinion, this conclusion seems to be largely based on the implementation phase of the reintroduction process. Van 't Hof and Van Langevelde (2004) assessed the reintroduction process in the light of the IUCN guidelines, with emphasis on the pre-release phases in the proposed area. Hence, Van Liere and Van Liere (2005) seem to draw conclusions that extend beyond the intention of our article.

subject of our research. Habitat quality and pollution are crucial factors within IUCN guidelines. Niewold et al. (2003) state that PCB contents of the sediments in the release area were acceptable and that they should not limit otter growth.

Van Liere and Van Liere (2005) do not specifically refer to sediment pollution levels within the release area, but instead they emphasise the large range of otters and their wandering behaviour, claiming that these factors place the otters at risk, as sediments in other wetland areas in the Netherlands still have high PCB levels (van Liere & van Liere 2005, p. 132). In our opinion, the water quality of future possible otter habitats is an important additional factor for the follow-up phase of a successful reintroduction but is one that runs beyond the intended scope of our initial article.

Water quality

Model studies calculated that the wetland areas along the border of Overijssel and Friesland Provinces could provide a home to a sustainable population of at least 22 individual otters (Niewold et al. 2003). This area has been the main focus of the reintroduction of the otter within the Netherlands and is consequently, the

Origin and age of the introduced otters

'IUCN guidelines recommend the release of wild-caught otters because of their higher ability to adapt to natural situations' (van 't Hof & van Langevelde 2004, p. 130). In 2002, the Dutch Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality (formerly known as Ministry of Agricul-

ture, Nature Management and Fisheries) commissioned Stichting Otterstation Nederland to deliver at least twelve sub-adult otters caught from the wild in either Belarus or Latvia. Otters from captivity could be used as a back up if there were any unforeseen problems with the introduction of the wild caught otters (Niewold et al. 2003). Thus in this respect, the reintroduction proposal did, in principal, follow IUCN guidelines.

To discuss the actual release of otters in the release area and the following-up phase in accordance to the IUCN guidelines was not part of our article. Van Liere and Van Liere (2005) state that eight out of 15 released otters in the first phase of the project were adults and the majority of these adults left the introduction area. A previous otter reintroduction project in Sweden experienced similar problems with adult animals (Sjöåsen 1996). Despite knowledge of this, adult otters were released in the Netherlands with the same negative results. This notwithstanding, the settlement rate in the first phase of the release process is similar to the starting phase of the reintroduction process of the otter in Spain and within the boundaries of the pre-release calculations for the Dutch project (Niewold et al. 2003). The latter study recommends future release of more otters from out of captivity, because of possible difficulties catching wild otters. Strictly speaking, this approach would be questionable according to the IUCN guidelines.

Social acceptance

'There is no reference of actual acceptance and support, or even understanding, within the local communities' (van Liere & van Liere 2005). Niewold et al. (2003) refer to the high level of involvement of people within the surrounding communities. They even propose spending additional time in the following stage of the project to improve communication with different groups and working more closely with local volunteers who have knowledge of, and interest, in the project.

Ethical aspects

Van Liere and Van Liere (2005) stress the importance of ethical aspects in the decision-making process of reintroducing otters in the Netherlands. The research proposal for reintroducing the otter in the Netherlands was examined by the Dier Experimenten Commissie (Animal Experiments Commission) at Alterra, which reviewed the ethical aspects of the protocol and concluded that it was acceptable (Niewold et al. 2003). Van Liere and Van Liere themselves state that some ethical aspects were discussed during the process, but that these have not yet been published (p. 133). We are in agreement with them regarding the importance of moral and ethical aspects, during all phases of a reintroduction.

The advantages and drawbacks of this reintroduction project were extensively discussed beforehand and this discussion led to an objective evaluation of the pre-release stage that used IUCN guidelines as a protocol. Although Van Liere and Van Liere (2005) are correct in stating that IUCN guidelines are *not obligatory* (p. 133), these guidelines have been successfully applied to other reintroduction programmes and were important benchmarks within the official reintroduction process in the Netherlands (Niewold et al. 2003). This was the reason why these internationally recognized guidelines were applied, to provide an objective evaluation of the complete pre-release process. By adopting the IUCN guidelines, the reintroduction team also followed IUCN criteria, which state that *animal welfare should be of paramount concern through all stages* (IUCN 1998). In our opinion, this also incorporates the well-being of individual animals.

IUCN guidelines can provide important objectives for the reintroduction of the otter, but they could have different levels of importance (IUCN 1998). Van Liere and Van Liere (2005) seem to be of the opinion that all IUCN guidelines have to be met and, if not then immediate abandonment of the reintroduction project should be considered. We concur with the importance of the IUCN objectives, but believe that these should

be carefully evaluated. An ideal reintroduction should prioritise the most important objectives. If these are met, the complete project is still in line with IUCN recommendations.

Conclusions

The reaction of Van Liere and Van Liere (2005) in questioning whether or not the reintroduction of the otter in the Netherlands met IUCN guidelines, is largely based on considerations regarding the post-release phase of the process, which was beyond the intention of our original article. We still believe that the pre-release phase of the project was in line with IUCN objectives, but we underline the need for a critical and objective evaluation of the implementation phase of the reintroduction of the otter in the Netherlands.

References

- Hof, P. van 't & F. van Langevelde 2004. Reintroduction of the otter (*Lutra lutra*) in the Netherlands meets international guidelines. *Lutra* 47 (2): 127-132.
- IUCN 1998. Guidelines for Re-introductions. Prepared by the IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland. Available from the internet, accessed 1 February 2006. URL: <http://www.iucnsscrg.org/images/English.pdf>
- Liere, B.E van & L.E. van Liere 2005. Reintroduction of the otter (*Lutra lutra*) in the Netherlands: did it really meet international guidelines? *Lutra* 48 (2): 131-134.
- Niewold, F.J.J., D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & A.T. Kuiters 2003. De otter terug in Nederland. Report 853. Alterra, Wageningen, The Netherlands.
- Sjöåsen, T. 1996. Survivorship of captive-bred and wild-caught reintroduced European otters (*Lutra lutra*) in Sweden. *Biological Conservation* 76: 161-165.

Samenvatting

Herintroductie van de otter in Nederland: implementatie van internationale richtlijnen in de voorbereidingsfase

Lutra publiceert in dit nummer een forum-bijdrage over het wel of niet voldoen van de Nederlandse herintroductie van de otter (*Lutra lutra*) aan de IUCN richtlijnen. Volgens de auteurs is het herintroductieproject om meerdere redenen niet volgens het stelsel richtlijnen van de IUCN uitgevoerd. Argumenten zijn echter voornamelijk gebaseerd op de fase na het uitzetten van otters, in tegenstelling tot het oorspronkelijke artikel van Van 't Hof en Van Langevelde (2004). Wij baseerden onze conclusies op basis van het proces tot aan de uiteindelijke uitzet. De conclusies van Van Liere en Van Liere gaan ons inziens verder dan de intentie van ons artikel. Wij zijn van mening dat het voortraject van de herintroductie van de otter in Nederland volgens de IUCN richtlijnen is uitgevoerd, maar we benadrukken het pleidooi van Van Liere & Van Liere (2005) voor een objectieve en kritische evaluatie van de uiteindelijke uitvoering na de uitzetting van de otters.

Received: 15 February 2006

Accepted: 27 February 2006

Seed dispersal (1)

Seed dispersal by large herbivores: Implications for the restoration of plant biodiversity.

M.A. Mouissie 2004. PhD thesis. Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, The Netherlands. 120 pp. ISBN 90-367-2172-5. Available online at: <http://www.ub.rug.nl/eldoc/dis/science/a.m.mouissie/>. A paper version can be ordered from the same internet address.

In the highly fragmented West-European landscape, where the connections between semi-natural habitats have been drastically reduced, seed availability is becoming a bottleneck for long-term plant survival. Hence, current efforts to preserve or restore plant biodiversity are frequently confronted with seed dispersal limitation. Nature management measures affecting seed dispersal opportunities thus deserve the attention of ecologists. Despite the increasing demand for reliable autoecological information on dispersal related topics of the native West-European flora, most of this information is scarce or inadequate. Certainly this is true regarding zoochory, i.e. internal or external seed transport by animals (respectively endo- and epizoochory). However, because of their mobility, large wild and domesticated herbivores are potential long-distance seed dispersal vectors. Hence, they can play a key role in seed dispersal dynamics.

'Seed dispersal by large herbivores' is a dissertation by M. Mouissie, which addresses several questions involving zoochory. The author demonstrates that this seed dispersal mechanism is an important biotic factor of semi-natural ecosystems, e.g. heathlands. The dissertation consists of seven chapters including a brief introduction to seed dispersal and a synthesis of the PhD study. In chapter 3 and 4, Mouissie and collaborators take a look at 61 plant species and the number of seeds per species that are dispersed internally by Scottish Highland cattle (*Bos tau-*

rus), Exmoor ponies (*Equus caballus*), and Drenthes heathland sheep (*Ovis aries*) and three wild ungulates: red deer (*Cervus elaphus*), fallow deer (*Dama dama*) and roe deer (*Capreolus capreolus*) in an extended heathland in the Netherlands. The authors stress the potential importance of endozoochory for far more plant species than previously thought from only a seed morphology point of view. Originally, plausible dispersal modes were derived from seed morphology. For example plant species bearing fruits or seeds with a fleshy coat were considered to be dispersed endozoochorically by birds or frugivorous mammals. In the same context a lot of seeds were categorised as 'unassisted'. These seeds, which do not show any obvious adaptation to a specific dispersal mode, now, seem to be able to get dispersed endozoochorically. Or as the authors state themselves 'The potential for endozoochory should hence be viewed as a continuous rather than as a discrete variable'. It also became clear that cattle disperse far more seeds (4.6 seeds/g dry weight of dung or 2.5 million seeds animal⁻¹ year⁻¹) than the smaller sized pony (0.9 seeds/g dry weight of dung or 0.5 million seeds animal⁻¹ year⁻¹), sheep (1 seed/g dry weight of dung or 40.000 seeds animal⁻¹ year⁻¹) and wild ungulates (ranging from 0.036 (roe deer) to 1.3 (red deer) seeds/g dry weight of dung). In chapter 5 the authors report on the results of a seed feeding experiment with fallow deer: A known number of seeds (usually 1000) of 25 plant species were fed to five fallow deer. During four days, following the seed feeding event, all dung pellets were collected. After a standardised treatment, dung was spread out on a potting soil substrate in a greenhouse. All emerging seedlings were identified and counted. Such experiments contribute to our understanding of the possible factors influencing the dung germinable seed content. Seed characteristics are one set of variables influencing seed survival. Small and round seeds are better survivors than elongated, large

seeds. There is also an interesting positive relationship with the ability to survive in the soil seed bank, i.e. with seed longevity. Furthermore, such an experiment provides information on seed retention time, which enables to calculate potential seed dispersal distances.

Herbivores may also transport seeds externally when attached to their fur. In chapter 2, Mouissie and collaborators report on some nice experiments. Long PVC-tubes, covered with sheep fur (the sheep dummy) or calf fur (the cow dummy) were attached to a bicycle, 5 cm above the ground. The authors then cycled through a heathland, following a random selected route. Afterwards all seeds which were attached to the fur were collected and counted. The same dummies were used to study the seed detachment characteristics of smooth, coarse and bristly seeds. These experiments provided insight in how seed attachment is affected by animal (e.g. fur structure) and plant characteristics (plant height and seed morphology).

They further combined this information with a model for epizoochorous seed dispersal, based on correlated random walks. Then, using simple distribution functions, the authors offer some nice examples of potential seed dispersal distances by different species of herbivores. Sheep are the best long distance seed dispersers, with a large fraction of the seeds transported further than 1 km from the seed source. Cattle and fallow deer also are potential long-distance seed dispersers with some seeds dispersed up to 1 km from the seed source. Wood mice are only important within small distances (10-12 m) from the seed source. While this model is not yet validated, chapter 2, 3, 4 and 5 hold a convincing plea to consider domestic and wild herbivores as important (long-distance) seed dispersers for a considerable number of plant species. Yet, the relative importance of zoochory in relation to other seed dispersal mechanisms remains to be elucidated.

In chapter 6 attention is given to the habitat use of herbivores and its possible consequences

for seed dispersal patterns. Directed seed dispersal is the disproportionate deposition of seeds in suitable habitat. Because most herbivores show selective habitat use, they potentially can induce directed seed dispersal. For example: herbivores prefer to graze on short patches which in most cases are the result from previous grazing. In fact they can create and subsequently maintain, such preferred grazing lawns for several years. From the used model it is hypothesized that seeds of light demanding plant species, which are characteristic for short grazed patches, can disperse from one to the other short patch. However, this very intriguing result of the modelling needs confirmation from field research.

Given the potential of large herbivores to act as 'mobile links' or 'dynamic ecological corridor' between isolated habitat patches by means of seed dispersal, nature managers and policy makers should consider the implications for ecological restoration. In chapter 7, Mouissie briefly discusses these implications, ending with some recommendations. To cite the author: 'When used with care, large domestic herbivores can increase the availability of target seeds in ecological restoration sites'. Indeed, to get the best results one should be aware of the animals' grazing behaviour in relation to the spatial configuration of the different habitats.

Wild herbivores, such as red deer, are able to connect habitat restoration sites with more distant plant communities. The author's plea for the creation of 'deer corridors' as a more parsimonious measurement than plant corridors should be interpreted within this context.

Eric Cosyns

West-Vlaamse Intercommunale
Cel Milieu en Natuur
Baron Ruzettelaan 35
B-8310 Brugge, Belgium
e-mail: e.cosyns@wvi.be

Seed dispersal (2)

Ungulate seed dispersal. Aspects of endozoochory in a semi-natural landscape. E. Cosyns 2004. PhD thesis. Ghent University, Ghent / Institute of Nature Conservation, Brussels, Belgium. 178 pp. ISBN 90-403-0211-1. Available online at http://www.instatat.be/content/page.asp?pid=PUB_Doctoraten.

Although the study of seed dispersal by animals already started in the age of Darwin, it is again a topical issue. Current levels of habitat fragmentation in northwest Europe limits colonization rates of ecological restoration sites and may also frustrate the ability of plant species to survive climate change. Furthermore, the use of domesticated cattle (*Bos taurus*), sheep (*Ovis aries*) and horses (*Equus caballus*) has become increasingly popular in northwest European nature management of semi-natural landscapes. The aim of this thesis was to get insight in the ecological significance of endozoochory (internal seed dispersal by animals) in grazed ecosystems.

Eric Cosyns conducted his PhD study at four sites in coastal dunes of Belgium and northern France. The method used is the collection of dung and counting of seedlings germinating on the dung after placement in a greenhouse. These estimates of germinable seed content of ungulate dung was then related to the diet of cattle and horses, the abundance of the plant species and seed characteristics. Furthermore Cosyns conducted a feeding experiment to investigate the survival of seeds through the guts of ungulates and rabbits and a field experiment to assess the establishment of plant species after dung deposition. Although there are several earlier publications on the seed contents of herbivore dung and seed survival in herbivore guts, some of the data analyses in this thesis are novel.

This thesis is divided into seven chapters including an introduction and a synthesis. It also contains a summary in Dutch (Flemish). Chapter 1 gives an overview of the study aims and introduces the study areas and research methods. Chapter 2 describes the density and species com-

position of cattle and horse dung collected at two coastal dune sites. In 51 dung samples Cosyns and co-workers found almost 60 thousand seeds of 117 plant species (27% of all species occurring at the sites), showing that ungulates are potentially important seed dispersers. In chapter 3 these results are related to seed characteristics and feeding behaviour aiming to answer the question: which plant species are the most successful endozoochores? The authors conclude that the seed characteristics of the successful endozoochores were well predicted by the so called 'foliage is the fruit hypothesis' of Daniel Janzen: small, persistent seeds are more successful than big short-lived seeds. However, there is no relationship between success as endozoochore and the attractivity of a plant ('as a fruit') for ungulates. Chapter 4 has a similar content as chapter 3, dealing with the relationship between horse dung germinable seed-content, plant species abundance, diet composition and seed characteristics. In general, chapters 2, 3 and 4 look somewhat repetitious and could also have been combined into one chapter.

Chapter 5 is in my opinion scientifically the strongest of Cosyns' thesis. It is recently published in the *Journal of Ecology* and describes survival rates of 19 plant species in cattle, sheep, horse, donkey (*Equus asinus*) and rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) guts. Seed feeding trials have been conducted before, but always with fewer plant and animal species. Thanks to this experiment relationships between seed survival rates and plant and animal characteristics could be tested better than in previous experiments. Seeds fed to sheep had a lower survival rate than seeds fed to the other animals. In all animals seed survival rate was positively related to the persistence of seeds in the soil (seed longevity index).

Chapter 6 deals with the establishment of plants after dung deposition. This is a relatively little studied subject, but important to answer the question whether endozoochory actually contributes to a local increase in number of plant species in the vegetation. The authors compare seedling emergence in sod-cut plots and undisturbed plots with and without dung addition. Af-

ter one year more seedlings were recorded in the plots with dung deposition, particularly of generalist plant species. However, establishment in undisturbed plots was problematic. They conclude that dung deposition is indeed a seed supplying mechanism, but is less powerful in creating regeneration niches. I wonder whether the introduction of intact dung pats rather than spreading a layer of dung would lead to the same conclusion. Chapter 7 is the synthesis and provides a good review of the implications of endozoochory by ungulates for nature conservation.

In conclusion, 'Ungulate seed dispersal aspects of endozoochory in a semi-natural landscape' is a sound scientific contribution. Several chapters are already accepted for publication in international peer-reviewed journals. Cosyns confirms that endozoochory is an important seed dispersal mechanism, but stresses that establishment under natural conditions may be fairly low.

Furthermore, there are high costs involved for the plants due to low survival rates after gut passage. The results of this study are also relevant for the management of grazed ecosystems. Several species of conservation interest were found in the dung and ungulates may function as mobile links between plant habitats. Therefore, I would recommend this thesis to any scientist interested in dispersal ecology or plant-herbivore interactions, but also to policy makers and managers of semi-natural nature reserves.

A. Maarten Mouissie

University of Groningen
Community and Conservation Ecology group
P.O. Box 14
NL-9750 AA Haren, The Netherlands
e-mail: a.m.mouissie@rug.nl