

Mollen (*Talpa europaea*) in wegbermen: een vooronderzoek in bermstroken in het agrarisch gebied van Zeeland

Jan Piet Bekker¹ & Jasja J.A. Dekker²

¹ Zwanenlaan 10, NL-4351 RX Veere, the Netherlands, e-mail: jpbekker@zeelandnet.nl

² Enkhuizenstraat 26, NL-6843 WZ Arnhem, the Netherlands

Abstract: *Common moles (Talpa europaea) in road verges; a preliminary survey in roadside plots in the agricultural area of Zeeland.*

In this study, we investigated the functions of road verges for common moles (*Talpa europaea*). We studied the relations between the density of mole-hills and (1) the width of roadside plots, (2) the type of hinterland (grassland, arable field, forest, built-up area), and (3) the main food sources, i.e. earthworms and other invertebrates. In 1224 rectangular, 50 m long road verge study plots, alongside 14 roads in an agricultural region of Zeeland, in the SW-Netherlands, mole-hills were counted. At seven roads plots showing the highest densities of mole-hills, 0.25 m² of earth was dugged out to a depth of 15 cm and hand-searched for earthworms and other invertebrates. Subsequently, deeper living invertebrates were collected after spraying the unearthed plots with mustard powder, forcing them to move to the surface. The outcome of the study revealed that the density of mole-hills per 50 m² was higher with increasing width of the road-plot. The highest average density of mole-hills was found in verges next to a meadow, while in verges next to woodland the average numbers were almost equal to those next to arable land. The lowest average numbers of mole-hills were found in plots adjacent to built-up areas (mostly barnyards or gardens). In seven roadside plots that were selected by having the highest densities of mole-hills, earthworms showed a positive (0.75) and other invertebrates showed a negative correlation (-0.36) with mole-hill density.

Trefwoorden / keywords: *Talpa europaea*, molshopen, mole-hills, wegberm, road verge, regenworm, earthworm, Lumbricidae, ongewervelden, invertebrates.

Inleiding

De mol (*Talpa europaea*) is na de haas (*Lepus europaeus*) de meest algemeen voorkomende zoogdiersoort in Nederland; aanwezig in 93,8% respectievelijk 96,6% van de 1686 in Nederland aanwezige zogenoemde terrestrische uurhokken (M. van Oene, databank Zoogdierverseniging, schriftelijke mededeling). Alleen de Waddeneilanden blijken tot nu toe verstoken te zijn gebleven van de vestiging van deze insecteneter (Hoekstra 2016).

Bij een rondgang over de openbare weg op Walcheren in 2003 is de presentie van mols hopen op het niveau van 1x1 hm-hokken genoteerd (figuur 1). Dit levert een beeld op dat een goede afspiegeling vormt van het wegennet buiten de bebouwde kom. De mol is, behalve aanwezig in bermen, ook zeker aanwezig in parken, groenstroken en graslanden en soms ook wel akkers, maar beduidend minder dan in wegbermen (J.P. Bekker, niet gepubliceerde gegevens). Daarmee lijken wegbermen een belangrijke habitat voor de mol te vormen. In dit artikel wordt verkend wat de betekenis en de rol van wegbermen kan zijn

© 2018 Zoogdierverseniging. Lutra articles also on the internet: <http://www.zoogdierverseniging.nl>



Figuur 1. Waarnemingen van molshopen in 2003 op Walcheren op 1 x 1 hm-hokniveau (J.P. Bekker, niet-gepubliceerde gegevens).

Figure 1. Observations of mole-hills in 2003 on Walcheren per hectare (J.P. Bekker, unpublished data).

als habitat voor de mol.

In 2003 werden ook bermstroken van elk 50 m lengte aan beide zijden van de Oost-West-weg op Noord-Beveland geïnventariseerd op de aanwezigheid van molshopen, waarbij zeven grootte-categorieën werden onderscheiden: geen, 1-5, 6-20, 21-50, 51-150, 151-500 en >501 molshopen per bermstrook van 50 m weg (ongeacht de breedte van de berm). Daarbij bleek een lichte samenhang met het soort achterland: er waren meer molshopen met grasland als achterland dan met akker.

Wegbermen

De berm scheidt de weg van het achterland, met meestal nog een bermsloot er tussenin. Wegbermen kenmerken zich door een grensmilieu met verschillende ruimtelijke gradiënten, zoals de mate van bodemverdichting, de hoeveelheid ingespoeld materiaal, de kalk- en de voedselrijkdom en de mate van wisselvalligheid van het milieu (Londo 1984). Bij het ontwerpen en de aanleg van wegen, vaak op een goed drainerend zandbed, speelt de snelle afvoer van regenwater, via de berm naar de bermsloot, een belangrijke rol. Hierdoor is een lage grondwaterstand bijna altijd verzekerd, hetgeen langs

de meeste wegen nog wordt versterkt door de aanwezigheid van deze bermsloten. De breedte van bermen varieert sterk: van soms een enkele meter bij binnenwegen tot meer dan 20 meter bij sommige auto(snel)wegen.

Weliswaar schetst Zonderwijk (1979) de flora en fauna langs Nederlandse wegen, waarin naast planten, mossen, varens, korstmossen en paddenstoelen (samen bijna 200 soorten), ook insecten en andere ongewervelden (ca. 65 soorten) aan de orde komen, maar van de gewervelden worden slechts twee vogelsoorten, twee soorten reptielen en een amfibie genoemd; zoogdieren ontbreken geheel. Van der Reest (1989) vermeldt in een oriënterend onderzoek naar de ecologie van kleine zoogdieren in Nederlandse wegbermen vangsten van negen verschillende soorten zoogdieren in bermen en in de bermomgeving twaalf, hier inclusief de mol (één vangst). De relatie tussen de mol (of de dichtheid van molshopen) met de breedte van de berm en het type achterland is tot op heden nergens onderzocht.

Voedsel

Skoczeń (1966) trof bij maaganalyses van 581 mollen, afkomstig uit een park in Polen (laagland), regenwormen (Lumbricidae) in 97,6% van de onderzochte dieren aan. Diptera, hoofdzakelijk larven van langpootmuggen (emelten) (*Tipula* spp.), werden in 42,5% van de onder-



Molshoop in een wegberm. Foto: Lize de Hoog.

A mole-hill in a road verge. Photo: Lize de Hoog.

zachte mollenmagen vastgesteld en kniptorren (Elateridae) en duizendpoten (Chilopoda) in 28,0% resp. 24,8%. Soms vond Skoczniak slakken (9,4%) en ook wel vliesvleugeligen (Hymenoptera) (vooral mieren) (23,6%); het aantal mieren bedroeg in één geval zelfs 113 imagines en 1070 larven. Ook Oppermann (1968) vermeldt in de eerste plaats regenwormen als voedselbron – voor meer dan 50 volumepercent aangetroffen in de onderzochte magen afkomstig van mollen uit weilanden en loofbossen –, met op de tweede plaats een gevarieerd aanbod aan insectenlarven, vooral die van kevers (engelingen), vlinders, vliegen en muggen. Uit analyse van magen afkomstig van mollen uit dennengebieden blijkt die laatste groep juist op de eerste plaats te komen en regenwormen op de tweede plaats. Andere insecten, slakken of muizen spelen volgens Oppermann slechts een ondergeschikte rol in het dieet. De bevindingen van Muschketat (2005) omtrent het voedselspectrum komen overeen met die van bovenstaande auteurs.

Op basis van eerdere, eigen waarnemingen dat in smalle bermen in landbouwgebieden of in aaneengesloten akkergebieden relatief weinig molshopen aanwezig zijn (Bekker 2010) - relaties die toen niet met cijfers zijn onderbouwd - en op basis van de bovenstaande beschreven onderzoekingen, zijn binnen de onderhavige voorstudie de volgende onderzoeksvragen gesteld:

- Heeft de breedte van de weg invloed op de dichtheid van de molshopen in de berm?
- Is er verschil in de dichtheid van de molshopen in de berm als het achterland verschilt?
- Wat is het verband tussen de dichtheid van molshopen in de berm en de biomassa aan regenwormen en/of overige ongewervelden?

Methode

Wegbermen

In de maanden februari tot april, de periode dat mollen grote (graaf)activiteiten vertonen (Gorman & Stone 1990), is in 2017 onderzoek

verricht in de bermen van 14 wegen op Walcheren, Noord-Beveland, Zuid-Beveland en Schouwen-Duiveland, alle gelegen in agrarisch gebied in de provincie Zeeland (figuur 2; tabel 1). Het vroege voorjaar is ook de periode dat de vegetatie nog betrekkelijk laag is waardoor molshopen ook op enige afstand goed te onderscheiden zijn en daarmee nauwkeurig te tellen.

De wegen zijn gekozen op basis van een min of meer gelijke opbouw van de wegbermen, waarbij alleen de breedte van de bermen en het type achterland verschilden. De globale bermbreedtes staan vermeld in tabel 1. De feitelijke bermbreedte is per onderzoekslocatie bepaald en als uitgangswaarde voor de verdere berekeningen gebruikt.

Voor een onderlinge vergelijking zijn de onderzochte wegen verdeeld in stroken van 50 m. Bij de grotere wegen is gebruik gemaakt van de bestaande vaste hectometeraanduiding, waarbij ook de halve afstand is gemarkeerd. Bij de overige wegen is elke weg in vakken van 50 m ingedeeld met behulp van GPS. In totaal is van 30,6 km weg aan beide zijden de berm onderzocht op de aanwezigheid van molshopen, hetgeen neerkomt op 1224 bermstroken van 50 m lengte.

Molshopen

De aanwezigheid van mollen werd vastgesteld aan de hand van bewoningssporen, de molshopen. Aangenomen is dat de omvang van territoria van mollen afhankelijk is van de kwaliteit van de bodem en vooral van het voedselaanbod dat daarmee direct gecorreleerd is. Er bestaat in het voorjaar naar verwachting een positief verband tussen het aantal molshopen en het aantal mollen. Dit verband is (nog) niet gekwantificeerd en daarmee onbekend. Hierdoor kan er geen exacte relatie tussen het aantal molshopen en het aantal mollen worden gelegd. Toch wordt aangenomen dat de dichtheid van molshopen een goede indicator vormt voor de dichtheid van mollen(territoria). In deze studie wordt de dichtheid van molshopen in de wegbermen uitge-

drukt in het aantal molshopen per 50 m (berm) lengte van 1 m breedte (=50 m²).

Achterland

Achterland wordt hier gedefinieerd, van de weg af gezien, als het achter de bermsloot gelegen gebied over een diepte van zo'n 50 meter. Er zijn vier typen achterland onderscheiden (in het onderhavige onderzoeksgebied de meest voorkomende typen): akker, grasland, bos en bebouwd gebied. Alleen bij akkers is door het jaarlijkse ploegen sprake van grondroering. In de onderzochte regio worden akkers in wisselteelt bebouwd met gewassen als wintergraan, maïs, aardappelen, bieten etc. Graslanden kunnen beweid zijn dan wel als hooiland in gebruik zijn. Bossen onderscheiden zich van de andere typen door de ophoping van organische stof, overwegend afgestorven en vertarend blad. Bebouwd gebied betekent veelal de aanwezigheid van een agrarisch bedrijf of een woning met opstallen en een relatief groot aandeel verhard terrein.

Prooidieren

Van de 14 onderzochte wegen zijn er zeven geselecteerd om de biomassa prooidieren te bepalen. Dit zijn wegen met open grasbermen die niet overmatig waren ingeklonken door paarden of voertuigen. Wegbermen waar recente wegwerkzaamheden waren uitgevoerd, werden niet in het onderzoek betrokken. Per weg is de bermstrook geselecteerd met de hoogste dichtheid van molshopen in de er langs liggende wegbermen. In deze bermstrook is vervolgens een proefvlak uitgezet. Elk proefvlak lag buiten de spoorstroken, de directe invloedssfeer van de weg.

In elke nader onderzochte bermstrook werd een bodemonmonster uitgespit ter grootte van 50x50x15 cm (lxbxd) waarin met de hand naar regenwormen en overige ongewervelden werd gezocht. Deze werden verzameld.

Tabel 1. Overzicht van geselecteerde wegen en wegeigenschappen; wegen: Snouck Hurgronje weg (1), Eendekotsweg (2), Wattelsweg (3), Oude Veerseweg-Zanddijkseweg (4), Kruisdwarsweg-St. Felixweg (5), Kruisweg-Schaapskooiweg (6), Oost-Westweg (7), Schotsmanweg (8), Jan Taksweg (9), Polderseweg (10), Delingsdijk (11), Kelkhoekseweg (12), Dankerseweg (13) en een naamloze weg (s.n.) (14). Een asterisk (*) geeft aan dat in de berm van deze weg een bodemonmonster is genomen voor de analyse en vergelijking van de biomassa aan ongewervelden.

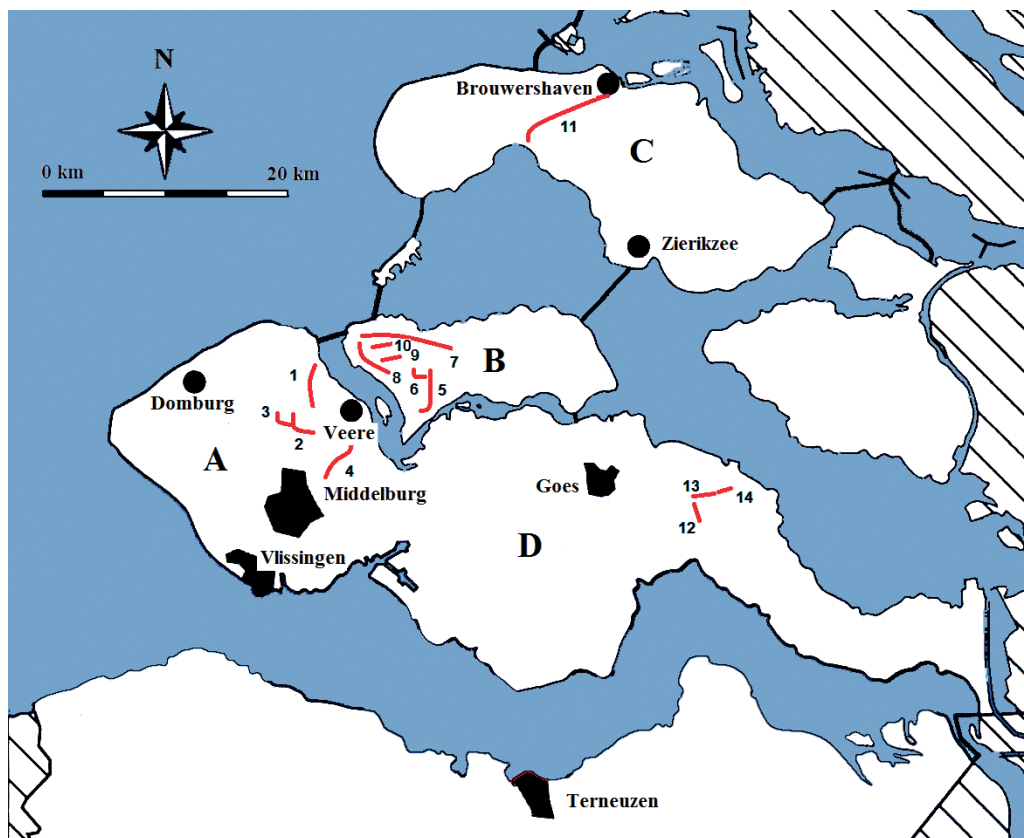
Table 1. Overview of selected roads and road characteristics (length (number of 50 m road-plots), verge width, road type). Road names: see above. An asterisk (*) indicates that this road verge has been used in the comparison of the biomass of invertebrates found.

Weg	Lengte (# 50 m-stroken)	Bermbreedte	Wegtype
1	2200 m (44)	4 m	binnenweg
2	1500 m (30)	4 m	binnenweg
3*	1000 m (20)	4-6 m	binnenweg
4*	3300 m (66)	4-6 m	binnenweg
5*	3150 m (63)	5-18 m	binnenweg
6	1950 m (39)	3,5-9 m	binnenweg
7	3400 m (68)	3,5-22 m	autoweg
8*	3550 m (71)	6-7 m	binnenweg
9*	650 m (13)	3,5-4 m	binnenweg
10*	850 m (17)	5-11 m	binnenweg
11*	6800 m (136)	9-26 m	autoweg
12	1150 m (23)	4 m	binnenweg
13	700 m (14)	4 m	binnenweg
14	400 m (8)	4-5 m	binnenweg

Vervolgens werd de bodem nog met een suspensie van Colmans® mosterdpoeder behandeld en werd gedurende 15 minuten gezocht naar regenwormen en overige ongewervelden; deze werden eveneens verzameld. Gebruik van deze prikkelende stof drijft regenwormen naar de oppervlakte (Lawrence & Bowers 2002) en is niet schadelijk voor het ecosysteem en de onderzoekers (Valckx et al. 2010).

Overige kenmerken bermen

De dominante plantensoorten in de zeven



Figuur 2. Locaties van de onderzochte wegen op Walcheren (A), Noord-Beveland (B), Schouwen-Duiveland (C) en Zuid-Beveland (D); voor de namen van de wegen, zie: onderschrift tabel 1.

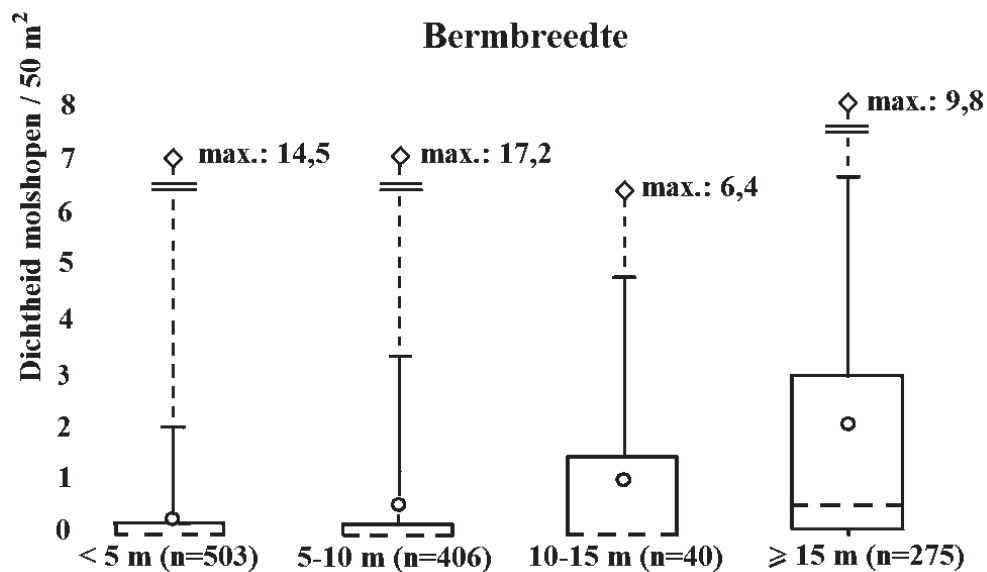
Figure 2. Locations of the investigated roads on Walcheren (A), Noord-Beveland (B), Schouwen-Duiveland (C) and Zuid-Beveland (D); for road names: see caption of table 1.

geselecteerde bermstroken zijn gedetermineerd met behulp van de Veldgids Nederlandse Flora (Eggelte 2000) en Weeda et al. (1988). Op basis van dat voorkomen is de voedselrijkheid-klasse en de zuurgraad van de betreffende bermstrook geschat. Een meer gedetailleerde analyse van de vegetatie is mogelijk volgens het zogenoemde ecotopensysteem (Runhaar et al. 1987). Hierbij worden de milieutypen waarin de plantensoorten voorkomen beschreven als ecotooptypen, waarbij een ecotoop is gedefinieerd als een ruimtelijke eenheid die homogeen is ten aanzien van vegetatiestructuur, successiestadium en abiotische factoren die voor de plantengroei bepalend zijn. De milieutypen van de

dominante plantensoorten zijn door ons in de vorm van afgekorte codes vermeld, direct achter de wetenschappelijke naam. De betekenis van die codes is: b=brak; G=grasland; H=bos en struweel; P=pioniervegetatie; R=ruigte; kr=kalkrijk; 2x=nat; 4x=vochtig; 6x=droog; y0=geen voedselindicatie; y3=voedselarm basisch; y7=matig voedselrijk; y8=zeer voedselrijk; y9=matig tot zeer voedselrijk.

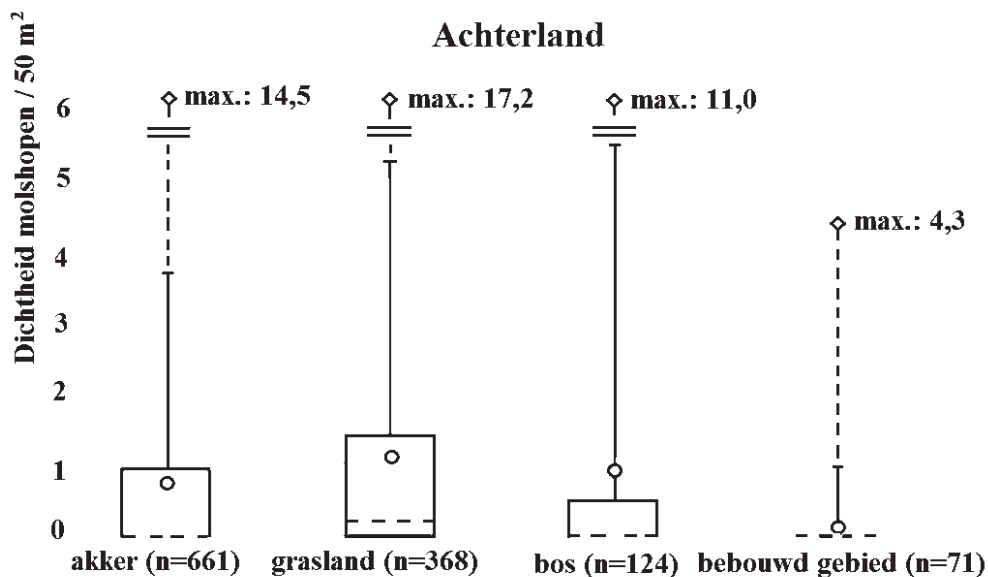
Naast deze voor de vegetatie van belang zijnde milieufactoren is het goed voorstelbaar dat ook het landgebruikstype (cf. Akkermans 2010) en de grondsoort (cf. Milner & Ball 1970) de leefomstandigheden in bermen voor de mol direct en/of indirect mede bepalen.

Voor de analyse van de grond in de zeven



Figuur 3. Boxplots van de relatie tussen de dichtheid van molshopen per klasse bermbreedte (in meters). De onderbroken horizontale lijn geeft de mediaan weer en de ruiten representeren de maximale waarden; de gemiddelden zijn weergegeven door een cirkel.

Figure 3. Box plots showing the relationship between the density of mole-hills and four road verge width categories (in metres). The interrupted horizontal is the median and the diamonds represent maxima; averages are presented by a circle.



Figuur 4. Boxplots van de relatie tussen de dichtheid aan molshopen en type achterland. De onderbroken horizontale lijn geeft de mediaan weer en de ruiten representeren de maxima; de gemiddelden zijn weergegeven door een cirkel.

Figure 4. Box plots showing the relationship between the density of mole-hills and four types of hinterland. The interrupted horizontal is the median and the diamonds represent maxima; averages are presented by a circle.

geselecteerde bermstroken zijn op 5-10 cm diepte bodemonsters genomen. Met twee zeven (met resp. een maaswijdte van 0,15 mm en 0,3 mm) is van elk monster de grond gesorteerd in de volgende fracties: 1. zeer fijn zand en slib (<0,15); 2. matig-fijn zand (0,15-0,3 mm); 3. grof zand (>0,3 mm) (cf. Van der Meulen et al. 2002).

Resultaten

Bermbreedte

De relatie tussen de bermbreedte en de dichtheid van molshopen staat weergegeven in figuur 3. De 25^{ste}, 75^{ste} en 95^{ste} percentiel van deze weergave laten alle, met uitzondering van de 75ste percentiel van de bermbreedte klassen <5 m en 5-10 m, een hogere dichtheid bij een bredere klassebreedte zien. De totalen van de dichtheid per klasse bermbreedte zijn niet gelijk verdeeld: deze totalen vertonen per hogere klasse bermbreedte een toename (tabel 2). Ook de gemiddelden van de dichtheid per klasse bermbreedte vertonen per hogere klasse bermbreedte een toename. Hieruit blijkt dat hoe breder de berm is, des te groter de gemiddelde dichtheid van molshopen is.

Achterland

De invloed van het soort achterland op de

dichtheid van molshopen staat met boxplots weergegeven in figuur 4. De totalen van deze dichtheden per categorie achterland zijn niet gelijk verdeeld (tabel 3) en ook de gemiddelden van de dichtheden per type achterland vertonen opmerkelijke verschillen (figuur 4). Uit deze figuur blijkt dat in bermen met grasland als achterland de gemiddeld hoogste dichtheid van molshopen voorkomt en dat bij bebouwd gebied de gemiddelde dichtheid, als uiterste ter andere zijde, ruim een factor zes kleiner is (figuur 4). De gemiddelde dichtheid van molshopen in bermen van akkers en van bos verschillen beduidend minder ($\bar{x}=0,77$ resp. $\bar{x}=0,90$, figuur 4).

Samenstelling en voedselrijkdom bodem

Vijf van de zeven onderzochte bodemonsters bestaan voor meer dan 50% uit zeer fijn zand en slib; de Delingsdijk zelfs voor meer dan 90% (figuur 5). De twee andere bodemonsters zijn grover van samenstelling. Het bodemonster van de Schotsmanweg, aan de rand van de door opwas ontstane zandplaat de Schotsman, bevat meer dan 90% matig fijn zand en grof zand, dat van de nabijgelegen Jan Taksweeg ca. 70%.

In de meeste bermen indiceert het dominant voorkomen van grassen als glanshaver (*Arrhenatherum elatius* - G47/G48), kropbaar (*Dactylis glomerata* - G48/H48) en Engels raaigras

Tabel 2. Relatie tussen bermbreedte en aantal en dichtheid van molshopen; de verschillen in dichtheden molshopen per bermbreedte-klasse zijn significant ($P<<0,001$).

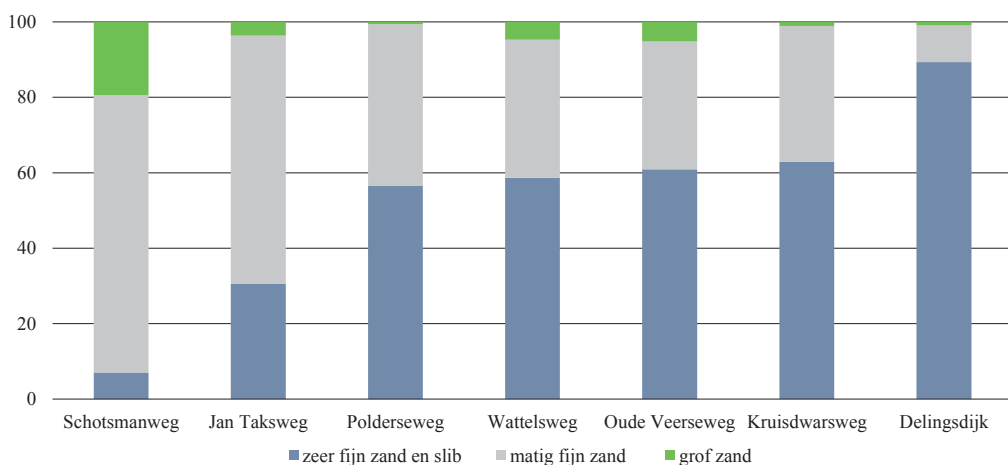
Table 2. Relation between verge width and mole hill number and density; the differences in density of mole hills between verge breadth categories are significant ($P<<0,001$).

Bermbreedte	Aantal onderzochte bermen	Aantal aangetroffen molshopen	Verwachte aantal op basis van een gelijke verdeling
<5	503	197	422
5-10	406	222	341
10-15	40	40	34
>15	275	569	231
Totaal	1224	1028	1028

Tabel 3. Relatie tussen het type achterland en het aantal en de dichtheid van molshopen; de verschillen in dichtheden molshopen per type achterland zijn significant ($P < 0,001$).

Table 3. Relation between verge strips per type of hinterland and mole hills number and density; the differences in density of mole hills between types of hinterland are significant ($P < 0.001$).

Achterland	Aantal onderzochte bermen	Aantal aangetroffen molshopen	Aantal molshopen op basis van een gelijke verdeling
Akker	661	508	555
Grasland	368	398	309
Bos	71	111	60
Bebouwd gebied	124	11	104
Totaal	1224	1028	1028



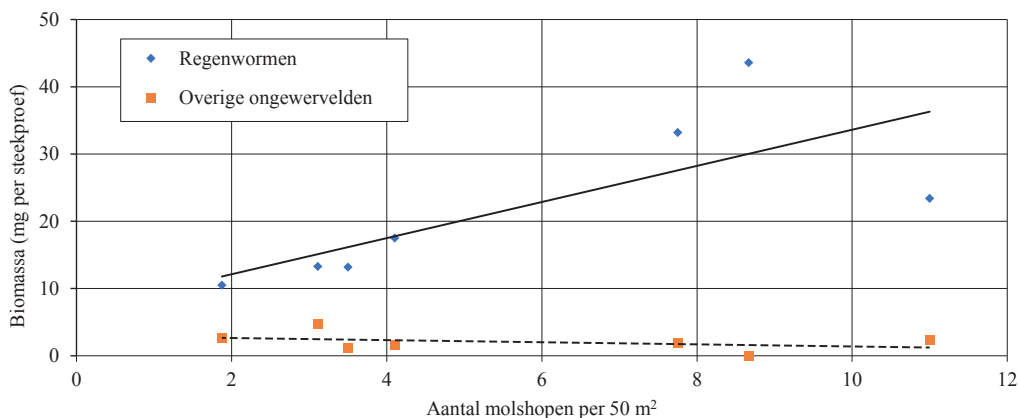
Figuur 5. Grondanalyses van monsters uit de bermstroken van de geselecteerde wegen met hoge aantallen molshopen.
Figure 5. Soil analyses of samples from the selected road verges with high numbers of mole hills.

(*Lolium perenne* - G48/bG40/G68) een niet vochtig, voedselrijk milieu met een neutrale zuurgraad. Ook smalle weegbree (*Plantago lanceolata* - P47/P67/G47/G67), grote brandnetel (*Urtica dioica* - R48/R68/H28/H48/H69) en duizendblad (*Achillea millefolia* - G47/G67) wijzen alle op deze milieumomstandigheden (Eggelte 2000). In de berm langs de Schotsmanweg staat veel wilde peen (*Daucus carota* G43/G47kr/G63/G67), een aanduiding voor matig voedselrijke omstandigheden (Weeda et al. 1999), hetgeen terug te voeren is op het relatief geringe aandeel 'zand en slib' waardoor de bodem relatief gezien wat voedselarm is. Hoewel de indicatiewaarden van de gevonden planten volgens het ecotopensysteem genuan-

ceerder is, kan de globale typering van vrijwel al de onderzochte bermen als voedselrijk met een neutrale zuurgraad gehandhaafd blijven.

Prooidieren

Op basis van het vorenstaande is met behulp van een kleine steekproef de beschikbaarheid van prooi in relatie tot de dichtheid van molshopen nader onderzocht. Het betrof zeven bermen uit alle klassenbreedten, met als achterland grasland, akkerland of bos en droge, overwegend voedselrijke bodems met een neutrale zuurgraad bestaande uit een gradatie van nauwelijks tot veel slib en zeer fijn zand.



Figuur 6. Biomassa (mg per steekproef) van regenwormen (getrokken regressielijn) en overige ongewervelden (onderbroken regressielijn) per dichtheid van molshopen (aantal hopen per 50 m²) in stroken van zeven wegbermen.

Figure 6. Biomass (mg per sample) of earthworms (continuous regression line) and of other invertebrates (dashed regression line) in relation to mole hill density (number of hills per 50 m²) in strips of seven road verges.

De verkregen resultaten staan weergegeven in figuur 6.

Het blijkt dat op de onderzochte proefvlakken de biomassa van regenwormen sterk positief gecorreleerd is met de aantallen molshopen in wegbermstroken ($r=0,75$). Dat wil zeggen, hoe meer biomassa regenwormen, des te groter het aantal molshopen. Verder blijkt dat de biomassa van de overige ongewervelden negatief is gecorreleerd met de aantallen molshopen in wegbermstroken ($r=-0,36$). Hiermee in overeenstemming zijn de biomassa van regenwormen en van overige ongewervelden (sterk negatief gecorreleerd ($r=-0,6$).

Discussie en conclusies

Bermbreedte

In de breedste bermen is de dichtheid van molshopen het hoogst. Dit duidt erop dat er een minimale breedte, met de bijbehorende beschikbare biomassa aan regenwormen en overige ongewervelden, nodig is voor een mol om zich in een territorium in deze habitat te kunnen handhaven. Deze bevinding komt overeen met onderzoek van Zurawska-Seta

& Barczak (2012) naar de invloed van akkergrenzen op de verspreiding van de mol in een agrarisch gebied in Noord-Polen. Zij vonden namelijk een zeer duidelijke tendens van mollen om zich te vestigen in de brede bermen van de akkers die grenzen aan ruderaal en aan bosgebieden.

Achterland

In bermen met grasland als achterland zijn de gemiddeld hoogste dichtheden van molshopen waargenomen. Deze voorkeur zou kunnen worden verklaard uit het karakter van het grasland, namelijk voedselrijk, kalkrijk (door deze eigenschap is de zuurgraad in de bovengrond gebufferd), bemest en niet geploegd. Dit is direct en indirect gunstig voor mollen en dus zijn er meer molshopen.

Akkers worden weliswaar bemest, maar ze worden jaar op jaar ook omgeploegd, hetgeen zeker in vergelijking met grasland ten koste gaat van het bodemleven, inclusief de mol zelf. Hoewel mollen zich wel in akkers kunnen handhaven, lijkt het er op dat de dynamiek in akkers te hoog is en grote gedeelten van akkers na oogst en (diep)ploegen verlaten

worden en in het voorjaar vanuit bermen van wegen of vanuit andere delen van het agrarisch gebied steeds opnieuw worden gekoloniseerd.

De gemiddeld iets hogere dichtheid van molshopen in bermen van bossen lijkt in tegenspraak met de uitkomsten van een onderzoek uitgevoerd door het RIVM (2007), waarbij bleek dat bossen minder regenwormen bevatten dan bijvoorbeeld akkers. De betrokken onderzoekers schrijven de lage aantallen regenwormen in bossen toe aan de relatief hoge zuurgraad (lage pH waarden). De Zeeuwse bossen (en onderzochte aangrenzende bermen) zijn veel minder zuur (zelfs licht kalkhoudend) dan de door het RIVM onderzochte bossen. Onder dergelijke omstandigheden draagt de jaarlijkse bladval vanuit het bos in het achterland juist bij aan een betrekkelijk rijke grond met een gezond bodemleven en veel regenwormen, waarvan mollen op hun beurt weer profiteren.

Een verklaring voor het voorkomen van de gemiddeld laagste aantallen molshopen in bermen met bebouwing als achterland is voor de hand liggend: bebouwing zal gepaard gaan met een voor de mol slechtere bodemkwaliteit als gevolg van verdichting, verharding of versteviging en het grotendeels ontbreken van begroeiing. Daarnaast kan het zijn dat activiteit van mollen in gazon of (moes)tuin door bewoners van huizen in het buitengebied niet op prijs wordt gesteld en mollen daarom actief rondom het bebouwd gebied en gedeeltelijk ook in de aangrenzende berm worden bestreden met klemmen.

Voedsel

In bermstroken met relatief hoge aantallen molshopen bestaat een duidelijke positieve correlatie tussen de biomassa aan regenwormen en de dichtheid aan molshopen. In dezelfde proefvlakken bleek er een duidelijke negatieve correlatie tussen de biomassa aan overige ongewervelden en deze dichtheid te

bestaan. Een mogelijke verklaring voor deze gevonden negatieve correlatie zou kunnen zijn het samengaan van voedselrijkere gronden met een minder gevarieerde flora en daardoor minder biomassa aan overige ongewervelden, terwijl de voedselarmere gronden met een meer gevarieerde flora, een hogere biomassa aan overige ongewervelden kennen (denk hierbij aan emelten, engerling, mieren etc.).

Tot slot

De relatie tussen de biomassa aan regenwormen en die van overige ongewervelden en de dichtheid van molshopen in dit onderzoek, is enigszins tegengesteld (sterk positieve ($r=0,75$) resp. negatieve correlatie ($r=-0,36$)). De verklaring hiervoor kan zijn dat de groep overige ongewervelden (met daarin engerlingen en emelten) betrekkelijk oppervlakkig leeft, dat wil zeggen, net onder de graszode. Deze ongewervelden worden door mollen mogelijk juist verorberd bij het aanleggen van de oppervlakkige mollenritten. Daartegenover leven regenwormen, vooral de zogenoemde pendelaars, die zich in hoofdzaak verticaal door de bodem bewegen, veelal dieper. De streekproefomvang per bermstrook was echter te klein en ook de variatie in de biomassa van zowel regenwormen als van overige ongewervelden te groot om hieromtrent voldoende zekerheid te verkrijgen. Een grotere steekproefomvang met kleinere volumes uitgespitte aarde, conform de methode van Chan & Munro (2001), is noodzakelijk om de samenhang tussen aantallen molshopen en regenwormen in de bodem te kunnen bepalen.

De hier beschreven onderzoeksmethodiek kan worden gebruikt om de onderzochte variabelen naar waarde te schatten. Echter, de breedte van de wegberm, het type achterland, de biomassa van regenwormen en van overige ongewervelden zijn ongetwijfeld niet de enige factoren die de dichtheid van molshopen in bermen zullen bepalen. Om voor alle, al dan

niet met elkaar samenhangende, variabelen de betekenis voor de mol te kunnen schatten is een omvangrijker onderzoek nodig waarbij meer parameters worden betrokken, zoals de zuurgraad, het organisch stof-gehalte en het zoutgehalte van de bodem, het bermtype (grasstrook / bermbosjes / sloten of bredere wateren), de aanwezigheid van zijwegen (van belang voor de onderbreking van de weg-berm in de lengterichting), de aanwezigheid van op- en uitrijdammen (van belang voor de verbinding van de berm met het achterland). Tenslotte kunnen de doordringbaarheid van de grond op verschillende dieptes, de voedselrijkdom van de grond en het vegetatietype invloed hebben op de dichtheid van molshopen in wegbermen.

Misschien is het vervolgens mogelijk de vraag te beantwoorden of bermen een refugiumfunctie voor mollen hebben en/of een verbinding vormen tussen voorkeursbiotopen. Hiervoor is echter een geheel andere onderzoeksoptzet nodig. Dit geldt ook voor de vraag naar de functie van de berm in relatie tot het achterland: is hier sprake van brongebied dan wel overloopgebied voor mollen? Ook de rol van parken en natuurgebieden voor mollen zou dan meer precies in kaart gebracht kunnen worden.

Uit dit vooronderzoek komt reeds duidelijk een praktisch beheeraspect naar voren, namelijk dat naarmate bermen breder zijn dit milieutype meer geschikt is voor mollen. Met een oppervlakte van samen ca. 36.000 hectare aan brede bermen langs Rijkswegen en provinciale wegen in Nederland (G.J. Bekker, mondelinge mededeling) lijkt de weg geplaveid voor een betrekkelijk ongestoorde toekomst voor deze ondergronds levende diersoort.

Dankwoord: We bedanken George Simons en Cees Joosse voor het ter beschikking stellen van grondanalysemateriaal. Onze dank gaat ook uit naar Hans Bekker, Jan Boshamer en Henk Luijendijk, die inhoudelijk hebben meegedacht en geadviseerd over onderdelen van deze voorstudie. Tot slot danken wij twee anonieme referenten voor hun waardevolle suggesties ter

verbetering van eerdere versies van het manuscript.

Literatuur

- Akkermans, R.W. 2010. Mol *Talpa europaea*. In: C.E. Huizenga, R.W. Akkermans, J.C. Buys, J. van der Coelen, H. Morelissen & L.S.G.M. Verheggen (red.). Zoogdieren van Limburg. Verspreiding en ecologie in de periode 1980-2007: 114-119. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht, Nederland.
- Bekker, J.P. 2010. Mol *Talpa europaea*. In: J.P. Bekker, L. Calle, S. Dobbelaar, A. Fortuin, C. Jacobusse & K. de Kraker (red.). Zoogdieren in Zeeland. Zoogdierfauna van 1989-2008: 68-71. Fauna Zeelandica. Deel 6. Zoogdierwerkgroep Zeeland / Het Zeeuwse Landschap, Wilhelminadorp, Nederland.
- Chan, K.-C. & K. Munro 2001. Evaluating mustard extracts for earthworm sampling. *Pedobiologia* 45: 272-278.
- Eggelte, H. 2000. Veldgids Nederlandse flora. KNNV Uitgeverij, Utrecht, Nederland.
- Funmilayo, O. 1977. Distribution and abundance of moles (*Talpa europaea* L.) in relation to physical habitat and food supply. *Oecologia* 30: 277-283.
- Gorman, M.L. & R. David Stone 1990. The natural history of moles. Christopher Helm, London, VK.
- Hoekstra, B. 2016. Mol *Talpa europaea*. In: S. Broekhuizen, K. Spoelstra, J.B.M. Thissen, K.J. Canters & J.C. Buys (red.). Atlas van de Nederlandse zoogdieren. Natuur van Nederland 12: 161-162. Naturalis Biodiversity Center, Leiden / EIS Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden, Leiden, Nederland.
- Lawrence, A.P. & M.A. Bowers 2002. A test of the 'hot' mustard extraction method of sampling earthworms. *Soil Biology and Biochemistry* 34 (4): 549-552.
- Londo G., 1984. Bermen en taluds. In: F.A. Bink, J. Meltzer, J.G. de Molenaar, T.A.W. van Rossum & G.J. Saaltink (red.). Natuurbeheer in Nederland. Levensgemeenschappen: 303-311. Pudoc, Wageningen, Nederland.
- Milner, C. & D.F. Ball 1970. Factors affecting the distribution of the mole (*Talpa europaea*) in Snowdonia

(North Wales). *Journal of Zoology* 162 (1): 61–69.

Muschketat, L. 2005. Maulwurf, *Talpa europaea*, Linnaeus, 1758. In: M. Braun & F. Dieterlen (Hrsg.). Die Säugetiere Baden-Württembergs. Band 2: 33–41. Ulmer, Stuttgart, Duitsland.

Niethammer, J. 1990. *Talpa europaea* Linnaeus, 1758 – Maulwurf. In: J. Niethammer & F. Krapp (Hrsg.). Handbuch der Säugetiere Europas. Band 3/1: Insektenfresser - Insectivora, Herrentiere – Primates: 99–133. Aula Verlag, Wiesbaden, Duitsland.

Oppermann, J. 1968. Die Nahrung des Maulwurfs (*Talpa europaea* L. 1758) in unterschiedlichen Lebensräumen. *Pedobiologia* 8: 59–74.

RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu) 2007. Typeringen van bodemecosystemen in Nederland met tien referenties voor biologische bodemkwaliteit. Rapport 607604008/2007. RIVM, Bilthoven, Nederland.

Runhaar, J., C.L.G. Groen, R. van der Meijden & R.A.M. Stevers 1987. Een nieuwe indeling in ecologische groepen binnen de Nederlandse flora. *Gorteria* 13 (11/12): 277–359.

Skoczko, S. 1966. Stomach contents of the mole, *Talpa europaea* Linnaeus, 1758 from Southern Poland. *Acta Theriologica* 28: 551–575.

Valckx J., G. Govers, M. Hermy & B. Muys 2011. Optimizing earthworm sampling in ecosystems. In: A. Karaca (ed.). *Biology of earthworms. Soil Biology*: 19–38.

van der Meulen, M., F. de Lang, D. Maljers, W. Dube-laar & W. Westerhoff 2002. Grondstoffen en delfstoffen bij naam. Publicatiereeks grondstoffen 2002/21. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft / TNO-Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen, Haarlem, Nederland.

van der Reest, P.J. 1989. Kleine zoogdieren in wegbermen: verslag van een oriënterend onderzoek naar de ecologie van kleine zoogdieren in Nederlandse wegbermen uitgevoerd van 1987–1989. VZZ-mededeling 1. Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Arnhem, Nederland.

Weeda, E.J., R. Westra, C. Westra & T. Westra 1999. Nederlandse oecologische flora; wilde planten en hun relaties. Deel 1–5. Herdruk. IVN, Amsterdam, Nederland.

Zonderwijk, P. 1979. De bonte berm; de rijke flora en

fauna langs onze wegen. Zomer & Keunig Boeken B.V., Ede, Nederland.

Zurawska-Seta, E. & T. Barczak 2012. The influence of field margins on the presence and spatial distribution of the European mole *Talpa europaea* L. within the agricultural landscape of northern Poland. *Archives of Biological Science* 64 (3): 971–980.

Samenvatting

De centrale vraag in dit onderzoek luidt: welke functie hebben wegbermen voor de mol? Daartoe is nagegaan of er een relatie bestaat tussen de dichtheid van molshopen en (1) de breedte van de berm, (2) het type achterland en (3) het hoofdvoedsel van de mol: regenwormen en andere ongewervelden. In 2017 is onderzoek verricht in bermen van 14 wegen in het agrarisch gebied van Zeeland. In totaal zijn 1224 bermstroken van 50 m lengte onderzocht op aanwezigheid en aantallen van molshopen. Van elke bermstrook is de dichtheid van molshopen berekend, uitgedrukt als aantal molshopen per 50 m². Het type achterland werd gescoord als ‘grasland’, ‘akker’, ‘bos’ of ‘bebouwd gebied’. Bij zeven wegen is in de bermstrook met de hoogste dichtheid aan molshopen een proefvlak bemonsterd ter bepaling van het voor de mol aanwezige voedsel. In elk proefvlak van 0,25 m² is daartoe grond uitgespit tot op 15 cm diep en met de hand doorzocht op regenwormen en overige ongewervelden. Vervolgens is het uitgespitte proefvlak met mosterdpoeder behandeld om dieper levende prooidieren naar het oppervlak te drijven. In brede bermen werd een hogere dichtheid aan molshopen gevonden dan in smallere bermen. In bermen met grasland als achterland werd de gemiddeld hoogste dichtheid van molshopen vastgesteld, in die met een akker als achterland waren de gemiddelde dichtheden van molshopen ongeveer gelijk aan die van bermen met bos als achterland. Voor bebouwd gebied is de gemiddeld laagste dichtheid van molshopen in de bermen

gevonden. In de zeven proefvlakken is de biomassa van regenwormen sterk positief gecorreleerd met de dichtheden aan molshopen in de betreffende wegbermstroken (correlatiecoëfficiënt: $r=0,75$), die van overige

ongewervelden is negatief gecorreleerd met deze dichtheden ($r=-0,36$).

Ontvangen: 29 oktober 2017

Geaccepteerd: 16 april 2018