

3 Dassen in een versnipperd landschap²

3.1 Dassen en verkeerswegen

De snelle groei van het wegennet is wellicht één van de meest opmerkelijke aspecten van recente ruimtelijke ontwikkelingen in Nederland. De lengte van verharde wegen nam met circa 20% toe in de periode 1985-1998. Dit heeft geresulteerd in een gemiddelde wegendichtheid van 3,4 km per vierkante kilometer (CBS 2000; CBS 2001). In dezelfde periode nam ook de verkeersintensiteit met maar liefst 60% toe (CBS 2000). Er zijn nog geen aanwijzingen dat de groeisnelheid van het wegennet of de verkeersintensiteit afneemt.

De aanleg en het gebruik van infrastructuur versnipperd op veel plaatsen natuurgebieden. Leefgebieden van veel diersoorten raken hierdoor in meer of mindere mate van elkaar geïsoleerd, wat de overlevingskansen van de populaties nadelig beïnvloedt (Kalkhoven *et al.* 1996). Een soort die in hoge mate gevoelig blijkt voor versnippering van zijn leefgebied door infrastructuur is de das (Meles meles) (van Apeldoorn & Kalkhoven 1991; van der Zee *et al.* 1992). Het meest directe effect voor deze soort is wellicht het verlies van burchten en foerageergronden als gevolg van het ruimtebeslag dat de aanleg van nieuwe wegen met zich brengt. Daarnaast wordt sterfte door aanrijdingen als een groot probleem ervaren. Jaarlijks sterft circa een kwart van de Nederlandse dassenpopulatie op het wegdek (Berendsen 1986, Broekhuizen *et al.* 1994; Ministerie van Verkeer & Waterstaat 1997). Ook het in meer of mindere mate geïsoleerd raken van leefgebieden als gevolg van de barrièrewerking van een weg is een belangrijk effect dat de levensvatbaarheid van dassenpopulaties negatief kan beïnvloeden.

Dit hoofdstuk beschrijft allereerst wat verdichting van het wegennet betekent voor de sterftetekans van dassen. Dat gebeurt aan de hand van modelberekeningen. De afgelopen jaren zijn tal van maatregelen getroffen om de sterftetekans van dassen te verkleinen. Dat gebeurt onder andere door het aanleggen van dassentunnels. Het tweede deel gaat in op de onderhoudstoestand van dassentunnels en daarbij behorende voorzieningen.

3.2 Sterftetekans door aanrijdingen

Uit verschillende studies blijkt dat de levensvatbaarheid van een dassengroep of –populatie vooral gevoelig is voor sterfte van adulte dassen (Lankester *et al.* 1991, Verboom 1996). Dassen leven in kleine, stabiele sociale groepen en de dood van een dier kan voor zo'n groep funest zijn, zeker wanneer dit het enige reproducerende vrouwtje betreft. Een dichter wegennet leidt ertoe dat dassen vaker wegen moeten oversteken tijdens hun foerageertochten, of tijdens dispersie naar andere leefgebieden. En vaker oversteken betekent een grotere kans om te worden aangereden.

SmallSteps

Om dit te illustreren zijn met een dispersiemodel de looppatronen van dassen binnen hun territorium gesimuleerd in landschappen die verschillen in wegendichtheid. Hiervoor is gebruik gemaakt van het model SmallSteps (Baveco, in prep.). Met dit dispersiemodel kunnen

² Edgar A. van der Grift & Hans Baveco

bewegingen van individuen door een complex, heterogeen landschap gesimuleerd worden. Het grondpatroon voor individuele verplaatsingen van dassen in dit model is gebaseerd op literatuurgegevens over verplaatsingspatronen van dassen binnen hun territorium.

Het ruimtelijk looppatroon is in algemene lijn het volgende (zie ook de kadertekst). Het individu beweegt zich vanaf een centrale burcht naar de rand van het territorium, en volgt vervolgens een traject langs de territoriumgrens. Per nacht kan een dusdanige afstand worden afgelegd dat de territoriumgrens voor de helft tot driekwart gevolgd wordt. Tenslotte beweegt het dier zich weer terug naar de hoofdburcht waar het dier zijn verplaatsing begonnen is, of naar één van de nabijgelegen bijburchten. De bochtigheid van het patroon wordt bepaald door de gekozen gemiddelde stapgrootte, in combinatie met de opgelegde variatie in draaihoek (de hoek tussen twee opeenvolgende stappen). Figuur 3.1 beeldt enkele van de gegenereerde patronen af. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de set parameters die gebruikt is om deze looppatronen in SmallSteps te beschrijven.



Figuur 3.1. Enkele met SmallSteps gegenereerde looppatronen van dassen tijdens een nachtelijke foerageertocht.

Tabel 3.1. Set van parameters die looppatronen van dassen in SmallSteps beschrijven.

Parameter	Gebruikte waarden	Bron
Stapgrootte (gemiddelde van Exponentiele verdeling)	10 m (tijdstap: 1 minuut)	Brown <i>et al.</i> 1993; Neal & Cheeseman 1996
Draaihoek (st.dev. van Normale verdeling)	0.26 ($1/12 \pi$)	Brown <i>et al.</i> 1993; Neal & Cheeseman 1996
Gemiddelde afstand territoriumgrens tot burcht	800 m	Apeldoorn <i>et al.</i> 1997
Maximale afstand tot burcht na beëindigen verplaatsing	100 m - 3000 m gemiddeld afgelegde afstand per nacht	J. Mulder, mondelinge mededeling

Omdat we enkel geïnteresseerd zijn in het aantal keren dat een individu tijdens een foerageertocht een weg oversteeft (en niet in de precieze tijden waarop dit gebeurt), is de tijd waarin het hele traject afgelegd wordt niet relevant. Aangenomen wordt dat de verplaatsingen van de individuen niet door het landschap gestuurd worden. Afgezien van de aanwezigheid van wegen wordt het landschap dus homogeen verondersteld. Deze vereenvoudiging is niet zozeer een beperking van het modelinstrument als een keuze die we in dit geval maken, voor resultaten die los staan van specifieke landschapsconfiguraties. Ook de aanwezige wegen veranderen in de simulaties niet het looppatroon van de dassen. Wanneer een das een weg tegenkomt tijdens zijn verplaatsing wordt verondersteld dat deze wordt overgestoken, ongeacht wegbreedte of verkeersintensiteit.

Looppatroon foeragerende das

Verplaatsingen worden in het model beschouwd als vectoren. Vanuit iedere positie, na iedere verplaatsing, wordt een nieuwe verplaatsingsvector berekend. De berekening is, bij een gecorreleerde random walk (CRW), gebaseerd op de combinatie van een random gekozen draaihoek (uit de draaihoekkansverdeling) en lengte van de verplaatsing (gekozen uit de stapgroottekansverdeling). De draaihoek wordt opgeteld bij de actuele hoek.

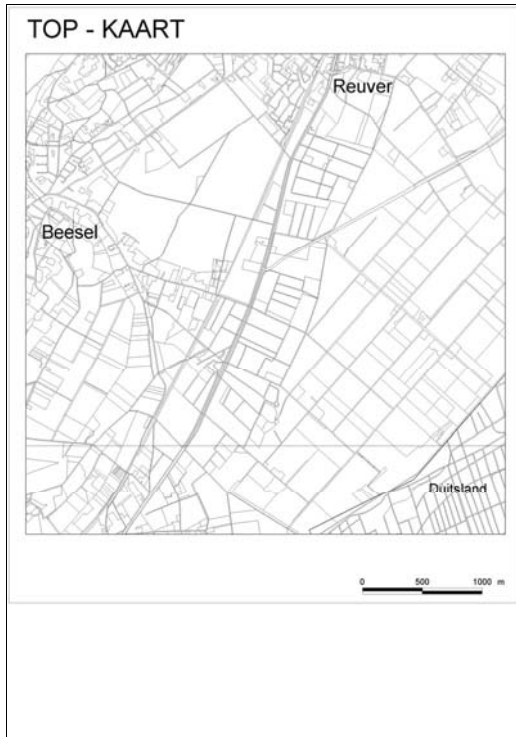
Iedere verplaatsingsvector zou je ook kunnen interpreteren als een motivatie, een kracht of een plan om zoveel meter die kant op te lopen. Om het door ons gewenste looppatroon te simuleren hebben we een aantal "motivaties" toegevoegd, die we vectorgewijs sommeren tot de uiteindelijke verplaatsingsvector.

Om verplaatsing naar de randzone van het territorium te krijgen introduceren we een soort "centrifugale kracht vanuit het territoriumcentrum" vector die staat voor de motivatie om naar de randzone toe te bewegen. Deze vector neemt gezien vanuit het centrum van het territorium in lengte af tot nul (wanneer rand is bereikt), en wordt sterker negatief naarmate het individu zich verder buiten het territorium bevindt. Deze vector wordt dus bij de basale CRW-vector opgeteld. Het resultaat is een looppatroon kriskras door de randzone. Om een patroon te genereren dat wat consequenter in een richting rond het middelpunt cirkelt, introduceren we daarnaast een (kleine) motivatie (vector), haaks op de lijn tussen de huidige positie en het territoriumcentrum. Ook deze wordt erbij opgeteld; nu verandert de looprichting minder vaak.

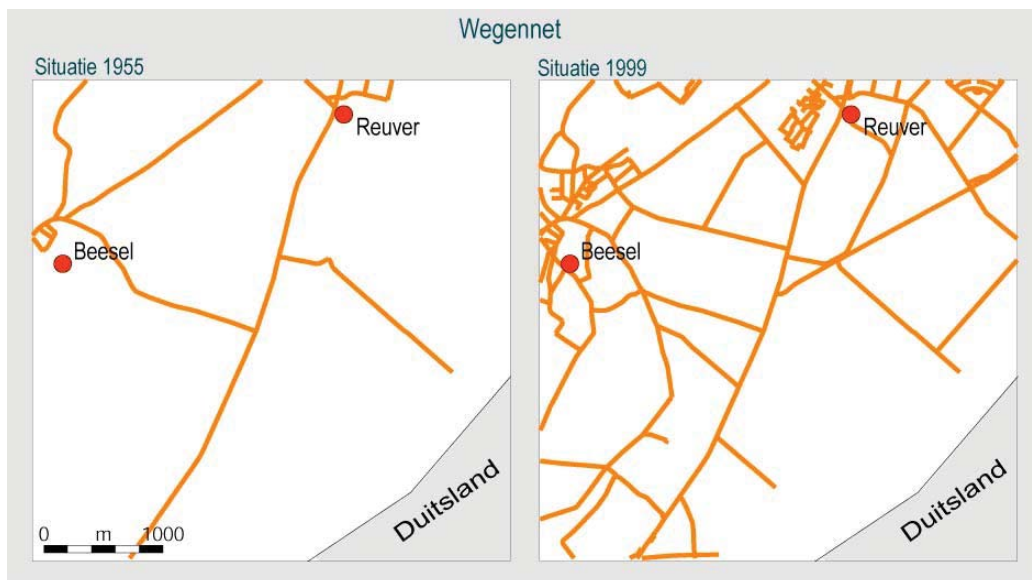
Het laatste kenmerk van geobserveerde patronen, de terugkeer naar een locatie (burcht) weer wat verder het territorium in, wordt gesimuleerd door na het gewenste aantal tijdstappen de parameter die de "centrifugale kracht" als functie van de afstand tot territoriumcentrum bepaalt (de parameter: afstand waarop de kracht nul is) te laten afnemen. Het territorium krimpt als het ware ineen, en het bewegende individu volgt de terugtrekkende grens.

Landschappen

De simulaties van de bewegingen van dassen zijn uitgevoerd in zowel een bestaand landschap als een kunstmatig landschap. Voor het bestaande landschap is een gebied in Midden-Limburg geselecteerd, waar sinds lang dassenburchten aanwezig zijn (figuur 3.2). Het gebied is zo gekozen dat een bestaande hoofdburcht het centrum vormt van het landschap. De simulaties in dit landschap zijn uitgevoerd op basis van (1) de wegendichtheid in 1955 (0,9 km/km²), en (2) de wegendichtheid in 1999 (3,0 km/km²) (figuur 3.3). Het betreft uitsluitend verharde wegen. Per simulatie zijn telkens 10.000 dassen 'losgelaten'. Per das is vastgesteld hoe vaak een weg wordt overgestoken tijdens een foerageertocht. Vervolgens zijn de verwachte oversteekfrequenties van verharde wegen door dassen in 1955 en 1999 met elkaar vergeleken.

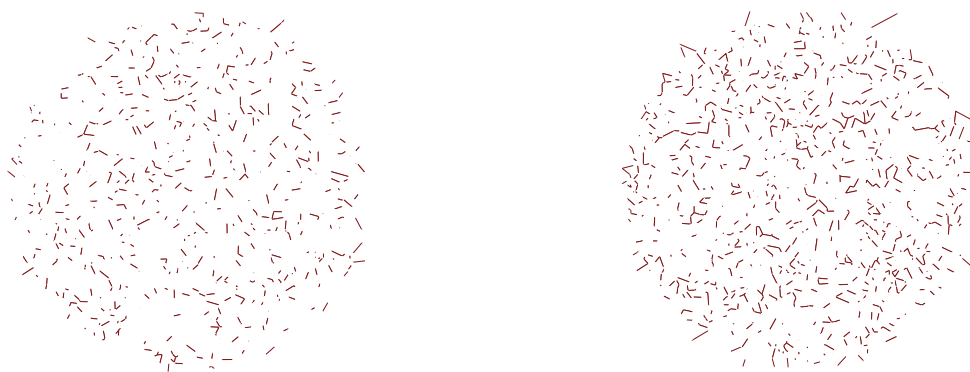


Figuur 3.2. Geselecteerd landschap in Midden-Limburg.



Figuur 3.3. Wegenpatroon in geselecteerd landschap in Midden-Limburg in 1955 en 1999.

Om ook een algemeen verband vast te kunnen stellen tussen de dichtheid van wegen en oversteekfrequenties van dassen is een soortgelijke simulatie uitgevoerd in twee kunstmatige landschappen. In deze kunstmatige landschappen zijn de wegen random verspreid. Hierdoor worden de oversteekfrequenties onafhankelijk van de ruimtelijke configuratie van het wegennet geanalyseerd. Met de kunstmatige landschappen wordt een vergelijking gemaakt tussen de gemiddelde wegendichtheid in Nederland in 1970 (2,2 km/km²) en 1998 (3,4 km/km²). Vanwege het stochastische karakter (iedere simulatie is gebaseerd op een ander landschap), worden per wegendichtheid 10 simulaties uitgevoerd. Figuur 3.4 laat voor beide wegendichtheden een dergelijk kunstmatig landschap zien.

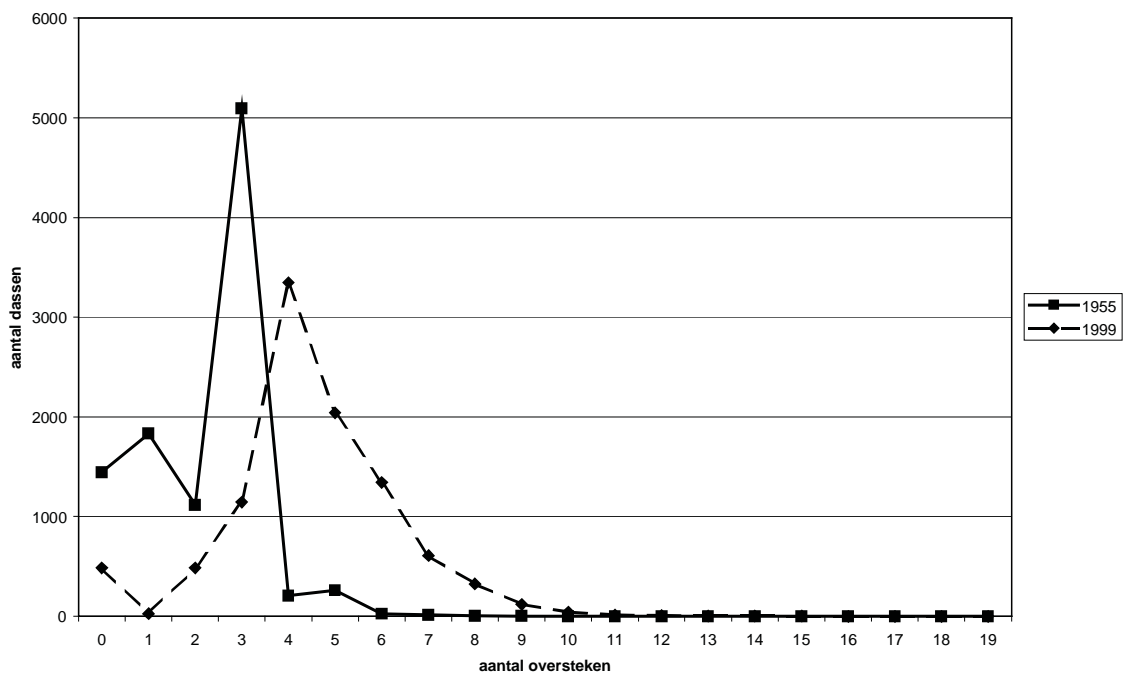


Figuur 3.4 Kunstmatig landschap met random ligging van de wegsegmenten bij een wegendichtheid van 2,2 km/km² (links) en 3,4 km/km² (rechts)

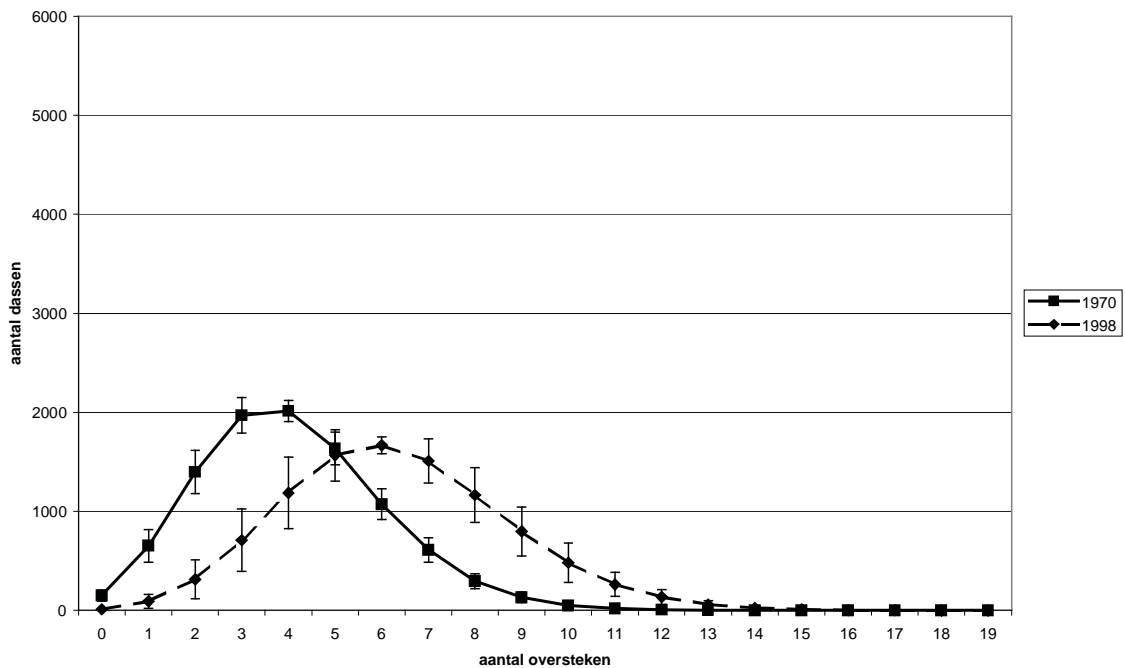
Resultaten

Er is zowel in het bestaande landschap als in de kunstmatige landschappen een duidelijke toename te zien in het aantal keren dat een das tijdens een foerageertocht een weg moet oversteken (figuur 3.5 en 3.6). In het bestaande landschap met het wegenpatroon anno 1955 steekt een das gemiddeld 2,2 maal een weg over. In datzelfde landschap met het wegenpatroon anno 1999 is dat gestegen naar gemiddeld 4,5 passages van een weg per foerageertocht. In de kunstmatige landschappen wordt gemiddeld 4,1 en 6,3 maal een weg overgestoken voor respectievelijk een landelijke wegendichtheid anno 1970 en 1998.

De resultaten illustreren de grotere kans die dassen in de huidige situatie lopen om te sterven als gevolg van een aanrijding. Dit beeld wordt versterkt als we bedenken dat er niet alleen meer wegen zijn aangelegd, maar het verkeer op de wegen eveneens sterk is toegenomen. Kortom: dassen steken vaker wegen over en hebben daarbij door de hogere verkeersintensiteit een grotere kans om aangereden te worden. Bij zeer hoge verkeersintensiteiten lijken dassen wegen als absolute barrière te gaan zien (Clarke *et al.* 1998). De weg is dan dermate verstorend dat deze niet meer wordt overgestoken of zelfs wordt gemeden. Hoewel de kans op sterfte als gevolg van aanrijdingen in die situatie kleiner wordt, neemt tegelijkertijd de versnippering van leefgebieden en populaties sterk toe. Het gevolg kan zijn dat belangrijke delen van het leefgebied onbereikbaar worden, of uitwisseling tussen populaties onmogelijk wordt. Indirect kan dit leiden tot een geringere levensvatbaarheid of zelfs het verdwijnen van een dassenpopulatie.



Figuur 3.5. Oversteekfrequentie van dassen in het geselecteerde landschap in Midden-Limburg in 1955 en 1999.



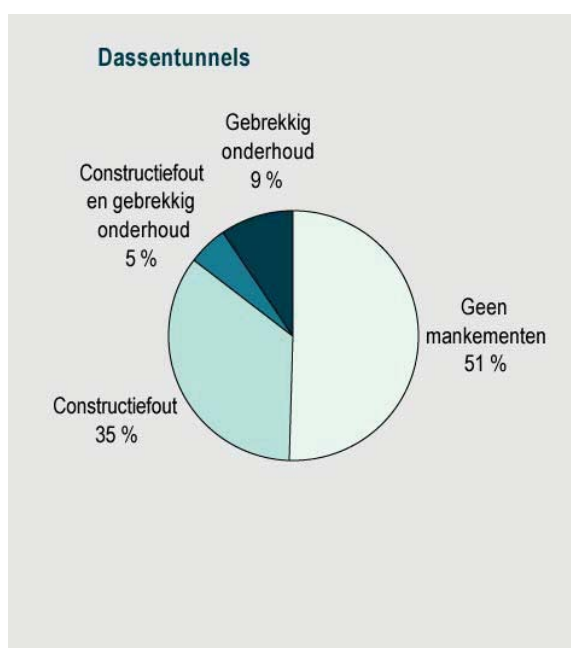
Figuur 3.6. Oversteekfrequentie van dassen in kunstmatige landschappen met een wegendichtheid die overeenkomt met het landelijk gemiddelde van respectievelijk 1970 en 1998.

3.3 Mitigerende maatregelen

Bij de aanleg van nieuwe verkeerswegen worden tegenwoordig in veel gevallen maatregelen getroffen om de verwachte negatieve effecten van versnippering op dassenpopulaties weg te nemen of te compenseren (Broekhuizen & Derckx 1996, Bekker *et al.* 2001). Zo worden wegen afgeschermd met dassenkerende rasters ter voorkoming van aanrijdingen. Dassentunnels zijn op tal van plaatsen aangelegd om uitwisseling van dassen tussen (delen van) leefgebieden aan weerszijden van wegen mogelijk te maken. En op strategische plaatsen wordt nieuw habitat voor de das gecreëerd om het verlies van burchtlocaties en foerageergronden te compenseren.

Het succes van deze maatregelen voor dassen staat of valt met een zorgvuldige constructie van de voorzieningen. Daarnaast is regelmatig inspectie en onderhoud nodig (Derckx 1986, Derckx 1995, Janssen *et al.* 1997). Een in 2001 uitgevoerd onderzoek naar het functioneren van dassentunnels en aanvullende maatregelen (rasters, vluchtpoortjes, geleidende beplanting e.d.) heeft aangetoond dat veel dassenvoorzieningen niet goed blijken te functioneren (Vereniging Das & Boom 2002). Bijna de helft (48%) van de 630 onderzochte voorzieningen vertoont gebreken (figuur 3.7). In 70% van deze gevallen is het mankement een gevolg van een verkeerde constructie. Bij 19% van de voorzieningen met mankementen is sprake van onvoldoende of geen onderhoud. En voor 11% van de niet-functionerende voorzieningen gaat het om zowel constructiefouten als een gebrekkig beheer (Vereniging Das & Boom 2002).

Het meest voorkomende probleem is verstopping van dassentunnels. Dit mankement is geconstateerd bij 126 tunnels, oftewel bij 41% van de niet-functionerende voorzieningen. In veel gevallen is wateroverlast de oorzaak van deze verstopping. Tunnels zijn hierdoor tijdelijk of permanent onpasseerbaar voor dassen. Een ander veel voorkomend probleem is de slechte staat van de dassenkerende rasters. Op veel plaatsen ontbreken afrasteringen geheel of gedeeltelijk. Daar waar wel rasters zijn aangebracht sluiten ze niet altijd goed aan op kunstwerken, of er zijn 'lekken' doordat rasters beschadigd zijn of werkpoorten en andere toegangshekken niet consequent worden afgesloten. Ook geleidende beplanting ontbreekt bij een aantal voorzieningen. De kans dat de voorzieningen door de dassen wordt gebruikt neemt hierdoor af. Ook de lokatiekeuze voor het aanbrengen van dassenvoorzieningen blijkt niet altijd correct. In sommige gevallen monden tunnels uit in woonwijken, industrieterreinen, een vuilnisbelt of recreatiepark. Vaak is hier sprake van onvoldoende anticipatie op de planologische ontwikkelingen rond de infrastructuur.

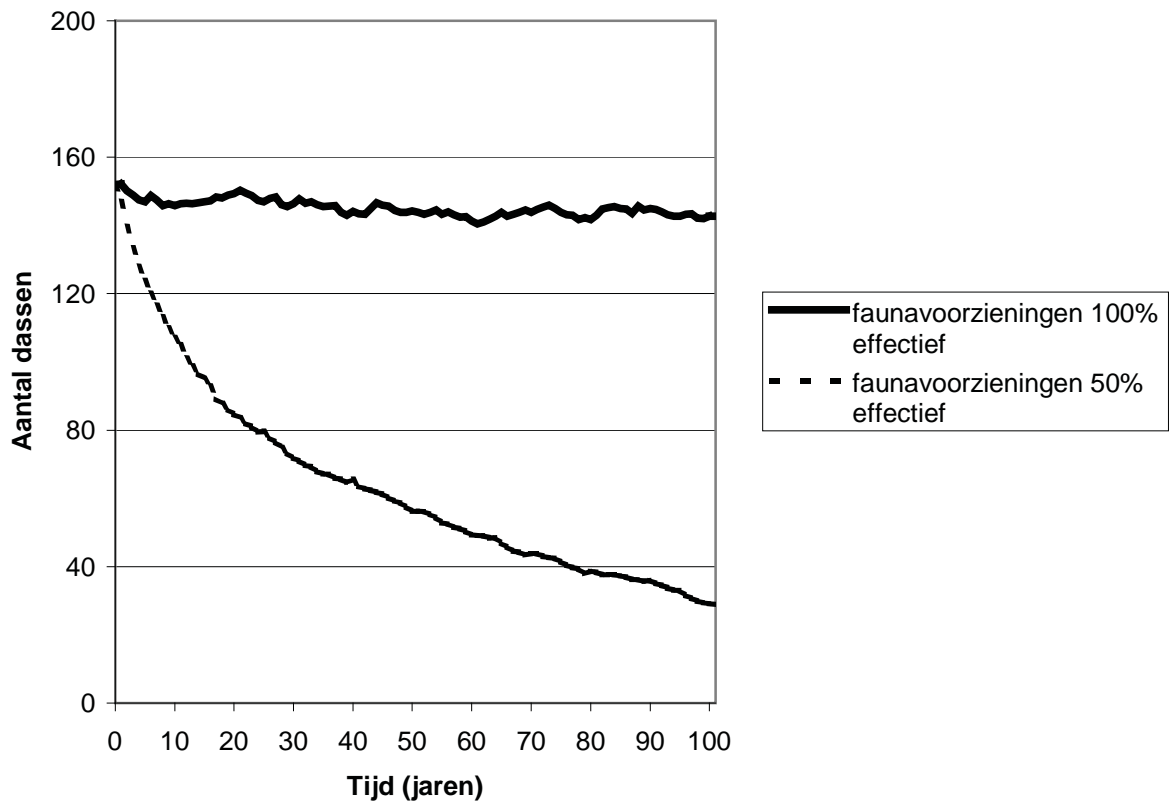


Figuur 3.7. Dassenvoorzieningen met en zonder gebreken. Voor de niet-functionerende voorzieningen is onderscheid gemaakt naar oorzaak van de problemen.

Het oplossen van de geconstateerde gebreken bij dassenvoorzieningen is niet altijd eenvoudig. Het grootste deel van de mankementen is immers het gevolg van een verkeerde constructie. In deze gevallen kunnen de problemen alleen worden opgelost wanneer de dassentunnels opnieuw worden aangelegd of grondig worden aangepast (Vereniging Das & Boom 2002). Dit geldt zeker voor de voorzieningen die hun effectiviteit verloren hebben als gevolg van een veranderd grondgebruik. Dit onderstreept dat zowel de lokatiekeuze als het ontwerp van faunavoorzieningen tijdens de planvorming van infrastructuur nadrukkelijk meer aandacht dient te krijgen. Om problemen als wateroverlast te voorkomen kan het noodzakelijk zijn om de horizontale of verticale tracering van een (spoor)weg aan te passen. Dit vraagt dus om het al vroegtijdig in de planvorming van infrastructuur betrekken van de eisen die aan de constructie van doeltreffende faunavoorzieningen worden gesteld.

3.4 Levensvatbaarheid populatie

Het goed functioneren van zowel rasters als faunapassages is van levensbelang voor de das. Dit kan worden geïllustreerd met een studie naar de effecten van aanleg van Rijksweg 73-Zuid op de levensvatbaarheid van de dassenpopulatie in Midden-Limburg (van der Grift & Verboom 2001). Hiervoor is het metapopulatiemodel DASSIM gebruikt (Verboom 1996, van Apeldoorn *et al.* 1997). Gedurende de simulaties wordt verondersteld dat de faunavoorzieningen bij de nieuwe rijksweg altijd voor 100% (scenario 1) of 50% (scenario 2) functioneren. Het betreft zowel de faunavoorzieningen die uitwisseling tussen populaties moeten bevorderen (dassentunnels) als maatregelen die sterfte reduceren als gevolg van aanrijdingen (rasters). Praktische problemen als dassentunnels die periodiek onder water staan en kapotte rasters worden daarmee gereduceerd tot een best-case- of worst-casebenadering. De definitie '50% effectief' als worst-case scenario sluit aan bij de recent door Vereniging Das & Boom gepubliceerde cijfers (Vereniging Das & Boom 2002). De habitatkwaliteit wordt in beide scenario's als gelijk verondersteld. Opgemerkt dient te worden dat de simulatieresultaten niet als exacte toekomstvoorspelling kunnen worden geïnterpreteerd; de simulaties met DASSIM dienen vooral ter vergelijking van verschillende scenario's.



Figuur 3.8. Het aantal volwassen dassen in Midden-Limburg tegen de tijd uitgezet na aanleg van Rijksweg 73-Zuid, waarbij de faunavoorzieningen voor respectievelijk 100% en 50% effectief zijn.

De modeluitkomsten laten zien dat de vooruitzichten voor de das niet noodzakelijkerwijs somber zijn in een scenario met aanleg van Rijksweg 73-Zuid (figuur 3.8). Wanneer de aanleg van de rijksweg plaatsvindt, hangt het er vooral vanaf hoe effectief de mitigerende voorzieningen zijn of het netto-effect voor de dassen een voor- of een achteruitgang zal betekenen. Bij een hoge effectiviteit van de voorzieningen (nabij de 100%) is het scenario waarbij het verkeer wordt geconcentreerd op de rijksweg en de verkeersintensiteit op lokale en provinciale wegen daalt gunstig voor de das. Wanneer de effectiviteit van de voorzieningen echter laag zou zijn (effectiviteit voorzieningen 50%), is de situatie met rijksweg een ernstige achteruitgang ten opzichte van de huidige situatie (figuur 3.8). Het is dan ook van groot belang dat de voorzieningen duurzaam blijven functioneren: dat dassentunnels niet verstopt raken of onder water komen te staan en rasters geen gaten vertonen.

3.5 Conclusies

De das staat in Nederland onder druk. De aanleg en het gebruik van wegen en spoorwegen speelt hierbij een belangrijke rol. Leefgebieden van dassen gaan hierdoor verloren of raken versnipperd, en de kans op sterfte als gevolg van aanrijdingen neemt toe. Mitigerende maatregelen zoals dassentunnels en dassenkerende rasters kunnen uitkomst bieden. Voorwaarde is dan wel dat de constructies geen gebreken vertonen en er geregeld onderhoud wordt gepleegd. Gebeurt dit niet, dan kan de levensvatbaarheid van dassenpopulaties ernstig worden aangetast.

Aanbevelingen

Het verdient aanbeveling om normen voor de dichtheid van wegen te bepalen, waarbij de geschiktheid van een landschap als goed, matig of slecht beoordeeld kan worden. Dergelijke normen zijn eenvoudig te gebruiken bij de beoordeling van gebieden en/of planologische ontwikkelingen op kansrijkdom voor levensvatbare dassenpopulaties.

Uit deze en eerdere studies blijkt het grote belang van preventie van verkeerssterfte. Maatregelen die de verkeerssterfte van dassen verkleinen zijn dan ook van cruciaal belang voor de das. Deze maatregelen zijn op korte termijn meer nodig dan de maatregelen die de versnippering opheffen. Rasters moeten dus goed sluitend zijn, diep genoeg ingegraven en regelmatig gecontroleerd worden op gebreken. Beschadigde rasters dienen zo snel mogelijk opgespoord en gerepareerd te worden. Aanbevolen wordt om een monitoringssysteem op te zetten voor deze mitigerende maatregelen.

Omdat dassen niet alleen op drukke rijks- en provinciale wegen maar ook op lokale wegen worden doodgereden (Jaarsma & Van Langevelde 1998), kan men in overweging nemen om in de schemering en nacht bepaalde wegen af te sluiten voor doorgaand verkeer of de weggebruikers te ontmoedigen door het gebruik van verkeersdrempels en andere snelheidsremmende maatregelen.

Literatuur

Apeldoorn, R. van & J. Kalkhoven 1991. De relatie tussen zoogdieren en infrastructuur; de effecten van habitatfragmentatie en verstoring. Rapport 91/22. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

- Apeldoorn, R.C. van, J. Verboom & W. Nieuwenhuizen 1997. DASSIM, een simulatiemodel voor de evaluatie van verkeersscenario's: calibratie en validatie. Rapport W-DWW-97-027. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen / Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.
- Baveco, H., in prep. SmallSteps: Movement Model. Alterra-rapport. Alterra, Wageningen.
- Bekker, G.J., R. Cuperus, C.F. Jaarsma, D.A. Kamphorst & R.J.M. Kleijberg 2001. Dealing with fragmentation: prevention, mitigation and compensation. In: Piepers, A.A.G. (ed), Infrastructure and nature; fragmentation and defragmentation. Dutch State of the Art Report for COST activity 341: p. 77-97. Road and Hydraulic Engineering Division Defragmentation Series Part 39a. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.
- Berendsen, G. 1986. De das (*Meles meles* L.) als verkeersslachtoffer. Rapport Zoölogisch Laboratorium, afdeling Dieroecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen / Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Broekhuizen, S. & H. Derckx 1996. Durchlässe für Dachse und ihre Effektivität. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 42: 134-142.
- Broekhuizen, S., G.J.D.M. Müskens & K. Sandidorf 1994. Invloed van sterfte door verkeer op de voortplanting bij dassen. IBN-rapport 055. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Brown, J.A., S. Harris & C.L. Cheeseman 1993. The development of field techniques for studying potential modes of transmission of bovine tuberculosis from badgers to cattle. In: Hayden, T.J. (ed), The Badger, p. 139-153. Dublin Royal Irish Academy.
- CBS 2000. StatLine Database. <http://www.cbs.nl/en/statLine/index.htm> [November 2000].
- CBS 2001. Statistisch Jaarboek 2000. Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen.
- 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.
- Derckx, H. 1986. Ervaringen met dassenvoorzieningen bij rijksweg 73, tracéTeerschdijk-Maasbrug. *Lutra* 29: 67-75.
- Derckx, H. 1995. Dassen op weg. Tien jaar mitigatiebeleid voor dassen voldoende? *Landschap* 12(5): 39-44.
- Grift, E.A. van der & J. Verboom 2001. Levensvatbaarheid van de dassenpopulatie in Midden-Limburg na aanleg van Rijksweg 73-Zuid. Alterra-rapport 099. Alterra, Wageningen.
- Jaarsma, R. & F. van Langevelde 1998. Strategie tegen versnippering; lagere orde wegen én auto(snel)wegen in één integrale aanpak. *Landschap* 15: 111-120.
- Janssen, A.A.A.W., H.J.R. Lenders & R.S.E.W. Leuven 1997. Technical state and maintenance of underpasses for badgers in the Netherlands. In: K. Canters (ed), Proceedings Habitat fragmentation & Infrastructure: p. 362-366. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.

- Kalkhoven, J., R. van Apeldoorn, P. Opdam & J. Verboom 1996. Worden onze natuurgebieden groot genoeg? Schatting van benodigde oppervlakte leefgebied voor kernpopulaties van een aantal diersoorten. *Landschap* 13 (1): 5-15.
- Lankester, K., R.C. Van Apeldoorn, E. Meelis & J. Verboom 1991. Management perspectives for populations of the Eurasian badger (*Meles meles*) in a fragmented landscape. *Journal of Applied Ecology* 28: 561-573.
- Ministerie Verkeer & Waterstaat 1997. Bijna vierhonderd dassen in verkeer omgekomen in 1996. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Nieuwsbrief Versnippering....Ontsnippering 8: 3.
- Neal, E. & C. Cheeseman 1996. *Badgers*. T & A D Poyser Ltd, London.
- Verboom, J. 1996. Modelling fragmented populations: between theory and application in landscape planning. *IBN Scientific Contributions* 3. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Vereniging Das & Boom 2002. Landelijk onderzoek naar de kwaliteit van de dassenvoorzieningen. Vereniging Das & Boom, Beek-Ubbergen.
- Zee, F.F. van der, J. Wiertz, C.F.J. ter Braak, R.C. Van Apeldoorn & J. Vink 1992. Landscape change as a possible cause of the badger *Meles meles* L. decline in The Netherlands. *Biological Conservation* 61: 17-22.