

Ecologische Randvoorwaarden voor de Fauna van Hellingbossen:

De Keizersmantel als Aandachtsoort

Michiel Wallis de Vries
Bram Omon
Kars Veling



Ministerie van Economische Zaken

© 2013 Directie Agrokennis, Ministerie van Economische Zaken

Rapport nr. 2013/OBN174-HE
Den Haag, 2013

Deze publicatie is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van het Ministerie van Economische Zaken.

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Deze uitgave kan schriftelijk of per e-mail worden besteld bij het Bosschap onder vermelding van code 2013/OBN174-HE en het aantal exemplaren.

Oplage 120 exemplaren

Samenstelling Michiel Wallis de Vries, de Vlinderstichting
Bram Omon, MSc-student WUR
Kars Veling, de Vlinderstichting

Druk Ministerie van EZ, directie IFZ/Bedrijfsuitgeverij

Productie Bosschap, bedrijfschap voor bos en natuur
Bezoekadres : Princenhof Park 9, Driebergen
Postadres : Postbus 65, 3970 AB Driebergen
Telefoon : 030 693 01 30
Fax : 030 693 36 21
E-mail : algemeen@bosschap.nl

Voorwoord

Het doel van het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (O+BN) is het ontwikkelen, verspreiden en benutten van kennis voor terreinbeheerders over natuurherstel, Natura 2000, leefgebiedenbenadering en ontwikkeling van nieuwe natuur.

In het kader van Natura 2000 worden in Europees perspectief zeldzame soorten en zeldzame vegetatietypen in Nederland beschermd. Eén van de habitattypen die vallen onder Natura 2000, H9160 subatlantische en Midden-Europese wintereikenbossen of eiken-haagbeukenbossen, staat centraal in dit rapport.

Deze Zuid-Limburgse hellingbossen zijn van uitzonderlijk belang voor de flora en fauna van het Heuvelland. De natuurwaarden van de hellingbossen zijn sinds 1945-1950 onder druk komen te staan en daardoor afgenomen. Vooral de stopzetting van het hakhoutbeheer en de voortschrijdende successie naar opgaand loofbos heeft gezorgd voor een uniformere structuur en lichtklimaat en een sterkere ophoping van organisch materiaal.

Herstelmaatregelen in de vorm van het opnieuw invoeren van hakhout- of middenbosbeheer hebben geleid tot successen voor de flora, maar nog niet aantoonbaar voor de fauna. Het verklaren van het succes van herstelmaatregelen of het uitblijven daarvan wordt bemoeilijkt door een gebrek aan kennis over de beperkingen van habitatkwaliteit enerzijds en isolatie anderzijds. Dagvlinders vormen een groep die goed gebruikt kan worden om hypothesen op te stellen en te toetsen over de effecten van herstelmaatregelen, omdat de kennis over hun voorkomen en ecologie relatief groot is.

Doel van het onderzoek is het verkrijgen van nader inzicht in de ecologische randvoorwaarden voor de Keizersmantel als modelsoort voor de fauna van structuurrijke hellingbossen met open plekken.

In hoofdstuk 5 vindt u de synthese waarin een aantal heldere conclusies worden getrokken betreffende de relatie tussen de habitatkwaliteit en het voorkomen van de Keizersmantel, en aanbevelingen voor het beheer van hellingbossen.

Ik wens u veel leesplezier.

Drs. E.H.T.M. Nijpels
Voorzitter Bosschap

English summary

The woodlands on the calcareous slopes of the colline district of Limburg, in the southern part of the Netherlands, harbour a rich and characteristic flora and fauna. Changes in and abandonment of traditional woodland management appear to have led to an impoverishment of both plant and animal communities. Insight in the causes of species loss are particularly lacking for the fauna. The present study focused on determining the factors that limit habitat quality for a characteristic butterfly species, the Silver-washed fritillary *Argynnis paphia*. This species was considered as a suitable focal species for several reasons. First, it has become extinct in the Netherlands since 1980 but vagrant individuals have been frequently observed in recent years. The failure of this species to re-establish points to a deficient habitat quality. Second, *A. paphia* is dependent on violets (*Viola riviniana*, *V. reichenbachiana*, *V. hirta* and *V. odorata*) as host plants, which are characteristic species of the woodland flora. Thus, there is a clear trophic link between *A. paphia* and the woodland plant community. Third, microclimatic conditions often contribute to habitat quality for butterflies and for other invertebrates as well. Therefore, studying the determinants of habitat quality for *A. paphia* could also shed light on the limitations for other invertebrate species.

We studied the selection of oviposition sites by female *A. paphia* in a potential source population for re-establishment in the Eifel region near Nettersheim. On the basis of the species' ecology, we hypothesized that a lack of host plants and lack of light on the woodland floor would restrict larval development and, hence, the selection of sites for oviposition by female butterflies. In addition, we expected that oviposition would take place within a short distance of nectar plants. We documented oviposition on 19 different occasions. Oviposition occurred on locations with on average a 37% higher light availability and at a significantly shorter distance from host plants and on sites with a higher host plant density than in randomly paired locations at a distance of 15 m. Eggs were mostly placed on tree stems in sheltered crevices of the bark, where the young caterpillars hibernate. Other site characteristics, including the distance to nectar sources, did not differ significantly between oviposition and random locations.

The suitability of woodland habitat in Limburg was studied on seven locations where *A. paphia* had been recently sighted. Tree height and stem circumference were greater, shrub cover was higher and light availability was lower in the Limburg woodlands than at the oviposition sites. Furthermore, average host plant density was also lower. The distance to nectar sources was similar. Suitable habitat conditions for oviposition were found in just one location and marginal habitat quality was found in another. Both locations had experienced recent management by cutting or coppicing.

Although this study was limited to a single area and yielded a limited number of observations, the results are consistent with the expectations on the detrimental effect of woodland abandonment and increased shading on light

conditions and host plant availability for *A. paphia*. Comparison with a small number of potential habitat sites in Limburg confirmed the lack of suitable habitat. There is limited evidence that restoration management by cutting and coppicing is effective in recreating suitable habitat for *A. paphia*, particularly after the second cutting cycle. The possible limitation of nectar sources merits further study, because nectar abundance was not studied here.

We argue that the loss of open woodlands with high violet abundance is compromising the diversity of the animal community beyond the focal species *A. paphia* alone and beyond the colline district of Limburg as well. Measures to restore these violet-rich open woodlands may thus not only lead to the re-establishment of *A. paphia* in the Netherlands, but may also benefit a wider range of species, including other rare butterflies and, for example, ant species that facilitate violet seed dispersal and establishment. This calls for follow-up studies on effective restoration management and also on the causal factors determining the diversity of animal communities in woodlands. A careful selection of focal species may increase the spin-off of such research.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
1.1	Achtergrond	7
1.2	Doel en vraagstelling	9
1.3	Leeswijzer	9
2	Ecologie van de Keizersmantel	10
3	Veldonderzoek Ei-afzetplekken	13
3.1	Onderzoekslocaties	13
3.2	Methode	15
3.3	Resultaten	16
4	Veldonderzoek Limburg	27
4.1	Onderzoekslocaties	27
4.2	Methode	29
4.3	Resultaten	29
5	Synthese	34
5.1	Habitatkwaliteit voor de Keizersmantel	34
5.2	De kwaliteit van Limburgse hellingbossen	37
5.3	Violtjesrijke bossen	38
6	Literatuur	40

1 Inleiding

Bij het herstel van de natuurwaarden van hellingbossen in Zuid-Limburg wordt nadrukkelijk ook aandacht besteed aan de fauna. De ecologische kennis over de benodigde habitatkwaliteit voor bedreigde of verdwenen kenmerkende diersoorten schiet daarbij tekort. In aanvulling op een breder onderzoek naar de effecten van middenbosbeheer op de fauna, is diepgaander soortgericht onderzoek nodig. De Keizersmantel (*Argynnis paphia*), een opvallende dagvlinder, vormt daarbij een goede aandachtsoort.

1.1 Achtergrond

De Zuid-Limburgse hellingbossen zijn van uitzonderlijk belang voor de flora en fauna van het Heuvelland. De natuurwaarden van de hellingbossen zijn sinds 1945-1950 onder druk komen te staan en daardoor afgenomen. Vooral de stopzetting van het hakhoutbeheer en de voortschrijdende successie naar opgaand loofbos heeft gezorgd voor een uniformer structuur en lichtklimaat en een sterkere ophoping van organisch materiaal. Dit heeft niet alleen voor de flora maar ook voor de fauna tot een afname van kenmerkende soorten van structuurrijke bossen geleid (Bobbink *et al.*, 2008).

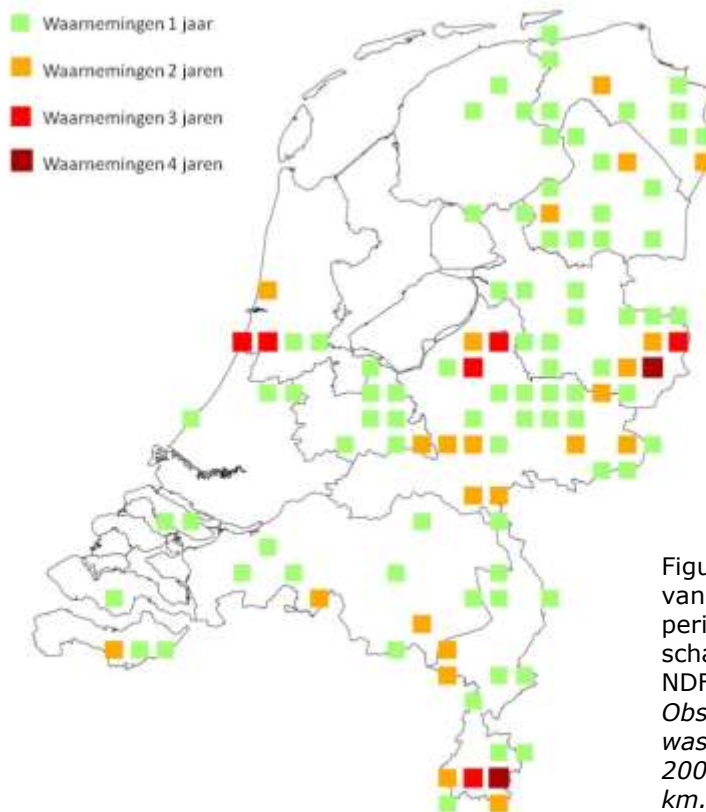
De afname van geschikte habitatkwaliteit heeft uiteindelijk, in combinatie met de intensivering van het landgebruik rondom de hellingbossen, ook geleid tot een toenemende isolatie van resterende soorten en belemmeringen voor herkolonisatie. Herstelmaatregelen in de vorm van het opnieuw invoeren van hakhout- of middenbosbeheer hebben geleid tot successen voor de flora, maar nog niet aantoonbaar voor de fauna (Bobbink *et al.*, 2008; Wallis de Vries & Prick, 2012). Nader onderzoek daarnaar is gaande (Hommel *et al.*, 2011), maar duidelijk is al wel dat het verklaren van het succes van herstelmaatregelen of het uitblijven daarvan wordt bemoeilijkt door een gebrek aan kennis over de beperkingen van habitatkwaliteit enerzijds en isolatie anderzijds.

Het aantal soorten kenmerkende ongewervelden in bossen is bijzonder groot en de hiaten in kennis over effectieve herstelmaatregelen zijn niet minder omvangrijk. In het onderzoek naar effecten van herstelmaatregelen worden verschillende groepen ongewervelden meegenomen (Hommel *et al.*, 2011), maar is weinig ruimte voor nader onderzoek naar het verklaren van waargenomen verschillen in effecten van maatregelen tussen soorten. Aanvullend onderzoek naar een beperkte, indicatieve groep aandachtsoorten is daarom wenselijk. Dagvlinders vormen zo'n groep (Bobbink *et al.*, 2008): de kennis over hun voorkomen en ecologie is relatief groot en op grond daarvan zijn hypothesen op te stellen over de effecten van herstelmaatregelen.

Binnen de dagvlinders vormen de soorten die bosviooltjes (*Viola riviniana* en *V. reichenbachiana*) als waardplant benutten – Keizersmantel *Argynnis paphia*, Zilvervlek *Boloria euphrosyne*, en mogelijk ook de Zilveren maan *Boloria selene* (zie Clarke & Robertson, 1993; Randle, 2009) en de onlangs

weer vaker in Limburg waargenomen Grote parelmoervlinder *Argynnis aglaja* – een interessante groep. Deze soorten zijn, net als veel andere ongewervelden, aangewezen op tijdelijke open plekken in het bos: door de openheid ontstaat een grote variatie in microklimaat die van belang is voor de warmtehuishouding en voor bloembezoekende insecten bieden de opschietende kruiden een rijk aanbod aan nectar en stuifmeel. De bosviooltjes vormen er een kenmerkende component van de hellingbosvegetatie. De verspreiding van de bosviooltjes kan ook inzicht bieden in de aanwezige mierenfauna omdat viooltjes voor hun verspreiding afhankelijk zijn van deze diergroep. In Engeland is gebleken dat herstel van warme microklimaten gunstig is voor herstel van zowel viooltjes, mieren als dagvlinders die van viooltjes afhankelijk zijn (Randle, 2009). Dit leidt voor de hellingbossen tot de werkhypothese dat herkolonisatie van viooltjes-afhankelijke dagvlinders afhangt van een combinatie van het aanbod van voldoende viooltjes en een geschikt microklimaat.

De Keizersmantel (*Argynnis paphia*) is een geschikte aandachtsoort om deze hypothese te toetsen. De soort heeft sinds 1980 geen vaste populatie meer in Nederland, maar wordt de laatste jaren wel steeds vaker gezien (Figuur 1.1), enkele malen zelfs voortplantend, maar dit heeft nog niet tot vestiging geleid. Met een voortdurende klimaatopwarming mag een noordwaartse uitbreiding van de Keizersmantel worden verwacht (Settele *et al.*, 2008). Daarmee worden de vooruitzichten voor vestiging in principe gunstiger. Isolatie lijkt gezien de toenemende stroom waarnemingen geen onoverkomelijk probleem voor de Keizersmantel. Vestiging lijkt dan vooral afhankelijk van de beschikbaarheid van habitat van voldoende kwaliteit. De kennis hierover is ontoereikend, maar de tot dusverre beschikbare beschrijvende informatie (Hommel *et al.*, 2010) biedt voldoende aanknopingspunten om gericht onderzoek te kunnen starten. Met name onderzoek naar de kenmerken van voortplantingsplaatsen en de actuele kenmerken in belangrijke hellingbossen zal kunnen uitwijzen of herstelmaatregelen ook tot herstel van habitatkwaliteit voor de Keizersmantel heeft geleid.



Figuur 1.1: Waarnemingen van Keizersmantels in de periode 2008-2012 op een schaal van 5x5 km (bron: NDFF).
Observations of the Silver-washed fritillary A. paphia in 2008-2012 at a scale of 5x5 km.

Keizersmantel 2008 – 2012 (bron: NDFF)

1.2 Doel en vraagstelling

Doel van het onderzoek is het verkrijgen van nader inzicht in de ecologische randvoorwaarden voor de Keizersmantel als modelsoort voor de fauna van structuurrijke hellingbossen met open plekken. Deze fauna betreft in het bijzonder de ongewervelden, maar ook Hazelmuis (*Muscardinus avellanarius*) en Eikelmuis (*Eliomys quercinus*) zouden daartoe kunnen worden gerekend (Bobbink *et al.*, 2008).

De belangrijkste onderzoeksvraag luidt nu: Wat zijn de ecologische randvoorwaarden voor vestiging van kansrijke aandachtsoorten van hellingbossen onder de fauna, i.c. de Keizersmantel?

Op basis van de werkhypothese kan deze onderzoeksvraag worden toegespitst tot de volgende vraag: In welke mate worden de ecologische randvoorwaarden voor de Keizersmantel bepaald door het aanbod van waardplanten (bosviooltjes) en door het microklimaat? Deelvragen die daarbij beantwoord moeten worden zijn:

- Wat zijn de lichtcondities en vegetatiestructuur rond bomen waarop eitjes worden afgezet?
- Wat is de afstand tussen de ei-afzetplek en viooltjes die als waardplant dienen?
- Welke dichtheid van waardplanten is er aanwezig?
- Welke lichtcondities en vegetatiestructuur typeren de plekken met waardplanten?

Deze onderzoeksvragen zijn onderzocht in een naburige populatie van de Keizersmantel in Duitsland.

Een voor de Nederlandse condities belangrijke vervolgvraag is: In hoeverre zijn de ecologische randvoorwaarden voor de Keizersmantel in Limburgse hellingbossen aanwezig?

Deze vraag is onderzocht op enkele Limburgse locaties waar de Keizersmantel recent is waargenomen.

In breder verband kan tenslotte de volgende vraag worden gesteld: In hoeverre geven de ecologische randvoorwaarden voor de Keizersmantel ook een indicatie voor de habitatkwaliteit van andere kenmerkende faunagroepen? Binnen het huidige onderzoek kon er alleen in verkennende zin aandacht aan deze vraag worden besteed. Dit is gedaan door informatie over voorkomende mierensoorten te verzamelen in het leefgebied van de Keizersmantel. Mieren zijn niet alleen voor zaaddispersie, maar ook vanwege hun rol in de voedselketen, een belangrijke faunagroep binnen de bosecologie (Randle, 2009).

De uitvoering en rapportage van dit onderzoek is begeleid door de leden van het OBN-Deskundigenteam Heuvelland.

1.3 Leeswijzer

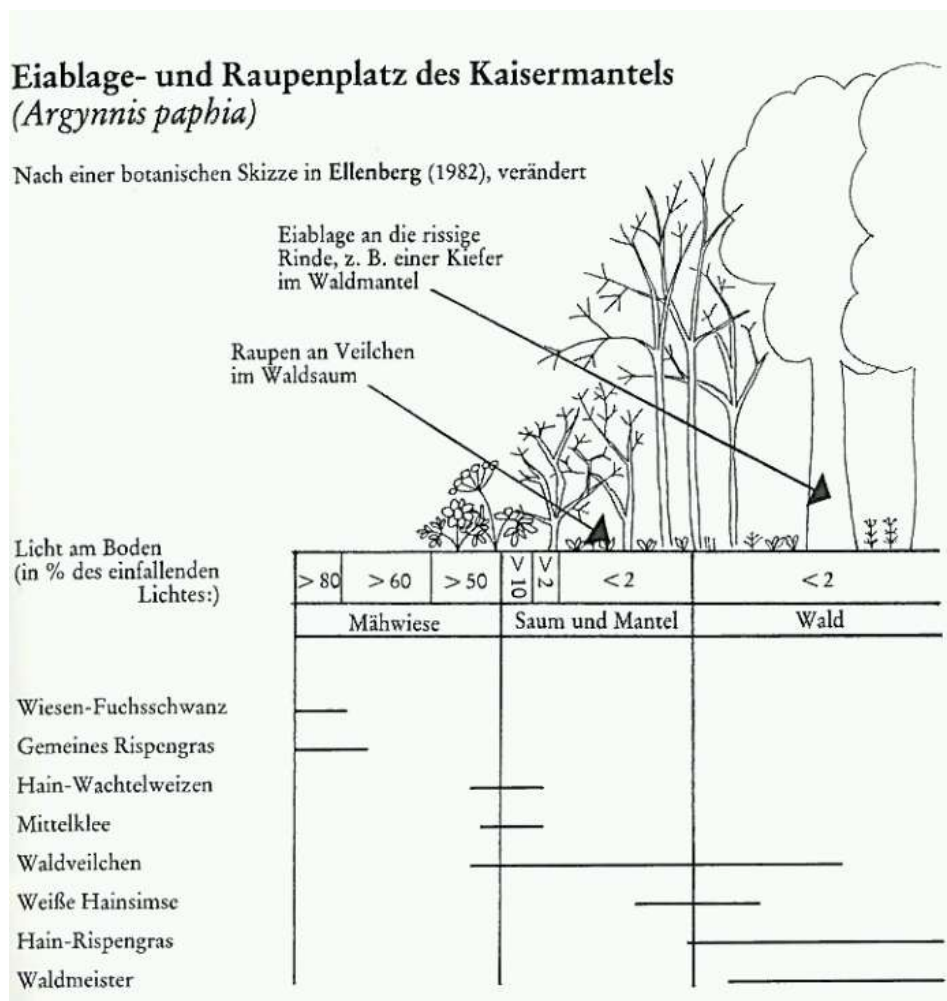
Hoofdstuk 2 behandelt de ecologie van de Keizersmantel als achtergrond voor het veldonderzoek. In Hoofdstuk 3 worden de opzet en de resultaten van het onderzoek naar de kenmerken van ei-afzetplekken als indicatie voor het leefgebied van de Keizersmantel uiteen gezet. In Hoofdstuk 4 wordt de verkenning van de habitatkwaliteit voor de Keizersmantel in Limburgse hellingbossen beschreven. Hoofdstuk 5 tenslotte brengt de synthese van het hele onderzoek met aanbevelingen voor onderzoek en praktijk.

2 Ecologie van de Keizersmantel

In tegenstelling tot veel dagvlinders van Noordwest-Europa is er aan de Keizersmantel (*Argynnis paphia*) amper ecologisch onderzoek verricht. Er is slechts een handvol studies gedaan naar de ecologie van de soort en dan nog uitsluitend op een beschrijvende wijze. Kwantitatieve ecologische gegevens over habitatcondities ontbreken. Het 60 jaar oude artikel van Magnus (1950) vormt eigenlijk de meest uitgebreide informatie over ei-afzet. Het artikel werd destijds dan ook enthousiast besproken door Niko Tinbergen in *De Levende Natuur* (Tinbergen, 1951).

Uit de waarnemingen van Magnus (1950) uit Duitsland (Tübingen) komt het volgende beeld van ei-afzetplekken naar voren:

- eitjes worden afgezet op de stammen van bomen op beschaduwde plekken met hoge luchtvochtigheid, maar ook met invallende zon,



Figuur 2.1: Aanduiding van het verschil in plekken voor ei-afzet en plekken waar de rupsen zich ontwikkelen (uit: Weidemann, 1986).

Indication of the difference in locations for oviposition and larval development.

- tot op vele meters hoogte (dus niet alleen onderaan de stam);
- rond de bomen moeten waardplanten (bosviooltjes) aanwezig zijn – en er is verder weinig ondergroei van struiken of grassen (de viooltjes worden vóór het afzetten van eitjes eerst geïnspecteerd);
- de rupsen komen na 18-19 dagen uit het ei, eten de eischaal op, zoeken dan een overwinteringsplaats op de stam zelf op en spinnen zich in een spleet in de bast in;
- pas in het vroege voorjaar worden de viooltjes opgezocht.

Deze waarnemingen zijn sindsdien bevestigd door diverse auteurs uit verschillende landen (o.m. Duitsland – Weidemann, 1986; Ebert & Rennwald, 1991; Groot-Brittannië – Thomas & Lewington, 1991; Zweden – Nielsen, 2006). Thomas & Lewington (1991) vermelden dat juist ook de bemoste noord- en westzijde van de stammen voor ei-afzet wordt geprefereerd. Daarbij moet worden aangetekend dat soms ook wel ei-afzet direct op viooltjes is waargenomen. Naast beide bosviooltjes worden ook wel Ruig viooltje *V. hirta*, Hondsviooltje *V. canina* en Maarts viooltje *V. odorata* benut. Weidemann (1986) benadrukt dat de rupsen eerder de zoom van open plekken opzoeken dan de omgeving van de oudere bomen waarop de eitjes worden afgezet, wat een zekere behoefte aan invallend zonlicht suggereert. Inderdaad namen Thomas & Lewington (1991) waar dat de rupsen vaak zonnend op dood blad in de buurt van een pol viooltjes worden waargenomen.

Figuur 2.2: Ei-afzet van twee Keizersmantels op boomstammen (Zwolle, Wijffelterbroek 2009; foto's M. Verbeek & M. Arts)
Oviposition of two A. paphia butterflies on tree trunks.



In 2009 en 2010 werden ook in Nederland waarnemingen van Keizersmantels verricht die het bovenstaande bevestigen (Figuren 2.2 en 2.3). Allereerst werd er op twee plaatsen ei-afzet op boomstammen waargenomen: in het Wijffelterbroek (geen waardplanten in de omgeving!) en in een tuin aan de rand van Zwolle. Een zoekactie in het voorjaar van 2010 leverde daar ook een rupsenvondst op. De rups zat lange tijd op een dood blad. De structuur van deze voortplantingsplek is vergelijkbaar met de rand van een open plek in het bos. Overigens werden nadien geen vlinders meer op deze plaats gezien.

Over de plaats waar de verpopping plaatsvindt bestaat nauwelijks informatie uit het wild, maar Thomas & Lewington (1979) melden enige vondsten onder een blad of twijgje op enkele meters hoogte in bomen of stuiken. Het lijkt er dus op dat de houtige vegetatie in dit stadium dus weer van belang is! De Keizersmantel kent een redelijk veel voorkomende afwijkende vorm, *forma valesina*, die in sommige jaren veel meer voorkomt dan in andere. Volgens Thomas & Lewington (1979) is de afwijkende vorm actiever bij bewolkt weer dan de gewone vorm. Robertson (1980) liet in een analyse uit Engeland zien dat deze vorm veel talrijker voorkomt in jaren met extreme temperaturen tijdens de popfase in juni: zowel hitte (zoals in 1941 en 1976) als koude met nachtvorst (1918, 1942, 1977) of grote wisselingen in temperatuur (1944).

De Keizersmantel is als vlinder afhankelijk van een rijk nectaraanbod en bezoekt een breed scala aan 'goede' nectarleveranciers, zoals diverse soorten

distels, Wilde marjolein (*Origanum vulgare*) en Koninginnekruid (*Eupatorium cannabinum*), maar ook schermbloemen en bramen – en in tuinen of op ruderale plekken ook *Buddleja*. Het is niet duidelijk hoe ver de vrouwtjes zich tijdens de ei-afzet van de nectarbronnen verwijderen, maar waarschijnlijk is dit in de regel niet meer dan een paar honderd meter.

Concluderend kan worden gesteld dat voortplantingslocaties in kwalitatieve termen wel beschreven zijn, maar dat een meer kwantitatieve omschrijving nog ontbreekt. In het veldonderzoek zijn gegevens voor deze kwantitatieve onderbouwing verzameld. Daarbij zijn de volgende hypothesen getoetst:

- de eitjes worden vooral afgezet op geribbelde schors voor een beschermde overwinteringsplaats van de rups;
- ei-afzetplekken bevinden zich op korte afstand van de waardplanten, m.n. bosviooltjes;
- de bedekking van de kroonlaag van de bomen is niet gesloten, zodat de rupsen in het voorjaar kunnen profiteren van de warmte van invallend zonlicht;
- de ei-afzetplekken bevinden zich in de buurt van nectarbronnen als distels, Wilde marjolein en Koninginnekruid.

Figuur 2.3: Rupsenvondst van een Keizersmantel in een tuin bij Zwolle (2010). Het eitje was afgezet in de boom links van de rupsenvindplaats (foto's Kars Veling).

Caterpillar discovery of A. paphia in a garden near Zwolle (2010). The egg had been laid on the tree left of the caterpillar location.



Kijkrichting
onder bladeren
door

3 Veldonderzoek ei-afzetplekken

In de Duitse Eifel, de dichtst bij Nederland gelegen regio met een grote populatie van de Keizersmantel, is in 2012 nader onderzoek gedaan naar de kenmerken van ei-afzetplekken van de Keizersmantel

3.1 Onderzoekslocaties

Via buitenlandse vlinderdeskundigen in België en Duitsland (Prof. Hans Van Dyck, Universiteit Louvain-la-Neuve; Dr. T. Fartmann, Universiteit Münster; Ph. Goffart, DEMNA Wallonië; Jürgen Hillig, Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen e.V. Düsseldorf) en collega Albert Vliegenthart is navraag gedaan naar locaties met grote populaties van de Keizersmantel. Daaruit bleek dat het Urfttal in de Eifel bij Nettersheim (Figuur 3.1) de locatie op de kortste afstand van Zuid-Limburg was met een landschap dat qua reliëf en kalkrijkdom grote overeenkomsten vertoont met het Heuvelland, al is de kalkbodem van een andere, hardere soort en ligt het gebied op een grotere hoogte (430-480 m boven zeeniveau).

Figuur 3.1: Ligging van de onderzoekslocatie: het Urfttal in de Eifel (kaart Google Maps).
Location of the study site: Urfttal in the Eifel region.



Ook zijn Nederlandse vlinderwaarnemers via De Vlinderstichting opgeroepen om waarnemingen van Keizersmantels, in het bijzonder bij ei-afzet, gedetailleerd door te geven. Dat heeft wel waarnemingen van Keizersmantels opgeleverd (zie Figuur 1.1), maar geen waarnemingen van ei-afzet.

Begin juli 2012 zijn in het Urftal kansrijke onderzoekslocaties gezocht. Dit waren vooral open hellingbossen gedomineerd door Grove den (*Pinus sylvestris*) en/of Fijnspar (*Picea abies*), gemengde bossen gedomineerd door Beuk (*Fagus sylvatica*) en één locatie met Eiken-Haagbeukenbos (locatie 8) (Figuur 3.2). De dennenbossen waren aangeplant op voormalig kalkgrasland en hadden een grazige ondergroei met Boskortsteel (*Brachypodium sylvaticum*) en plaatselijk Blauwgras (*Sesleria caerulea*). Bloemrijke zomen en kapvlakten waren vaak op korte afstand aanwezig. Voor zover de bossen actief werden beheerd betrof het vooral groepenkap.



Figuur 3.2: Onderzoekslocaties op hellingen met dennenbos en Fijnsparrenbos (boven) en Eiken-Haagbeukenbos met voormalig hakhoutbeheer (onder).
Study locations on hillsides with pine and Norway spruce (above) and formerly coppiced Oak-Hornbeam woodland (below).

3.2 Methode

Het veldonderzoek vond plaats van 6-10 augustus en op 18 augustus 2012. Door het koele zomerweer viel de vliegtijd voor de Keizersmantel in 2012 laat. Het onderzoeksgebied bestreek ca. 2,5 bij 1 km. Daarbinnen werd op elke dag naar foeragerende Keizersmantels gezocht. Wanneer vrouwtjes werden aangetroffen werden deze gevolgd, met speciale aandacht voor ei-afzetgedrag. Daarbij vliegen de vrouwtjes laag boven de grond en landen soms, vooral om viooltjes te inspecteren (Thomas & Lewington, 1979). Uiteindelijk werden slechts op één locatie (nr. 6 in Figuur 3.3) waarnemingen van ei-afzet gedaan. Op landschapsschaal kon dus maar één plek worden beschreven. Daarbij werd op een schaal van 500x500 m een beschrijving van het landschap gemaakt op basis van begroeiing (aandeel bos) en topografie.

Elke ei-afzetplek werd gemarkeerd met een piket, en vastgelegd via GPS-coördinaten, om deze later in detail te kunnen beschrijven. Bij afzet van meerdere eitjes op één boom werden hoogte en expositie apart genoteerd voor elk ei. Van elke ei-afzetplek werden de volgende kenmerken genoteerd:

- Op microschaal (10x10 cm):
 - expositie (graden)
 - boomsoort
 - omtrek op borsthoogte (cm)
 - hoogte van ei-afzet, expositie
 - bedekking van mos-korstmos
 - structuur van de boomschors (glad / gegroefd / sterk geribbeld met ribbels >1 cm hoog).
- Op mesoschaal (5x5 m):
 - afstand tot viooltjes vanaf de voet van de boom (cm)
 - Hellingshoek (graden)
 - hoogte kroonlaag (m)
 - Bedekking van de kroonlaag: hiervoor werd voor latere beeldanalyse een foto met groothoeklens (24 mm digitale lens) gemaakt in verticale richting en een foto in de richting van de expositie van de ei-afzet plek onder een hoek van 45° met het horizontale vlak
 - bedekking van de struiklaag (%)
 - bedekking strooisellaag (%)
 - dikte strooisellaag (cm): schatting van de gemiddelde dikte
 - bedekking kruidlaag (%)
 - hoogte kruidlaag (gem)
 - hoogte kruidlaag (max)
 - aantal viooltjes (rozetten) en soort viooltjes (Bleeksporig *Viola riviniana* en Donkersporig viooltje *V reichenbachiana* konden niet worden onderscheiden, maar voor de Keizersmantel is dat onderscheid voor zover bekend ook niet relevant)
 - overige dominante plantensoorten: met bedekking >10% van vegetatiebedekking
- Op grotere schaal werden de volgende kenmerken genoteerd:
 - dominante boomsoorten (max. 3)
 - afstand tot bosrand
 - afstand tot nectarplant(en)

De ei-afzetplekken werden gemarkeerd met een witte punaise.

De lokale mierenfauna werd bemonsterd door een buisje met vruchtenwijn bij een viooltje in te graven of, als deze niet aanwezig waren, op 2 m afstand van de boom van ei-afzet. De buisjes werden 18-24 u later opgehaald en gevuld met 96% alcohol om de mieren later onder de binoculair op soort te kunnen determineren.

Bij elke ei-afzetplek werd een controleplek geselecteerd met als centrum de dichtstbijzijnde boom (>10 cm diameter) op 15 m afstand in een willekeurige richting van de ei-afzetplek; de willekeurige richting werd bepaald als de richting waarin de secundewijzer van een horloge wees op het moment van noteren. De controleplek werd op dezelfde manier beschreven als de ei-afzetplek, waarbij op microschaal dezelfde hoogte en expositie werden genomen als op de betreffende ei-afzetplek. Ook hier werd een buisje ingegraven om mieren te bemonsteren, in afwezigheid van viooltjes op dezelfde afstand als bij ei-afzetplek.

Voor de beeldanalyse van de foto's werden de foto's omgezet in zwart-wit beelden met extreem contrast tussen zwart en wit. In ArcMap werd vervolgens het percentage witte pixels bepaald als maat voor de lichtinval.

Bij de data-analyse is van elke variabele getoetst met JMP 5.0.1 (SAS, 2005) of er verschil was tussen de gepaarde plekken van ei-afzet en controle (t-toets of Wilcoxon's Signed-Rank test afhankelijk van de verdeling van de data). Voor de lichtinval werd een ANOVA uitgevoerd met de hellingshoek (45° of verticaal) als extra factor, inclusief een interactieterm tussen hellingshoek en locatie (ei-afzet of controle). Een mogelijke voorkeur van de expositie voor ei-afzet werd getoetst met Moore's modified Rayleigh test (Batschelet, 1981) in het programma Oriana Versie 3 (Kovach, 2009).

3.3 Resultaten

Er werden in de onderzoeksperiode op 8 locaties Keizersmantels waargenomen (Figuur 3.3; Tabel 3.1), vooral op locaties 3, 4 en 6. In het



Figuur 3.3: Locaties waar Keizersmantels in het Urfttal werden waargenomen (nrs 1-7) en het Eiken-Haagbeukenbos (nr 8). Ei-afzet werd alleen bij locatie 6 geconstateerd (rode tekens) (schaaleenheid = 500 m).
*Locations where *A. paphia* was observed in the Urfttal (numbers 1-7) and the Oak-Hornbeam woodland (nr. 8). Oviposition was only recorded at location 6 (red markers) (scale unit = 500 m).*

Tabel 3.1: Aantallen waargenomen Keizersmantels op verschillende locaties (ligging weergegeven in Figuur 3.3). Gegeven zijn de minimale aantallen vlinders per waarnemingsdag (tussen haakjes de totalen daarvan over de verschillende dagen) *Numbers of observed male and female A. paphia butterflies on different locations (see Fig. 3.3 for their situation). Indicated are the minimal numbers of butterflies per day (between brackets the totals for different days).*

Locatie	Man	Vrouw
1 Loofbos met hellinggrasland	0	1
2 Gemengd bos met bloemrijke berm	1	1
3 Bloemrijke kapvlakte bij fijnsparrenbos	5 (12)	2 (6)
4 Bloemrijke kapvlakte in dennen/sparrenbos	5	4
5 Berm met distels langs fijnsparrenbos	0	1
6 Open dennen/fijnsparrenbos bij bloemrijke berm	5 (11)	10 (19)
7 Bloemrijke berm langs dennenbos	0	1
8 Eiken-Haagbeukenbos	0	0

Eiken-Haagbeukenbos (locatie 8; Figuur 3.2) werden geen Keizersmantels gezien. Het aangrenzende perceel werd tijdens het onderzoek begraasd, waardoor er weinig nectar op korte afstand te vinden was. Bovendien was het bos door het gesloten bladerdek relatief donker ten opzichte van de dennenbossen en open gekapte sparrenbossen verderop in het Urftal. Dit zou de afwezigheid van Keizersmantels kunnen verklaren (bosviooltjes waren er wel talrijk).

Het weer was in de waarnemingsperiode van 6-8 augustus koel en wisselend bewolkt, soms regenachtig. Op 9-10 augustus werd het zonnig en warmer dan 20 graden en werden de waarnemingen van ei-afzet verricht. Bij een aanvullend bezoek op 18 augustus, een zonnige dag met temperaturen boven 25 graden, werden nog meer waarnemingen verzameld. In totaal werden 28 waarnemingen van ei-afzet gedaan (15 op 9 augustus, 4 op 10 augustus en 9 op 18 augustus), verdeeld over 19 plekken (op 7 plekken werden 2-3 eitjes afgezet). Op 13 plekken werden gepaarde controles beschreven. De kenmerken van de ei-afzetplekken zijn samengevat in Tabel 3.2.

Tabel 3.2: Kenmerken van ei-afzetplekken van de Keizersmantel in het Urftal (N=19; \pm SE, min. en max. voor scheef verdeelde waarden).

Characteristics of oviposition sites for A. paphia in the Urftal (N=19; \pm SE, min. and max. values for skewed distributions) and significance of the difference relative to paired controls. Variables in respective order are: tree species, circumference, bark structure, moss/lichen cover, oviposition height, exposition, slope, tree height, vertical and 45° light incidence, shrub cover, herbaceous cover, mean and maximum height of herb layer, distance to violets, violet density, litter depth, distance to nectar plants and to forest edge.

Kenmerk	Waarde	Verskil met controle
<i>Microschaal</i>		
Boomsort	Grove den / Fijnspar	NS
Omtrek (cm)	90 \pm 6 (40-130)	NS
Schors	Sterk geribbeld (65%)	NS
Bedekking (korst)mos	0 (0-10)	NS
Hoogte ei-afzet (cm)	60 (12-380)	-
Expositie (°)	40-340	-
<i>Mesoschaal</i>		
Helling (°)	17 (10-40)	NS
Hoogte kroonlaag (m)	12,8 \pm 0,4	NS
Lichtinval-verticaal (%)	41 \pm 2	> (P=0,016)
Lichtinval-45 (%)	26 \pm 2	> (P=0,009)
Bedekking struiklaag (%)	0 (0-45)	NS
Bedekking kruidlaag (%)	55 (10-100)	NS
Gemiddelde hoogte kruidlaag (cm)	20 (15-55)	NS
Maximale hoogte kruidlaag (cm)	60 (30-180)	NS
Afstand viooltjes (cm)	38 (0-350)	< (P=0,027)
Dichtheid viooltjes (N/25 m ²)	40 (0-250)	> (P=0,005)
Dikte strooisellaag (cm)	3 (0-7)	NS
<i>Macroschaal</i>		
Afstand Nectarplanten (m)	5 (0,5-75)	NS
Afstand bosrand (m)	50 (10-80)	> (P=0,022)



Figuur 3.4: 's Ochtends werden de Keizersmantels vooral foeragerend en baltsend langs de bosrand aangetroffen (locatie 3).

In the morning the fritillaries were mainly observed foraging and courting along the forest edge (location 3).



De ei-afzet werd alleen 's middags waargenomen tussen 12.09 h en 17.24 u (zomertijd). 's Ochtends werden de vlinders alleen foeragerend, baltsend en zonnend gezien (Figuur 3.4). Voorafgaand aan de ei-afzet vlogen de vrouwtjes enige tientallen meters het bos in. In 13 (68%) van de gevallen werden viooltjes geïnspecteerd door erop te landen en ze te betasten, waarbij ook vaak werd gezond (Figuur 3.9). Daarna werd meestal een boom in de nabijheid opgezocht om één of meerdere eitjes af te zetten: 11 keer (61%) was dit een Grove den, de overige keren een Fijnspar, maar daar werden de eitjes niet altijd op een rechtopstaande boom afgezet: drie keer ging het om de stam van een omgevallen boom, één keer niet de stam maar de stobbe en in twee gevallen werd het eitje niet op de boom maar op een wortelkluit afgezet (Figuur 3.12).

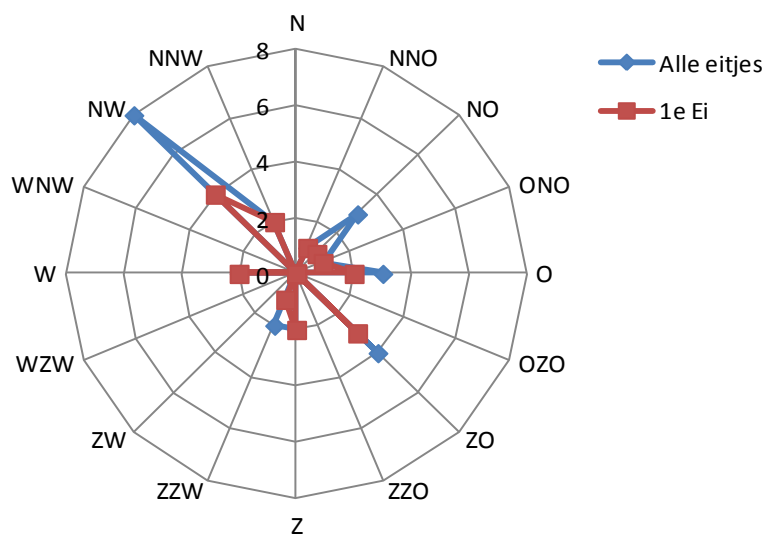
Alleen op locatie 6 werd ei-afzet waargenomen (Figuur 3.5). Het betrof hier een ZZO geëxponeerde helling aan de rand van een droogdal. Op een schaal van 500x500 m varieerde de hoogte tussen 450 en 500 m en werd het landschap gedomineerd door naaldbos (ca. 70%), afgewisseld met kleinschalige graslanden, deels redelijk extensief beheerd cultuurgrasland en deels kalkgrasland met bloemrijke zomen langs de bosrand met Wilde Marjolein, Knoopkruid (*Centaurea jacea*) en diverse soorten distels (*Carduus crispus*, *Cirsium arvense*, *Cirsium vulgare*) als belangrijke nectarbronnen. De afstand tussen nectarconcentraties en ei-afzetplekken bedroeg meestal ca. 30 m en in geen geval meer dan 110 m.

De soorten en afmetingen van de bomen verschilden niet tussen ei-afzetplekken en controle (Tabel 3.2). De voor ei-afzet gekozen bomen waren gemiddeld 90 ± 6 cm in omtrek (\pm SE, dus 29 cm in doorsnede; minimum 40, maximum 130 cm omtrek). De schors was, overeenkomstig de verwachtingen voor een beschutte plek voor de overwinterende rups, meestal sterk geribbeld. In tegenstelling tot de Britse waarnemingen van Thomas &



Figuur 3.5: Ligging van de 19 beschreven plekken met ei-afzet door de Keizersmantel (schaaleenheid = 50 m)(luchtfoto Google Earth 1-1-2010).
Location of the 19 described A. paphia oviposition sites (scale unit = 50 m).

Lewington (1979) was er nauwelijks mos of korstmoss op de bomen (ook niet op willekeurige bomen) en evenmin was er een duidelijke voorkeur in expositie, al werden de meeste eitjes wel aan de NW-zijde gevonden (Figuur 3.6; Moore's modified Rayleigh test $P=0,95$ en $P=0.70$ voor respectievelijk de



Figuur 3.6: Expositie van plekken met ei-afzet door de Keizersmantel.
Exposition of A. paphia oviposition sites (blue: all eggs, red: 1st egg).

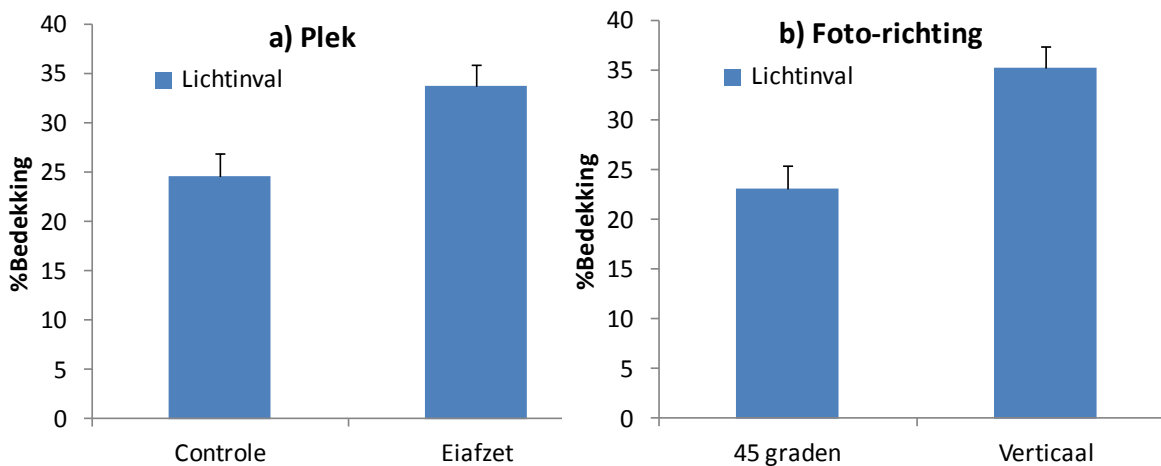


Figuur 3.7: Ei-afzettende vrouwtjes en afgezette eitjes van de Keizersmantel.
Ovipositing female A. paphia butterflies with their eggs.

afzonderlijke plekken en alle eitjes apart). Figuur 3.7 geeft een indruk van de ei-afzetplekken. De hoogte van ei-afzet varieerde tussen 12 en 380 cm hoogte, maar 75% van de eitjes werd beneden 150 cm hoogte gelegd.

Op mesoschaal (5x5 m) waren de ei-afzetplekken gelegen op een helling in een open bos met vrij lage bomen – vooral Grove den en Fijnspar met bijmenging van Beuk (*Fagus sylvaticus*) – weinig struiken en een variabele bedekking van de kruidlaag, waarin vooral Boskortsteel domineerde. Een strooisellaag was vaak aanwezig maar zelden dikker dan een paar centimeter. Nectarbronnen waren vaak al op korte afstand aanwezig: op 75% van de plekken binnen 20 m. De bosrand met grotere nectarconcentraties was echter meestal verder weg: minstens 30 m op 75% van de plekken. In tegenstelling tot de verwachting was de bosrand op ei-afzetplekken verder weg dan op controleplekken ($P=0,022$). Gezien het open karakter van het bos en de nabijheid van nectar was de afstand tot de bosrand waarschijnlijk geen beperkende factor.

Ten aanzien van de lichtinval en de dichtheid aan (respectievelijk afstand tot) viooltjes werden de verwachtingen ondersteund. De ei-afzetplekken hadden een grotere lichtinval dan de controle: de gemiddelde waarden bedroegen respectievelijk $34\pm 2\%$ en $25\pm 2\%$ (ANOVA $R^2=0,40$; verschil significant bij $P=0,0016$; Figuur 3.8). Op de ei-afzetplekken was er dus 37% meer lichtinval dan op de controleplekken. Op de verticale foto's was de lichtinval groter dan op de foto's onder een hoek van 45° ($P<0.0001$; Figuur 3.8), maar de interactie tussen plek (ei-controle) en fotorichting was niet significant ($P=0.27$). Een impressie van de foto's van de lichtinval is gegeven in Figuur 3.10.



Figuur 3.8: Gemiddelde lichtinval (\pm SE) op a) ei-afzetplekken en controles en bij b) een foto onder een hoek van 45° of in verticale richting.
Average percentage of incident light (\pm SE) at a) oviposition sites and controls and at b) an angle of 45° or vertical orientation.

In de proefvlakken werden minimaal drie soorten viooltjes aangetroffen: bosviooltjes (mogelijk beide soorten), Maarts viooltje en Ruig viooltje. Bosviooltjes waren in bijna alle 26 opnamen aanwezig (behalve bij één ei-afzetplek), Maarts viooltje was aanwezig bij 6 ei-afzetplekken en in 4 controlelocaties en Ruig viooltje bij 4 ei-afzetplekken en 1 controle. De afstand tot viooltjes was geringer op ei-afzetplekken dan bij de controles (Tabel 3.2; mediaan verschil 80 cm; $P=0.027$ eenzijdige Wilcoxon-toets). Ook de dichtheid aan viooltjes in de 5x5 m plots was hoger op ei-afzetplekken dan op controleplekken (Tabel 3.2; mediaan verschil 47 viooltjes; $P=0.005$ eenzijdige Wilcoxon-toets).



Figuur 3.9: Voorafgaand aan de ei-afzet inspecteerden de vrouwtjes vaak de viooltjes maar werd er ook tijd besteed aan zonnen om op te warmen.
Prior to oviposition, female butterflies usually inspected the violets but also spent time basking in the sun.





Figuur 3.10: Foto's van de kroonbedekking en lichtinval in kleur en zwart-wit contrast op ei-afzetplek nr. 12 (links) en bijbehorende controle (rechts) met een hellingshoek van 45° (boven) en verticaal (onder).
Photographs of tree cover and incident light in colour and black-and-white contrast at oviposition site nr. 12 (left) and its paired control site (right) at an angle of 45° (above) and vertical orientation (below).



Figuur 3.11: Ingegraven buisje met vruchtenwijn om mieren te verzamelen.
Buried tube with fruit wine to sample ants as seed dispersers of violet host plants.

Op alle plekken met ei-afzet en controles werden mieren verzameld door een buisje vruchtenwijn bij een viooltje in te graven (Figuur 3.11). Er werden slechts weinig mieren gevangen. Alle gevangen mieren waren Bossteekmieren (*Myrmica ruginodis*). Deze soort staat bekend als een actieve verspreider van zaden van bosviooltjes (Culver & Beattie, 1980; Randle, 2009). Hoewel er vaker Bossteekmieren werden gevonden op ei-afzetplekken (4x) dan op controleplekken (1x), was het verschil niet significant. Ook was er geen relatie tussen de aanwezigheid van mieren en de dichtheid aan viooltjes. Het geringe aantal waarnemingen beperkt echter de mogelijkheid om verbanden aan te kunnen tonen.



Figuur 3.12: In twee gevallen werd het eitje niet op de boom maar op een wortelkluit afgezet (de ei-afzetplekken zijn omcirkeld en met punaise gemarkeerd).
In two cases eggs were not laid on a tree trunk but at the base of an uprooted tree (the two oviposition sites are marked by a white pin within the red circle).

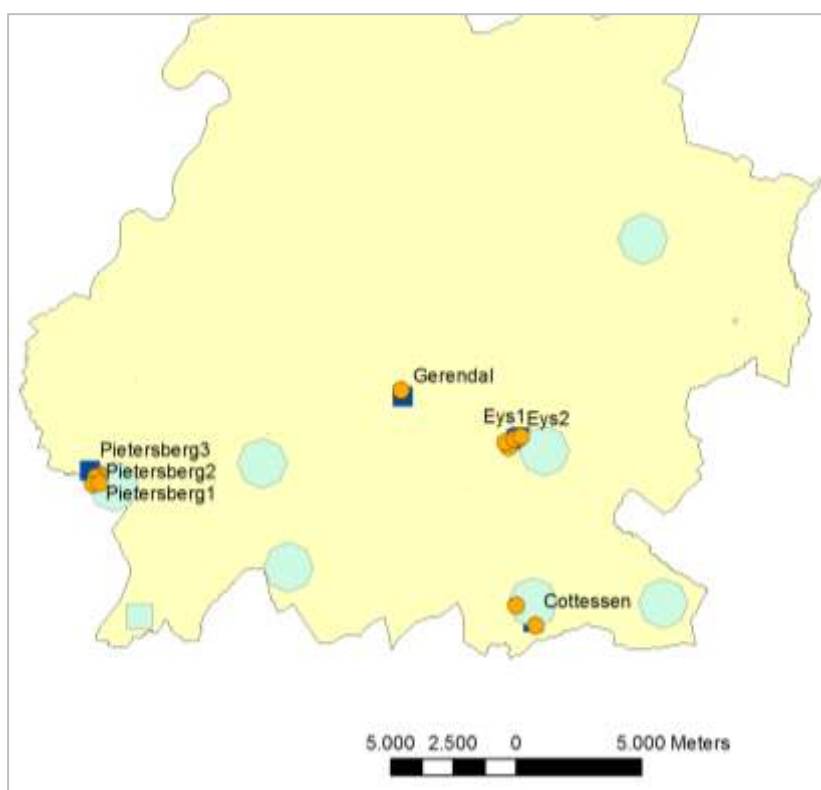
4 Veldonderzoek Limburg

Op enkele plaatsen met recente waarnemingen van Keizersmantels in Zuid-Limburg is onderzoek gedaan naar de habitatkwaliteit. De kenmerken zijn vergeleken met die van de ei-afzetplekken in de Eifel. De verwachting was dat met name het viooltjesaanbod en het lichtklimaat in Zuid-Limburg op veel plekken onvoldoende zouden zijn.

4.1 Onderzoekslocaties

Sinds 2007 zijn er in Zuid-Limburg ca. 30 waarnemingen van Keizersmantels bekend (Figuur 4.1; bron: NDFF). De waarnemingen stammen uit de volgende plaatsen:

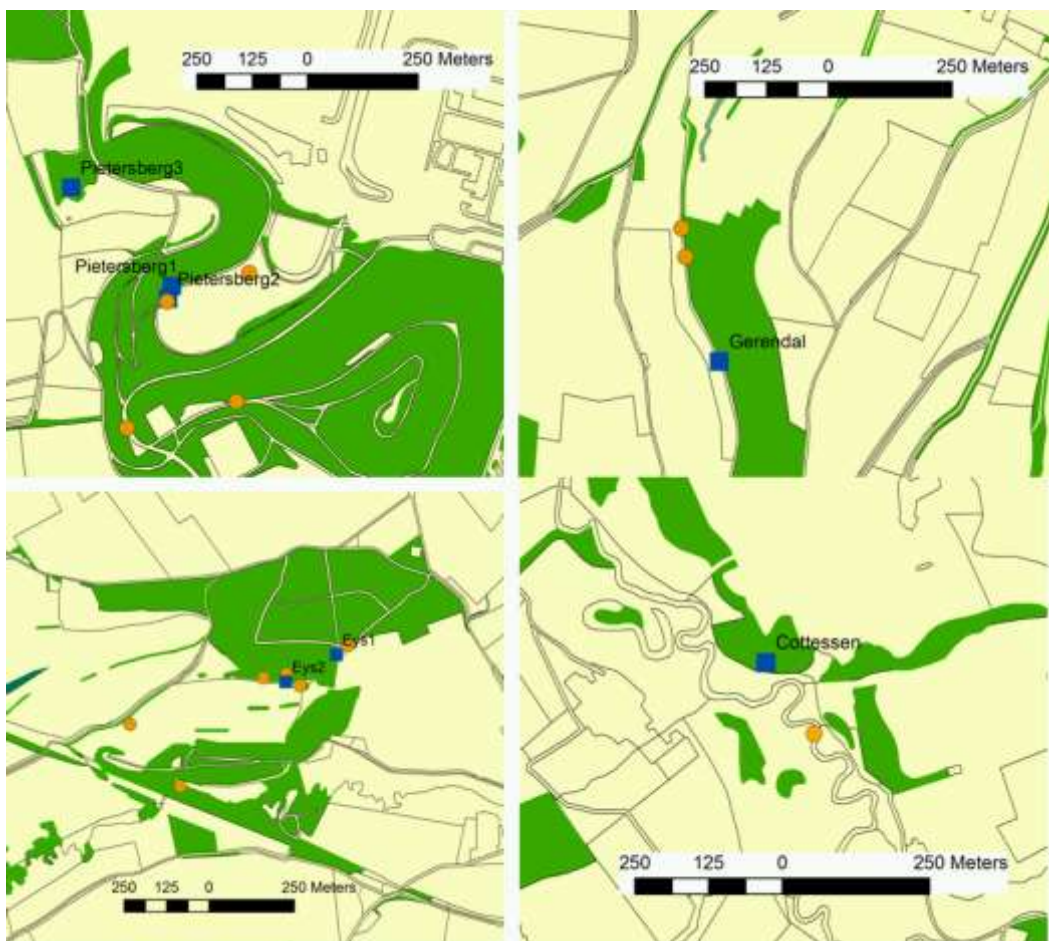
- Sint-Pietersberg en Maastricht
- Eijsder beemden
- Cadier en Keer
- Mheer
- Gerendal



Figuur 4.1: Waarnemingen van de Keizersmantel in de periode 2007-2011 (bron: NDFF; oranje stippen en blauwe vlakken) en ligging van de zeven onderzochte locaties *Observations of A. paphia in 2007-2011 (orange dots and blue shapes) and location of seven study sites.*

- Eys
- Epen – Cottessen
- Vaals
- Heerlen
- Kerkrade

Voor zover bekend betroffen de meeste waarnemingen mannetjes, maar op verschillende plaatsen zijn ook vrouwtjes waargenomen: Sint-Pietersberg (2011), Gerendal (2006), Epen (2004, 2010) en Vaals (2010). Ei-afzet is echter alleen in 1997 gemeld van de Sint-Pietersberg (Bos *et al.*, 2006).



Figuur 4.2: Onderzoeklocaties (blauw) en recente waarnemingen van Keizersmantels (oranje).

Study sites (blue) and recent observations of A. paphia (orange).

Op vier locaties met hellingbossen en recente waarnemingen van Keizersmantels met nauwkeurige plaatsbepaling is nader veldonderzoek verricht (Figuren 4.1 en 4.2). Daarbij is via de NDFF ook een check gedaan op het voorkomen van viooltjes (bosviooltjes, Maarts viooltje en Ruig viooltje) binnen een straal van 100 m van de waarneming. Bij Cadier en Keer is alleen een kort bezoek aan de waarnemingslocatie gebracht.

4.2 Methode

Op elke locatie werd zo dicht mogelijk bij de waarnemingslocatie een hellingbos gekozen, waarbij als belangrijkste criterium gold dat er potentieel geschikte bomen voor ei-afzet voorkwamen: bomen met een geribbelde schors en een omtrek van minimaal 40 cm op borsthoogte (zie Tabel 3.2). Alleen de locatie Pietersberg 3 werd op basis van de aanwezigheid van viooltjes geselecteerd; op de andere twee locaties aldaar werden geen viooltjes binnen de proefvlakken gevonden.

Vervolgens werden er op elke locatie drie proefvlakken van 5x5 m beschreven, gelegen rond een potentieel geschikte boom aan de bosrand, op 15 m van de bosrand en op 30 m van de bosrand. In elk proefvlak werd dezelfde informatie verzameld als op de ei-afzetplekken in de Eifel (zie par. 3.2). Op microschaal werd het proefvlakje van 10x10 cm steeds gekozen op een hoogte van 60 cm (de mediane hoogte van ei-afzet; Tabel 3.2) met expositie naar de bosrand. Op de Limburgse locaties zijn geen mieren verzameld.

De kenmerken van de locaties zijn vergeleken met die van de ei-afzetplekken in de Eifel met een t-toets dan wel met Wilcoxon's Signed rank-test bij een scheve verdeling van de data; de verschillen in presentie van viooltjes werden met Likelihood-ratio test getoetst. Voor de lichtinval zijn daarbij alleen de verticaal genomen foto's geanalyseerd, omdat de foto's onder een hoek van 45° met een vaste expositie naar de bosrand waren genomen, waardoor de vergelijking met de ei-afzetplekken niet zuiver zou zijn.

4.3 Resultaten

De hoogte van de Limburgse locaties ten opzichte van zeeniveau was uiteraard beduidend lager dan in de Eifel: 60-90 m voor de Sint-Pietersberg, 100-150 m voor het Gerendal, 110-190 m bij Eys en 120-170 m bij Cottessen. Op een schaal van 500x500 m hadden de locaties Sint-Pietersberg en Eys een aandeel bos dat met 60% redelijk vergelijkbaar was met het aandeel bos in de Eifel. Ook de topografie met ZZO expositie was vergelijkbaar. Op beide andere locaties was het aandeel bos veel kleiner: in het Gerendal ca. 20% en bij Cottessen ca. 10%, al liggen de Vijleener bossen in het Geuldal op minder dan een kilometer afstand. De locatie in het Gerendal was naar het westen geëxponeerd en bij Cottessen naar het zuiden aan de rand van het eigenlijke dal van de Geul.

Het bos op de Sint-Pietersberg had een structuur van voormalig hakhoutbos (locaties 1-2) en opgaand bos (locatie 3). Het werd gedomineerd door Zomereik (*Quercus robur*), Es (*Fraxinus excelsior*) en Rode kornoelje (*Cornus sanguinea*).

Bij Eys wordt het bos gedomineerd door Zomereik en Es met bijmenging van Ruwe berk (*Betula pendula*) Gewone esdoorn (*Acer pseudoplatanus*) en veel Klimop (*Hedera helix*) tot in de kroonlaag. Hazelaar (*Corylus avellana*) en Rode kornoelje komen veel voor in de struiklaag. Op locatie Eys 2 heeft in de winter van 2012 uitkapbeheer plaatsgevonden. Eys 1 is lange tijd niet beheerd.

In het Gerendal werd het bos gedomineerd door iep (*Ulmus* sp.), Zoete kers (*Prunus avium*), Hazelaar en Bergvlier (*Sambucus racemosa*). Het wordt

beheerd als hakhout met overstaanders. De structuur is dicht door een weelderige groei van Bosrank (*Clematis vitalba*) en braam (*Rubus* sp.). Het bos bij Cottessen was afwijkend van de andere locaties. Het werd door Zwarte els (*Alnus glutinosa*) gedomineerd met bijmenging van Es en Vlier (*Sambucus nigra*) en had een sterk ontwikkelde kruidlaag van Grote brandnetel (*Urtica dioica*), Braam en Hondsdraf (*Glechoma hederacea*). In de vergelijking met de ei-afzetplekken van de Eifel zijn de proefvlakken van Cottessen daarom niet meegenomen. De waarnemingslocatie bij Cadier en Keer werd alleen kort bezocht. Het was een naar het westen geëxponeerde helling met door Zomereik en Beuk gedomineerd, opgaand bos met een gesloten kronendek. Viooltjes waren alleen langs de weg aan de hellingvoet spaarzaam aanwezig.

Tabel 4.1: Vergelijking van de kenmerken (gemiddelde \pm SE) van Limburgse locaties met recente waarnemingen van Keizersmantels en ei-afzetplekken in de Eifel (proefvlakken van 5x5 m). De afwijkende locaties van Cottessen zijn niet in de tabel opgenomen.

Comparison of characteristics (mean \pm SE) of sites in Limburg with recent records of A. paphia and oviposition sites in the Eifel region (plots of 5x5 m). The abnormal wet site at Cottessen was not included in the table. Variables in respective order are: tree circumference, tree height, shrub cover, herbaceous cover, distance to nectar plants, presence of violets, violet density and distance to violets when present.

	Limburg (N=18)	Ei-afzetplekken (N=19)	P
Omtrek bomen (cm)	118 \pm 39	90 \pm 6	0,02
Hoogte kroonlaag (m)	16,1 \pm 0,5	12,8 \pm 0,4	<0,0001
Bedekking struiklaag (%)	67 \pm 6	8 \pm 3	<0,0001
Bedekking kruidlaag (%)	47 \pm 6	55 \pm 7	NS
Afstand nectarplanten (m)	11 \pm 2	14 \pm 4	NS
Presentie viooltjes (%)	50	95	0,0028
Aantal viooltjes (N/25 m ²)	1,9 \pm 0,5	41,6 \pm 3,4	<0,0001
Afstand viooltjes (cm)*	94 \pm 26	50 \pm 17	0,02

*indien aanwezig

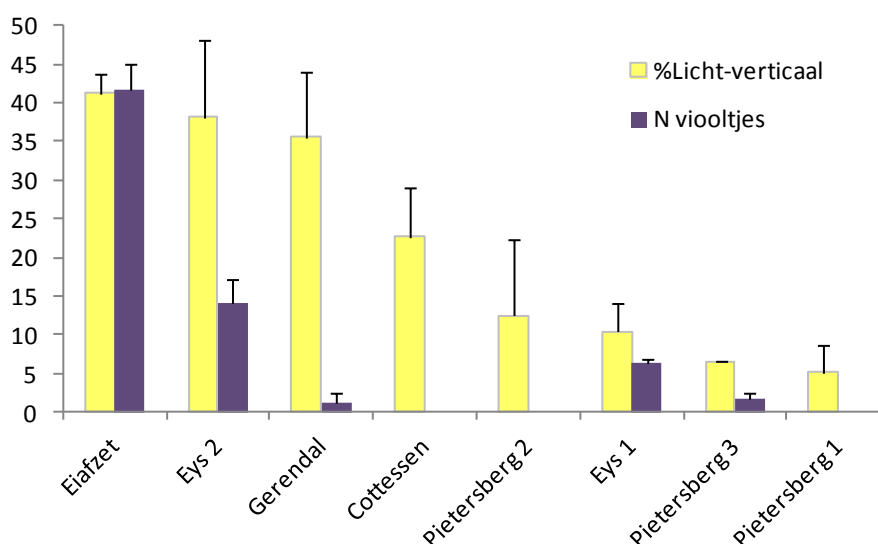
De Limburgse locaties verschilden in een aantal opzichten duidelijk van de ei-afzetplekken in de Eifel (Tabel 4.1). De bedekking van de kruidlaag en de afstand tot nectarbronnen (veelal Koninginnenkruid of distels, ook wel Wilde marjolein) waren wel vergelijkbaar. Op de Limburgse locaties hadden de stammen van de centrale bomen in de proefvlakken gemiddeld een 28 cm grotere omtrek, de kroonlaag was gemiddeld ruim 3 m hoger en vooral de bedekking van de struiklaag was veel hoger met een verschil in bedekking van 59%!

Viooltjes kwamen slechts in de helft van de proefvlakken voor en de dichtheid aan viooltjes was maar 5% van die in de Eifel (Tabel 4.1), en waar ze aanwezig waren was de afstand van de centrale boom tot het dichtstbijzijnde viooltje het dubbele van die op de ei-afzetplekken in de Eifel. Qua soorten waren bosviooltje vertegenwoordigd bij Eys en op de Sint-Pietersberg en Maarts viooltje in het Gerendal.

De dichtheid van viooltjes was positief gecorreleerd met de hoeveelheid licht, die weer afnam met de hoogte van de kroonlaag en de bedekking van de struiklaag (Tabel 4.2).

Tabel 4.2: Spearman-correlatiecoëfficiënten tussen het aantal viooltjes, hoeveelheid licht, kroonhoogte en struikbedekking in proefvlakken van 5x5m op de Limburgse locaties en de ei-afzetplekken in de Eifel (N=31; ** P<0,01; **** P<0,0001).
Spearman correlation coefficients between violet density, vertical light incidence, tree height and shrub cover in 5x5 m plots from study sites in Limburg and oviposition sites in the Eifel region.

	% Licht	Hoogte kroonlaag	Bedekking struiklaag
Aantal viooltjes	+0,58****	-0,49**	-0,65****
% Licht verticaal		-0,64****	-0,49**
Hoogte kroonlaag (m)	-0,64****		+0,64****
Bedekking struiklaag (%)	-0,49**	+0,64****	



Figuur 4.3: Verticale lichtinval en dichtheid aan viooltjes (±SE) in proefvlakken van 5x5 m van ei-afzetplekken in de Eifel en Limburgse locaties.
Vertical light incidence and violet density (±SE) in 5x5 m plots at oviposition sites in the Eifel region and study locations in Limburg.

Als gevolg van de dichtere bosstructuur op de meeste Limburgse locaties was ook de lichtinval veel geringer. Daarbij waren er echter verschillen tussen de locaties (Figuur 4.3, Tabel 4.3). Op de ei-afzetplekken waren de lichtinval en viooltjesdichtheid het grootst, maar op de open gekapte locatie Eys 2 waren de omstandigheden vergelijkbaar. In het Gerendal was de lichtinval nog goed, maar waren er maar weinig viooltjes. Op de andere locaties was de lichtinval veel minder en waren er alleen in Eys 1 op alle bemonsterde plekken nog viooltjes.

Tabel 4.3: Verticale lichtinval, dichtheid aan viooltjes (\pm SE) en presentie van viooltjes in proefvlakken van 5x5 m van ei-afzetplekken in de Eifel en Limburgse locaties. Verschillende letters in de superscripts geven significante verschillen tussen locaties weer (Tukey's HSD, $P < 0,05$).

Vertical light incidence, violet density (\pm SE) and violet presence in 5x5 m plots at oviposition sites in the Eifel region and study locations in Limburg. Different superscripts indicate significant differences between locations.

Plek	%Licht-verticaal	N viooltjes	Presentie Viooltjes
Ei-afzet Eifel	41,3 \pm 2,5 ^a	41,6 \pm 3,4 ^a	100
Eys 2	38,1 \pm 10,0 ^{ab}	14,0 \pm 3,3 ^{ab}	100
Gerendal	35,5 \pm 8,5 ^{ab}	1,2 \pm 1,2 ^b	33
Cottessen	22,7 \pm 6,5 ^{abc}	0 \pm 0 ^b	0
Pietersberg 2	12,5 \pm 9,8 ^{bc}	0 \pm 0 ^b	0
Eys 1	10,4 \pm 3,6 ^{bc}	6,3 \pm 0,6 ^{ab}	100
Pietersberg 3	6,5 \pm 0,2 ^c	1,6 \pm 0,9 ^b	67
Pietersberg 1	5,1 \pm 3,6 ^c	0 \pm 0 ^b	0

De hoeveelheid invallend licht onder een hoek van 45° verschilde in tegenstelling tot wat verwacht zou mogen worden gemiddeld *niet* tussen de plekken op verschillende afstand tot de bosrand ($P=0,47$). Mogelijk vangen de struiken en hoge kruiden langs de bosrand het zijdelings invallende licht aan de bosrand toch weg. In tegenstelling tot het verticaal invallend licht was de hoeveelheid schuin invallend licht op de locaties Eys 2 (64 \pm 8 %; open gekapt) en Gerendal (41 \pm 8 %; hakhoutbeheer) hoger dan op de ei-afzetlocaties in de Eifel (26 \pm 4 %; Tukey's HSD $P < 0,05$); op de andere locaties was de hoeveelheid schuin invallend licht gelijk of lager dan op de ei-afzetplekken (6-23%).

Op basis van het lichtklimaat en het aanbod van viooltjes komt alleen de locatie Eys 2 qua habitatkwaliteit overeen met de ei-afzetplekken in de Eifel. Het Gerendal kwam enigszins in de buurt, maar in de proefvlakken waren de dichtheden viooltjes laag. Bij Cottessen was er wel voldoende licht maar geen (of in elk geval weinig) viooltjes. Bij Eys 1 waren wel viooltjes maar was er te weinig licht en op de Sint-Pietersberg ontbraken zowel het licht als de viooltjes.



Figuur 4.4: Op al deze Limburgse locaties waren viooltjes aanwezig, maar op Pietersberg 3 in lage dichtheid en met erg weinig licht (boven), in het Gerendal ook in lage dichtheid maar met meer licht (midden) en alleen in Eys 2 (onder) waren zowel de lichtinval als de dichtheid viooltjes vergelijkbaar met de ei-afzetplekken in de Eifel. De foto's links zijn in verticale richting genomen, de foto's rechts onder een hoek van 45°.

At all these locations in Limburg violets were present, but in low density with low light levels at Pietersberg 3 (above), in Gerendal violet densities were also low but with more incident light (centre) and only in Eys 2 (below) did both light incidence and violet density show comparable levels to the oviposition sites in the Eifel region. Photographs were taken at a vertical orientation (left) and under an angle of 45° (right).

5 Synthese

5.1 Habitatkwaliteit voor de Keizersmantel

De ecologie van de Keizersmantel is weinig onderzocht. De bestaande kennis stoelt vooral op incidentele waarnemingen. Dit onderzoek heeft daar verandering in proberen te brengen door de kenmerken van het larvale leefgebied te kwantificeren. Dit is gebeurd via een kort onderzoek in de Kalk-Eifel als referentiegebied voor de Nederlandse hellingbossen. Daarbij zijn de volgende hypothesen opgesteld op basis van de aanwezige kennis en in het veldonderzoek getoetst:

- de eitjes worden vooral afgezet op geribbelde schors voor een beschermde overwinteringsplaats van de rups;
- ei-afzetplekken bevinden zich op korte afstand van de waardplanten, m.n. bosviooltjes;
- de bedekking van de kroonlaag van de bomen is niet gesloten, zodat de rupsen in het voorjaar kunnen profiteren van de warmte van invallend zonlicht;
- De ei-afzetplekken bevinden zich in de buurt van nectarbronnen als distels, Wilde marjolein en Koninginnenkruid.

De verzamelde gegevens stammen van één locatie waar 19 ei-afzetplekken (met 28 afgezette eitjes) zijn beschreven. Dit is een kleine steekproef en het is dus nodig om voorzichtig te zijn met het generaliseren van de uitkomsten. Niettemin is gebleken dat alle vier hypothesen door de veldgegevens worden ondersteund.

Bij de toetsing van de derde en vierde hypothese kunnen enige kanttekeningen worden geplaatst. Inderdaad bleek de lichtinval op de ei-afzetplaatsen gemiddeld 37% hoger dan op controleplekken, wat wijst op een voorkeur voor warmere omstandigheden. Het is echter de vraag of die voorkeur ontstaat omdat deze zorgt voor een betere overleving van de rupsen, zoals werd verondersteld, of dat deze keuze een gevolg is van de warmtehuishouding van de vrouwtjes. Tijdens de ei-afzet werden de vrouwtjes geregeld zonnend waargenomen. Het is dus mogelijk dat het de warmtebehoefte van de vlinders is die leidt tot ei-afzet op relatief zonnige plekken. In de bestudeerde naaldbossen zal het lichtklimaat tussen de vliegtijd van de vlinders en de groeifase van de rupsen (mei tot half juni) niet heel sterk verschillen; ook in loofbossen (met blad aan de bomen in de groeiperiode van rupsen en vliegtijd van de vlinders) zal dit niet het geval zijn. Het is dus goed mogelijk dat de keuze van de vrouwtjes zowel hun eigen thermoregulatie als die van de rupsen ten goede komt. Aanvullend onderzoek aan de activiteit en groei van de rupsen in het voorjaar zou hier meer licht op kunnen werpen.

Wat betreft de nabijheid van nectarbronnen gold dat deze in het studiegebied nooit ver weg waren. Ze werden veel door de vlinders bezocht, maar vooral in de ochtend en niet zo zeer tijdens de ei-afzet. Het is dus goed mogelijk dat de afstand tot nectarbronnen bij de ei-afzet later op de dag niet zo snel

beperkend is als voor een soort met zo'n grote nectarbehoefte zou mogen worden verwacht. Aan de andere kant is het mogelijk dat de vrouwtjes bij de ei-afzet toch geen grote afstanden afleggen en uiteindelijk in de buurt van de nectarplanten blijven. In de Eifel vond ei-afzet vooral plaats op 30 tot maximaal 110 m van een beschutte bloemrijke plek. Het nectaraanbod is in dit onderzoek verder niet kwantitatief onderzocht. Naar verwachting is het aanbod aan bloemrijke plekken in Limburg, waar het landgebruik over het geheel intensiever is, wel lager dan in de Eifel. Dat zou dan alsnog een knelpunt kunnen vormen dat nader onderzoek verdient. De achteruitgang van het bloemenaanbod is in Nederland in elk geval wel een factor om rekening mee te houden (WallisDeVries *et al.*, 2012).

Een aantal in de literatuur beschreven kenmerken van de habitat van de Keizersmantel werden in dit onderzoek niet gevonden. Zo werd de ei-afzet wel voor het grootste deel aan de noordwest-zijde van bomen waargenomen, zoals Thomas & Lewington (1979) vermelden, maar er was geen spraken van een significante voorkeur voor een bepaalde expositie. Ook was de door dezelfde auteurs geopperde voorkeur voor ei-afzet op bemoste stammen niet terug te vinden, maar mos of korstmos was op de boomstammen sowieso niet in grote bedekking aanwezig. Waarschijnlijk is vooral de mate van beschutting die de ei-afzetplek biedt van belang voor de eifase en voor de overwinterende rups. Deze beschutting kan worden geboden door mosbedekking maar op de onderzochte locatie zeker ook door de ribbelige schors of zelfs andere structuren, zoals bleek bij de twee gevallen van ei-afzet op een wortelkluif. Ook het door Weidemann (1986) benadrukte belang van de nabijheid van de zoom van het bos bij de ei-afzetplek werd in dit onderzoek niet ondersteund. Er bleek geen voorkeur voor een korte afstand tot de bosrand te zijn. Eerder lijkt het lichtklimaat bepalend te zijn voor een optimale larvale ontwikkeling. Wanneer het lichtklimaat in een open bos gunstig is, zal de afstand tot de bosrand minder van belang zijn.

Het huidige onderzoek heeft zich gericht op de belangrijkste knelpunten voor de habitatkwaliteit op een kleine ruimtelijke schaal, zoals die uit de bestaande kennis over de Keizersmantel naar voren kwamen. Op grotere schaal zouden zich andere knelpunten kunnen voordoen, waarbij vooral aan de ruimtelijke configuratie, stikstofdepositie en klimaat kan worden gedacht. Bij de ruimtelijke configuratie zijn isolatie en versnippering van het leefgebied van belang. De isolatie ten opzichte van bronpopulaties lijkt voor de Keizersmantel geen probleem te zijn. Het gaat om een als mobiel bekend staande soort en de talrijke recente waarnemingen bevestigen dat: de vlinder weet de hellingbossen geregeld te bereiken. Versnippering van het leefgebied zou wel een belemmering voor de opbouw van een duurzame populatie kunnen zijn. Zelfs bij een goede habitatkwaliteit is de omvang van de hellingbossen in Limburg beperkt. Mogelijkerwijs lenen alleen de bossen van enige omvang zich voor de vestiging van een lokale populatie. Maar de omvang van de bossen op de Sint-Pietersberg, het Savelsbos en de bossen rond het Geuldal doet niet onder voor die in het onderzochte leefgebied in het Urftal. Voor een duurzame populatie Keizersmantels moet wel aan een grote ruimtelijke schaal worden gedacht, zoals het Heuvelland met de aangrenzende Voerstreek en de regio rond Aken. Maar daarbinnen zijn voldoende potentieel geschikte bossen aanwezig, waartussen uitwisseling van vlinders uit lokale populaties mogelijk zou kunnen zijn. De habitatkwaliteit van deze bossen lijkt eerder een beperking te vormen dan de ruimtelijke configuratie. In hoeverre de habitatkwaliteit in het Heuvelland door stikstofdepositie wordt verminderd is vooralsnog de vraag. Dit zou naar verwachting vooral optreden

door afname van nectarplanten als gevolg van concurrentie van dominante planten (WallisDeVries *et al.*, 2012) en afname van viooltjes door strooiselaccumulatie, bodemverzuring en/of toename van beschaduwing rond viooltjes (Bobbink *et al.*, 2008). Het nectaraanbod is hierboven reeds besproken als een potentieel knelpunt, maar niet het grootste. Over de trend in de dichtheid van viooltjes is heel weinig kennis. Ze zijn op de onderzochte locaties in elk geval lokaal nog wel aanwezig. De dichtheden zijn echter laag. Het is zeer de vraag of dat het gevolg is van de gevolgen van stikstofdepositie of simpelweg van het ouder worden van de bossen en de verminderde intensiteit van het beheer. De laatste oorzaak kan eenvoudig worden onderzocht door de effecten van het maken van open plekken en herstel van hakhoutbeheer te evalueren. Dit is onderwerp van onderzoek en bijvoorbeeld herinvoering van hakhoutbeheer (Eichhorn & Eichhorn, 2007) en het verwijderen van Bosrank (*Clematis vitalba*) op open gekapte plekken (Hommel *et al.*, 2011) lijken inderdaad ook tot herstel van viooltjes te leiden. Dit betekent nog niet dat stikstofdepositie onbelangrijk is voor de dynamiek van viooltjes, maar wel dat het in vergelijking met het lichtklimaat niet de belangrijkste bepalende factor lijkt te zijn.

Figuur 5.1: Areaal van de Keizersmantel in Europa (Bos *et al.*, 2006).
European distribution of Argynnis paphia.



De factor klimaat lijkt al zeker geen beperkende factor voor de terugkeer van de Keizersmantel te zijn. De soort heeft een areaal dat zich zowel ten oosten als ten westen van Nederland zowel verder noordwaarts als zuidwaarts uitstrekt (Figuur 5.1). Bij klimaatopwarming wordt een verdere noordwaartse uitbreiding verwacht (Settele *et al.*, 2008), wat in overeenstemming is met de recente trend in Noord-Europa (Parmesan *et al.*, 1999). Er is dan ook geen reden om te denken aan een klimatologische verklaring voor het ontbreken van de Keizersmantel in Nederland.

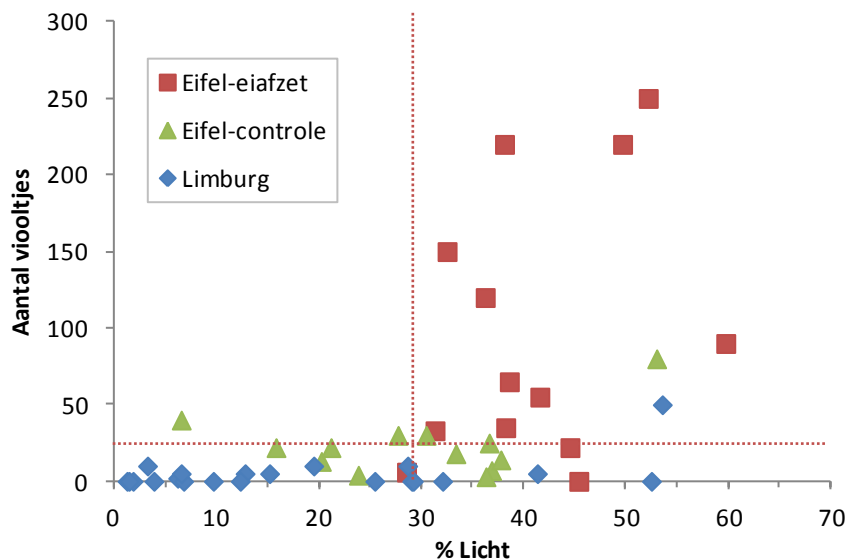
Al met al komen uit het huidige onderzoek vooral de bosstructuur met de mate van invallend zonlicht en de viooltjesdichtheid naar voren als bepalende factoren van de habitatkwaliteit voor de Keizersmantel.

5.2 De kwaliteit van Limburgse hellingbossen

Met het verdwijnen van het van oudsher frequente hakhoutbeheer en ander gebruik zijn de Limburgse hellingbossen ouder en dichter geworden (Bobbink *et al.*, 2008). De verwachting was dan ook dat deze verandering in bosstructuur heeft geleid tot het verdwijnen van de Keizersmantel als standvlinder in Zuid-Limburg.

Ook het onderzoek aan de Limburgse locaties was beperkt van omvang. Wel omvatte het de belangrijkste locaties met recente waarnemingen van de Keizersmantel in Zuid-Limburg. De uitkomsten van het onderzoek zijn in elk geval duidelijk en bevestigen de vermoedens.

Er werd een duidelijke relatie gevonden tussen bosstructuur, lichtklimaat en de dichtheid aan viooltjes (Figuur 5.2). Alleen op de locaties waar sprake was van actief bosbeheer (Eys en Gerendal) waren de omstandigheden vergelijkbaar met die op de ei-afzetplekken in de Eifel.



Figuur 5.2: Dichtheid van viooltjes in relatie tot verticaal invallend licht in proefvlakken van 5x5 m in de Eifel en op Limburgse locaties. De lijnen geven de drempelwaarden aan van 30% licht en 1 viooltje per m², waarboven 80% van de ei-afzet plaatsvond. *Violet density in relation to vertical light incidence in 5x5 m plots in the Eifel region and study locations in Limburg. The lines denote lower threshold values of 30% incident light and 1 violet per m², which encompassed 80% of ovipositions.*

De ei-afzetplekken in de Eifel hadden een verticale lichtinval van meestal 30% of meer met enige tientallen viooltjes per 25 m² ofwel ca. 1 viooltje per m². In de Limburgse bossen was dat alleen op de locatie Eys 2 het geval. De komende jaren is het aan te bevelen om de lichtcondities en dichtheid aan viooltjes in een groter aantal hellingbossen in kaart te brengen. De huidige resultaten doen vermoeden dat deze voor de Keizersmantel op de meest plaatsen onvoldoende zijn voor een succesvolle voortplanting.

5.3 Viooltjesrijke bossen

Dit onderzoek heeft zich gericht op de hellingbossen in Zuid-Limburg. De Keizersmantel hoort in dergelijke bossen thuis, net als een groot aantal andere diersoorten van structuurrijke bossen (zie Bobbink *et al.*, 2008). Veel van deze diersoorten zijn echter niet beperkt tot deze hellingbossen. De Keizersmantel leeft in met namen in lichte, viooltjesrijke bossen. Deze zijn in principe ook buiten het Heuvelland te vinden, bijvoorbeeld op de Hoge zandgronden, op stuwwallen en op leemrijke bodems en langs de binnenduinrand. Geregeld worden daar de laatste jaren ook Keizersmantels waargenomen (Figuur 1.1), soms zelfs met ei-afzet (Hoofdstuk 2). In 2012 is ei-afzet geconstateerd in de bossen nabij Winterswijk (meded. P. Klarenbeek d.d. 1 augustus) en in de Amsterdamse Waterleidingduinen zijn zowel mannetjes als diverse vrouwtjes in de bossen langs de binnenduinrand gezien (bron: NDFF). Vooralsnog is echter nog geen sprake van daadwerkelijke vestiging van een populatie.

De uitkomsten van dit onderzoek versterken het vermoeden dat ook buiten het Heuvelland viooltjesrijke bossen met een open structuur uiterst zeldzaam zijn geworden. Ook op de zandgronden en in de duinen is vaak geen sprake meer van actief bosbeheer. Daarnaast vormt op de van nature kalkarme Pleistocene zandgronden de belasting door verzuring en strooiselophoping waarschijnlijk een grotere beperking voor het voorkomen van bosviooltjes in hoge dichtheden dan op de kalkrijke hellingen van het Limburgse Heuvelland.

Herstel van viooltjesrijke, lichte bossen door actief bosbeheer zou de terugkeer van de Keizersmantel als standvlinder in Nederland kunnen bewerkstelligen. De grote mobiliteit van deze soort doet een snelle respons verwachten, waarmee deze soort als een belangrijke indicator voor herstel kan fungeren. Met betrekking tot herstelbeheer is het relevant dat Slater (2010) constateerde dat de Keizersmantel na herinvoering van hakhoutbeheer in Warwickshire na de eerste kapbeurt nog geen tekenen van herstel vertoonde, maar dat pas na de tweede kapbeurt de aantallen viooltjes sterk uitbreiden en de aantallen Keizersmantels op transecttellingen toen stegen van enkele vlinders tot meer dan 100. Mogelijk houdt de vertraagde respons verband met een verminderde ruigteontwikkeling bij de tweede kapbeurt, net als in de Limburgse hellingbossen wel is geconstateerd (Eichhorn & Eichhorn, 2007; Bobbink *et al.*, 2008). Nader onderzoek naar de factoren en maatregelen die leiden tot een effectief herstel van viooltjesrijke bossen is al met al nog wenselijk.

Naast de Keizersmantel zijn er meer soorten ongewervelden (en mogelijk zelfs gewervelden als Hazelmuis en Eikelmuis) die naar verwachting zullen profiteren van herstel van de opener structuur van viooltjesrijke bossen (Bobbink *et al.*, 2008; Wallis de Vries & Prick, 2012). Daaronder zijn enkele zeldzame of verdwenen dagvlinders, zoals Zilvervlek en mogelijk ook Zilveren maan en de sinds 2010 weer in Limburg waargenomen Grote parelmoervlinder. Als exponent van soorten die van viooltjesrijke bossen profiteren, zijn in dit onderzoek ook mieren in de Eifel bemonsterd. Helaas is daar – vanwege de noodzakelijkerwijs beperkte bemonsteringintensiteit van dit korte onderzoek – alleen de Bossteekmier uit naar voren gekomen. Diverse soorten mieren zoals de Bossteekmier foerageren actief op de voedzame elaiosomen ('mierenbroodjes') die vastzitten aan de zaden van viooltjes. Ze zorgen daarmee voor de zaadverspreiding. Rond de viooltjes is dus sprake van een hele faunagemeenschap.



Figuur 5.3: In het Urfttal wordt de Keizersmantel door de DBU Nettersheim benut als vlaggenschip voor de soortenrijke natuur van het gebied.
In the Urfttal, the Silver-washed fritillary is used as a flagship species for a species-rich landscape.

Veel van het functioneren van de faunagemeenschap rond bosviooltjes is nog onbekend, maar in Engeland is wel al enige ervaring opgedaan met het herstelbeheer ervan via een soortgerichte insteek (Randle, 2009). Het betrof hier geen hellingbos, maar een met Adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*) en Gaspeldoorn (*Ulex europaeus*) verruigde kalkhelling. Deze werd door een combinatie van branden en begrazing omgevormd tot een open vegetatie met het oog op de herintroductie van het Tijmblauwtje (*Maculinea arion*). Het herstelbeheer leidde tot succesvolle toename van de waardplant *Thymus drucei* en de waardmier *Myrmica sabuleti* voor het Tijmblauwtje, maar daarnaast namen ook andere soorten toe. Toename van diverse *Myrmica*-mierensoorten bevorderde de toename van viooltjes, zowel *Viola riviniana* als *V. lactea*. Van deze toename profiteerden twee vlindersoorten die deze viooltjes als waardplant gebruiken, Zilvervlek en Zilveren maan. Een in eerste instantie soortgericht ingestoken herstelbeheer kan dus uiteindelijk lonend zijn voor een hele soortengemeenschap!

6 Literatuur

- Batschelet, E. (1981). *Circular Statistics in Biology*. Academic Press, New York.
- Bobbink, R., Bijlsma, R.-J., Brouwer, E., Eichhorn, K., Haveman, R., Hommel, P., Noordwijk, T. van, Schaminée, J., Verberk, W., Waal, R. de, Wallis de Vries, M. (2008). *Preadvies hellingbossen in Zuid-Limburg*. Rapport DK nr. 2008/094-O - Directie Kennis - Ministerie van LNV, Ede.
- Clarke, S.A. & Robertson, P.A. (1993). The relative effects of woodland management and pheasant *Phasianus colchicus* predation on the survival of the pearl-bordered and small pearl-bordered fritillaries *Boloria euphrosyne* and *B. selene* in the south of England. *Biological Conservation* **65**, 199-203.
- Culver, D.C. & Beattie, A.J. (1980). The fate of *Viola* seeds dispersed by ants. *American Journal of Botany* **67**, 710-714.
- Ebert, G. & Rennwald, E. (Red.) (1991) *Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band 1 : Tagfalter I*. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Hommel, P.W.F.M., Bijlsma, R.J., Eichhorn, K., Kemmers, R.H., den Ouden, J., Schaminée, J.H.J., de Waal, R.W., Wallis de Vries, M.F. & Willers, B.J.C. (2010). *Mogelijkheden voor herstelbeheer in hellingbossen op kalkrijke bodem in Zuid-Limburg: Resultaten eerste onderzoekfase* Rapport DKI nr. 2010/dk140-O, Ministerie van LNV, Ede.
- Hommel, P.W.F.M., Bijlsma, R.J., Eichhorn, K., den Ouden, J., de Waal, R.W. & Wallis de Vries, M.F. (2011). *OBN-onderzoek naar mogelijkheden voor herstelbeheer in hellingbossen op kalkrijke bodem in Zuid-Limburg: Voortgangsrapportage december 2011*. Alterra – Eichhorn Ecologie – Wageningen Universiteit – De Vlinderstichting, Wageningen.
- Kovach, W.L. (2009). *Oriana: Circular Statistics for Windows, Version 3*. Pentraeth, Wales, UK: Kovach Computing Services.
- Magnus, D. (1950). Beobachtungen zur Balz und Eiablage des Kaisermantels *Argynnis paphia* L. (Lepidoptera, Nymphalidae). *Zeitschrift für Tierpsychologie* **7**, 435-449.
- Nielsen, P.S. (2006). En iagttagelse af aeglaegning hos kejserkåben *Argynnis paphia* L.: Aeggene gemmes på traestammer nær steder med violer. *Lepidoptera (ny serie)* **9 (1)**, 32-35.
- Parmesan, C., Ryrholm N., Stefanescu C., Hill J.K., Thomas C.D., Descimon H., Huntley B., Kaila L., Kullberg J., Tammaru T., Tennent J., Thomas, J.A. & Warren, M. (1999). Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature* **399**, 579-583.

- Randle, Z. (2009). *Maculinea arion as an indicator of rare niches in semi-natural acid grasslands in South West England and the role of Myrmica species of ant*. PhD Thesis, Univ. of Southampton, UK.
- Robertson, T.S. (1980). Weather and variation in *Argynnis paphia* (Linnaeus); (Lepidoptera: Nymphalidae). *Entomologist's Gazette* **31(2)**, 93-102.
- Settele, J., Kudrna, O., Harpke, A., Kühn, I., Van Swaay, C., Verovnik, R., Warren, M., Wiemers, M., Hanspach, J., Hickler, T., Kühn, E., Van Halder, I., Veling, K., Vliegenthart, A., Wynhoff, I. & Schweiger, O. (2008). *Climatic Risk Atlas of European Butterflies*. Pensoft, Sofia / Moskou.
- Slater, M. (2010). Saving the Silver-washed Fritillary. *Butterfly* **105**, 24.
- Thomas, J. & Lewington, R. (1991). *The butterflies of Britain & Ireland*. Dorling Kindersley Limited, London.
- Tinbergen, N. (1951). De Grote parelmoervlinder. *De Levende Natuur* **54(7)**, 139.
- Wallis de Vries, M.F. & M. Prick (2012). Effecten van hakhoutbeheer op de vlinders van hellingbossen. *Natuurhistorisch Maandblad* **101**, 1-9.
- WallisDeVries, M.F., Van Swaay, C.A.M. & Plate, C.L. (2012) Changes in nectar supply: a possible cause of widespread butterfly decline. *Current Zoology* **58**, 384–391.
- Weidemann, H.-J. (1986). *Tagfalter: Entwicklung - Lebensweise : Band 1*. JNN-Naturführer Neumann-Neudamm, Melsungen.