

NEV-Dissertatieprijs 2018

De rol van *Culex pipiens*-muggen in de overdracht van het Westnijlvirus in Europa

Chantal B.F. Vogels

TREFWOORDEN

Arbovirologie, klimaat, vector-ecologie, zoonose

Entomologische Berichten 80 (2): 38-44

Het doel van mijn proefschrift was om de rol van de noordelijke huissteekmug *Culex pipiens* in de overdracht van het Westnijlvirus in Europa te onderzoeken. Deze kennis is nodig om beter te begrijpen waarom uitbraken van dit virus in Europa tot nu toe alleen hebben plaatsgevonden in Zuidoost-Europese landen, terwijl er nog geen uitbraken zijn geweest in Noord-Europese landen. Het Westnijlvirus is een door muggen overdraagbaar virus dat in de natuur circuleert tussen muggen en vogels. Mensen en paarden kunnen echter ook ziek worden door het virus. Mijn proefschrift geeft een mogelijke verklaring voor verschillen in circulatie van het Westnijlvirus tussen Noord- en Zuidoost-Europa. Door het koudere Noord-Europese klimaat zijn de dichtheid van muggen, efficiëntie van virusoverdracht, en de infectieuze levensduur van muggen lager of gereduceerd in vergelijking met Zuidoost-Europa. Klimaatverandering kan echter leiden tot een hoger risico op virusoverdracht en daarom moeten Noord-Europese landen zoals Nederland voorbereid zijn op mogelijke circulatie in de nabije toekomst.

Wat is het Westnijlvirus?

Het Westnijlvirus is een door muggen overdraagbaar virus dat zorgt voor herhaaldelijke ziekte uitbraken in mensen en paarden in Zuidoost-Europa, terwijl er nog geen uitbraken hebben plaatsgevonden in Noord-Europa (European Centre for Disease Prevention and Control 2019a). In de natuur circuleert Westnijlvirus tussen muggen en vogels, maar infectieuze muggen kunnen het virus ook overdragen op mensen en paarden die er ziek van kunnen worden (Hayes & Gubler 2006). Het virus kan zich in het bloed van zoogdieren echter niet genoeg vermeerderen om verder verspreid te worden naar muggen. Muggen spelen een belangrijke rol in de verspreiding van Westnijlvirus door hun specifieke voorkeur voor bepaalde gastheren, vectorcompetentie (bekwaamheid om het virus over te dragen), en door hun afhankelijkheid van omgevingsfactoren zoals temperatuur (Komar 2003, Turell et al. 2005). Mug-gerelateerde factoren kunnen daardoor mogelijk de afwezigheid van Westnijlvirusuitbraken in Noord-Europa verklaren. Het doel van mijn proefschrift was om de rol van de mug *Culex pipiens* Linnaeus in de overdracht van Westnijlvirus in Europa te onderzoeken en om verschillen in Westnijlviruscirculatie tussen Noord- en Zuidoost-Europa beter te begrijpen. Mijn proefschrift richtte zich op muggen als hoofdrolspelers in de overdracht van Westnijlvirus, door de interactie tussen mug, virus, en temperatuur te onderzoeken.

Potentiële vectoren in Nederland

Een van de belangrijkste vectoren voor Westnijlvirus is de noordelijke huissteekmug *C. pipiens*, een soort die bestaat uit

twee verschillende biotypen: *pipiens* en *molestus* (Vinogradova 2000) (figuur 1). Beide biotypen zijn morfologisch identiek, maar verschillen in hun gedrag, zoals hun voorkeur voor gastheren. Biotype *pipiens* heeft een voorkeur voor vogels terwijl biotype *molestus* een voorkeur heeft voor zoogdieren waaronder mensen. Kruisingen tussen beide biotypen resulteren in hybriden die ideale eigenschappen hebben om Westnijlvirus van vogels naar mensen over te dragen, doordat ze zowel vogels als zoogdieren bijten.

Om inzicht te krijgen in de verspreiding en de activiteit van de *C. pipiens*-biotypen in Nederland, zijn muggen verzameld met muggenvallen en met hulp van Nederlandse burgers (Vogels et al. 2015). Muggensoorten werden geïdentificeerd op basis van morfologie en *C. pipiens*-biotypen en hybriden werden geïdentificeerd door middel van een speciaal ontwikkelde moleculaire PCR-toets (Vogels et al. 2015). Beide biotypen en hybriden werden gedurende het hele jaar gevonden op verschillende plekken in Nederland, zowel binnenshuis als buitenshuis (figuur 2). Kruisingen tussen de biotypen werden in het hele land gevonden, met tot wel 15% hybriden in de muggenpopulatie. Kortom, beide *C. pipiens*-biotypen en hun hybriden zijn aanwezig in Nederland, en zowel biotype *molestus* als hybriden zijn zowel in de zomer als winter actief terwijl biotype *pipiens* alleen tijdens de zomer actief is.

De volgende stap in mijn onderzoek was om de samenstelling van de *C. pipiens*-muggenpopulaties te onderzoeken binnen Europa (Vogels et al. 2016a). Een vergelijking werd gemaakt tussen biotypen en hybriden gevangen in drie verschillende leefgebieden, namelijk ruraal gebied, bebouwd gebied en natuurgebied, in

NEV-Dissertatieprijs 2018

Tijdens de 30e Nederlandse Entomologendag (Ede, 14 december 2018) is de elfde NEV-Dissertatieprijs uitgereikt aan Dr. Chantal B.F. Vogels, voor haar proefschrift 'The role of *Culex pipiens* mosquitoes in transmission of West Nile virus in Europe', op 8 september 2017 verdedigd aan de Wageningen Universiteit. De prijs bestaat uit een geldbedrag plus een oorkonde en wordt jaarlijks toegekend voor het beste proefschrift op het gebied van de entomologie, verdedigd aan een Nederlandse universiteit in het voorgaande academische jaar (1 september - 31 augustus). De jury was unaniem in haar keuze voor het proefschrift van Chantal Vogels. Dit kwalitatief zeer sterke proefschrift is zowel entomologisch als maatschappelijk van groot belang omdat het overtuigend aantoont dat er een reëel risico is op de verspreiding van het Westnijlvirus naar Noord-Europa. Het juryrapport roemt verder het gebruik van 'citizen science' (muggenradar) en de verschillende media-optredens en publicaties in niet-wetenschappelijke maatschappelijke tijdschriften. Het belang van dit onderwerp voor de entomologie en de sterke combinatie van verschillende

onderzoekstechnieken en vraagstukken, die op een zeer goede manier onderzocht zijn en zeer helder en bondig zijn gepresenteerd, waren doorslaggevend voor de keuze van de jury voor dit proefschrift.

During the 30th Annual Dutch Entomologists Meeting (Ede, 14 December 2018), the eleventh Netherlands Entomological Society (NEV) Dissertation Award was presented to Dr. Chantal B.F. Vogels, for her thesis 'The role of *Culex pipiens* mosquitoes in transmission of West Nile virus in Europe', on September 8, 2017 at Wageningen University. This prize comprises a sum of money and a certificate of appreciation, and is awarded for the best doctoral thesis in the field of entomology, defended at a Dutch university in the preceding academic year (1 September - 31 August). The committee was unanimous in selecting Chantal Vogel's thesis as the winner. This thesis is of high quality and important for entomology as well as for society because it convincingly demonstrates a realistic risk of West Nile virus spreading to northern Europe. The report from the jury further praises the use of 'citizen science' (mosquito radar),



the media-attention for the study and the publications in non-scientific societal journals. The importance of this topic for the field of entomology and the strong combination of research approaches and questions that were addressed in an excellent way, and presented clearly and concisely, were at the basis of the jury's decision to select this thesis.

drie verschillende Europese landen, namelijk Zweden, Nederland en Italië. De samenstelling van muggenpopulaties verschilde tussen de leefgebieden, maar deze verschillen waren specifiek voor ieder land (figuur 3). Een duidelijker patroon werd gevonden tussen de verschillende landen. Van Zuid- naar Noord-Europa nam de aanwezigheid van biotype *pipiens* in de muggenpopulatie sterk toe. In Zweden werden bijna alleen maar *pipiens*-muggen gevonden, terwijl de ratio tussen biotype *pipiens* en *molestus* in Italië ongeveer gelijk was. Daarnaast was het percentage hybriden in de muggenpopulatie ongeveer hetzelfde in Nederland en Italië. Kortom, het aandeel van biotype *pipiens* in de *C. pipiens*-muggenpopulatie neemt sterk toe van Zuid- naar Noord-Europa, maar met een relatief gelijk aandeel hybriden in Nederland en Italië.

Nederlandse muggen en het Westnijlvirus

Nadat vastgesteld was dat de *C. pipiens*-biotypen en -hybriden aanwezig zijn in Nederland, werd onderzocht hoe goed ze in staat zijn om Westnijlvirus over te dragen (ook wel vectorcompetentie genoemd; Vogels et al. 2016b). Vectorcompetentie voor Westnijlvirus werd getest in het laboratorium door muggen te voeden met bloed waaraan virus was toegevoegd. Na veertien dagen incubatie bij 18 °C, 23 °C of 28 °C werd speeksel verzameld om vervolgens vast te stellen of daarin virus aanwezig was (figuur 4). Aanwezigheid van Westnijlvirus in het lijf van de mug geeft aan dat de mug geïnfecteerd is geraakt en aanwezigheid van het virus in het speeksel geeft aan dat de

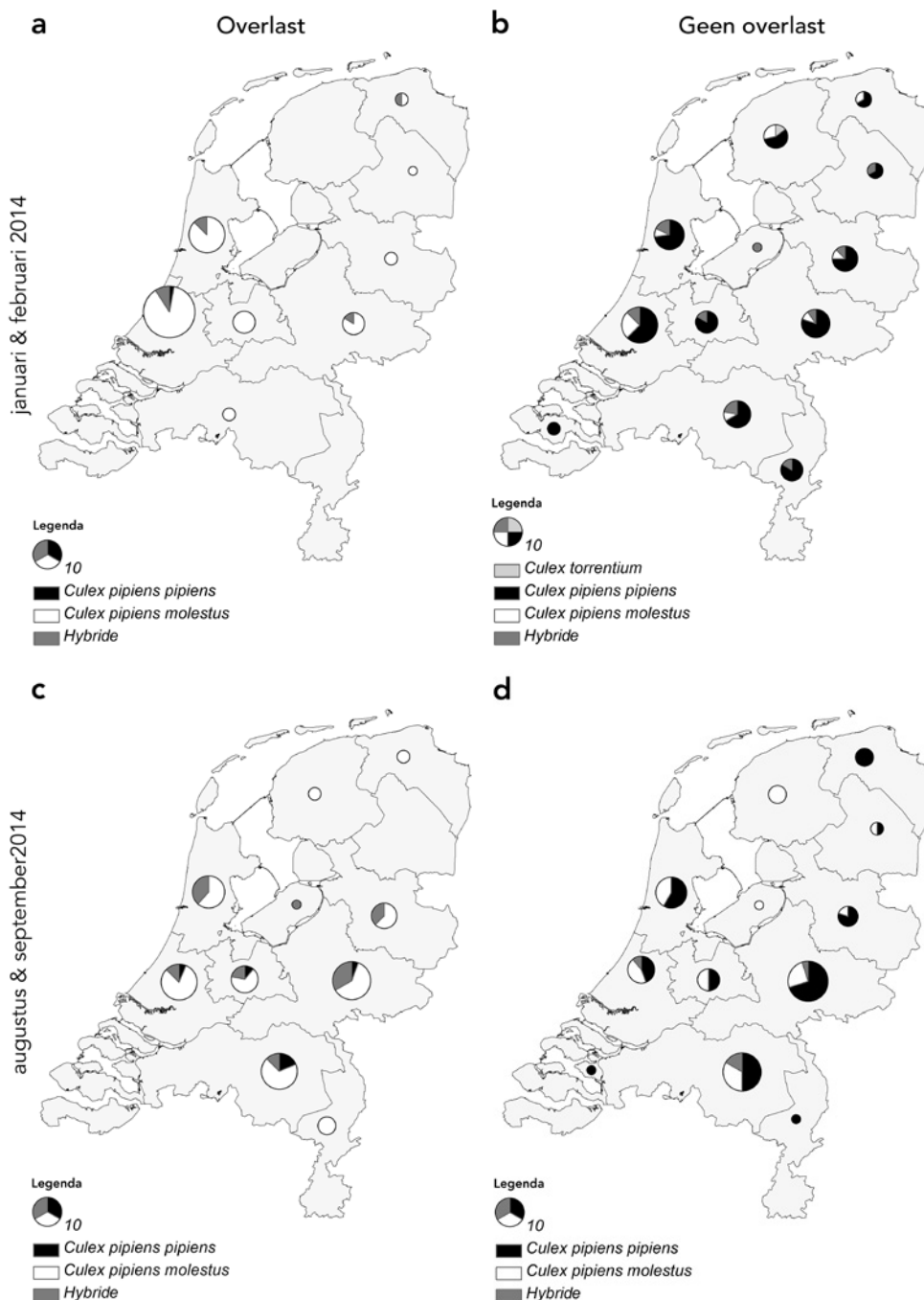
mug het virus mogelijk kan overdragen.

Vectorcompetentie van de biotypen was sterk verschillend bij de geteste temperaturen: bij toenemende temperaturen was de transmissie van Westnijlvirus door biotype *pipiens* en hybriden hoger, terwijl de transmissie van Westnijlvirus door biotype *molestus* ongeveer gelijk bleef bij alle drie de temperaturen (figuur 5). Geen van de biotype *pipiens*-muggen, en slechts 2% van de hybriden konden Westnijlvirus overdragen na veertien dagen incubatie bij 18 °C. Daarentegen kon één op de drie biotype *pipiens*-muggen Westnijlvirus overdragen na veertien dagen incubatie bij 28 °C. Dit laat zien dat Nederlandse *C. pipiens*-muggen Westnijlvirus kunnen overdragen, maar dat lage temperatuur een belangrijke limiterende factor is voor de overdracht.

Om mogelijke verschillen in vectorcompetentie tussen een Noord- en Zuid-Europese muggenpopulatie te onderzoeken, is vervolgens een directe vergelijking gemaakt tussen vectorcompetentie van een Nederlandse en Italiaanse populatie *C. pipiens* biotype *pipiens* (Vogels et al. 2017a). Vectorcompetentie werd wederom getest na een incubatieperiode van veertien dagen bij 18 °C, 23 °C of 28 °C. Er werden geen verschillen in vectorcompetentie gevonden tussen beide muggenpopulaties. Het percentage muggen van beide populaties dat Westnijlvirus kon overdragen varieerde tussen 0% en 16%, afhankelijk van de incubatietemperatuur. Dit laat zien dat er ogenschijnlijk geen intrinsieke verschillen zijn tussen beide populaties. Opnieuw werd bevestigd dat lage temperaturen een belangrijke limiterende factor zijn voor Westnijlvirusoverdracht.

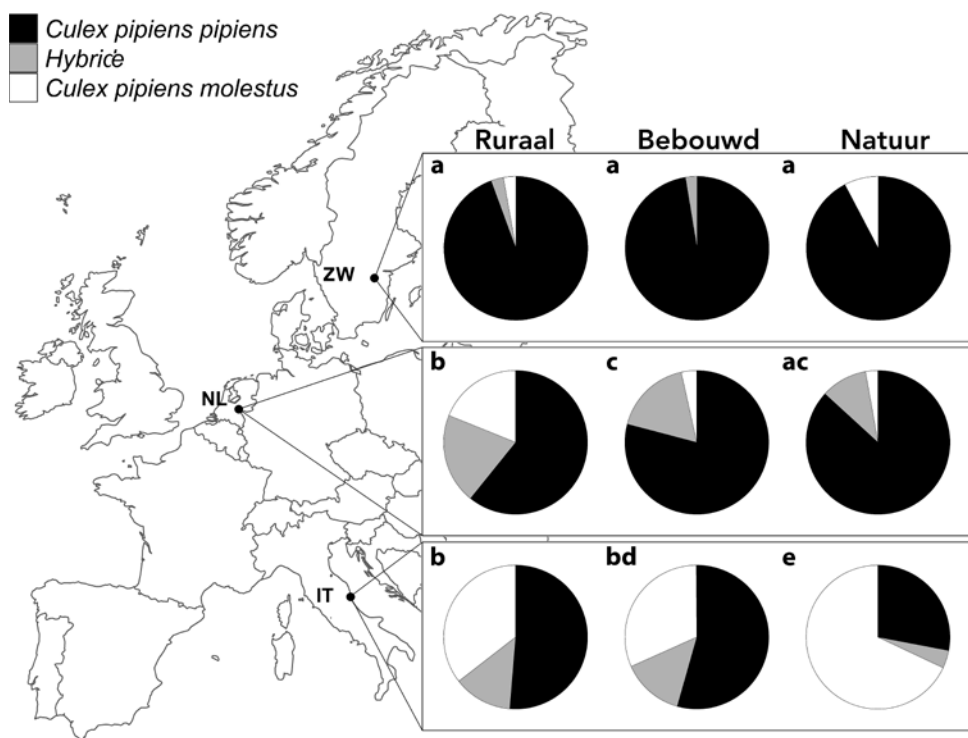


1. De noordelijke huissteekmug *Culex pipiens*. Foto: Hans Smid (www.bugsinthepicture.com)
1. The northern house mosquito *Culex pipiens*.



2. Overzicht van *Culex*-muggen die binnenshuis werden verzameld door Nederlandse burgers gedurende de winter (januari & februari 2014) en zomer (augustus & september 2014). Cirkeldiagrammen geven de relatieve samenstelling van *Culex*-muggen per provincie weer voor muggen verzameld in de winter die (a) wel of (b) geen overlast veroorzaakten, en muggen verzameld in de zomer die (c) wel of (d) geen overlast veroorzaakten. De grootte van ieder cirkeldiagram geeft het aantal geanalyseerde muggen weer. Voornamelijk biotype *molestus* en hybriden zijn verantwoordelijk voor overlast. Figuur eerder gepubliceerd in Vogels et al. 2015.

2. *Culex* mosquitoes collected indoors by Dutch citizens during the winter (January and February) and summer (August and September) of 2014 in The Netherlands. Relative composition of *Culex* mosquitoes per province, collected during January and February 2014, (a) that had caused nuisance and were engorged, and (b) that had not caused nuisance. Relative composition of *Culex* mosquitoes per province, collected during August and September 2014, (c) that had caused nuisance and were engorged, and (d) that had not caused nuisance. The size of each pie chart varies according to the number of analysed samples. Biotype *molestus* and hybrids are mostly causing nuisance. Figure previously published in Vogels et al. 2015.



3. Effect van leefgebied op de samenstelling van het *Culex pipiens*-complex in drie verschillende landen. Rijen geven het effect van leefgebied weer binnen ieder land, en kolommen geven het effect van land weer binnen ieder leefgebied. Letters geven significante verschillen weer ($p < 0.05$). Het aantal geteste muggen per cirkeldiagram was 26-115. ZW = Zweden, NL = Nederland, IT = Italië. Er is een duidelijke verschuiving in de samenstelling van *C. pipiens*-populaties van noord naar zuid, met meer biotype *pipiens* in het noorden. Figuur eerder gepubliceerd in Vogels et al. 2016a.

3. Within-effect of habitat within each of the three countries on the ratio of *Culex pipiens* biotypes and their hybrids (rows), and within-effect of country within each habitat type (columns). Letters indicate significant differences ($p < 0.05$). The sample size for each pie chart ranges between $n = 26-115$. Letters display significant differences between ratios shown in rows and columns, at a significance level of $p < 0.05$. ZW = Sweden, NL = The Netherlands, and IT = Italy. There is a clear shift towards more biotype *pipiens* from southern to northern Europe. Figure previously published in Vogels et al. 2016a.



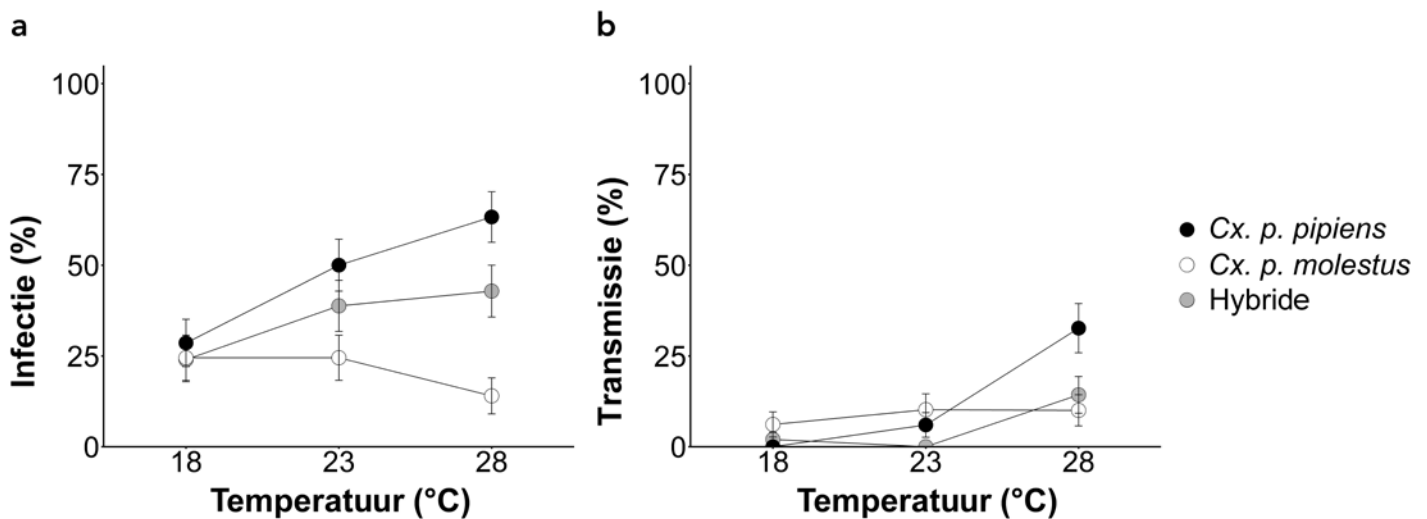
4. Muggenspeeksel verzamelen om vast te stellen of muggen het Westnijlvirus over kunnen dragen. Door de muggensnuit in een pipetpunt te plaatsen met een zoete vloeistof kan speeksel van de mug verzameld worden. Aanwezigheid van virus in het speeksel geeft aan dat de mug mogelijk in staat is het virus over te dragen. Foto: Jelke Fros

4. Collection of mosquito saliva to determine whether mosquitoes are able to transmit West Nile virus. Saliva can be collected by placing the mosquito proboscis in a pipette tip with a sugar solution. Detection of West Nile virus in the saliva indicates that the mosquito may be able to transmit the virus.

Westnijlvirus en muggengedrag

De overdracht van Westnijlvirus is sterk afhankelijk van het zoekgedrag naar gastheren door muggen. Voor Westnijlvirus zou het gunstig zijn als infectie van muggen leidt tot verhoogde overdracht van het virus naar vogels. Om te onderzoeken of Westnijlvirus haar eigen transmissie kan verhogen door het gedrag van de mug te beïnvloeden, is de invloed van Westnijlvirus op het zoekgedrag van muggen naar gastheren onderzocht (Vogels et al. 2017b). Geïnfecteerde en ongeïnfecteerde muggen hadden een sterkere voorkeur voor kippengeur dan mensengeur. Daarnaast was het opmerkelijk dat infectie met Westnijlvirus resulteerde in een verminderde reactie van de

mug op de geur van gastheren (ongeacht welke geur aangeboden werd), terwijl de mug nog steeds in staat was om geuren waar te nemen met haar antennes. Een mogelijke verklaring voor de verminderde reactie op gastheergeuren is interferentie van Westnijlvirus in de hersenen van de mug, maar deze hypothese moet nog verder onderzocht worden. Daarnaast was er geen effect van Westnijlvirusinfectie op het vlieggedrag, overleving of bloedvoedingsgedrag van de mug. De conclusie die uit deze experimenten getrokken kan worden is dat Westnijlvirus de reactie van de mug op gastheren vermindert, maar dat infectie geen invloed heeft op andere eigenschappen van de mug.



5. Vectorcompetentie van de Nederlandse *Culex pipiens*-biotypen en hybriden bij drie verschillende temperaturen. (a) Infectiepercentages in de mug na incubatie gedurende 14 dagen bij 18 °C, 23 °C of 28 °C, en (b) transmissiepercentages na 14 dagen incubatie bij 18 °C, 23 °C, of 28 °C. Elk datapunt geeft een groep van 50 muggen weer. Nederlandse *C. pipiens*-muggen kunnen het Westnijlvirus overdragen, maar temperatuur heeft een sterk remmend effect op de overdracht van het virus. Figuur eerder gepubliceerd in Vogels et al. 2016b.

5. Vector competence of Dutch *Culex pipiens* biotypes and hybrids incubated at 18 °C, 23 °C, or 28 °C for 14 days. (a) Infection rates and (b) transmission rates of biotype *pipiens* (black), biotype *molestus* (white), and hybrids (grey) after oral infection. Each data point represents 50 female mosquitoes and error bars show standard error of the means. Dutch *C. pipiens* mosquitoes can transmit West Nile virus, but temperature is an important limiting factor for transmission. Figure previously published in Vogels et al. 2016b.

Risico's in Europa?

In mijn proefschrift heb ik laten zien dat de bijdrage van de *C. pipiens*-biotypen aan de overdracht van Westnijlvirus mogelijk verschillend zou kunnen zijn. Om de risico's op overdracht van Westnijlvirus in Europa in te schatten, is er een model ontwikkeld waarbij rekening gehouden werd met biotype-specifieke en temperatuursafhankelijke factoren zoals hierboven beschreven (Vogels et al. 2017c). Gebaseerd op de uitkomsten van het model werden de factoren temperatuur, samenstelling van de muggenpopulatie, en de ratio tussen muggen en gastheren geïdentificeerd als factoren die belangrijk zijn voor het vestigen van Westnijlvirus in een bepaald gebied (figuur 6). Verdere analyses lieten zien dat biotype *pipiens* de belangrijkste bijdrage levert aan overdracht van Westnijlvirus. Kortom, hogere temperaturen, meer biotype *pipiens* in de muggenpopulatie, en hogere ratio's tussen muggen en gastheren kunnen mogelijk het risico op overdracht van Westnijlvirus in Noord-Europa verhogen.

Moeten we ons zorgen maken?

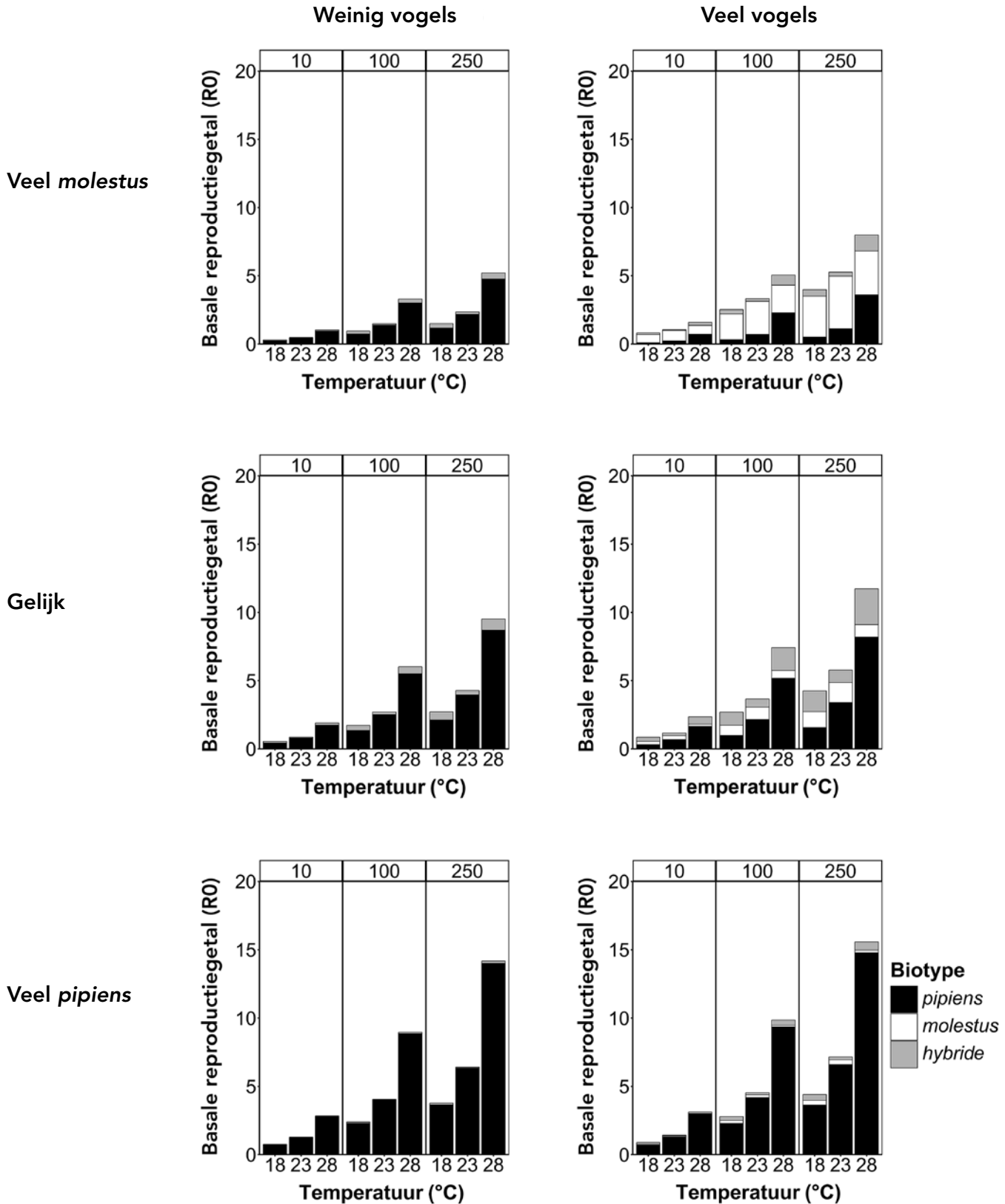
Mijn proefschrift draagt bij aan onze kennis over verschillen in Westnijlviruscirculatie tussen Noord- en Zuidoost-Europa. Drie belangrijke factoren werden geïdentificeerd die de afwezigheid van Westnijlvirusuitbraken in Noord-Europa kunnen verklaren. De dichtheid van muggen, vectorcompetentie, en de duur van de infectieuze levensduur van muggen zijn alle lager of gereduceerd in Noord-Europa in vergelijking met Zuidoost-Europa (Vogels et al. 2017d), als gevolg van het koudere klimaat in Noord-Europa. Kortom, lage temperaturen zijn een belangrijke limiterende factor voor de vestiging van Westnijlvirus in Noord-Europa, door de negatieve invloed op de drie genoemde muggelateerde factoren. Desondanks laten de resultaten in mijn proefschrift ook zien dat de *C. pipiens*-biotypen en hybriden veel voorkomen in Nederland, en dat ze mogelijk in staat zijn om Westnijlvirus over te dragen bij gunstige klimaatomstandig-

heden. Deze uitkomsten in combinatie met de voorspellingen voor klimaatverandering laten zien dat Noord-Europese landen zoals Nederland voorbereid moeten zijn op mogelijke circulatie van Westnijlvirus in de nabije toekomst. Recente meldingen van het European Centre for Disease Control laten inderdaad een noordelijke verschuiving in Westnijlvirus gevallen zien. In de zomer van 2019 (twee jaar na publicatie van mijn proefschrift) zijn voor het eerst vier humane gevallen in Duitsland gerapporteerd (European Centre for Disease Prevention and Control 2019b).

Monitoren van Westnijlvirus, het in kaart brengen van de verspreiding evenals bestrijding van muggen, en het bewustzijn van mogelijke Westnijlviruscirculatie in Noord-Europa zijn nodig om voorbereid te zijn op overdracht van Westnijlvirus in de toekomst.

Dankwoord

Ik wil graag mijn copromotor dr. Sander Koenraadt en promotor prof. Marcel Dicke hartelijk danken voor de uitstekende begeleiding en samenwerking. Daarnaast wil ik mijn coauteurs, studenten, en collega's binnen de laboratoria voor Entomologie en Virologie bedanken voor alle support en hulp tijdens het uitvoeren van mijn promotieonderzoek.



6. Scenario's die de bijdrage van de *Culex pipiens*-biotypen en -hybriden aan Westnijlvirusoverdracht in Europa voorspellen op basis van een model. Gemodelleerd zijn scenario's met verschillende samenstellingen van de *Culex pipiens*-populatie (veel *molestus* = 80% *molestus*, gelijk = evenveel *molestus* als *pipiens* als hybriden, veel *pipiens* = 80% *pipiens*), weinig vogels (20%) of veel vogels (80%) als gastheren, verschillende mug-gastheerratio's (10, 100 en 250), en verschillende temperaturen. Het basale reproductiegetal op de y-as geeft een schatting van het aantal secundaire gevallen na introductie van 1 geïnfecteerde mug of vogel in een naïeve populatie. Figuur eerder gepubliceerd in Vogels *et al.* 2017c.

6. Contribution of each *Culex pipiens* biotype or hybrid to scenarios for West Nile virus transmission in Europe. The six plots show the results for low or high fractions of birds in the host population (bird low = 0.2 and bird high = 0.8, respectively) and one of the three different mosquito population compositions (*molestus* dominated = 80% *molestus*, equal fractions, or *pipiens* dominated = 80% *pipiens*). Each plot shows the contribution of biotype *pipiens*, biotype *molestus* or hybrids to the R0 values for three temperature scenarios (T = 18 °C, 23 °C, and 28 °C) and three different mosquito-to-host ratios (10, 100, or 250). Values of R0 above one indicate that there is a chance of West Nile virus establishment. Figure previously published in Vogels *et al.* 2017c.

Literatuur

- European Centre for Disease Prevention and Control 2019a. Historical data by year - West Nile fever seasonal surveillance. Beschikbaar op: <https://ecdc.europa.eu/en/west-nile-fever/surveillance-and-disease-data/historical>.
- European Centre for Disease Prevention and Control 2019b. West Nile virus in Europe in 2019 – human cases compared to previous seasons, updates 15 November 2019. Beschikbaar op: www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/west-nile-virus-europe-2019-human-cases-compared-previous-seasons-updated-15-0.
- Hayes EB & Gubler DJ 2006. West Nile Virus: Epidemiology and clinical features of an emerging epidemic in the United States. *Annual Review of Medicine* 57: 181-94.
- Komar N 2003. West Nile virus: epidemiology and ecology in North America. *Advances in Virus Research* 61: 185-234.
- Turell MJ, Dohm DJ, Sardelis MR, O'guinn ML, Andreadis TG & Blow JA 2005. An update on the potential of North American mosquitoes (Diptera: Culicidae) to transmit West Nile virus. *Journal of Medical Entomology* 42: 57-62.
- Vinogradova EB 2000. *Culex pipiens pipiens* mosquitoes: taxonomy, distribution, ecology, physiology, genetic, applied importance and control. Pensoft Publishers.
- Vogels CBF, Van De Peppel LJJ, Van Vliet AJH, Westenberg M, Ibañez-Justicia A, Stroo A, Buijs JA, Visser TM & Koenraadt CJM 2015. Winter activity and aboveground hybridization between the two biotypes of the West Nile virus vector *Culex pipiens*. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 15: 619-626.
- Vogels CBF, Möhlmann TWR, Melsen D, Favia G, Wennergren U & Koenraadt CJM 2016a. Latitudinal diversity of *Culex pipiens* biotypes and hybrids in farm, peri-urban, and wetland habitats in Europe. *PLOS ONE* 11: e0166959.
- Vogels CBF, Fros JJ, Göertz GP, Pijlman GP & Koenraadt CJM 2016b. Vector competence of northern European *Culex pipiens* biotypes and hybrids for West Nile virus is differentially affected by temperature. *Parasites & Vectors* 9: 393.
- Vogels CBF, Göertz GP, Pijlman GP & Koenraadt CJM 2017a. Vector competence of northern and southern European *Culex pipiens pipiens* mosquitoes for West Nile virus across a gradient of temperatures. *Medical and Veterinary Entomology* 31: 358-364.
- Vogels CBF, Fros JJ, Pijlman GP, van Loon JJA, Gort G & Koenraadt CJM 2017b. Virus interferes with host-seeking behaviour of mosquito. *The Journal of Experimental Biology* 220: 3598-3603.
- Vogels CBF, Hartemink N & Koenraadt CJM 2017c. Modelling West Nile virus transmission risk in Europe: effect of temperature and mosquito biotypes on the basic reproduction number. *Scientific Reports* 7: 5022.
- Vogels CBF, Göertz GP, Pijlman GP & Koenraadt CJM 2017d. Vector competence of European mosquitoes for West Nile virus. *Emerging Microbes & Infections* 6: e96.

Geaccepteerd: 29 januari 2020

Summary

The role of *Culex pipiens* mosquitoes in transmission of West Nile virus in Europe

West Nile virus is maintained in a natural transmission cycle between birds and mosquitoes. Humans and other mammals may also become infected with the virus, which can result in disease, but mammals do not contribute to the transmission cycle. That is because they do not develop sufficient levels of virus in their blood to sustain transmission to mosquitoes. In Europe, outbreaks of West Nile virus among humans are yearly recurring in southern and central European countries, whereas no outbreaks have been detected in northern European countries. In my PhD thesis, I focused on the role of the main mosquito vector (*Culex pipiens*) in transmission of West Nile virus in Europe, to better understand the differences in transmission dynamics. I have investigated the distribution of *Cx. pipiens* biotypes and hybrids at a national and international scale, its ability (i.e. vector competence) to transmit West Nile virus, and the impact of virus-infection on its host-seeking behaviour. Using these empirical data, I have modelled different scenarios to better understand the risks for West Nile virus transmission across Europe. The findings presented in my PhD thesis show that the *Cx. pipiens* biotypes and hybrids are abundantly present across Europe, including The Netherlands. Under laboratory conditions, Dutch and Italian *Cx. pipiens* mosquitoes transmit West Nile virus at similar rates, but low temperatures (i.e. 18 °C and below) are an important limiting factor for transmission. The absence of West Nile virus outbreaks in northern Europe can likely be explained by relatively low summer temperatures which have a negative effect on mosquito abundance, vector competence, and the duration of the infectious period. When considering the outcomes of my PhD thesis in the light of climate change, northern European countries such as The Netherlands should be prepared for future West Nile virus transmission.



Chantal Vogels

Laboratory of Entomology Wageningen University & Research
Wageningen

Department of Epidemiology of Microbial Diseases
Yale School of Public Health
United States of America
chantal.vogels@yale.edu