



ALTERRA

WAGENINGEN UR

Nulmeting volwassen steekmuggen Herinrichtingsgebied Peize en Herinrichtingsgebied Roden-Norg

P.F.M. Verdonschot
R. Wiggers



Alterra-rapport 1640, ISSN 1566-7197



Nulmeting volwassen steekmuggen Herinrichtingsgebied Peize en
Herinrichtingsgebied Roden-Norg

Nulmeting volwassen steekmuggen Herinrichtingsgebied Peize en Herinrichtingsgebied Roden-Norg

Piet F.M. Verdonschot
Rink Wiggers

Alterra-rapport 1640

Alterra, Wageningen, 2007

REFERAAT

Verdonschot Piet F.M. & R. Wiggers, 2007. *Nulmeting volwassen steekmuggen Herinrichtingsgebied Peize en Herinrichtingsgebied Roden-Norg*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1640. 58 blz.; 4 tab.; 6 ref.

Het monitoren van volwassen steekmuggen in de periode juni-augustus 2007 rondom de inrichtingsgebieden Peize en Roden-Norg heeft laten zien dat er geen tot minimaal sprake is van het optreden van steekmuggen. Het potentieel optreden van volwassen moerassteekmuggen is niet bepaald omdat daarvoor in het voorjaar (april/mei) gemonitord moet worden. Het rapport gaat verder in op de relatie tussen het optreden van steekmuggen en de inrichting van natuurontwikkelingsgebieden en op de mogelijkheid om een risico-analyse uit te voeren.

Trefwoorden: inrichting, monitoring, Peize, risico-analyse, Roden-Norg, steekmug

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra vestrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2007 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Materiaal en methode	11
2.1 Algemene opzet	11
2.2 Monitorplekken	11
3 Resultaten	13
3.1 Monitorplekken	13
3.2 Vangstresultaten	14
4 Discussie	17
4.1 Inleiding	17
4.2 Monitoring zomer 2007	17
4.3 Overlast en plaagvorming	17
4.4 Gebiedsinrichting	19
4.4.1 Fysische factoren	19
4.4.2 Chemische factoren	20
4.4.3 Biologische factoren	21
4.5 Risicobepalende factoren	21
5 Aanbevelingen	25
Literatuur	27
<i>Bijlagen</i>	
1 Handleiding monitoren volwassen steekmuggen (♀)	29
2 Monitorformulier volwassen steekmuggen	31
3 Ecologie van steekmuggen	33

Samenvatting

De wateroverlast in 1998 was aanleiding om het waterbeheer in Noord Nederland aan te passen. Hiervoor zijn drie plannen opgesteld: Inrichtingsplan waterberging – natuur Roden – Norg, Herinrichting Peize en Herstel bovenlopen Peizerdiep. Bij de herinrichting Peize en de inrichting Roden-Norg zijn waterbergingsgebieden voorzien. In deze gebieden vindt na herinrichting moerasvorming plaats. De lokale bevolking heeft ongerustheid getoond over eventueel in de toekomst optredende overlast van steekmuggen. De Provincie Drenthe heeft Alterra verzocht een nulmeting van de zomersituatie van de volwassen exemplaren van steekmuggen uit te voeren.

Het monitoren van volwassen steekmuggen in de periode juni-augustus 2007 rondom de inrichtingsgebieden Peize en Roden-Norg heeft laten zien dat er geen tot minimaal sprake is van het optreden van steekmuggen. Met deze monitoring is echter alleen inzicht verkregen in het optreden van huissteekmuggen. Het potentieel optreden van volwassen moerassteekmuggen is niet bepaald omdat daarvoor in het voorjaar (april/mei) gemonitord moet worden.

Het rapport gaat verder in op de relatie tussen het optreden van steekmuggen en de inrichting van natuurontwikkelingsgebieden en op de mogelijkheid om een risico-analyse uit te voeren.

1 Inleiding

De wateroverlast in 1998 was aanleiding om het waterbeheer in Noord Nederland aan te passen om de risico's tot een aanvaardbaar minimum terug te brengen. De provincies Groningen en Drenthe en het waterschap Noorderzijlvest hebben gezamenlijk twee plannen (Inrichtingsplan waterberging – natuur Roden – Norg, Herinrichting Peize) opgesteld met als kerndoel het realiseren van waterberging. Daarnaast worden plannen uitgewerkt voor de koppeling van het Fochtelooërveen aan de bovenlopen van het Peizerdiep en er wordt gewerkt aan het herstel van het Peizerdiep.

Het plangebied omvat de stroomgebieden van het Eelderdiep en het Peizerdiep, die vanaf het Drentse plateau door het laagveengebied op de overgang naar het Gronings kleigebied naar het noorden stromen. Het aankoppelen van het Fochtelooërveen en de maatregelen in de bovenlopen van het Peizerdiep hebben beekherstel tot doel. Alle genoemde maatregelen hebben tot doel zowel beekherstel (van beide benedenlopen en van de bovenlopen van het Peizerdiep) als moerasontwikkeling (grote zeggenvegetaties en rietmoeras) in de beekdalgronden van Peizerdiep en Eelderstroom.

Bij de herinrichting Peize en de inrichting Roden-Norg zijn waterbergingsgebieden voorzien en vindt moerasvorming plaats. De lokale bevolking heeft ongerustheid getoond over eventueel in de toekomst optredende overlast van steekmuggen. De Provincie Drenthe heeft Alterra verzocht een nulmeting van volwassen exemplaren van steekmuggen uit te voeren.

Het doel van de nulmeting is het vaststellen van de aanwezigheid en dichtheid van volwassen steekmuggen die zich, onder de huidige omstandigheden van de herinrichtingsgebieden, in de zomersituatie ontwikkeld. Het project beperkt zich tot 5 meetmomenten van volwassen steekmuggen in 2007. De resultaten van de nulmeting gaan fungeren als referentie voor toekomstige metingen.

2 Materiaal en methode

2.1 Algemene opzet

De nulmeting van de voorjaarspopulatie van volwassen steekmuggen omvatte de volgende stappen:

1. Vooraf aan de monitoring zijn in overleg met de opdrachtgever de te monitoren plekken (22 monitorplekken) vastgesteld.
2. Na vaststelling zijn de te monitoren plekken bezocht en is per plek de meest optimale vangplek gemarkeerd.
3. Op de monitorplekken zijn 5-maal, in voorjaar-zomer van 2007, metingen van volwassen steekmuggen verricht (bijlage 1 en 2).
4. De metingen zijn met behulp van de human-bait techniek uitgevoerd:
 - o door 2 personen,
 - o rond avond/zonsondergang (indien mogelijk op dagen met 'drukkende', warme weersomstandigheden),
 - o gedurende 10 minuten per locatie.
5. De gevangen dieren zijn in het laboratorium op naam gebracht.

2.2 Monitorplekken

In tabel 1 is een overzicht gegeven van de 17 geselecteerde monitorplekken.

Tabel 1. Overzicht van de 17 monitorplekken

nummer	omschrijving van de monitorplek	x-coördinaat	y-coördinaat
1A	camping Leutingewolde (Cnossen), parkeerplaats	224.275	577.056
1B	camping Leutingewolde (Cnossen), camping oeverzone Leekstermeer	224.275	577.240
2	Sandebuurt, dorp	226.446	576.642
3	Sandebuurt Noord	226.434	577.586
4	Onlandse dijk	227.652	577.991
6	Eiteweert	229.455	579.512
10	N372 Noord	229.986	577.991
11	N372 Midden	229.635	577.502
12	N372 Zuid	229.282	576.792
13	N372 Zanddijk	228.916	576.002
14	Zanddijk	230.135	576.248
16	Zanddijk Oost	231.734	577.391
17	Peizermade Zuid	230.949	578.608
18	Broekstukken	231.707	573.218
19	Eelde	232.494	573.539
20	Peizermade	230.143	578.496
21	Schipsloot Noord	228.159	576.376

3 Resultaten

3.1 Monitorplekken

Tijdens ieder veldbezoek zijn enkele milieukeurmerken van de monitorplekken opgenomen (tabel 2). De vangdagen zijn zodanig geselecteerd dat tegelijk zo optimaal mogelijke weersomstandigheden voor het vangen van steekmuggen (windstil, warm, hoge luchtvochtigheid) aanwezig waren. Uit het overzicht met de weersomstandigheden (tabel 2) blijkt dat op vangdag 4 teveel wind en enige regen op is getreden. Dit kan een invloed hebben op een lager vangresultaat hetgeen echter niet zichtbaar is in de totaal aantallen gevangen steekmuggen. Op vangdag 2 was de luchtvochtigheid het laagst.

Tabel 2. Overzicht van de weersomstandigheden op de 5 monitordagen

Datum	4-6-2007	11-6-2007	19-6-2007	16-7-2007	6-8-2007
Weersgegevens					
bewolking	licht/ half open	geen/licht/ half open	geen/licht/ half open	licht/half open/ zwaar/dicht	geen/licht/ half open
neerslagfrequentie	geen	geen	geen	geen/af en toe/ steeds	geen
neerslaghoeveelheid	geen	geen	geen	geen/zwaar	geen
wind	zwak/matig	geen/matig	geen/zwak	geen/sterk	geen/zwak
windrichting	NO	ZW	ZW	Z	ZW
windkracht	zwak/matig	bladstil/ matig	bladstil/ matig	bladstil/ sterk	bladstil/ zwak
vangplek					
tijdsduur vangen	10	10	10	10	10
luchttemperatuur (°C)	16-20	19-27	18-25	21-27	19-29
luchtvochtigheid (%)	78-95	61-86	77-98	72-78	71-96
aantal steekmuggen		3	2	6	8

De vangplekken zijn zodanig binnen de vooraf vastgestelde monitorplekken gekozen dat deze in begroeiing lagen (tabel 3). Begroeiing zorgt voor een meer geschikt microklimaat voor volwassen steekmuggen om te overleven (beschut, vochtig, koel). Vooral de vangplekken 1A, 1B, 12 en 18 voldeden in mindere mate aan deze eisen. De vangplekken 13 en 21 zijn de plekken met de meeste steekmuggen. Beide plekken hebben een dichte bladrijke boomlaag en struiklaag met een voldoende ontwikkelde kruidlaag. De begroeiing van de vangplek kan invloed hebben op het vangstresultaat.

Tabel 3. Beschrijving van de begroeiingskenmerken per monitorplek

monitor-plek	monster-dag	boomlaag	struiklaag	kruidlaag	hoogte kruidlaag (cm)	aantal steekmuggen (aantal dagen)
1A	1-5	weinig blad/ open	weinig blad/ open	weinig/ open	15	
1B	1-5	weinig blad/ open	weinig blad/ open	weinig/ open	10	
2	1-5	geen blad	weinig blad/ open	weinig/ open	60	
3	1-5	veel blad/ dicht	veel blad/ dicht	veel/ dicht	80	
4	1-5	weinig blad/ open	geen blad	veel/ dicht	100	
6	1-5	veel blad/ dicht	geen blad	veel/dicht	40	
10	1-5	veel blad/ dicht	weinig blad/ open	veel/ dicht	30	
11	1-5	geen blad	veel blad/ dicht	veel/dicht	80	1 (1)
12	1-5	weinig blad/ open	geen blad	weinig/ open	20	
13	1-5	veel blad/ dicht	veel blad/ dicht	weinig/ open	30	5 (2)
14	1-2	weinig blad/ open	geen blad	veel/ dicht	100	1 (1)
14	3-5	veel blad/ dicht	veel blad/ dicht	veel/ dicht	80-100	
16	1-5	weinig blad/ open	geen blad	weinig/ open	50	2 (1)
17	1-5	weinig blad/ open	geen blad	veel/ dicht	40	
18	1-5	veel blad/ dicht	weinig blad/ open	weinig/ open	10	
19	1-2	veel blad/ dicht	weinig blad/ open	veel/ dicht	90	
19	3-5	geen blad	geen blad	veel/ dicht	80-100	
20	1-5	weinig blad/ open	weinig blad/ open	veel/ dicht	120	
21	1-5	veel blad/ dicht	veel blad/ dicht	veel/ dicht	80	10 (3)

3.2 Vangstresultaten

In totaal zijn slechts 19 individuen, behorende tot 3 geslachten en 5 soorten, gevonden (tabel 4). Dit is een laag, bijna te verwaarlozen aantal volwassen steekmuggen. De ecologie van de aangetroffen soorten is uitgebreid beschreven in bijlage 3.

Tabel 4. Vangstresultaten van volwassen steekmuggen op 17 vangplekken in 2007

Code	Monitorplek	Ddatum	<i>Aedes annulipes</i> / cantans	<i>Aedes cinereus</i>	<i>Aedes punctor</i>	<i>Coquillettidia richardii</i>	<i>Culex torrentium</i>
13m2	13	11-jun-07					
14m2	14	11-jun-07	1				
21m2	21	11-jun-07	2				
21m3	21	19-jun-07	1			1	
3m4	3	16-jul-07					
13m4	13	16-jul-07	3	1			
16m4	16	16-jul-07		1	1		
11m5	11	6-aug-07				1	
13m5	13	6-aug-07		1			
21m5	21	6-aug-07	3		2		1

Aanvullend zijn op vangplek 20 in een droogvallende beschaduwde bosgreppel 6 larven en 1 pop van de soort *Culiseta annulata* verzameld.

De soorten van het geslacht *Aedes* behoren tot de moerassteekmuggen en kunnen massaal optreden in het voorjaar. De soort *Coquillettidia richardii* is afhankelijk van water- en moerasplanten. De soort *Culex torrentium* is een huissteekmug die vaak met de meest voorkomende huissteekmug *Culex pipiens* wordt gevonden. Beide kunnen lokaal massaal worden.

4 Discussie

4.1 Inleiding

Alvorens in te gaan op het optreden van steekmugplagen of het inrichten van moerasgebieden ter voorkoming van plagen zijn enkele opmerkingen over de levensstrategie van steekmuggen belangrijk. Steekmuggen hebben een r-strategie. Dit betekent dat steekmuggen snelle groeiers zijn met een korte levensduur, ze investeren veel energie in de reproductie en produceren veel eieren. Het broed wordt niet verzorgd, de sterfte van jonge larven is daarom hoog. Deze levensstrategie is een aanpassing aan het leven in instabiele milieus (bijvoorbeeld pionierstadia, storingssituaties).

Van nature zijn steeds ontwikkelingstendensen (successie) aanwezig die de rol van r-strategen doen afnemen ten gunste van de zogenaamde K-strategen door directe wijzigingen in het biologische milieu (zoals het optreden van concurrenten en natuurlijke vijanden, veranderingen in het voedselaanbod) en indirecte wijzigingen in het abiotische milieu (zoals het stabielere worden van fysische en chemische factoren).

Om de ontwikkeling van steekmuggen te 'sturen' wordt gebruik gemaakt van deze kennis. Deze sturing of beïnvloeding kan bestaan uit het direct ingrijpen op de steekmugpopulatie zelf door bestrijding of door het indirect ingrijpen door het wijzigen van het leefmilieu (inclusief het biotische) van de steekmugpopulatie: de inrichting en het beheer. Op bestrijding wordt in dit rapport niet verder ingegaan.

4.2 Monitoring zomer 2007

De monitoring in de herinrichtingsgebieden Peize en Roden-Norg heeft een minimale aanwezigheid van volwassen steekmuggen in de zomer laten zien. Het voorjaar is niet gemonitord. Omdat reeds half juni duidelijk werd dat de aantallen erg laag waren is de monitoring uitgestrekt tot een periode van bijna 2 maanden in plaats van 5 weken. Desalniettemin is op geen van de monitorlocaties sprake geweest van enige overlast of plaag. Wel is uit de enkele vangsten duidelijk geworden dat er een grote diversiteit van steekmuggen marginaal aanwezig is. Voor het optreden van huissteekmuggen wordt geconcludeerd dat in de nulsituatie deze niet of nauwelijks optreden.

4.3 Overlast en plaagvorming

In het algemeen wordt onder een plaag verstaan het in zulke grote aantallen voorkomen van een of meer organismen dat ze schade doen of dreigen te doen aan de mens, zijn gewassen of zijn bezittingen. Bij overlast is sprake van het hinderlijk voorkomen van een of meer organismen voor mens, gewas of bezit. Of een

organisme overlast of een plaag veroorzaakt, hangt niet zozeer af van zijn aantal als wel van de mate waarin het schade (overlast) veroorzaakt. Ook organismen die in geringe aantallen voorkomen, kunnen overlast of een plaagsituatie teweegbrengen (Gruys et al. 1985). Voordat overlast of een plaag kan ontstaan moet aan een aantal voorwaarden worden voldaan (Zadoks 1985):

1. een gunstig leefmilieu
2. een geringe dichtheid van parasieten en predatoren
3. een voldoende voedselaanbod
4. een bepaalde aanvangspopulatie van plaaginsekten

Vertaald naar een massale ontwikkeling van steekmuggen betekent dit:

1. Een gunstig leefmilieu

Voor plaagvormende steekmugpopulaties kan onderscheid worden gemaakt in het leefmilieu van:

1a. Huissteekmuggen (genera Culex, Anopheles en Culiseata subgenus Culiseta)

De larven leven in kleine waterpartijen (vrijwel alle semi-permanente en temporaire wateren, boomgaten, regentonnen, blikjes, autobanden, dakgoten en overige antropogene waterpartijen) met sterke fluctuaties in milieuomstandigheden. Voorbeelden zijn sterk organische belaste wateren of wateren met een korte bestaansduur zoals regenwaterplassen. Wanneer wisseling in neerslag optreedt waardoor tijdelijk waterplassen worden gevormd ontstaat een uitermate geschikt leefmilieu voor huissteekmuggen. De volwassen dieren zetten hun eieren af op het wateroppervlak van dergelijke wateren. Daarna zal de ontwikkeling van eieren en larven temperatuur afhankelijk verlopen. Bij hoge temperaturen is deze ontwikkeling zeer snel.

1b. Moerassteekmuggen (genera Aedes en Culiseta subgenus Culicella)

De larven leven in tijdelijk optredende moeras- en drassituaties met een relatief lange inundatieperiode aangezien tijdelijk droogvallend substraat als ei-afzet locatie fungeert, zoals aan randen van vochtige bossen, veenmoerassen, moerasbossen, overstromingsplassen in rivier- en beekdalen, droogvallende greppels en sloten. Deze situatie kan het gevolg zijn van;

- een weinig doorlatende ondergrond, eventueel in combinatie met een geaccidenteerd terrein waardoor regenwater stagneert, of
- een meer doorlatende of 'lekkende' ondergrond in combinatie met een tijdelijk hogere grondwaterstand.

De volwassen dieren van beide groepen van soorten zijn eveneens afhankelijk van de vegetatiestructuur (schuilmogelijkheden).

2. Een geringe predatordichtheid

Predatoren of rovers ontbreken meestal in geïsoleerde moeras- en drasgebieden, vooral in situaties die niet in directe verbinding staan met permanent oppervlaktewater en ook op plaatsen waar de milieu-omstandigheden sterk wisselen.

3. Een voldoende groot voedselaanbod voor de larven

Het voedselaanbod voor steekmuglarven kan bestaan uit dierlijke micro-organismen, algen en plantenresten. In voedselrijk en met afgestorven plantenmateriaal en blad belast water is het voedselaanbod hoger.

4. Een bepaalde aanvangs populatie

De omvang van de aanvangs populatie van steekmuggen is afhankelijk van de grootte en tijdsduur van het leefmilieu en de temperatuur. Bij het in navolgende jaren optreden van geschikt leefmilieu zullen bij huissteekmuggen meer vrouwtjes en bij moerassteekmuggen meer eieren de winter overleven en zal de aanvangs populatie toenemen. Het verdere verloop is voor huissteekmuggen sterk weersafhankelijk en voor moerassteekmuggen sterk peilafhankelijk.

4.4 Gebiedsinrichting

Bij de inrichting van gebieden is vaak sprake van het potentieel optreden van steekmuggen. Ten aanzien van de relatie tussen steekmuggen en inrichting zijn fysische, chemische en biologische componenten te onderscheiden. Inrichting van natte gebieden kan tot gevolg hebben dat het leefmilieu (structuur) van de steekmugpopulaties wordt bevorderd, maar hierbij staat echter altijd het voorkomen van situaties waar massale ontwikkeling kan plaats vinden voorop.

In het algemeen geldt dat voor een verantwoorde inrichting, autecologische kennis van de mogelijk optredende steekmugsoort(en) noodzakelijk is om toetsing of risico-analyse vooraf van de uit te voeren inrichtingsmaatregelen mogelijk te maken.

4.4.1 Fysische factoren

Bij het inrichten van natte gebieden wordt altijd ingegrepen op de fysische omstandigheden van het terrein en het houdt bijna altijd een wijziging van de structuur van het ecosysteem in. Ten aanzien van steekmugontwikkeling zijn hierbij twee uitersten mogelijk. Enerzijds het voorkomen van het ontstaan van oppervlaktewater (vooral tijdelijke aquatische milieus) en anderzijds het volledig en permanent onder water zetten (van delen) van het gebied. Dit zijn doeltreffende methoden om omvangrijke leefmilieus voor steekmuglarven te creëren (Havelka 1978, Kriegerowski 1980, Fritz & Heimer 1981). Het nadeel bij het voorkomen van grote drassige oppervlakken en moerassen of het egaliseren van potentieel drassige terreinen is dat hierdoor ook de temporaire aquatische milieus zelf met hun eigen flora en fauna verdwijnen (Service 1971). Bij het volledig onder water zetten van deelgebieden geldt hetzelfde nadeel, echter door het graven van bijvoorbeeld sloten en plassen kan nog een redelijke aquatische diversiteit ontstaan.

Bij de aanleg van permanente wateren dient rekening te worden gehouden met de potentiële ontwikkeling van waterplanten als substraat voor *Coquillettidia*, een eventuele golfslagzone ter voorkoming van kolonisatie door *Anopheles* en *Culex* en

een steilere oever ter voorkoming van ei-afzetting door *Aedes*. Dit dient echter steeds in relatie met de plaats, de aanwezigheid van natuurlijke vijanden, de doelstellingen en de natuurlijke ontwikkelingsmogelijkheden van het gebied te worden bekeken. Minder drastische maatregelen omvatten een meer ecologische inrichting van de potentiële (tijdelijke) aquatische milieus door bijvoorbeeld:

- het voorkomen of regelmatig weghalen van overhangende vegetatie ter voorkoming van ei-afzettingsmogelijkheden voor schaduwminnende soorten
- het niet aanplanten of laten ontwikkelen of het kappen van bomen en struiken waardoor de toevoer van organische voedingsstoffen voorkomen wordt (Kriegerowski 1980) en schuil- en dispersie milieus verminderen
- het verwijderen van watervegetatie waaraan *Coquillettidia* gebonden is voor zijn luchtademhaling (Kriegerowski 1980)
- het (laten) optreden van onregelmatige waterstandswisselingen, alhoewel hieraan ook risicos zijn verbonden
- het eind februari instellen van een hoog waterpeil (minimaal 20 cm) en in mei van een lager peil waardoor geen synchronisatie van *Aedes* populaties kan optreden en predatie een kans krijgt
- het voorkomen van brede ondiepe en flauw aflopende oevers
- het voorkomen van het optreden van teveel restwateren (kleine poelen) na waterstandsval in het voorjaar
- het aanbrengen van waterbeweging

Al deze methoden hangen samen met de aanwezige ecologische kennis van de plaagveroorzakende soorten. Elke situatie vraagt om een eigen interpretatie van het aanwezige habitat en de te beïnvloeden fysische factoren.

4.4.2 Chemische factoren

Het sturen van de chemische samenstelling van het water in het potentiële leefmilieu van steekmuglarven omvat vaak drastische maatregelen, zoals:

- het omvormen van een zoutwater in een zoetwaterhabitat of omgekeerd (Service 1971),
- het omvormen van een zuur in een neutraal milieu of omgekeerd,
- het omvormen van een voedselrijk in een meer voedselarm milieu of omgekeerd.

Dergelijke ingrepen hangen vaak nauw samen met mogelijke hydrologische maatregelen en/of saneringsmaatregelen. Hierbij gelden dezelfde nadelen als genoemd onder de fysische factoren. Een bijkomend risico is dat juist bij omvorming de nieuwe leefmilieus mogelijk geschikt worden voor andere steekmugsoorten.

Minder drastische inrichtingsmogelijkheden omvatten bijvoorbeeld:

- het voorkomen/verminderen van toevoer van voedselrijk water
- het voorkomen van organische belasting

4.4.3 Biologische factoren

Een van de meest belangrijke kansrijke biologische factoren houdt de introductie van of het scheppen van randvoorwaarden voor het optreden van predatoren in (Service 1971). Meestal zijn de habitats van steekmuglarven ongeschikt voor kolonisatie door (potentiële) predatoren als gevolg van de aanwezige dynamische milieuomstandigheden (onder andere periodieke uitdroging, wisseling in chemische samenstelling). Het met succes doen optreden van of doen koloniseren met predatoren betekent in veel gevallen ook reductie van een groot deel van de steekmuglarven. Een voorbeeld is een (tijdelijke) koppeling aan een permanent oppervlaktewater. Steekmug specifieke predatoren zijn niet bekend (Service 1971). Sommige planten (*Eleocharis sp.*, *Scirpus sp.*) remmen de ovipositie van bepaalde steekmugsoorten (Service 1971). Het stimuleren van de ontwikkeling van deze planten kan onder bepaalde omstandigheden zinvol zijn.

4.5 Risicobepalende factoren

Op basis van factoren en processen die van invloed zijn op de vorming van leefgebieden van steekmuggen kan een risico-analyse worden uitgevoerd. Hiervoor dienen gebiedsspecifieke risicocategorieën te worden opgesteld om te beoordelen in welke mate de inrichting risico's op massale steekmugontwikkeling met zich meebrengt. Uit het monitoringsonderzoek van 2007 blijken populaties van steekmuggen sporadisch aanwezig te zijn, echter van een groot aantal soorten. Na inrichting van het gebied kunnen deze populaties een basis vormen voor ontwikkeling van nieuwe steekmuggenpopulaties.

De factoren en processen die van invloed zijn op de vorming van leefgebieden van steekmugplagen bepalen naast de factoren bepalend voor een massale ontwikkeling (paragraaf 4.3) de risico's van de inrichtingsmaatregelen. Deze factoren en processen zijn:

1. *Geschiktheid van leefgebieden voor steekmuggen*

In het algemeen ontwikkelen steekmuggen zich in kleine, stilstaande, ondiepe en semi-permanente oppervlaktewateren. Steekmuggen zijn aangepast aan een grote dynamiek van milieuvariabelen (temperatuurswisseling, uitdroging, organische verontreiniging, wisselend zuurstofgehalte) in tegenstelling tot veel potentiële predatoren. Steekmuggen zijn daardoor typisch voor dynamische milieus.

Voor plaagvormende steekmuggenpopulaties kan onderscheid worden gemaakt in het leefmilieu van huis- en moerassteekmuggen (paragraaf 4.3).

De huissteekmuggen kunnen zich vrijwel in alle semi-permanente, temporaire en antropogene wateren ontwikkelen. De larven leven in kleine waterpartijen met sterke fluctuaties in milieuomstandigheden. Voorbeelden zijn sterk organisch belaste wateren of wateren met een korte bestaansduur zoals regenwaterplassen.

De ontwikkeling van moerassteekmuggen is daarentegen sterk gebonden aan waterpeilfluctuaties. De larven leven in temporaire moeras- en drassituaties en het tijdelijk droogvallende substraat dient als locatie voor het afzetten van de eitjes. Deze

situatie kan het gevolg zijn van een weinig doorlatende ondergrond, eventueel in combinatie met een terreinreliëf waarin water stagneert, of een meer doorlatende of 'lekkende' ondergrond in combinatie met een tijdelijk hogere grondwaterstand.

Voor volwassen steekmuggen zijn opgaande (al dan niet lijnvormige) houtige en hoge kruidachtige begroeiingen aantrekkelijk om te schuilen en om zich doorheen te verplaatsen. Ze bieden bescherming tegen wind en hebben over het algemeen een hoge luchtvochtigheid (geschikt microklimaat). Ze vormen ook een verbindingszone tussen het leefgebied van steekmuggen en eventuele bebouwing.

Het verspreidingsvermogen van steekmuggen verschilt per soort. Sommige soorten kunnen zich verspreiden in half open terrein, terwijl andere soorten sterk gebonden zijn aan bossen en open terrein geheel vermijden.

2. Permanentie van het oppervlaktewater

De permanentie of omgekeerd de mate van droogvallen van een oppervlaktewater wordt bepaald door de neerslag, de grondwaterstand, en de mate en frequentie van inundatie. Op basis van waterdiepte en hydrologische isolatie van een al dan niet tijdelijk oppervlaktewater zijn watertypen te onderscheiden.

- Permanente oppervlaktewateren bevatten (vrijwel) altijd water, vooral indien deze verbonden zijn met een ander diep (diepte > 1 m) oppervlaktewater zoals een kanaal, beek of rivier. In dergelijke wateren kunnen populaties van predatoren van steekmuggen hun levenscyclus voltooien door predatie voorkomen dat steekmuggen zich massaal ontwikkelen.
- Semi-permanente en temporaire oppervlaktewateren hebben een geringe waterdiepte en zijn veelal geïsoleerd ten opzichte van permanente oppervlaktewateren. Dergelijke oppervlaktewateren hebben een grote kans om jaarlijks droog te vallen. Droogvalling is bij uitstek een gunstige uitgangspositie voor de ontwikkeling van steekmuggen. Veel predatoren van steekmuggen kunnen hun levenscyclus niet voltooien in tijdelijk droogvallende wateren.

3. Aanwezigheid van stroming

De larven en poppen van steekmuggen zijn zeer gevoelig voor stroming (Fritz & Heimer 1981). Beide genoemde stadia zijn voor hun ontwikkeling afhankelijk van stilstaand water. Populaties van steekmuggen zullen vooral in hun ontwikkeling beperkt blijven in stromende beekjes en beken. In grotere oppervlaktewateren met een brede ondiepe oeverzone zal tussen de oevervegetatie stroming nauwelijks invloed hebben op de ontwikkeling van steekmuggen. In deze delen is de aanwezigheid van predatoren een belangrijker factor die de steekmugontwikkeling beperkt.

4. Terreinreliëf

Met het reliëf van het terrein wordt een afwisseling van geringe hoogten en laagten van het maaiveld bedoeld. Deze afwisseling kan het gevolg zijn van een natuurtechnische aanleg tijdens de inrichting of van nature aanwezig. Langs grotere beken en rivieren kan door erosie en sedimentatie tijdens inundaties ook een bepaald reliëf ontstaan.

Tijdens perioden met veel neerslag of na inundatie kan water achterblijven in laagten, putjes en kuilen. De verblijftijd van het water is afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem en de terreinhelling (deze laatste factor vooral in vlakke gebieden).

Wanneer veel kleiafzettingen in de bodem aanwezig zijn, kan water een lange tijd blijven staan. Bestaat de bodem voornamelijk uit zand dan zal het water sneller inzigen, behalve wanneer sprake is van een hoge grondwaterstand (bijvoorbeeld aan maaiveld). Wanneer in het voorjaar plassen en poelen langer water bevatten, is dit in het voordeel van steekmuggen. In combinatie met de ontwikkeling van hogere vegetatie (hogere luchtvochtigheid en windluwte) is dit een gunstige uitgangssituatie voor steekmuggenplagen.

5. Verlanding

Verlanding van ondiepe oppervlaktewateren en oeverzones bevordert de ontwikkeling van leefmilieu voor steekmuggen. Tussen de dichte submerse en emergente watervegetaties hebben larven van steekmuggen meer schuilmogelijkheden tegen predatie.

6. Eutrofiëring

Verrijking met voedingsstoffen (eutrofiëring) leidt onder andere tot een sterk wisselende zuurstofhuishouding. Steekmuggen hebben, in geval van zuurstofarme condities, door een aangepaste ademhaling meer overlevingskansen ten opzichte van veel andere waterdieren zoals hun predatoren.

7. Bebeer

Begrazing door runderen en/of paarden kan het terreinreliëf vergroten. Afhankelijk van de bodemgesteldheid en vegetatiestructuur kunnen plekken (pootafdrukken, kuilen, ligplekken van vee) ontstaan waarin water achterblijft.

Ook het maaibeheer speelt een rol in het leefgebied van steekmuggen. Extensief beheerde weidegebieden hebben veelal hogere vegetaties met een hogere luchtvochtigheid en luwte, wat in het voordeel is van steekmuggen.

Voor een inrichtingsgebieden kunnen op basis van bovenstaande risicocategorieën worden bepaald waarmee kan worden beoordeeld in welke mate gebieden risico's met zich meebrengen.

5 Aanbevelingen

Het monitoren van volwassen steekmuggen in de periode juni-augustus 2007 rondom de inrichtingsgebieden Peize en Roden-Norg heeft laten zien dat er geen tot minimaal sprake is van het optreden van steekmuggen. Met deze monitoring is echter alleen inzicht verkregen in het optreden van huissteekmuggen. Het potentieel optreden van volwassen moerassteekmuggen is niet bepaald omdat daarvoor in het voorjaar (april/mei) gemonitord moet worden.

Om een juist beeld van de larvale steekmugontwikkeling op locatie te verkrijgen is monitoring in de periode van eind februari tot circa september noodzakelijk. Om de voorjaars- en de zomersituatie te bepalen zou dit in maart/april en juli/augustus kunnen. Larven worden verzameld in tijdelijke en permanente ondiepe/moerassige locaties.

Het lijkt ook zinvol om een risico-analyse uit te voeren. Een dergelijke analyse leidt tot inzicht van de deelgebieden waar mogelijk steekmugplagen zouden kunnen optreden en tot aanbevelingen van de mogelijke inrichtingsmaatregelen om dit te voorkomen. De risico-analyse zou gesplitst moeten worden in een analyse van de ontwikkelingsfase van het gebied en de vervolgfase. Tijdens de ontwikkelingsfase zijn namelijk meer deelgebieden risicovol omdat nog geen kolonisatie met predatoren heeft kunnen plaats vinden.

Literatuur

Fritz, H.G. & Heimer, W. 1981: Stechmückenbrutplätze im Naturschutzgebiet "Kühkopf knoblochsauce". Untersuchungen zur Begleitfauna, Möglichkeiten einer Minderung der Stechmückenplage. *Natur und Landschaft* 56 (3), 80-84.

Gruys, P., Van Lenteren, J.C., Parlevliet, J.E., Scheepens, P.C. en Van Zon, J.C.J. 1985: Oecologische achtergronden van plagen en hun bestrijding: In: 'Inleiding tot de oecologie', Bohn, Scheltema en Holkema, Utrecht, 465-492.

Havelka, P. 1978: Rheinschnaken (Culiciden) Bekämpfung in rechtsseitigen Rheintal zwischen Karlsruhe und Mannheim im Jahr 1977 Culiciden Brutplätze. *Veröff. Naturschutz Landschaftspflege BadWürtt.* 47/48, 433-441.

Kriegerowski, L. 1980: Die Dezimierung von Stechmücken mit landschaftsgestaltenden Massnahmen am Beispiel eines (West)Berliner Feuchtgebietes. *Natur und Landschaft* 55 (7 8), 291 295.

Service, M.W. 1971: Conservation and the Control of Biting Flies in Temperate Regions. *Biological Cons.* 3 (2), 113-122.

Zadoks, J.C. 1985: Landbouw tussen oecologie en economie. In 'Inleiding tot de Oecologie'. Bohn, Scheltema en Holkema, Utrecht. 375-421.

Bijlage 1 Handleiding monitoren volwassen steekmuggen (♀)

Vangplekken (Waar vang je volwassen steekmuggen (♀)?)

Er zijn 17 locaties geselecteerd. De vangplekken worden op/rondom deze locaties ingericht. Op de exacte vangplekken worden piketpaaltjes geplaatst. Dit paaltje wordt tevens gebruikt als vaste positie om de luchttemperatuur en -vochtigheid te meten. De vangplekken komen zoveel mogelijk een overeen in vegetatiestructuur (vegetatietype en -hoogte) en in vegetatiepatroon (aanvliegroute) in het landschap.

Het verzamelen

Het verzamelen van volwassen steekmuggen gebeurt door twee personen met behulp van de 'human bait' techniek. Een persoon fungeert steeds als 'verzamelaar' terwijl de andere persoon de 'gastheer' is. Deze rollen mogen vanwege de onderlinge vergelijkbaarheid van de gegevens niet worden omgewisseld.

1. Allereerst worden de weers- en andere gegevens op het veldformulier ingevuld.
2. Dan worden thermometer en hygrometer op 50 cm hoogte vanaf de grond aan het piketpaaltje opgehangen.
3. Alvorens met vangen te beginnen wordt in een cirkel van ca. 5 m. rond de vangplek de vegetatie rustig bewogen, waardoor aanwezige volwassen muggen uit hun rustplaats opvliegen. Hierbij dient er op gelet te worden dat de kruidlaag zo min mogelijk wordt vertrapt.
4. Dan en gaat de 'gastheer' met ontblote armen (mouwen opstropen tot boven de biceps), gehurkt of op een campingstoeltje, stil zitten om de steekmuggen de gelegenheid te geven aan te vliegen. Wanneer de muggen beginnen aan te vliegen wordt de stopwatch aangezet en verzamelt de 'verzamelaar' gedurende 10 minuten de steekmuggen m.b.v. de zuigbuis.

Let op:

- a. laat de steekmug eerst rustig landen en een steekplek zoeken, begint de steekmug te steken zuig haar dan direct op (dit vermindert de kans op vroegtijdig wegvliegen).
 - b. probeer steeds dezelfde persoon als lokker te laten optreden
5. Na de vangperiode worden enkele (circa 3) druppels ether aan de vangzijde van de zuigbuis toegevoegd, waarna beide openingen van de zuigbuis worden gesloten (met duim of stopjes). Op elke mogelijke manier moet worden vermeden dat ether wordt ingeademd, want niet alleen steekmuggen vallen flauw van de ether. Als de steekmuggen verdoofd zijn worden ze in het monsterpotje geschud.
 6. Daarna wordt de inhoud van de zuigbuis in een monsterpotje gedaan. Het monsterpotje bevat watten en enkele druppels ether. Het potje wordt vooraf gemerkt (datum en monitorpunt-nummer en -naam) en er wordt een etiket (met datum en monitorpunt-nummer) ingestopt.
 - c. Let op: het monsterpotje en de muggen mogen zo min mogelijk bewegen omdat ze anders schubben verliezen en determinatie bemoeilijkt wordt.
 7. Dan worden thermo- en hygrometer afgelezen en wordt het veldformulier verder ingevuld en gecontroleerd.

Let op: Na elke vangst is het noodzakelijk dat de zuigbuis in de open lucht worden 'uitgezwaard' en bij voorkeur wordt op de volgende vangplek een andere zuigbuis gebruikt.

Bijlage 2 Monitorformulier volwassen steekmuggen

WEERSGEGEVENS

(omcirkel)

bewolking: geen - licht/half open - dicht - zwaar
neerslagfrequentie: geen - af en toe - steeds
neerslaghoeveelheid: geen - licht - miezerig - zwaar
wind: geen - zwak - matig - sterk
windrichting: N - NO - O - ZO - Z - ZW - W - NW
windkracht: bladstil - zwak - matig - sterk - stormachtig
opmerking:

VANGPLEK

nummer

naam

naam verzamelaar:

naam gastheer:

aantal gebruikte zuigbuizen:

datum:

starttijdstip:

tijdsduur vangen: min.

luchttemperatuur: °C

luchtvochtigheid: %

AANTAL GEVANGEN STEEKMUGGEN:

vegetatiestructuur

boomlaag: geen blad - weinig blad/open - veel blad/dicht

struiklaag: geen blad - weinig blad/open - veel blad/dicht

kruidlaag: geen - weinig/open - veel/dicht

vegetatiehoogte (kruidlaag) cm

opmerking:

.....

Bijlage 3 Ecologie van steekmuggen

Steekmuggen in het algemeen

In Nederland komen drie families bloedzuigende muggen (Nematocera, Diptera) voor, namelijk Simuliidae (kriebelmuggen), Ceratopogonidae (knutten) en Culicidae (steekmuggen). Vertegenwoordigers van soorten uit de laatste familie vormen voor veel mensen een jaarlijks terugkerende overlast en kunnen soms tot een plaatselijke plaag uitgroeien.

Steekmuggen komen over de gehele wereld voor. Er zijn ongeveer 3000 soorten, in Europa komen 92 soorten en in Nederland minimaal 26 soorten voor. De aandacht voor steekmuggen richtte zich in de eerste helft van deze eeuw op de relatie tussen de ecologie van het massaal voorkomen (daarmee het ontstaan van plagen) en de verspreiding van ziekten, met name malaria en gele koorts (Wesenberg-Lund 1920/21, Marshall 1938, Natvig 1948). Later werd veel aandacht besteed aan het bestrijden van steekmuggen (Service 1971a, Franz & Krieg 1972, Peus 1975, Havelka 1978, Fritz & Heimer 1981, Kriegerowski 1980). In de gematigde zone zijn de *Aedes* soorten de belangrijkste plaagvormende steekmuggen (Mohrig 1969, Service 1971a). Om te begrijpen hoe een steekmuggenplaag ontstaat is kennis nodig van de relatie tussen het milieu en de ecologie van de veroorzakende soort(en) en wel van elk stadium: ei, larf, pop en adult.

De levenscyclus van steekmuggen omvat een aquatische en een terrestrische fase. Steekmuglarven en poppen leven vrij zwemmend in de waterkolom. De adulten vliegen en leven terrestrisch. Voor de eieren is dat per groep verschillend. De eieren worden op het wateroppervlak afgezet of als drijvende vlotjes (genera *Coquillettidia*, *Culiseta* (subgenus *Culiseta*), *Culex*) of afzonderlijk (genus *Anopheles*). De eieren kunnen ook semi aquatisch of terrestrisch worden afgezet (genus *Aedes*, *Culiseta* (subgenus *Culicella*)). Ecologisch geldt dat steekmuggen zich vooral in kleine, stilstaande ondiepe wateren ontwikkelen.

Systematisch ziet de ordening van de genera er als volgt uit:

Klasse	Arthropoda (geleedpotigen)
	Insecta (insekten)
Orde	Diptera (muggen en vliegen)
Suborde	Nematocera (muggen)
Familie	Culicidae (steekmuggen)
Subfamilie	Anophelini Culicini
Genus	<i>Anopheles</i> <i>Aedes</i>
	<i>Culex</i>
	<i>Culiseta</i> subgenus <i>Culiseta</i>
	<i>Culiseta</i> subgenus <i>Culicella</i>
	<i>Coquillettidia</i>

Ecologie van volwassen steekmuggen

Gedrag

De gezichtswaarneming van volwassen steekmuggen, inclusief de reactie op lichtsterkte en -intensiteit en het waarnemen van objecten, is van belang bij de paring, de verspreiding, de voedselvlucht, de locatie van een nectarbron, een gastheer en een rust-, ovipositie- en overwinteringsplaats. In het bijzonder worden verspreiding en voedselvlucht geïnitieerd als reactie op de intensiteit van het licht terwijl de oriëntatie bepaald wordt door visuele waarneming (Allan, Day & Edman 1987).

Voeding

De volwassen dieren (van beide seksen) voeden zich met nectar, vooral in koudere perioden om te kunnen overleven (Wesenberg-Lund 1920/21, Natvig 1948). Het eten van nectar verlengt het leven van het individu (Wesenberg-Lund 1943).

Paring

Voorafgaand aan de paring kunnen mannetjes (soortspecifieke) zwermen vormen. Elke soort zwemt ruimtelijk gescheiden van andere soorten. De oriëntatie vindt plaats in relatie tot een zogenaamd baken, bijvoorbeeld een boom of bosrand (Downes 1969). Het zwermen vindt plaats nabij de larvale habitat, aangezien de mannetjes geen grote afstanden afleggen (Peus 1951a). De mannetjes produceren een soortspecifieke geslachtsgeur en een specifieke vliegtoon die de vrouwtjes aantrekt (Peus 1951a). De paring vindt plaats in de lucht als het vrouwtje een zwerm invliegt en duurt slechts enkele seconden. Paringen zonder zwermen komen echter ook voor (Peus 1951a). Het vrouwtje paart één (Marshall 1938) of meerdere malen (Clements 1963). Na de paring sterven de mannetjes (Peus 1951a); ze hebben daardoor een kortere levensduur dan de vrouwtjes (Wesenberg-Lund 1943).

Steekactiviteit

Steekmuggen ontleen hun naam aan het feit dat de vrouwtjes mens en dier steken om bloed te zuigen. De vrouwtjes zuigen één of meerdere malen bloed van een gastheer. Het bloed is nodig voor de rijping van de eieren (Marshall 1938, Natvig 1948, Peus 1951a, Mohrig 1969). Peus (1951a) noemt dit temporair parasitisme. Niet bij alle soorten is een bloedmaaltijd een strikte vereiste voor de eirijping (Marshall 1938, Mohrig 1969). Pas twee tot drie weken na het uitvliegen wordt bloed gezogen (Wesenberg-Lund 1920/21). Bloed wordt gezogen van zoogdieren, reptielen en jonge vogels (Natvig 1948, Service 1969). Bij het steken wordt speekselkliersecret in de huid gebracht. De reactie hierop varieert van geen, bult of blaasvorming van variabele duur tot langdurig oedeem. Aard en sterkte van de reactie kunnen met de leeftijd van de gastheer en per steek variëren (Peus 1951a).

Vrouwtjes zijn meestal actief in de schemering en nacht, in open en bedekt terrein (Service 1971b, Franke 1981). Bepalende factoren zijn hierbij lichtsterkte, windsnelheid, temperatuur en luchtvochtigheid (Dix 1972b, Franke 1981). Windsnelheden van 1.5 m/s beperken het vliegen, bij 3 m/s wordt niet meer gevlogen (Skierska 1965). De steekactiviteit is vooral hoog op dagen met hoge luchtvochtigheid, hoge temperatuur en (min of meer) lage luchtdruk (Wesenberg-

Lund 1920/21). Vrouwtjes benaderen hun gastheer na visuele waarneming. Andere zintuigen spelen pas een belangrijke rol op het moment dat de volwassen steekmuggen in de directe omgeving van een gastheer zijn. Dit blijkt onder andere uit abnormaal hoge activiteit van vrouwtjes bij volle maan (Moncadsky 1951, Skierska 1965). Service (1971b) onderstreept de rol van geurstimuli bij de lokalisatie van een gastheer. Volgens Hocking (1971) verhoogt een combinatie van visuele stimuli met andere aanwijzingen zoals geur, warmte en vocht, het attractieniveau en bevordert dit landen en initiatie van bloedzuiggedrag. De attractiviteit van de mens wordt naast lichaamstemperatuur en geurstoffen ook bepaald door het uitgeademde kooldioxide (Voorhoeve 1969). Kleuren met een lage intensiteit zijn aantrekkelijk: blauw, zwart en rood. Wit en geel zijn minder aantrekkelijk (Allan, Day & Edman 1987).

Habitat (rustplaats)

Overdag is het steekgedrag in hoofdzaak beperkt tot bedekte terreinen (bossen en kleine kreupelbosjes) waar de volwassen steekmuggen rusten tussen de vegetatie. Enkele soorten rusten meer in open grasland (Service 1971b). Bij de selectie van rustplaatsen overdag is een voorkeur voor donkere oppervlakken, andere belangrijke factoren zijn temperatuur, vochtigheid, openheid van het landschap (wind) en de positie ten opzichte van de larvale habitats (Skierska 1965, Allan, Day & Edman 1987).

Ei-afzetting

De ei-afzetting vindt plaats op het wateroppervlak of aan de rand van het larvale habitat in de modder en/of strooisellaag (Service 1971a). In het laatste geval wordt de keuze van de plaats beïnvloed door licht, vegetatie, vochtigheid en chemische samenstelling van het substraat (Clements 1963). Het aantal eieren varieert sterk van enkele tot circa 300. Dit is afhankelijk van de soort, de grootte van de vrouwtjes en de hoeveelheid bloedvoeding.

Direct na ei-afzetting zijn de eieren eerst wit, maar verkleuren in ongeveer 40 minuten tot zwart. De eerste zes tot acht dagen na ovipositie zijn de eieren, afgezet op een vochtige bodem, gevoelig voor verdroging (Mohrig 1969). Daarna doorstaan deze tot op zekere hoogte droogte (Service 1971a).

Afhankelijk van de klimatologische omstandigheden kan het ei-stadium van op vochtig tot droge bodem afgezette eieren variëren van enkele weken tot enkele jaren (Mohrig 1969, Kriegerowski 1980). Deze eieren kunnen in diapauze (rust) gaan (Service 1971a). Dit gebeurt bij univoltiene (één generatie per jaar) soorten reeds in de zomer en duurt tot aan het volgend voorjaar. De plurivoltiene (meerdere generaties per jaar) soorten hebben synchrone generaties daar het water vaak over grotere oppervlakken gelijktijdig stijgt (stijgende waterstand, neerslagrijke periode). Hierdoor begint de ei-ontwikkeling gelijktijdig en wordt de populatie gesynchroniseerd. De eieren komen uit als ze gedurende voldoende tijd, meestal enkele dagen, in contact zijn geweest met water (Marshall 1938). Het ei-stadium van de drijvend afgezette eieren duurt enkele dagen (Peus 1951). Deze snelle ontwikkeling geldt de plurivoltiene soorten die als vrouwtje of als larve de winter zijn doorgekomen.

Fenologie

De plaatselijke soortensamenstelling is meer een gevolg van de (toevallige) keuze van de ei-afzettingsplaats dan van de overlevingsmogelijkheden van de larven (Macan 1961, Clements 1963). De atmosferische condities van een jaar zijn van beslissende invloed op de aantallen van de onderzochte populatie, de structuur en de periode van voorkomen in het seizoen (Skierska 1965). In natte zomers kunnen volwassen steekmuggen langer blijven leven, zodat voorjaarssoorten in augustus nog kunnen voorkomen (Wesenberg-Lund 1920/21). Het aantal generaties per jaar varieert van één tot meer (onder andere Mohrig 1969, Peus 1951a). Bij plurivoltiene soorten zijn de generaties niet gesynchroniseerd behalve bij soorten uit het geslacht *Coquillettidia*. Bij univoltiene en plurivoltiene soorten uit het geslacht *Aedes* lopen de generaties wel synchron. Overwintering van een soort kan plaats vinden als adult, larve of ei (Peus 1951a, Mohrig 1969, Service 1971a). Veel *Aedes* soorten overwinteren facultatief als ei of larve. Voor de larvale ontwikkeling is de totale neerslag in de winter belangrijk indien als ei wordt overwinterd (Federova 1976).

Ecologie van steekmuglarven

Gedrag

De larven zijn zeer tolerant voor variaties in de chemische samenstelling van het water. De belangrijke milieufactoren zijn pH (zuurgraad), saliniteit en concentraties van organische stoffen (Clements 1963, Mohrig 1969). De larven hebben vier stadia elk eindigend met een vervelling (Wesenberg-Lund 1920/21, Mohrig 1969, Peus 1951a). De plurivoltiene soorten voltooiën de ontwikkeling onder gunstige omstandigheden in twee tot drie weken. De duur van het larvale stadium is afhankelijk van de soort, de temperatuur, de hoeveelheid water en de aanwezige voeding in het habitat (Peus 1951a, Ameen & Iversen 1978). De larven zijn zwaarder als water (Peus 1951) en moeten daarom actief naar het wateroppervlak bewegen. Bij verstoring laten ze zich zinken.

Vanaf het tweede stadium ademen de larven door middel van een sifon (ademhoortje) atmosferische lucht, met uitzondering van *Coquillettidia*, die zuurstof onttrekt aan de luchtkanalen van waterplanten (Mohrig 1969, Peus 1951a). Lage zuurstofgehalten beïnvloeden de larven dan ook niet of nauwelijks (Kriegerowski 1980). In het eerste stadium is de larve wel gevoelig omdat dan huidademhaling wordt toegepast.

Voeding

De voeding van de larven bestaat uit micro-organismen, afgestorven plantenresten (detritus) (Kriegerowski 1980) of algen (Fritz & Heimer 1981). Larven van *Anopheles*, *Culiseta* (subgenus *Culicella*) en *Culex* hangen aan het wateroppervlak of waterplanten en filtreren met de mondborstels partikels (zwevend dierlijk en plantaardig plankton) uit het water ("filter feeding") (Wesenberg-Lund 1920/21, Wallace & Merritt 1980). Larven van *Aedes* en *Culiseta* (subgenus *Culiseta*) verzamelen het voedsel door stevig substraat (bijvoorbeeld de bodem of een plantestengel) af te borstelen ("browsers") (Surtees 1959). Verschillende soorten van een genus in eenzelfde habitat voeden zich met hetzelfde materiaal (Hinman 1930, Ameen & Iversen 1978).

Habitat

Door onder andere luchtademhaling zijn steekmuglarven aangepast aan een grote dynamiek van milieuvariabelen (bijvoorbeeld temperatuurswisseling, uitdroging, organische verontreiniging, wisselend zuurstofgehalte) in tegenstelling tot veel potentiële predatoren. Steekmuglarven zijn daardoor typisch voor storingsmilieus. Dit betekent dat steekmuglarven in het algemeen een lage concurrentiekracht bezitten. Hun snelle ontwikkeling in afwezigheid van predatoren duidt op een r-strategie. Een ander kenmerk van deze r-strategen is de mogelijkheid tot massale ontwikkeling. Populaties van steekmuglarven kunnen tot grote dichtheden uitgroeien. Dichtheden zijn geschat van meer dan 50000 larven per vierkante meter (Kriegerowski 1980). Typische habitats zijn sloten, greppels, poelen, moerassen, tonnen en met water gevulde boomgaten (Service 1971a). De watermassa is in de regel beperkt, de temperatuur bereikt snel hoge waarden die de larvale ontwikkeling versnellen, zodat onder gunstige omstandigheden verschillende generaties per jaar kunnen optreden (Peus 1975). De larven zijn zeer gevoelig voor stroming (Fritz & Heimer 1981).

Ecologie van steekmugpoppen

Gedrag

De poppen zijn lichter dan water waardoor ze meestal tegen het wateroppervlak hangen en daar atmosferische lucht ademen met behulp van ademhoortjes op de thorax, met uitzondering van het geslacht *Coquillettidia* dat zuurstof onttrekt aan luchtkanalen van waterplanten. Bij verstoring vluchten ze actief (in tegenstelling tot de larven) naar diepere waterlagen; na korte tijd verschijnen de poppen echter weer aan het wateroppervlak (Peus 1951a). De poppen zijn niet bestand tegen stroming (Fritz & Heimer 1981). De duur van het popstadium varieert van drie tot vijf dagen (Wesenberg-Lund 1920/21, Marshall 1938). Het kan verlengd worden tot tien dagen (Marshall 1938) of meer dan drie weken (Wesenberg-Lund 1920/21) als gevolg van lage temperaturen.

Voeding

De poppen voeden zich niet.

Habitat

Voor het habitat kan verwezen worden naar de larven.

Emergentie

De steekmuggen emergeren aan het wateroppervlak uit de opengebarsten pophuid. Dit duurt zeven tot acht minuten. Een voorwaarde hierbij is een onbeweeglijk wateroppervlak (geen golfslag) (Peus 1951a). Wanneer het larvale habitat bijna is uitgedroogd, kunnen de volwassen steekmuggen nog op de vochtige bodem uit de pophuid emergeren (Fritz & Heimer 1981). De mannetjes emergeren een tot twee dagen voor de vrouwelijke (Mohrig 1969) en zijn na 12 tot 24 uur in staat tot paring (Marshall 1938). Voor de uitharding en rijping zijn echter volgens Peus (1951a)

enkele dagen nodig. Op de tweede dag na de emergentie is de steeksnuit van de vrouwtjes voldoende uitgehard (Marshall 1938).

Ecologische relaties van steekmuggen

De aanwezigheid van predatoren in een permanent water of een permanent water in verbinding met een relatief klein temporair water voorkomt een overmatige toename van de steekmugpopulatie (Havelka 1978). Predatoren zijn Pisces (vissen), Amphibia (amfibiën), Heteroptera (wantsen; vooral Hydrometridae, Notonectidae, Gerridae), Coleoptera (kevers; vooral Dytiscidae, Diptera (muggen en vliegen), Crustacea (kreeftachtigen) (Wesenberg-Lund 1920/21, Kriegerowski 1980) en Aves (vogels; bijvoorbeeld de kwikstaart)(Fritz & Heimer 1981). Dolichopodidae (roofvliegen) prederen op emergerende adulten, Aranea (spinnen) op de volwassen steekmuggen (Service 1972). Iversen (1971) vond als belangrijkste predator op *Aedes communis*, de kever *Colymbetes fuscus*.

In het algemeen is de mortaliteit bij de aquatische stadia hoog. Het opdrogen van de larvale habitat is waarschijnlijk een belangrijke mortaliteitsfactor, maar milieufactoren kunnen niet alleen verantwoordelijk zijn voor de zeer hoge mortaliteit. Mogelijk spelen hier intra specifieke factoren (predatie) een rol (Wiberg-Larsen 1978).

Ecologie van volwassen steekmuggen van het genus *Aedes*

Gedrag

De levensduur van larven, poppen en adulten is afhankelijk van de temperatuur en de aanwezigheid van gastheren (Peus 1975). Peus (1975) geeft een levensduur voor adulten van vier tot zes (acht) weken. De adulten zijn gevoelig voor uitdroging en reageren op kleine verschillen in luchtvochtigheid (Martini & Teubner 1933, Peus 1951a). Er zijn 50 infectieziekten bekend van virogene of bacteriële aard die door *Aedes* overgedragen worden (Mohrig 1964). 17 van de 42 Russische soorten zijn feitelijke of potentiële overdragers van infectieverwekkers bij de mens (Detinova & Smelova 1973).

Paring

De paring geschiedt al dan niet in door mannetjes gevormde zwermen. Peus (1975) nam waar dat het zwermen om circa 17.30 uur op 1.5-2.25 m hoogte begon waarbij elke soort aparte zwermen vormde.

Steekactiviteit

De adulten vliegen direct af op een gastheer en keren snel terug na verstoring (Service 1969). De steekmotivatie van *Aedes* is veel groter dan die van *Culex* en *Culiseta* (Howard, Dyar & Knab 1915, Wesenberg-Lund 1920/21). Het steekgedrag vertoont een optimum van een half uur voor tot een half uur na zonsondergang terwijl 's nachts geen activiteit waarneembaar is (Franke 1981). Het steekgedrag is optimaal bij een temperatuur van 15 °C tot 25°C en een relatieve luchtvochtigheid van 60.5 tot 98.7% (Franke 1981). Ze steken bij voorkeur op lagere lichaamsdelen

(grootste luchtvochtigheid nabij de grond) en benaderen een gastheer tegen de wind in (Peus 1951a).

Habitat

De adulten rusten overdag in de vegetatie (Peus 1951a).

Ovipositie

Volgens Peus (1975) sterven de vrouwtjes na de ovipositie. Echter Service (1977) en Mohrig (1969) hebben herhaalde oviposities waargenomen. Ovipositie vindt plaats in de inundatiezone van periodiek droogvallende wateren (Kriegerowski 1980) waarbij het vrouwtje zich richt op een bepaalde bodemvochtigheid (Clements 1963, Mohrig 1969). Iversen (1971) vond dat *A. communis* 97% van de eieren op 35-45 cm boven het diepste deel van een poel afzette. Ei-afzetting vindt niet plaats op het diepste deel, maar op het talud van een poel of greppel, omdat dan de poel/greppel al een grotere hoeveelheid water bevat voordat de larven kunnen uit komen. Het geeft een grotere zekerheid voor de voltooiing van de larvale en pupale ontwikkeling (Peus 1951). Naar schatting kunnen circa 113.000.000 eieren per 0.4 hectare moerasland worden afgezet (Service 1971a). De eieren kunnen enkele jaren op het droge doorstaan (Marshall 1938, Peus 1975, Kriegerowski 1980). Wanneer een bepaalde minimumtemperatuur bereikt is en de eieren onder water staan, komen ze uit (Peus 1951a, Kriegerowski 1980). Naast de neerslag zijn temperatuur en de duur van de lichtinwerking van invloed op de ontwikkeling van de eieren (Yakubovich 1976). *Aedes* overwintert in het ei-stadium (Edwards et al. 1939, Mohrig 1969), zelden als larve (Mohrig 1969). De eieren kunnen zonder grote verliezen meerdere malen overwinteren (Fritz & Heimer 1981).

Plaagvorming

Voor de vorming van een plaag is beslissend op welke hoogte de eieren zijn afgezet, d.w.z. hoe de wateromstandigheden in het voorjaar zijn. Een hoge voorjaarswaterstand leidt tot ovipositie op een hoger niveau. Dit heeft tot gevolg dat in droge jaren de eieren door het water niet bereikt worden. In een daarop volgend jaar met een lagere waterstand kunnen geen grote populaties ontstaan (Fritz & Heimer, 1981, Grunwald 1979). De ontwikkeling van *Aedes*-larven en -poppen en hun emergentie is vergaand gesynchroniseerd door de identieke omstandigheden in een habitat met als resultaat massaliteit c.q. plaagvorming (Peus 1951).

Fenologie

De volgende optima zijn waargenomen:

<i>maand</i>	<i>land</i>	<i>referentie</i>
mei midden-juni en midden juli-begin augustus	DDR	Franke 1981, Bezzub 1966
mei-juni en eind juli-september	BRD	Peus 1951b
maart-mei (optimum)	BRD	Kriegerowski 1980

Het aantal malen en de hoeveelheid neerslag bepalen het aantal generaties van de plurivoltiene soorten en werken in op de kwantitatieve samenstelling van de soorten

in een gebied (Franke 1981). Mohrig (1964) heeft een maximum van drie generaties per jaar vastgesteld.

Ecologie van steekmuglarven en -poppen van het genus *Aedes*

Gedrag

Larven van het eerste stadium komen zelden aan het wateroppervlak (huid-ademhaling: Iversen 1971). De larven kunnen hun lichaamsfuncties bij lage temperatuur tot een minimum beperken, een ijsslaag belemmert de ontwikkeling van de larven niet (Peus 1951b).

Habitat

Aedes komt meestal in water voor waar geen NH_4^+ aantoonbaar is (Franke 1981). De belangrijkste milieufactoor is de pH (Franke 1981). *Aedes* komt alleen in temporaire wateren voor (Edwards et al. 1939, Peus 1951b).

Poppen

Het popstadium duurt enkele dagen maar kan verlengd worden als gevolg van een invallende koude (Peus 1951b).

Ecologie van volwassen *Aedes annulipes*

Verspreiding: Noordelijk deel Europa en Azië

Ecologie van *Aedes annulipes* larven en poppen

Habitat

De larven van deze algemeen verspreide soort worden in half-beschaduwde poeltjes, greppels, moerasjes, boomholten en andere depressies aangetroffen. Het water dient schoon te zijn, pH 5.2-7.8 en chloride gehalte van 10-4000 mg Cl/l.

Fenologie

De larven zijn van maart tot oktober aanwezig. De soort heeft minstens twee generaties per jaar. De adulten verschijnen eind mei en vliegen tot september in een half beschaduwde omgeving.

Ecologie van volwassen *Aedes cinereus*

Verspreiding: holarctisch (Peus 1951a, Skierska 1965, Mohrig 1969).

Gedrag

A. cinereus is een migrerende soort, dat wil zeggen dat het habitat van de adulten niet samenvalt met het voorkomen van de larven. Skierska (1965) nam waar dat in begin juni *A. cinereus* massaal het bos invloog. De verspreiding werd ten dele beperkt door de begrenzing van het bos met het cultuurland (Skierska 1965). Verder is een duidelijke migratie waargenomen van individuen gedurende de dag van open naar

beschaduwde gebieden (rustplaatsen) (Service 1971b), hoewel volgens Wesenberg-Lund (1920/21, 1943) *A. cinereus* plaatsgebonden gedrag vertoont.

Paring

A. cinereus vormt zwermen in de namiddag tussen (*Carex*-)vegetatie (Edwards in Marshall 1938) alhoewel volgens Martini (in Marshall 1938) geen zwermen optreden. De meeste vrouwelijke adulten voltooien slechts één ovariële cyclus (Carpenter & Nielsen in Wood et al. 1979).

Steekactiviteit

De grootste activiteit van de vrouwelijke adulten is tijdens de avonduren (Wood et al. 1979, Franke 1981) en de nacht in open terrein (Service 1971b). Ze zijn echter ook actief in de ochtenduren en overdag. De adulten zijn hygroofiel en benaderen hun gastheer alleen in de vochtigste delen van de lucht, dus meestal op de benen (Wesenberg-Lund 1920/21, Skierska 1965). In avondschemering komen ze hoog aanvliegen (Martini in Natvig 1948). Ook overdag is op beschaduwde plekken de aanvlucht sterk, vooral bij hoge luchtvochtigheid, voor en na onweer en bij lichte regen (Wood et al. 1979, Mohrig 1969). Op plaatsen waar ze overdag rusten vallen ze op elk moment van de dag aan, ook bij 25-27 °C (Skierska 1965, Natvig 1948). *A. cinereus* zuigt bloed van zoogdieren en vogels (Wesenberg-Lund 1920/21, Natvig 1948, Mehl et al. 1983, Olin 1972).

Habitat

Adulten van *A. cinereus* zijn typisch voor rivierbossen (Lang 1920, Natvig 1948), bossen, struikgewas (Peus 1932), (riet)oevers van grote wateren, graspollen in uitgedroogde poelen (Wesenberg-Lund 1920/21), moerassen en venen (Skierska 1965). In de meer open struik/boom vegetatie heeft *A. cinereus* zijn optimum en is hier in de zomer steeds abundant aanwezig (Mohrig 1969). Overdag rusten de adulten op deze vochtige beschaduwde en relatief koele plaatsen (Natvig 1948, Skierska 1965, Marshall 1938). In deze habitats worden ze samen met *A. cantans* en *A. punctor* gevonden (Skierska 1965). In open terrein worden overdag geen vrouwtjes aangetroffen (Service 1971a). De adulten vliegen pas op vanuit hun rustplaats als ze verstoord worden.

Ovipositie

Na het bloed zuigen duurt het vijf tot tien dagen voordat de eieren worden afgezet (Voorhoeve 1969). Eieren worden afgezet op laagliggende plekken die in regenperioden onder water komen te staan (Marshall 1938, Voorhoeve 1969). Elk ei wordt apart afgezet op afgevallen blad in bodemdepressies (Wesenberg-Lund 1920/21). De eieren worden afgezet in de periode juni-september (Edwards et al. 1939). Er worden 8 tot 106, gemiddeld 60 eieren per keer afgezet (Voorhoeve 1969). Over de aanvang van de ei-ontwikkeling zijn de meningen nogal verschillend, bij 5°C (Dix 1972b), bij 6°C (Harksen et al. 1976), bij 12-13°C (Mohrig 1969). De eieren komen pas in april uit, ook al zijn ze eerder submers (Marshall 1938). *A. cinereus* overwintert als ei (Wesenberg-Lund 1920/21, Brummer-Korvenkontio et al. 1971). Bij 31°C sterven de uitgekomen larven of komen de eieren in het geheel niet uit. *A. cinereus* vereist voor een ongestoorde ontwikkeling dus relatief hoge

watertemperaturen, die pas bereikt worden als de voorjaarspoelen vaak al uitgedroogd zijn (Mohrig 1969). De helft van de eieren komt uit zonder koudebehandeling (Mohrig 1964, Horsfall 1963, Barr 1958) en heeft geen diapauze; ze komen bij kamertemperatuur circa twee weken na ovipositie uit (Brust in Wood et al. 1979). Eieren zijn vanaf oktober tot half mei aanwezig (Wesenberg-Lund 1920/21).

Fenologie

Het verschijnen van adulten van *A. cinereus* is gebiedsafhankelijk. Zo verschenenadulten vanaf half maart tot in november, dit is in de onderstaande lijst weergegeven:

<i>maand</i>	<i>land</i>	<i>referentie</i>
vanaf eind mei	DDR	Mohrig 1969
juni-september	GBR	Marshall 1938
half maart-midden juli	BRD	Schneider 1913
eind mei-oktober	Denemarken	Wesenberg-Lund 1920/21
mei-midden november	Polen	Skierska 1965
vanaf juni, max. juli	GBR	Service 1969
midden mei-midden augustus, max. half juli	DDR	Franke 1981
vanaf april	BRD	Müller 1965
voorjaar	Finland	Brummer-Korvenkontio et al. 1971

De vrouwelijke adulten hebben een levensduur van drie tot vier maanden en sterven voor de herfst, de mannelijke echter waarschijnlijk al in juni juli (Denemarken; Wesenberg-Lund 1920/21). Brummer-Korvenkontio et al. (1971) namen waar dat 50% van de totale populatie 13 tot 19 dagen na aanvang van de emergentie is uitgevlogen (Finland; Brummer-Korvenkontio et al. 1971).

De opgaven over het aantal generaties per jaar verschillen van univoltien (Wesenberg-Lund 1920/21, Edwards et al. 1939, Marshall 1938, Natvig 1948, Service 1969), bivoltien (Peus 1951b, Skierska 1965, Franke 1981, Mohrig 1969, Brummer-Korvenkontio et al. 1971), trivoltien (Detinova in Wood 1979) tot plurivoltien (Schneider 1913, Eckstein 1920a, Harksen et al. 1976, Barr 1958, Wood et al. 1979, Brummer-Korvenkontio et al. 1971).

Ecologie van *Aedes cinereus* larven en poppen

Habitat

A. cinereus kan in verschillende watertypen worden aangetroffen. De belangrijkste sturende factor is permanentie, deze soort heeft een voorkeur voor temporaire wateren (Price in Wood et al. 1979, Havelka 1978), vooral die wateren die ongeveer de helft van het jaar water bevatten (Mohrig 1969). Door het (meso)thermofiele karakter van *A. cinereus* kunnen geen kortstondige voorjaarspoelen worden bewoond zoals de echte voorjaarssoorten dat wel doen (Skierska 1965, Mohrig 1969). Andere belangrijke limiterende milieufactoren zijn chloride (tot een maximum van 261 mg/l; Harksen et al. 1976), dimensie en zuurgraad. Er is een duidelijke voorkeur

van deze soort voor kleine wateren zoals plassen (minder dan 6 m² en minder dan 40 cm diep; Brummer-Korvenkontio et al. 1971), sloten, greppels, poelen, rivieren veenmoerassen, oude veenderijen, slenken in venen, broekland, drassige weiden, open verlandingszones van meren en vijvers en overstromingsgebieden van beken en rivieren (Wesenberg-Lund 1943, Edwards et al. 1939, Mohrig 1969, Wiberg-Larsen 1978, Havelka 1978). Grote permanente wateren worden gemeden (Schneider 1913). *A. cinereus* heeft een duidelijke voorkeur voor zure wateren (licht acidofiel), eventueel met *Sphagnum* begroeid (Peus 1951, Wiberg-Larsen 1978).

De volgende optima zijn gegeven;

<i>zuurgraad (pH)</i>	<i>referentie</i>
4.0-6.5	Mohrig 1969
3.5-4.4	Zielke 1970
4.0-6.0	Brummer-Korvenkontio et al. 1971
3.0-3.9	Dix 1972b
4.1-7.6	Harksen et al. 1976
4.5-8.2	Franke 1981

A. cinereus mijdt kleipoelen met grijs en alkalien water (Brummer-Korvenkontio et al. 1971).

Fenologie

De optimumtemperatuur voor de larvale ontwikkeling ligt tussen 24 en 25°C (Mohrig 1969, Brauer 1972), waarbij de mortaliteit gering is (Mohrig 1969). Een tweede generatie ontwikkelt zich sneller (hogere temperaturen), maar is minder abundant dan de eerste (Peus 1951b). Het larve-stadium wordt in circa twee maanden (Edwards et al. 1939) tot slechts acht tot tien dagen doorlopen, afhankelijk van de temperatuur (Wesenberg-Lund 1920/21). Dichtheid van andere soorten is laag in wateren bewoond door *A. cinereus* (Wojnarowicz 1960). Het verschijnen van de larven is afhankelijk van de temperatuur, de volgende waarnemingen zijn gedaan:

<i>maand</i>	<i>land</i>	<i>referentie</i>
vanaf eind april	DDR	Mohrig 1969
april-juni	GBR	Marshall 1938
vanaf eind mei	Noorwegen	Natvig 1948
begin maart	BRD	Schneider 1913
half mei-half juni	Denemarken	Wesenberg-Lund 1920/21
april-nazomer	BRD	Albrecht 1980
half april-half juli	Polen	Skierska 1965
april-midden september	DDR	Franke 1981
eind maart-juli	DDR	Harksen et al. 1976
vanaf maart	D	Anschau& Exner 1952

Ecologie van volwassen *Aedes cantans*

Verspreiding: Europa en Azië.

Paring

De paring vindt plaats binnen circa een dag na emergentie van vrouwelijke adulten (Service 1977).

Steekactiviteit

De adulten steken niet eerder dan twee tot drie weken na de emergentie (Wesenberg-Lund 1920/21, Voorhoeve 1969, Service 1977). Sommige adulten hebben aan een bloedmaal niet voldoende om de ovariële ontwikkeling te kunnen voltooien en eieren af te zetten (Voorhoeve 1969, Service 1977). Als gastheer fungeren zoogdieren (Natvig 1948, Service 1971c, 1977). De snelheid van de vertering van het bloed is temperatuur afhankelijk: 14 dagen bij 8°C, 6-12 dagen bij 30°C (Voorhoeve 1969) en 58 uur bij 35°C (Service 1977). *A. cantans* steekt overdag voornamelijk bij zonsondergang, maar soms ook de gehele nacht (Mohrig 1969, Service 1977), echter alleen in dichte bosbegroeiing of bij hoge luchtvochtigheid (Mohrig 1969, Dix 1972b). De adulten vliegen vlak boven de grond (Service 1971c).

Habitat

De adulten hebben een voorkeur voor beschaduwde plekken zoals bos en halfopen terrein (Wesenberg-Lund 1920/21, Harksen et al. 1976, Skierska 1965). De verspreiding wordt beperkt door de begrenzing met cultuurland (barrière) (Skierska 1965). Ook in de perioden van grote activiteit verwijderen de vrouwelijke adulten zich nauwelijks van de bosrand, ze komen wel voor op bosweiden (Mohrig 1969).

Ovipositie

De eieren worden 10 tot 13 dagen na het bloedmaal (Voorhoeve 1969) vanaf eind juni (Service 1977) tot augustus (Wesenberg-Lund 1920/21), hoog boven het waterniveau (Eckstein 1920a) afgezet tussen gevallen loof en mos (Mohrig 1969). Het aantal eieren varieert, afhankelijk van de grootte van de vrouwelijke adult, van 3 tot 121 (Marshall 1938) met een gemiddelde van 48 per legsel (Voorhoeve 1969) terwijl de aantallen in de opeenvolgende legsels afnemen (Service 1977). In de loop van de zomer worden twee tot vier gonotrofe cyclussen voltooid (Service 1977, Mohrig 1969). De tweede generatie ontwikkelt zich sneller (hogere temperaturen) maar is niet zo abundant als de eerste (Peus 1951b). De eieren gaan vanaf eind september tot begin januari in diapauze en dit wordt geïnduceerd door een temperatuursdaling, de terminale factor(en) is (zijn) onbekend (Service 1977). Bij 3 tot 4 °C begint de eiontwikkeling (Wiberg-Larsen 1978, Franke 1981) en strekt zich over een lange periode uit (Skierska 1965). Slechts een bepaald deel van de eieren komt uit bij elke keer dat ze onder water komen (Marshall 1938). Eieren, die vroeg in het jaar niet onder water zijn komen te staan, kunnen tot begin september uitkomen, indien ze alsnog onder water komen (Service 1977). Een klein deel van de eieren, die niet onder water kwamen, behoudt de levenskracht voor 3.5 jaar (Service 1977).

Plaagvorming

A. cantans kan dominerend en plaagvormend zijn (Peus 1951a, Knott 1959, Scherpner 1960, Mohrig 1964, Müller 1965, Zielke 1970, Dix 1972a, Rettich 1983, Harksen et al. 1976).

Fenologie

De adulten leven 100 dagen of meer (Service 1977, Wesenberg-Lund 1920/21). De volgende opgaven van adulten zijn bekend:

<i>maand</i>	<i>land</i>	<i>referentie</i>
midden april-midden mei		
incidenteel tot in september	DDR	Harksen et al. 1976
midden mei-midden oktober		
optimum juni-juli	DDR	Franke 1981
vanaf midden mei	GBR	Service 1969
april-midden september,		
maximum in juli	GBR	Service 1977
vanaf midden mei	Denemarken	Wesenberg-Lund 1920/21
midden mei-midden september	DDR	Mohrig 1969
april-september	GBR	Marshall 1938

Ecologie van *Aedes cantans* larven en poppen

Gedrag

A. cantans is oligo-tot mesothermofiel (Harksen et al. 1976).

Voeding

A. cantans voedt zich als larve met algen, fungi en detritus. In de loop van de larvale ontwikkeling neemt het aandeel van detritus en fungi in de darm toe tot circa 50% ten opzichte van algen, als gevolg van toename in de voedingsactiviteit op of nabij de bodem. Ameen & Iversen (1978) veronderstellen dat larven in het derde en vierde stadium blad (op de bodem) en plantestengels afschrappen als supplement op het filtreren van algen (1/3 van de darminhoud). Beide voedingswijzen zijn nodig voor optimale toename in gewicht.

Habitat

A. cantans heeft een voorkeur voor kleine, temporaire, neutrale, chloride arme waterverzamelingen in bossen (Mohrig 1969, Service 1977, Ameen & Iversen 1978, Harksen et al. 1976, Natvig 1948, Marshall 1938, Brummer-Korvenkontio et al. 1971, Wojnarowicz 1960, Skierska 1965). Hoewel de larve een voorkeur heeft voor bos, is zij niet aangepast aan een bepaald type biotoop. In alle stilstaande wateren in (gemengd en naald) bos worden eieren afgezet, zo ook in hoog en laagveen (slechts kleine populaties), rietvelden, moerassige terreinen, moerassige randen van meren en vijvers en drassige weiden met geïsoleerd struikgewas (Mohrig 1969, Franke 1981, Peus 1951a, Dix 1972b). De larve komt alleen voor in niet organisch verontreinigd water (Harksen et al. 1976). Het voorkomen van adulten en larven vertoont dezelfde

ruimtelijke verdeling (Skierska 1965, Jenkins & Hasset 1951). De pH tolerantie ligt tussen 4,1 en 7,8 (Mohrig 1969, Harksen et al. 1976). De soort is zouttolerant, tot 4000 mg/l (Mohrig 1964, Brummer-Korvenkontio et al. 1971). Er is een voorkeur voor poelen met een diep centrum waargenomen (Eckstein 1920b, Brummer-Korvenkontio et al. 1971).

Fenologie

Er is een evenredig verband tussen ontwikkeling van de larven en temperatuurgemiddelde in stadium 2 tot en met 4 (Wiberg-Larsen 1978). De larven zoeken actief temperaturen nabij het ontwikkelingsoptimum op (Kirschberg 1958). Wiberg-Larsen (1978) geeft de volgende duur van larvale stadia: 1: 10 16 dagen, 2: 6 15 dagen, 3: 6 15 dagen, 4: 10 25 dagen.

De larven zijn in de volgende perioden waargenomen:

<i>maand</i>	<i>land</i>	<i>referentie</i>
vanaf eind februari	BRD	Scherpner 1960, Zielke 1970
midden maart-midden mei, evt. tot in juli	DDR	Harksen et al. 1976
eind maart-oktober	DDR	Franke 1981
vanaf midden april	Denemarken	Wesenberg-Lund 1920/21
januari-juli		
en augustus november	GBR	Marshall 1938
volgroeid begin mei	DDR	Mohrig 1969

Er zijnaantallen larven gevonden tot 2860 per vierkante decimeter wateroppervlak (Scherpner 1960). Als larvale populaties groot zijn, zijn de adulten kleiner van afmeting en rijpen ook minder eieren als normaal en omgekeerd (Service 1977). Vanaf het uitgekomen ei tot aan de emergentie is de mortaliteit ongeveer 60 (Wiberg-Larsen 1978) tot 95% (Lakhani & Service 1974), vooral bij de eerste stadia. De belangrijkste oorzaken zijn niet bekend, zo vindt Service (1973) predatoren onbelangrijk als factor. Het opdrogen van poelen is waarschijnlijk de belangrijkste factor. Er is een larvaal ontwikkelingsoptimum bij 23°C (Harksen et al. 1976). A. cantans is univoltien (Wiberg-Larsen 1978, Ameen & Iversen 1978, Service 1969, Marshall 1938, Mohrig 1969, Wesenberg-Lund 1920/21, Skierska 1965) of bivoltien (Service 1977, Franke 1981, Harksen et al. 1976, Knott 1959, Peus 1932, 1951a, Scherpner 1960). De meerderheid van de larven ontwikkelt zich in het voorjaar (Harksen et al. 1976, Franke 1981, Mohrig 1969), de tweede generatie ontstaat alleen bij voldoende regenval in de zomer.

Poppen

Het popstadium duurt 11 tot 16 dagen (Wiberg-Larsen 1978). Ondanks niet simultaan uitkomen van de eieren vindt emergentie gelijktijdig plaats (Wiberg-Larsen 1978).

Ecologie van volwassen *Aedes punctor*

Verspreiding: holarctisch (Skierska 1965, Mohrig 1969).

Steekactiviteit

A. punctor zuigt bloed van zoogdieren (Skierska 1965) en vogels (Natvig 1948). *A. punctor* vliegt vooral in het vroege voorjaar overdag (Peus 1951a, Mohrig 1969, Dix 1972b) maar is met name actief in mei en juni (Franke 1981). De vrouwelijke adulten vliegen alleen in bedekt terrein (Mohrig 1969), voornamelijk in de namiddag en de avonduren, behalve op winderige en zeer hete dagen (Mohrig 1969). Ze steken ook binnenshuis (Harold 1926, Mohrig 1969).

Habitat

A. punctor heeft een voorkeur voor beschaduwde (relatief) koele plekken (Skierska 1965, Harksen et al. 1976, Franke 1981). Er is geen verband tussen het voorkomen van adulten en larven. De adult vliegt aanzienlijke afstanden vanaf de larvale habitat, ook naar bosgebieden in de omgeving of naar open terrein en is dan even abundant op beschaduwde als op zonnige plekken. De verspreiding wordt niet beperkt door cultuurland (Skierska 1965).

Ovipositie

Omdat de eieren na de ovipositie in diapauze gaan en daarna gelijktijdig uitkomen, na een koude inductie, treden korte perioden van massale ontwikkeling op (Haufe & Burgess 1956). Een tweede generatie ontwikkelt zich sneller (hogere temperaturen) dan een eerste generatie, maar is niet zo groot (Peus 1951b). In herfst en winter komt bij een gunstige weersgesteldheid een klein deel van de eieren uit (Mohrig 1969). De duur tussen het onder water komen en het uitkomen is het meest afhankelijk van de temperatuur (Marshall 1938). Er is dan ook een evenredig verband tussen de ontwikkeling van de eieren en de gemiddelde temperatuur, mits deze niet boven de optimum ontwikkelingstemperatuur komt (Haufe & Burgess 1956). Franke (1981) nam waar dat de eerste larven verschenen bij 3.2 °C. Bij veel regenval in het najaar kunnen eieren uitkomen en als larve overwinteren. De verpopping wordt dan vertraagd tot april (Marshall 1938).

Plaagvorming

A. punctor treedt vaak massaal op in venen en randgebieden daarvan (dominante acidofiele soort) (Mohrig 1969, Harksen et al. 1976) of licht zuur tot neutraal water (Dix 1972a).

Fenologie

A. punctor treedt op:

<i>maand</i>	<i>land</i>	<i>referentie</i>
vanaf eind april	DDR	Mohrig 1969
april-oktober	GBR	Marshall 1938
half mei-juli	Denemarken	Wesenberg-Lund 1920/21
midden april-midden oktober, optimum mei en augustus	Polen	Skierska 1965

mei-augustus/september, optimum in juni	GBR	Service 1969
mei-eind augustus, optimum maart-midden mei	DDR	Franke 1981

A. punctor is univoltien (Service 1968, Skierska 1965, Haufe & Burgess 1956, Horsfall 1955, Moncadsky 1951) of bivoltien (Peus 1951b, Scherpner 1960, Ockert 1970, Dix 1972b, Franke 1981, Vogel 1940, Mohrig 1969). Bij voldoende regenval treedt een tweede generatie op (Peus 1951, Skierska 1965). Deze zomergeneratie is belangrijk kleiner dan de voorjaarsgeneratie (Franke 1981, Dix 1972b). Mohrig (1969) vermeldt binnen de soort een overgang van uni- naar plurivoltinisme.

Ecologie van *Aedes punctor* larven en poppen

Habitat

De larve wordt vooral massaal in venig (bruin), licht zuur tot neutraal, moerassige semipermanente wateren gevonden maar is niet aan dit biotoop gebonden (Harksen et al. 1976, Franke 1981, Dix 1972a,b, Natvig 1948, Moncadsky 1951, Barr 1958, Siverly & Defoliart 1968, Mohrig 1969, Brummer-Korvenkontio et al. 1971, Marshall 1938, Mohrig 1969, Peus 1929). *A. punctor* is acidofiel, met een pH optimum van 4 (Mohrig 1969: pH 3.7-3.9; Dix 1972a).

Fenologie

De larven zijn gevonden:

<i>maand</i>	<i>land</i>	<i>referentie</i>
november-augustus	GBR	Marshall 1938
begin-half mei	Denemarken	Wesenberg-Lund 1920/21
vroege voorjaar-midden augustus	Polen	Skierska 1965
maart-juli, optimum midden mei	DDR	Harksen et al. 1976

Ecologie van volwassen *Coquillettidia richardii*

Verspreiding: Europa en het Aziatisch deel van Rusland (Mohrig 1969).

Steekactiviteit

C. richardii is zeer steeklustig. Zijn grootste steekactiviteit ligt in de avonduren. Echter ook overdag, op beschutte plekken met hoge luchtvochtigheid wordt gestoken (Mohrig 1969). Ze vliegen huizen in (Marshall 1938). *C. richardii* zuigt bloed van zoogdieren (Natvig 1948). De adulten rusten vaak eerst op de vegetatie voordat een gastheer benaderd wordt (Service 1968).

Habitat

De adulten zijn te vinden in bossen, weiden en open terrein (Mohrig 1969).

Ovipositie

De eieren (aantal 200, Marshall 1938) worden op het wateroppervlak in de vorm van eivlotjes (Mohrig 1969) vanaf half augustus september afgezet (Denemarken; Wesenberg-Lund 1920/21) en komen na vier tot vijf dagen uit, de larven hechten zich onmiddellijk aan een waterplant (Mohrig 1969).

Fenologie

<i>maand</i>	<i>land</i>	<i>referentie</i>
vanaf eind juni	DDR	Mohrig 1969
mei-september	GBR	Marshall 1938
juni-half augustus	Denemarken	Wesenberg-Lund 1920/21
eind juni-september	Polen	Skierska 1965
half juni-september	GBR	Service 1969

Ecologie van *Coquillettidia richardii* larven en poppen

Gedrag

De larven leven volledig submers en hebben een sessiele levenswijze, ze ontwikkelen zich zeer langzaam en wisselen regelmatig van plaats op de onderwatervegetatie (Mohrig 1969).

Habitat

De larven leven in permanent water (pH 6.1 tot 7.3, chloride tot 210 mg/l; Harksen et al. 1976) met vegetatie zoals *Glyceria sp.*, *Acorus sp.*, *Typha sp.*, *Carex sp.*, *Sparganium sp.* en *Ranunculus sp.* (Mohrig 1969). *C. richardii* bevindt zich nooit dieper dan 30-40 cm onder het wateroppervlak (Wesenberg-Lund 1920/21). De larvale populaties treden het massaalst op in moerasgebieden en aan de oevers van grote meren (Mohrig 1969).

Fenologie

<i>maand</i>	<i>land</i>	<i>referentie</i>
januari-december	GBR	Marshall 1938
september-mei	Denemarken	Wesenberg-Lund 1920/21

De larve (stadium 3 of 4; Skierska 1965) overwintert dicht bij de bodem aan de wortels van waterplanten. In de winter staat de ontwikkeling stil (Mohrig 1969). *C. richardii* is univoltien (Skierska 1965, Service 1968, Mohrig 1969).

Poppen

De poppen wisselen niet van plaats op de vegetatie en het popstadium duurt slechts enkele dagen (Mohrig 1969).

Ecologie van volwassen *Culex torrentium*

Verspreiding: Europa en Azië.

Steekactiviteit

Soorten van dit genus steken alleen in de avond en de nacht.

Ei-afzetting

De eieren worden als kleine vlotjes op het wateroppervlak afgezet.

Plaagvorming

C. torrentium is bij uitzondering plaagvormend, echter nooit in die mate als bij het genus *Aedes*.

Fenologie

C. torrentium overwintert als bevrucht vrouwtje. De soort wordt vaak samen met *C. pipiens* gevonden.

Ecologie van *Culex torrentium* larven en poppen

Habitat

C. torrentium is een 'wilde' steekmug, eentje die niet gebonden is aan menselijke bewoning. De larven leven in schoon tot matig verontreinigd water van poelen, greppels, watertonnen, e.d. De larve ontwikkelt zich bij lagere temperaturen in vergelijking met *C. pipiens* (Mohrig 1969).

Ecologie van volwassen steekmuggen van het genus *Culiseta*

Steekactiviteit

Soorten van dit genus steken alleen in de avond en de nacht (Peus 1951a).

Habitat

De actieradius van het subgenus *Culiseta* is zeer beperkt, tot circa 30 m, tenzij meegevoerd door de wind (Peus 1951a). Het subgenus *Culiseta* overwintert als bevrucht vrouwtje (Mohrig 1969), in onder andere kelders, hopen, houtstapels, mits niet te droog (Peus 1951a). De winterrust (niet obligaat) wordt door de lage temperatuur bepaald (Peus 1951a). Het subgenus *Culicella* overwintert als ei of larve (Mohrig 1969), volgens Peus (1951a) alleen als larve. Een langdurige ijsbedekking kan de aantallen sterk decimeren (Peus 1951a, Skierska 1965, Harksen et al. 1976).

Ovipositie

Het subgenus *Culiseta* zet de eieren (150-300) af in de vorm van een eivlotje op het wateroppervlak. De eieren komen na enkele dagen uit (Peus 1951a, Mohrig 1969). Het subgenus *Culicella* zet de eieren af op beschaduwde plaatsen (Marshall 1938). Mits niet te sterke uitdroging door direct zonlicht optreedt (Marshall 1938) behouden de eieren hun levensvatbaarheid in afwachting van water om uit te komen. Iedere keer dat op het

droge afgezette eieren onder water komen, komt slechts een deel van de eieren uit (Marshall 1938).

Fenologie

De adulten zijn aanwezig in het voorjaar en de vroege zomer (uit winterlarven) en in de nazomer en de vroege herfst (uit zomerlarven)(BRD; Peus 1951a). Het subgenus *Culiseta* is plurivoltien, het aantal generaties wordt bepaald door de temperatuur en de snelheid waarmee een gastheer wordt gevonden (Peus 1951a). Het subgenus *Culicella* is bivoltien (Peus 1951a).

Ecologie van larven en poppen van het genus *Culiseta*

Voeding

De larven van het subgenus *Culiseta* borstelen de algenbegroeiing van de bodem en de vegetatie af (Mohrig 1969), het zijn "browsers" (Surtees 1959).

Habitat

Het subgenus *Culiseta* komt voor in permanente wateren (Peus 1951a).

Fenologie

De larvale ontwikkeling van het subgenus *Culiseta* duurt twee tot drie weken (Peus 1951a).

Ecologie van volwassen *Culiseta (Culiseta)annulata*

Verspreiding: Europa, Noord Afrika, Azië (Mohrig 1969).

Steekactiviteit

Bij lage temperatuur steken de vrouwtjes overdag. In de zomer zijn ze voornamelijk in de nacht actief (Mohrig 1969).

Habitat

C. annulata wordt als typische huismug aangeduid. De bevruchte vrouwtjes overwinteren in kelders, stallen, holle bomen en allerlei andere beschutte plaatsen (Mohrig 1969, Wesenberg-Lund 1920/21, Havelka 1978).

Ovipositie

Vanaf april tot half augustus worden de eieren (circa 200) als samengekleefde vlotjes afgezet op het wateroppervlak. Na vier tot vijf dagen verschijnen de larven.

Plaagvorming

C. annulata komt vaak voor samen met *Culex pipiens* en kan bijdragen aan plaagvorming (Harksen et al. 1976).

Fenologie

<i>maand</i>	<i>land</i>	<i>referentie</i>
gehele jaar	DDR	Mohrig 1969
gehele jaar	GBR	Marshall 1938
gehele jaar	Denemarken	Wesenberg-Lund 1920/21
januari november	GBR	Service 1969

Deze soort vliegt vanaf het vroege voorjaar tot november, bij stijgende temperatuur ook tijdens de overwintering.

Ecologie van *Culiseta (Culiseta) annulata* larven en poppen

Habitat

Larven van *C. annulata* kunnen in bijna alle (semi)permanente wateren worden gevonden, echter steeds in kleine aantallen. Grote populaties zijn uitzondering en zijn alleen gevonden in ernstig organisch belaste poelen (Mohrig 1969) waarbij de N-concentratie kan oplopen tot 60 mg/l (Scherpner 1960). De larven blijken ook tolerant te zijn voor hoge chlorideconcentraties en wisselende pH (Harksen et al. 1976).

Fenologie

De groeisnelheid van de larven is afhankelijk van de temperatuur. Ze ontwikkelen zich het snelst (16 dagen) bij een temperatuur tussen 24 en 27°C, de mortaliteit is dan echter vrij groot. De eerste larven verschijnen in het voorjaar, hun aantal blijft beperkt. Ze worden pas talrijk in de zomermaanden (Mohrig 1969). *C. annulata* overwintert soms ook als larve.

<i>maand</i>	<i>land</i>	<i>referentie</i>
gehele jaar	DDR	Mohrig 1969
gehele jaar	GBR	Marshall 1938
gehele jaar	GBR	Edwards et al. 1939
februari-november	DDR	Harksen et al. 1979

Poppen

Fenologie

<i>maand</i>	<i>land</i>	<i>referentie</i>
gehele jaar	GBR	Marshall 1938
mart-november	GBR	Service 1969

Literatuurlijst bij bijlage 3

- Albrecht, J. 1980: Die Stechmückenfauna (Diptera, Culicidae) des Bonner Raumes. *Decheniana* 133, 107-114.
- Allan, S.A., Day, J.F. & Edman, J.D. 1987: Visual ecology of biting flies. *Ann. Rev. Entomol* 32, 297-316.
- Ameen, M. & Iversen, T.M. 1978: Food of *Aedes* larvae (Diptera, Culicidae) in a temporary forest pool. *Arch. Hydrobiol.* 83 (4), 552-564.
- Anschau, M. & Exner, H. 1952: Faunistische und ökologische Untersuchung an steierischen Culiciden. *Z. Tropenmed. Parasit.* 4, 95-116.
- Barr, R.A. 1958: The Mosquitoes of Minnesota (Diptera: Culicidae: Culicinae). *Tech. Bull. Minn. Agric. Exp. St.* 228, 154 p.
- Bezzub, M.V. 1966: On the fauna of mosquitoes of the genus *Aedes* (Fam. Culicidae) in the Chernovitsy region. *Med. parasitol.* 35, 610-611.
- Brummer-Korvenkontio, M., Korhonen, P. & Hämeen Antilla, R. 1971: Ecology and phenology of mosquitoes (Dipt., Culicidae) inhabiting small pools in Finland. *Acta Ent. Fenn.* 28, 51-73.
- Clements, A.N. 1963: The physiology of mosquitoes. The MacMillan Co., New York, 393 p.
- Detinova, T.S. & Smelova, V.A. 1973: On the medical importance of mosquitoes (Culicidae, Diptera) of the fauna of the Soviet Union. *Med. parasitol.* 42, 455-471.
- Dix, V. 1972a: Beiträge zur Stechmückenfauna der Landschaften zwischen Unterharzhochfläche, Unstrutniederung und mittlerer Elbe. *Hercynia* 9, 69-74.
- Dix, V. 1972b: Beiträge zur Stechmückenfauna (Diptera, Culicidae) der Landschaften zwischen Unterharzhochfläche, Unstrutniederung und mittlere Elbe. *Hercynia* 9, 423-436.
- Downes, J.A. 1969: The swarming and mating flight of Diptera. *Ann. Rev. Entomol.* 14, 271-298.
- Eckstein, E. 1920a: Aus einer Feldstation für Stechmücken. *Zeitschr. angew. Entomol.* 6, 338-371.
- Eckstein, F. 1920b: Witterung und Stechmückenplage. *Zeitschr. angew. Entomol.* 6, 93-105.

- Edwards, F.W., Oldroyd, H. & Smart, J. 1939: British blood sucking flies. W. Clows and Sons, London, 201 p.
- Federova, V.G. 1976: Changes in the fauna and intensity of mosquito attacks under the influence of territory drainage in the Novgorod Region. *Med. parasitol.* 45, 568-573.
- Franke, J. 1981: Faunistisch ökologische Untersuchungen an Stechmücken (Diptera, Culicidae) des Bezirkes Erfurt unter Besonderer Berücksichtigung der Gattung *Aedes*. *Hercynia* 18 (1), 65-86.
- Franz, J.M. & Krieg, A. 1972: Biologische Schädlings bekämpfung. Verlag Paul Parey, Berlin, 208 p.
- Fritz, H.G. & Heimer, W. 1981: Stechmückenbrutplätze im Naturschutzgebiet "Kühkopf knoblochsaue". Untersuchungen zur Begleitfauna, Möglichkeiten einer Minderung der Stechmückenplage. *Natur und Landschaft* 56 (3), 80-84.
- Grunwald, A. 1979: Stechmückenplagen und bekämpfung mit Umwelt schonenden Methoden im rheinlandpfälzischen Oberrhein gebiet. *Beitr. Landesplf. Rheinland Pfalz* 7, 13-52.
- Harksen, E., Mönke, R. & Schumann, H. 1976: Faunistisch ökologische Untersuchungen zur Stechmückenfauna Berlins. *Dtsche Entomol. Zschr.* 23 (4-5), 367-406.
- Harold, C.H. 1926: Studies on mosquito bionomics. *J. Roy. Army Med. Corps* 46, 180-197.
- Haufe, W.O. & Burgess, L. 1956: Development of *Aedes* (Diptera, Culicidae) at Fort Churchill, Manitoba and prediction of dates of emergence. *Ecology* 37, 500-519.
- Havelka, P. 1978: Rheinschnaken (Culiciden)Bekämpfung in rechtsseitigen Rheintal zwischen Karlsruhe und Mannheim im Jahr 1977 Culiciden Brutplätze. *Veröff. Naturschutz Landschaftsplege Bad Württ.* 47/48, 433-441.
- Hinman, E.H. 1930: A study of the food of mosquito larvae (Culicidae). *Am. J. Hyg.* 12, 238-270.
- Hocking, B. 1971: Blood sucking behaviour of terrestrial arthropods. *Ann. Rev. Entomol.* 16, 1-26.
- Horsfall, W.R. 1963: Eggs of floodwater mosquitoes (Diptera: Culicidae). Local distribution. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 56, 426-441.
- Howard, L.O., Dyar, H.G. & Knab, F. 1915: The mosquitoes of North and Central America and the West Indies. Carnegie Institution, Washington.

- Iversen, F.M. 1971: The ecology of a mosquito population (*Aedes communis*) in a temporary pool in a Danish beech wood. *Arch. Hydrobiol.* 69 (3), 309-332.
- Jenkins, D.W. & Hasset, C.C. 1951: Dispersal and Flight Range of Subartic Mosquitoes Marked with Radiophosphorus. *Can. J. Zool.* 39, 178-187.
- Kirschberg, E. 1958: Der frühjährliche Tempertügang in Berliner *Aedes* Brutgewässern. *Proc. 10th Int. Cong. Ent.* 3, 859-866.
- Knott, W. 1959: Niederrheinische Stechmücken. Eine Beitrag zur Ökologie der Culiciden. *Hydrobiologia* 13, 1-127.
- Kriegerowski, L. 1980: Die Dezimierung von Stechmücken mit landschaftsgestaltenden Massnahmen am Beispiel eines (West)Berliner Feuchtgebietes. *Natur und Landschaft* 55 (7 8), 291 295.
- Lakhani, K.H. & Service, M.W. 1974. Estimated mortalities of the immature stages of *Aedes cantans* (Mg.) (Diptera, Culicidae) in a natural habitat. *Bull. ent. Res* 64, 265 276.
- Lang, W.D. 1920: A handbook of British mosquitoes. London, 125 p.
- Macan, T.T. 1961: Factors that limit the range of freshwater animals. *Biol. Rev.* 36, 151 198.
- Marshall, J.F. 1938 *The British Mosquitoes*. London, 341 p.
- Martini, E. & Teubner, E. 1933: Über das Verhalten von Stechmücken besonders von *Anopheles maculipennis* bei verschiedenen Temperaturen und Luftfeuchtigkeit. *Arch. Schiff's Tropenhyg.* 37, 83 p.
- Mehl, R., Traavik, T. & Wiger, R. 1983: The composition of the mosquito fauna in selected biotopes for arbovirus studies in Norway. *Fauna norv. serv. B.* 30, 14 24.
- Mohrig, W. 1964: Faunistisch ökologische Untersuchungen an Culiciden der Umgebung von Greifswald. *Deut. Entomol. Zsch.* 11, 327 352.
- Mohrig, W. 1969: Die Culiciden Deutschlands. *Parasitol. Schr.* 18, 260 p.
- Moncadsky, A.S. 1951: Culicinae larve of blood sucking mosquitoes in the USSR and neighbouring countries. *Natbeh, Moskva*.
- Müller, P. 1965: Beiträge zur Kenntnis der Culicidenfauna in einigen Erholungsgebieten des Bezirkes Rostock und Frankfurt/Oder. *Angew. Parasitol.* 5, 90 101.

- Natvig, L.R. 1948: Contributions to the knowledge of the Danish and Fennoscandian Mosquitoes Culicini. Norsk Entomol. Tidsskrift, 567p.
- Ockert, G. 1970: Beiträge zur Culiciden Fauna (Diptera Culicidae) der Landschaften zwischen Unterharzhochfläche mittlere Elbe und Unstrutniederung. Hercynia 7, 250-267.
- Olin, G. 1972: The occurrence and mode of transmission of Tularemia in Sweden. Acta Path. Microbiol. Scand. 19, 220-247.
- Peus, F. 1929: Beiträge zur Faunistik und Ökologie der einheimischen Culiciden. Z. F. Desinfektion 4, 92-98.
- Peus, F. 1932: Die Stechmückenplage im Spreewald und die Möglichkeit ihrer Bekämpfung. Gesund. Techn., 133-202.
- Peus, F. 1951a: Stechmücken. Die Neue Brehm Bücherei, 80 p.
- Peus, F. 1951b: Die Stechmückenplage und ihre Bekämpfung . Teil 2: Die Aedes Mücken. Z. hyg. Zoöl. Schädlingsbek. 32, 49-79.
- Peus, F. 1975: Die "Rheinschnaken" (Diptera, Culicidae), Arten, Lebensweise, Ökologie, Massenentfaltung, Gegenwehr. Zeitschr. für Angewandte Zoologie 62 (2), 231-242.
- Rettich, F. 1983: Effects of Bacillus thuringiensis serotype H 14 on mosquito larvae in the Elbe lowland. Acta ent. bohemoslov 80, 21-28.
- Scherpner, Ch. 1960: Zur Ökologie und Biologie der Stechmücken des Gebietes von Frankfurt am Main (Diptera: Culicidae). Mitt. Zool. Mus. Berlin 36, 49-99.
- Schneider, P. 1913: Beitrag zur Kenntnis der Culiciden in der Umgebung von Bonn. Verh. Nat. Ver. Rheinl. Westf. 70, 1-54.
- Service, M.W. 1969: Observations on the ecology of some British mosquitoes. Bull. ent. Res. 59, 161-194.
- Service, M.W. 1971a: Conservation and the Control of Biting Flies in Temperate Regions. Biological Cons. 3 (2), 113-122.
- Service, M.W. 1971b: The daytime distribution of mosquitoes resting in vegetation. J. Med. Ent. 8 (3), 271-278.
- Service, M.W. 1971c: Flight periodicities and vertical distribution of Aedes cantans (Mg.), A. geniculatus (Ol.), Anopheles plumbeus Steph. and Culex pipiens L. (Diptera, Culicidae) in southern England. Bull. ent. Res. 60, 639-651.

- Service, M.W. 1972: An inland freshwater population of the salt marsh mosquito *Aedes detritus* (Haliday). *J. Entomol.* 46 (2), 117-121.
- Service, M.W. 1973: Study of the natural predators of *Aedes cantans* (Meigen) using the precipitin test. *J. Med. Ent.* 10 (5): 503-510.
- Service, M.W. 1977: Ecological and biological studies on *Aedes cantans* (Meig.) (Diptera: Culicidae) in southern England. *J. Appl. Ecol.* 14, 159-196.
- Siverly, R.E. & Defoliart, G.R. 1968: Mosquito studies in northern Wisconsin. Larval studies. *Mosq. News* 28, 149-154.
- Skierska, B. 1965: Ecological studies of the occurrence and distribution of Culicinae fauna in the coastal forest belt. *Ekologia Polska* 13 (27), 527-571.
- Surtees, G. 1955: Functional and morphological adaptations of the larval mouthparts in the sub family Culicinae (Diptera) with a review of some related studies by Montschadsky. *Proc. Roy. Ent. Soc. London* 34, 7-16.
- Vogel, R. 1940: Zur Kenntnis der Stechmücken Württembergs. Teil 3. *Jh. Ver. vaterl. Naturkd. Württ.* 96, 97-116.
- Voorhoeve, C.G. 1969: Ecology and biology of mosquitoes: report of my practical stage at Monks wood experimental station. L.U. Wageningen, 40p.
- Wallace, J.B. & Merritt, R.W. 1980: Filter feeding ecology of aquatic insects. *Ann. Rev. Ent.* 25, 103-132.
- Wesenberg-Lund, C. 1920/21: Contributions to the biology of the Danish Culicidae. *Kongl. Danske Videnskab. Selsk. Skrifter, Naturvidensk Mathem. Afd.* 8, 210 p.
- Wesenberg-Lund, C. 1943: *Biologie der Süßwasserinsekten.* Gyldendalske Boghandel, Nordisk Forlag (Kopenhagen) und Verlag. Berlin, Wien.
- Wiberg-Larsen, P. 1978: Species composition, succession of instars and mortality among the immature stages of *Aedes* spp. inhabiting some Danish forest pools. *Arch. Hydrobiol.* 84 (2), 180-198.
- Wojnarowicz, J. 1960: Culicinae larvae of small ponds. *Polskie Arch. Hydrobiol.* 8, 183-221.
- Wood, D.M., Dang, P.T. & Ellis, R.A.E. 1979: *The insects of Canada. Culicidae* Canadian Government Publ.

Yakubovich, V.Y. 1976: Evaluation of the role of the day length and temperature in reactivation of eggs of the genus *Aedes* in the Moscow region. *Med. Parasitol.* 45, 701-704.

Zielke, E. 1970: Beobachtungen über die Zusammensetzung der Stechmücken von Hamburg und Umgebung. *Ent. Mittl.* 70, 98-101