



Teruggang aantal overwinterende baardvleermuizen in Kamp Westerbork II - Vervolgonderzoek naar lokale oorzaken rond de aardappelkelder

**E. A. Jansen, R.G. Meijer, P. Arends, G.
Lelieveld, H. J.G. A. Limpens, V. J. A.
Hommersen en M. Schillemans**



2017.26
Rapport van de Zoogdierverseniging
In opdracht van Provincie Drenthe

Teruggang aantal overwinterende baardvleermuizen in Kamp Westerbork II - Vervolgonderzoek naar lokale oorzaken rond de aardappelkelder

Rapport nr.:	2017.26
Datum uitgave:	juli 2018
Status	Definitief
Auteur:	E. Jansen, R.G. Meijer, P. Arends, G. Lelieveld, V. Hommersen en M. Schillemans
Illustraties:	Omslag: R.G. Meijer
Kwaliteitscontrole:	H.J.G.A. Limpens
Productie:	Steunstichting VZZ, in rapport vermeld als de Zoogdiervereniging Bezoekadres: Toernooiveld 1 6525 ED Nijmegen Postadres: Postbus 6531 6503 GA Nijmegen Tel.: 024 7410500 secretariaat@zoogdiervereniging.nl www.zoogdiervereniging.nl
Gegevens opdrachtgever:	Provincie Drenthe Westerbrink 1 Postbus 122 9400 AC Assen
Contactpersoon opdrachtgever	K. Uilhoorn

De Steunstichting VZZ is onderdeel van de Zoogdiervereniging

Dit rapport kan geciteerd worden als:

Jansen, E.A., R.G Meijer, P. Arends, G. Lelieveld, H.J.G.A. Limpens, V.J.A. Hommersen en M. Schillemans, 2018. Teruggang aantal overwinterende baardvleermuizen in Kamp Westerbork II - Vervolgonderzoek naar lokale oorzaken rond de aardappelkelder. Rapport 2017.26. Bureau van de Zoogdiervereniging, Nijmegen.

De Steunstichting VZZ, onderdeel van de Zoogdiervereniging, is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van de Zoogdiervereniging; opdrachtgever vrijwaart de Stichting VZZ voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing. Niets uit dit rapport mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en de Zoogdiervereniging, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord	2
Samenvatting	3
1 Inleiding	6
2 Aanpak	8
2.1 Onderzoek naar populatieopbouw middels vangst	8
2.2 Onderzoek naar vleermuisactiviteit tijdens de winter	13
2.3 Onderzoek naar het klimaat van de aardappelkelder.....	14
2.4 Onderzoek naar predatie en verstoring	16
3 Resultaten	18
3.1 Populatieopbouw middels vangst.....	18
3.2 Vleermuisactiviteit in winter tijdens winterslaapperiode.....	21
3.3 Klimaat van de aardappelkelder	22
3.4 Predatie en verstoring	25
4 Conclusies	26
4.1 Vangresultaten	26
4.2 Vleermuisactiviteit tijdens winter	26
4.3 Klimaat van de aardappelkelder	27
4.4 Jachtgedrag en predatie.....	27
5 Eindconclusie en aanbevelingen	28
5.1 De belangrijkste eindconclusies uit het onderzoek zijn:	28
5.2 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	29
6 Literatuurlijst	30
7 Bijlages	33
Bijlage I: populatieopbouw van de gevangen baardvleermuizen.....	34
Bijlage II: Weersomstandigheden gerelateerd aan vangsten baardvleermuis	35
Bijlage III: Beschrijving van de herkenning van de sociale roepen	37
Bijlage IV: Aantal geluidsopnamen vanaf 18 maart tot 14 april 2017. ..	38

Voorwoord

In het kader van het Netwerk Ecologische Monitoring, deelproject wintertellingen, worden in Nederland jaarlijks een groot aantal objecten gecontroleerd op vleermuizen. Een sterke teruggang in de aantallen in de aardappelkelder te Kamp Westerbork was voor de vrijwilligers van de vleermuizenwerkgroep Drenthe (VleD) waaronder de beheerder van het gebied Pauline Arends van Staatsbosbeheer (SBB) reden om alarm te slaan. Samen met hen is dit rapport opgesteld en zonder de door vrijwilligers uitgevoerde jaarlijkse tellingen zou een dergelijke alarmerende achteruitgang niet zijn opgemerkt. Speciale dank geldt Reinier Meijer (VleD), Jan Mager (VleD) en Pauline Arends (SBB en VleD). Daarnaast grote dank voor Thijs Bosch en Douwe van der Ploeg, die de vleermuizen voor dit project hebben gevangen.

Samenvatting

De aardappelkelder van voormalig Kamp Westerbork was tot voor kort de belangrijkste winterverblijfplaats voor baardvleermuizen in Noord-Nederland. Sinds 2012 loopt het aantal overwinterende vleermuizen echter sterk terug. Om meer inzicht te krijgen in de oorzaken van de achteruitgang is het vervolgonderzoek gericht op de mogelijke lokale oorzaken en regionale oorzaken van achteruitgang.

Het vervolgonderzoek heeft zich toegespitst op vier verschillende deelonderzoeken:

- 1) populatieopbouw middels vangst,
- 2) activiteit van vleermuizen tijdens de winterslaaperperiode,
- 3) klimaat van de aardappelkelder door middel van het plaatsen van dataloggers,
- 4) predatie en verstoring door middel van het plaatsen van cameravallen.

Hierbij volgen de belangrijkste conclusies uit het onderzoek en een aantal aanbevelingen.

- De kelder heeft een gunstig overwinteringsklimaat voor baardvleermuizen.
- Geanalyseerde Batlogger opnames uit de aardappelkelder resulteerden niet in onverklaarbare pieken in vleermuisactiviteit, die zouden kunnen duiden op verstoring tijdens de zwerm- en winterrustperiode.
- De geanalyseerde cameravalbeelden en geluidsopnamen gaven geen aanwijzingen die wijzen op predatie in of bij de aardappelkelder.
- Het aandeel gevangen baardvleermuismannetjes in Westerbork lijkt hoger dan in andere vergelijkbare zwermstudies.
- Rekening houdend met omstandigheden die het optreden van zwermen en de hoogte van pieken beïnvloeden, kan gesteld worden dat de nazomerpopulatie baardvleermuizen van 2016 waarschijnlijk meer *male biased* is dan andere vergelijkbare onderzoeken.
- Het aandeel juveniele baardvleermuizen t.o.v. volwassen baardvleermuizen wijkt niet sterk af van resultaten van andere zwermstudies.
- Er vindt nog steeds voortplanting plaats binnen de populatie baardvleermuizen die zwermt bij en overwintert in de voormalige aardappelkelder van Westerbork.
- Het feit dat het aantal juveniele dieren t.o.v. volwassen dieren niet sterk afwijkt, en er bijna twee keer zo veel mannetjes worden gevangen t.o.v. andere vergelijkbare studies, zou kunnen duiden op een lagere overleving van de adulte (en/of juveniele), niet reproducerende vrouwtjes.

Voor vervolgonderzoek wordt aanbevolen prioriteit te geven aan het lokaliseren van de verblijfplaatsen van de kraamkolonies, zodat deze kunnen worden gemonitord. Dan kan worden geanalyseerd of er direct op de verblijfplaatsen werkende verstoringen optreden. Tevens is het van belang om de

voedselgebieden van de actuele – en zo mogelijk ook de voorheen gebruikte verblijfplaatsen - te lokaliseren en te analyseren op mogelijke problemen. Daarnaast blijft het noodzakelijk om vast te stellen waar de vlieg- en migratieroutes liggen en of en zo ja waar knelpunten liggen bij het passeren van de verkeersinfrastructuur.

Na het initieel verschijnen van het huidige rapport is 2017 een poging gedaan om op kansrijke locaties in Drenthe baardvleermuis te vangen. Dit is niet gelukt (Bouwens, 2017). Ook is het uitvlieggedrag en activiteit in voorjaar en najaar van het winterverblijf nader bestudeerd (Meijer, 2018).

Baardvleermuizen in Kamp Westerbork

1 Inleiding

De aardappelkelder van voormalig kamp Westerbork was tot voor kort de belangrijkste winterverblijfplaats voor baardvleermuizen in Noord-Nederland. Sinds 2012 loopt het aantal overwinterende vleermuizen echter sterk terug. In 2016 is daarom door de Vleermuiswerkgroep Drenthe (VleD), Zoogdierverseniging (ZV), en Staatsbosbeheer (SBB) in opdracht van de provincie Drenthe een onderzoek opgestart naar de oorzaken van deze achtergang.

Het onderzoek naar mogelijke oorzaken bestaat uit verschillende deelonderzoeken met ieder een verschillende focus:

1. Lokaal: verschuiving van de dieren naar andere overwinteringsplaatsen (Jansen et al., 2016),
2. Lokaal: veranderingen in de geschiktheid van de aardappelkelder als overwinteringsplaats, inclusief zwermplaats
3. Lokaal/regionaal: veranderingen in de omgeving van de aardappelkelder, waardoor de functionaliteit is aangetast, (o.a. in bereikbaarheid) (lokale component in Jansen et al, 2016)
4. Regionaal: veranderingen die het zomerleefgebied, i.c. de omgeving van de zomer- en kraamverblijven, van exemplaren baardvleermuis die in de aardappelkelder overwinteren hebben aangetast (oorspronkelijk gepland voorjaar 2017 om dieren te vangen en te volgen naar verblijfplaatsen, niet uitgevoerd vanwege weigering toestemming terreineigenaar)
5. Regionaal: veranderingen die de zomerverblijven van de exemplaren baardvleermuis die overwinteren in de aardappelkelder, hebben aangetast
6. Regionaal: weersomstandigheden die voor de baardvleermuis zeer slecht kunnen zijn geweest.

Uit het eerdere onderzoek volgen een aantal conclusies. Zo zijn er geen aanwijzingen voor verschuiving naar winterverblijven op andere locaties in de directe omgeving, en zijn er geen aanwijzingen dat verstoring door menselijke activiteiten, of predatie in de winter, een rol speelt. Predatie tijdens de zwermperiode kan echter nog niet worden uitgesloten. Ook lijkt het interne klimaat in algemeenheid geschikt, maar is nader onderzoek gewenst naar opwarming bij specifieke weersomstandigheden. Wel zijn er indicaties dat de oorzaak van de achteruitgang mogelijk zal liggen in problemen met het grootbrengen/overleven van de jonge vleermuizen. Een onderzoek naar de populatieopbouw van de baardvleermuis bijvoorbeeld in de zwermperiode werd aanbevolen. Daarnaast zijn potentiële oorzaken van de teruggang op regionale schaal nog niet uitgesloten, daarvoor moeten de zomer verblijfplaatsen en leefgebieden bekend zijn.

Het is van belang om de lokale oorzaken nader te onderzoeken en uit te kunnen sluiten dat de achteruitgang door lokale factoren wordt veroorzaakt. Daarom richt deze rapportage zich op een verdiepend onderzoek naar drie lokale potentiële oorzaken die volgens het onderzoek uit 2016 nader onderzoek verlangen: rol van predatie tijdens zwermperiode en winterperiode, intern klimaat en verstoring in de winterperiode. Daarnaast is de populatieopbouw

nader onderzocht om inzicht te krijgen of en welke regionale oorzaken mogelijk een rol kunnen spelen. In Hoofdstuk 2 wordt de aanpak van het vervolgonderzoek weergegeven, Hoofdstuk 3 geeft de resultaten van dit onderzoek en in Hoofdstuk 4 en 5 worden respectievelijk de conclusies en aanbevelingen gedaan.

Gepland onderzoek in het voorjaar 2017 om de regionale oorzaken nader te kunnen onderzoeken, is niet doorgegaan.

2 Aanpak

Het vervolgonderzoek richt zich op vier deelonderzoeken.

- 1) Populatieopbouw middels vangst;
- 2) Activiteit van vleermuizen tijdens de winterslaapperiode. Het activiteitenpatroon kan aanwijzingen geven over mogelijke verstoring;
- 3) Verdieping onderzoek naar het klimaat van de aardappelkelder;
- 4) Predatie tijdens de zwerm- en winterperiode.

2.1 Onderzoek naar populatieopbouw middels vangst

Er wordt al sinds 2012 een jaarlijks relatief gelijkmatige afname van de aantallen overwinterende exemplaren van de baardvleermuis waargenomen. Een afname van overwinterende dieren kan optreden als gevolg van verschillende scenario's welke een verschillend effect zullen hebben op de leeftijdsopbouw van de populatie, de verhouding mannetjes ten opzichte van vrouwtjes en de verhouding juveniele dieren ten opzichte van adulte dieren.

We onderscheiden vier scenario's:

- A. De zomer- en/of kraamverblijfplaatsen zijn vernietigd en/of functioneel ongeschikt.
- B. De dieren kiezen andere zwermplekken en dus ook overwinteringsplekken;
- C. Reproductie loopt terug bij kraamgroep(en); minder jongen (door of minder jongen per groep of door minder groepen) en/of lagere overleving jongen;
- D. Migratie wordt verstoord.

Scenario A zou leiden tot een (eenmalige) sterke teruggang van de populatie. Dit scenario lijkt onwaarschijnlijk; de teruggang is geleidelijk en jaarlijks. In dit scenario verwacht je een scheve leeftijdsopbouwopbouw van de populatie (afwezigheid jonge dieren en sub adulten) en in de jaren twee tot acht na het functioneel ongeschikt worden van de verblijfplaats; meer adulte mannetjes dan adulte vrouwtjes.

Scenario B is op basis van het eerdere onderzoek (Jansen *et al.* 2016) zeer onwaarschijnlijk. In theorie zouden er nog belangrijke zwerm- en overwinteringslocaties kunnen zijn, welke nog niet bekend zijn aan de gemeenschap in Nederland (en Duitsland) die vleermuizen onderzoekt. In het geval dat andere zwermplekken en overwinteringsplekken gebruikt worden verwacht je relatief minder vrouwelijke adulte baardvleermuizen en mogelijk ook minder jonge mannelijke baardvleermuizen.

Voor de andere twee scenario's, C en D worden specifieke effecten op de verhoudingen van de sexen en juveniele dieren verwacht. Indicaties voor deze twee scenario's zijn te verkrijgen door onderzoek aan de populatieopbouw.

Bij scenario C, waarbij alleen de reproductie terugloopt, (afname geboortes en/of toename sterfte onder jongen), verwacht je jaarlijks een lager wordend aantal, mannelijke en vrouwelijke adulte baardvleermuizen in de populatie en duidelijk veel minder juveniele dieren. Een verschuiving in het aandeel adulte mannelijke en vrouwelijke dieren wordt dan niet verwacht.

Bij scenario D, een verstoorde migratie, verwachten we jaarlijks een lager wordend aantal dieren en afwijkende populatieopbouw.

De mannetjes verblijven in andere gebieden en gebruiken daardoor andere migratieroutes dan de vrouwtjes. De mannetjes gebruiken de migratieroutes op andere momenten.

Daarnaast gebruiken adulte dieren wel de oude route in een mogelijk meer open geworden landschap, terwijl jonge dieren dit minder tot niet doen.

Of er dan juist relatief meer of minder adulte mannetjes dan adulte vrouwtjes naar de zwermplek komen hangt af van waar de zomerleefgebieden van de mannetjes en vrouwtjes liggen ten opzichte van de verstoorde migratieroutes. Ook het relatieve aandeel jonge dieren hangt af van de ligging van de zomerleefgebieden ten opzichte van de verstoorde migratieroutes.

Om beter beeld te krijgen van de populatieopbouw op basis van geslacht en leeftijd, zijn tijdens het onderzoek dieren in de nazomerzwermperiode gevangen, vooral tijdens de tweede en derde piek (week 33 tot en met week 38, zie verder voor uitleg over 'pieken' in zwermgedrag) van het zwermgedrag. In de tweede piek (week 33 tot en met week 35 kan de conditie van de vrouwtjes en het aandeel zogende vrouwtjes en juveniele dieren worden bepaald en tijdens de derde piek het aantal jonge mannetjes. Door over meerdere vangnachten de verhouding volwassen dieren/jonge dieren te bepalen kon worden geanalyseerd of er nog aanwas optreedt.

Om voldoende informatie te verzamelen was er in drie opeenvolgende weekenden gepland om te vangen, in de weken 34, 35 en 36. In het weekend in week 34 (29 augustus tot en met 4 september) was het weer te slecht en werd het vangen afgelast. De vangsessies vonden plaats door gecertificeerde vangers en enkele vrijwilligers, de tweede vangsessie was vormgegeven als een vangkamp. Tijdens iedere vangnacht stond er tenminste een net voor de personen ingang, een net bij de vleermuisingang en een net tussen de kelder en de bosrand. Daarnaast stond er een net in de bosrand. Dit is nagenoeg een maximale vanginspanning. De gevangen baardvleermuizen werden gesext, gewogen, en diverse kenmerken werden gemeten/bepaald om globaal de leeftijd te kunnen bepalen.

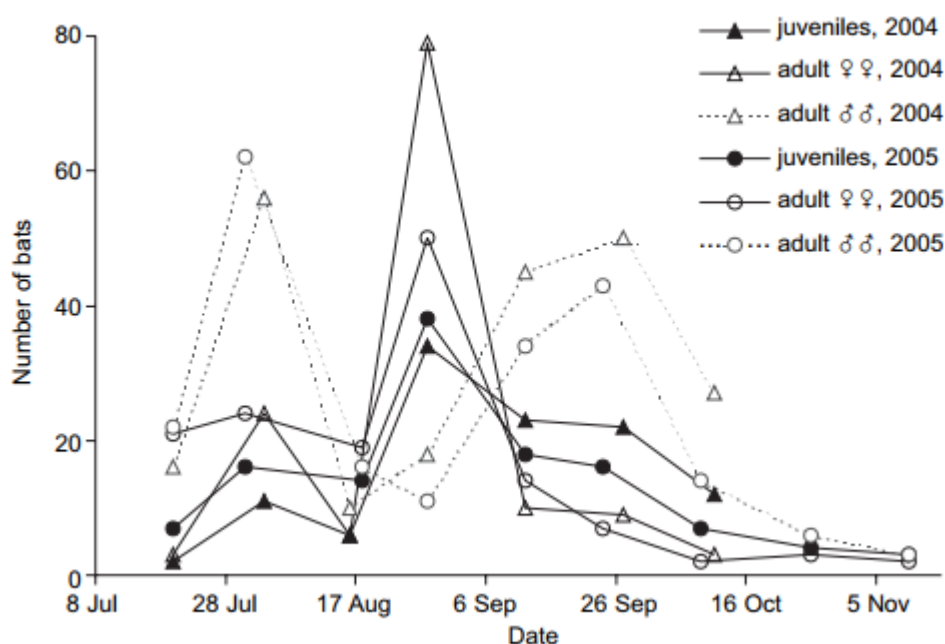
De populatieopbouw is vergeleken met die met vangsten van baardvleermuizen die in het verleden op andere locaties gedaan zijn (zie volgende paragraaf).

Literatuur over populatieopbouw en nazomerzwermen

Er zijn een groot aantal gepubliceerde studies over nazomerzwermen van vleermuizen in Europa. Maar het aantal studies waar de vanggegevens van baardvleermuizen zijn uitgewerkt zijn zeldzaam. Dit is omdat van deze soort

vaak maar een gering aantal dieren werd gevangen en daarom de gegevens in publicaties vaak niet nader worden uitgewerkt.

Er is maar één goede detailstudie met betrekking tot nazomer zwermen gevonden die over meerdere jaren is uitgevoerd, dit was de studie van Piksa (2007) die in vier jaren is uitgevoerd bij een groeve in ZO Polen.



Figuur 1: Veranderingen in de aantallen gevangen adulte mannetje en vrouwtjes gewone baardvleermuizen en juveniele dieren bij een mijn in zuidoost Polen. Bron Piksa 2007.

Van zeven studies werden naast de geaggregeerde gegevens ook de details gegevens in tabelvorm beschikbaar gesteld of gepubliceerd; de Nederlandse groeven (van Schaick et al 2009), Nederlandse forten (Jansen et al 2009a,b, 2010), Belgische forten (ruwe data, Willems et al, 2016), vier groeven en twee natuurlijke grotten in het Verenigd Koninkrijk (Derbyshire Batconservation Group 2014, 2015). De studies verschillen niet alleen in de jaren waarin ze werden uitgevoerd maar ook in de perioden en de intervallen waarin werd gevangen.

In de studies waarin in totaal minder dan 15 baardvleermuizen gevangen zijn, is niet goed een verhouding te berekenen. In deze studies is vaak maar twee avonden gevangen en werden vaak alleen mannetjes gevangen.

Studies waarbij niet in week 34 is gevangen zijn ook niet meegenomen omdat vanwege de te verwachten andere verhouding man/vrouw/juveniel als gevolg van de relatieve zwermperiode of -pieken.

Mannetjes baardvleermuizen zwermen over een langere periode en eerder dan de vrouwtjes baardvleermuizen. In de laatste weken zwermen alleen nog de jonge mannetjes (Piksa 2007).

De vrouwtjes hebben een sterke piek in week 34, 35 of week 36 (zie figuur 1). De vergelijking van de verhouding mannetjes en vrouwtjes is daardoor alleen maar zinnig als vangsten in exact dezelfde week vergelijken kunnen worden. Daarnaast heeft het weer in het voorjaar en het najaar een invloed op hoe het zwermen, van vooral de vrouwtjes, van baardvleermuizen verloopt (Piksa 2007). Bij iedere vangstudie is daarom ook uitgezocht wat het weersverloop was in het voorjaar in de maand april, en het weer in het najaar in de maand augustus.

Een **goed** voorjaar en najaar heeft een weersverloop met een hogere gemiddelde temperatuur, minder dan 1,5 °C, en minder neerslag dan de 'normaal'. Een **warm** jaar heeft een verloop waarin de temperatuur in het voorjaar en/of najaar duidelijk warmer is, meer dan 1,5°C hoger.

De resultaten van vangstudies waarbij het weer in het augustus duidelijk kouder of kouder én natter was dan het langjarige gemiddelde en studies in jaren met een koud voorjaar zijn niet gebruikt voor een vergelijking van de verhouding mannetjes:vrouwtjes. Jaren met een minder goed voorjaar zijn wel gebruikt, maar hierbij is aangenomen dat de piek van het zwermen van de vrouwtjes 1-2 weken later was. Tabel 1 laat zien dat maar een vergelijking met 3 studies en 5 jaren mogelijk is, dit zijn Piksa 2007 voor de jaren 2003, 2004 en 2005, Willemse et al 2013, 2014, Limpens et al 2007.

Daarnaast is het, vooral bij baardvleermuizen, moeilijk om de leeftijd te schatten. Afhankelijk van de vraagstelling in de geanalyseerde studies is in die studies het aantal reproducerende dieren of het aantal juvenielen en subadulten bepaald.

Veel studies geven alleen het wel of niet seksueel actief zijn van mannetjes en het wel of niet gezoogd hebben van vrouwtjes weer. Het seksueel actief worden kan bij mannetjes al in het eerste jaar zijn, al is dit zeldzaam. Vaak worden in de geraadpleegde studies alleen kenmerken gebruikt zoals 'niet seksueel actieve status' als indicatie voor jonge mannetjes en 3-5 stadia van seksuele activiteit voor seksueel actieve mannetjes. Vrouwtjes worden alleen als zingend, niet zingend of nog nooit zingend (zg. *nulliparous*) onderscheiden.

Soms wordt het vervagen van de kinvlek als maat voor leeftijd van vleermuizen gebruikt. Tandsteenontwikkeling en tandslijtage zijn aanvullende kenmerken voor leeftijdsbepaling die alleen in Nederland wordt gebruikt. Helaas worden in studies geen uniforme benamingen gebruikt.

Tabel 1: Vangstudies waarin de verhouding mannetjes vrouwtjes bepaald is, of berekend kon worden aan de hand van vangtabellen. De vetgedrukte studies zijn studies met vergelijkbaar weer in de maand augustus als van de huidige studie en vangacties in de weken 33-34 (normaal warm voorjaar) of in de weken 34-35 (koel voorjaar).

	Land	weer	Weer	Piek	Referentie
				vrouwtjes	
		voorjaar	najaar	Weeknr	
2016	WB-NL	warm	warm/nat	36?	
2002	P	Normaal	koud	32-34	Piksa 2007
2003	P	koel	normaal	32-37	Piksa 2007
2004	P	warm	normaal	34-37	Piksa 2007
2005	P	normaal	koel	33-36	Piksa 2007
2008	NL	koud	nat	34-37	Van Schaik et al 2015
2013	B	koel	goed	35-37	Willemse et al. 2013
2014	B	warm	goed	34-36	Willemse et al. 2014
2015	B	koel	koud/nat	35-38	Willemse et al. 2015
2006	NL	warm	normaal	36?	Limpens et al 2007
2009	NL	warm	warm	?	Jansen et al 2010
2014	UK	warm	koud/nat	39-40?	DUSP 2014
2015	UK	wisselend	wisselend/nat	34-35	DUSP 2014

Extra informatie over het verloop van zwermen van baardvleermuizen uit literatuur:

In de Nederlandse groeven werd of één keer per drie weken of per twee weken gevangen (Van Schaik et al. 2015). In de studies bij de Belgische forten werd bij ieder fort één keer in de twee weken gevangen, waarbij afgewisseld werd tussen twee groepen van 1-4 forten (Willemse et al 2015). In Engeland werd zoveel mogelijk wekelijks bij elke mijn/groef gevangen. In de Nederlandse fortenstudies werd alleen gevangen in de piekweken van watervleermuis en franjestaart, waarbij die pieken een jaar eerder akoestisch werden vastgesteld (Limpens et al., 2007, Jansen et al., 2010). Op sommige locaties kon de gehele object met netten afgesloten worden (groeven) wat bij de forten onmogelijk was.

Mannetjes baardvleermuis zwermen over een lange periode van week 27 tot week 45 (Pilka 2007). Er zijn duidelijk twee pieken: één met vooral volwassen mannetjes rond week 32 en één met vooral jonge mannetjes rond week 39. Vrouwtjes baardvleermuis starten met zwermen meestal zo'n twee weken later: in week 34. Er is vaak maar één piek rond week 35. Slecht weer in het voorjaar en najaar hebben een invloed op het verloop van het zwermen, maar deze is verschillend bij mannetjes en vrouwtjes. Slecht weer in het voorjaar leidt tot het eerder vangen (meestal een week eerder) tijdens het zwermen van de mannetjes. Een tweede piek is in week 39 bij slecht weer dan nauwelijks meer aanwezig.

Slecht weer in het voorjaar leidt bij vrouwtjes tot later zwermen. Slecht weer in het najaar leidt bij de vrouwtjes tot langer en minder gepiekt zwermen, in de weken 35 tot 41. De verschuivingen van pieken van de mannetjes en vrouwtjes door slecht weer in het voorjaar of najaar resulteren in een ander verloop van de verhoudingen mannetjes en vrouwtjes tijdens het zwermseizoen (Pilka 2007), zie ook bijlage II.

2.2 Onderzoek naar vleermuisactiviteit tijdens de winter

Om een goed inzicht te krijgen in de vleermuisactiviteit (en mogelijke verstoring) in de aardappelkelder tijdens de winterperiode 2016-2017, werden met twee Batloggers geluidsopnamen gemaakt. Een Batlogger C was geplaatst achter de personen ingang en een Batlogger-C in een zijbuis.

De BatLogger C 1035, ter beschikking gesteld door de provincie, heeft vanaf 19 september 2016 tot 14 maart 2017 in de zijbuis gestaan en is alleen een week begin november en een week begin januari uitgevallen. Daarvoor en daarna heeft deze BatLogger bij de invliegopening in de oostelijke wand gestaan. De andere Batlogger heeft onafgebroken gewerkt bij de invliegopening.

In een besloten omgeving, zoals binnenin de aardappelkelder is het niet mogelijk elke geluidsopname te determineren tot op soort niveau. Echolocatiegeluiden van verschillende myotis soorten zoals van de watervleermuis en de baardvleermuis zijn dan nagenoeg gelijk. Echolocatiegeluiden van franjestaarten en grootoorvleermuizen zijn in deze situatie vaak wel goed te onderscheiden van andere soorten. Het totaal aan opnames kan echter wel worden gebruikt om patronen in vleermuisactiviteit te kunnen ontdekken. Onverklaarbaar hoge pieken tijdens de winterrustperiode kunnen daarbij wijzen op verstoring. Veel van de sociale geluiden van deze soorten zijn wel soort specifiek (Pfalzer 2002). Door een hoog aandeel van sociale geluiden, meer dan 80% van de opnames, konden in veel opnamen toch 1-3 soorten herkend worden.

De VleD heeft de opnames geanalyseerd om na te gaan wanneer er in de kelder vleermuisactiviteit was en wanneer er na de winterrust weer vleermuisactiviteit werd waargenomen.

Gezien de enorme hoeveelheid opnames is het determineren een groot aantal etmalen steekproefsgewijs gebeurd. De gepresenteerde aantallen zijn dan naar verhouding ten opzichte van het totaal aantal opnames in een etmaal teruggerekend.



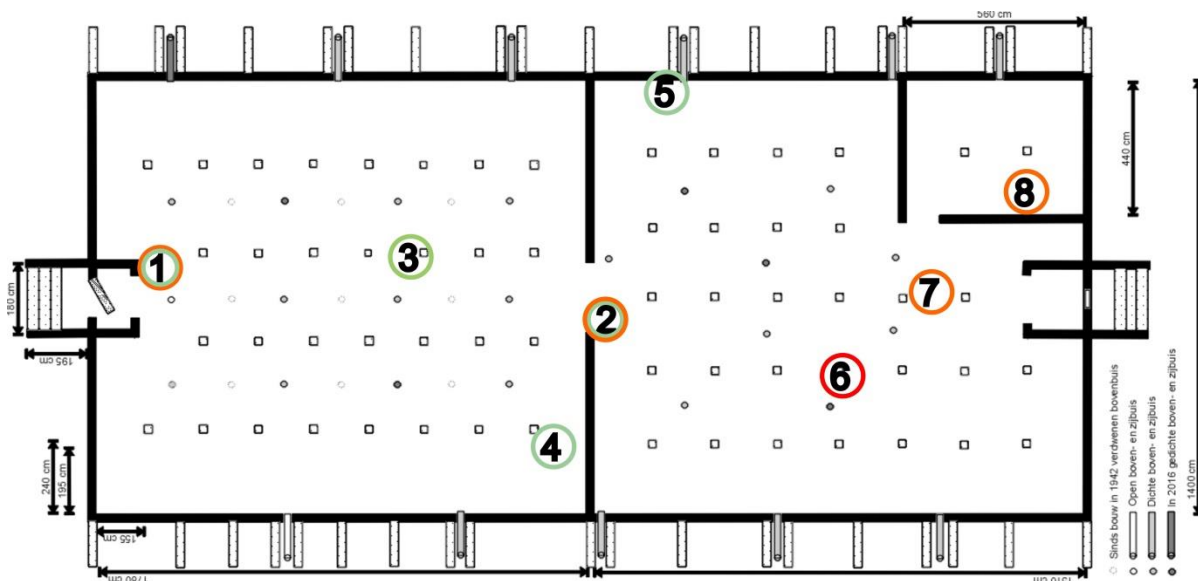
Figuur 2 : Deur met rooster (en datalogger) en uitvliegopening, beide met eerste opstelling van de Batloggers M en C

2.3 Onderzoek naar het klimaat van de aardappelkelder

Het binnenklimaat in de kelder is gemonitord met behulp van dataloggers in de periode van augustus 2016 tot en met april 2017. Door de data van de dataloggers en de luchtdruk- en weermetingen van het KNMI voor het meest dichtstbijzijnde weerstation (vliegveld Eelde op circa 30 km) te vergelijken is bekeken of en hoe het interne klimaat reageert op weersomstandigheden.

Tussen 2015 en 2017 was er een vrij grote uitval van dataloggers door de permanente hoge luchtvochtigheid van 100%. Van de vijf oorspronkelijke dataloggers functioneert er nog één. Daarom zijn gedurende de jaren 2016 en 2017 vijf nieuwe dataloggers bijgeplaatst op nieuwe locaties.

Het type datalogger dat temperatuur en vochtigheid meet, de Voltcraft TH21, is uit de handel en een vergelijkbaar type, de Voltcraft T101 meet alleen temperatuur. Om de vochtigheid op specifieke plekken te blijven meten en de wens vanuit medeonderzoekers om op bepaalde plekken en op verschillende hoogten te meten, zijn de dataloggers gedurende het onderzoek verplaatst (zie tabel 2). Figuur 3 geeft de meetpunt locaties ruimtelijk weer.



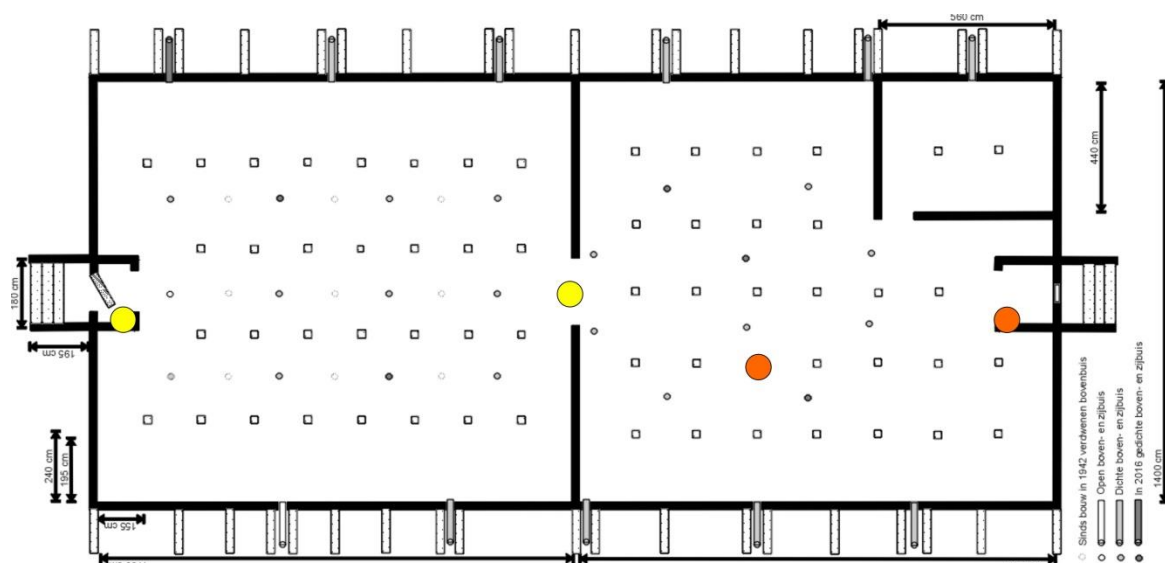
Figuur 3: Plaatsingen van de diverse dataloggers in de periode 30 november 2015 tot en met 6 september 2017. Oranje = winter 2015-2016, groen = winter 2016-2017 en rood = vanaf jan 2017.

Tabel 2: Werking en de plaatsing-plekken van de dataloggers in de aardappelkelder Westerbork.

Locatie	Locatie	type	serienummer	alias	geplaatst	gestopt	Verwijderd
3	220 cm aan plafond	VoltCraft TH 121	15070920	Wbork1	30-11-2015	21-3-2016	1-5-2016
4	150 cm op pilaar	VoltCraft TH 121	15070922	Wbork2	30-11-2015	14-5-2016	28-8-2016
2	?? cm op wand bij centrale doorgang	VoltCraft TH 121	15070929	Wbork3	30-11-2015	24-6-2016	11-5-2017
1	150 cm op pilaar naast personeningang	VoltCraft TH 121	15070933	Wbork4	30-11-2015	30-6-2016	11-5-2017
5	150 cm bij zijbuis	VoltCraft TH 121	15070940	Wbork5	30-11-2015		
2	200 cm op wand in kamertje	VoltCraft T 101	16070562	Wbork6	24-5-2016		11-5-2017
6	200 cm aan wand bij centrale doorgang	VoltCraft T 101	16070562	Wbork6	11-5-2017		6-7-2017
4	100 cm op pilaar	VoltCraft T 101	16010171	Wbork7	11-5-2017		6-9-2017
7	30 cm vanaf grond op pilaar bij vleermuisingang	VoltCraft T 101	16010171	Wbork7	29-1-2017		11-5-2017
2	200 cm op pilaar naast personeningang	VoltCraft T 101	16071664	Wbork8	6-7-2017		6-9-2017
8	110 cm op pilaar	VoltCraft T 101	16071664	Wbork8	6-9-2017		
2	250 cm aan plafond bij centrale doorgang	VoltCraft T 101	16071661	Wbork9	6-7-2017		
1	200 cm wand naast personeningang	Lascar EL-USB-2	10208675	Wbork10	6-9-2017		

2.4 Onderzoek naar predatie en verstoring

Om inzicht te krijgen in mogelijke predatie op baardvleermuizen in of bij de aardappelkelder tijdens de zwermperiode, door bijvoorbeeld uilen of steen- of boommarters, zijn twee cameravallen opgehangen. Deze cameravallen waren opgesteld van 31 augustus 2016 tot en met 31 oktober 2016. In 2016 stond één cameraval op een houtblok richting de vleermuisdeur. Deze camera nam de vloer waar, zodat kleine zoogdieren opgemerkt konden worden. De andere camera stond hoog op de richel bij de deur, half gericht naar de open ruimte van compartiment twee. Ook in 2014 hebben in de aardappelkelder twee cameravallen gehangen. Dit gebeurde in de periode 1 oktober tot en met 1 november 2014. In 2014 stond één cameraval op een keukentrapje gericht naar de deur. De andere cameraval stond op de grond gericht richting het tweede compartiment. Tevens is in 2016 op vijf avonden gepost door leden van de VleD om te kijken naar uitvliegers en door mensen tijdens het zwermmonderzoek. Door middel van de cameravallen en het posten is bepaald of er in de zwermperiode van vleermuizen een predator binnen in de aardappelkelder aanwezig was of buiten actief.



Figuur 4: Locaties van de cameravallen in 2014 (geel) en 2016 (oranje). In 2014 werd waargenomen tussen 1 oktober en 1 november. In 2016 werd waargenomen tussen 31 augustus en 31 oktober.

3 Resultaten

3.1 Populatieopbouw middels vangst

De vangresultaten:

Bij de aardappelkelder zijn vijf vangnachten geweest, waarvan vier met vangsten van baardvleermuis. Per vangavond werden er 7, 0, 4, 10 en 7 unieke baardvleermuizen gevangen (zie tabel 3). Op de derde vangavond zijn geen baardvleermuizen gevangen. Op 9 en 10 september was er ook één hervangst van een baardvleermuis. Ter vergelijking: in de Belgische en Nederlandse forten werden per vangavond tussen de 4-11 dieren gevangen. Het aantal baardvleermuizen dat per avond bij groeven en natuurlijke grotten werd gevangen, in Nederland en in het Verenigd Koninkrijk, ligt tussen 3-8 baardvleermuizen.

De aantallen gevangen baardvleermuizen per vangavond/ nacht in onze studie wijken niet sterk af van de vangresultaten uit literatuur van België, Nederland en het Verenigd Koninkrijk.

Deze relatief lage aantallen vangsten traden ook op als er in het betreffende fort of groeve relatief grote aantallen baardvleermuizen overwinterden (meer dan 35 en minder dan 250 dieren). Slechts op twee locaties werd een groter aantal dieren gevangen: Fort Koninghooikt (B) week 36; 22 dieren en fort Broechem (B) week 34; 18 dieren. In een hoog in de bergen liggende groeve in Polen werden per nacht tussen de 10 en 160 baardvleermuizen gevangen.

Het is echter belangrijk om in het achterhoofd te houden dat in onze studie bij de aardappelkelder is gevangen in een periode dat de (winter) populatieomvang van overwinterende baardvleermuizen al zeer sterk is teruggelopen ten opzichte van de periode voor 2012.

Tabel 3: Vangresultaten in en bij de aardappelkelder Westerbork (zwermperiode 2016).

Week nr.	Periode	Baardvlm adult man	Baardvlm adult vrouw	Baardvlm Juveniel man	Baardvlm Juveniel vrouw	Andere soorten
		Aantal	Aantal	Aantal	Aantal	Aantal
	Totaal	12	6	9	1	137
34	26-8-2016	5	0	2	0	9Paur,11Mdau,3Mnat,1Ppip
34	27-8-2017	--	--	--	--	6Paur,4Mdau,3Ppip
36	5-9-2016	2	0	2	0	13Paur,16Mdau,1Ppip
36	9-9-2016	3	4	3	0	14Paur,5Mdau,1Nnoc,1Ppip
36	10-9-2016	2	2	2	1	21Paur,4Mdau,2Mna

Paur=gewone grootoorvleermuis, Mdau=watervleermuis, Mnat=franjestart, Ppip is gewone dwergvleermuis, Nnoc= rosse vleermuis

De verhouding mannetjes ten opzichte van vrouwtjes

Op de eerste vangavond (week 34, 25-26 augustus) van onze studie werden vijf mannetjes baardvleermuis gevangen en geen vrouwtjes. In de volgende drie

succesvolle vangnachten, die alle in week 36 vielen, werden zes vrouwtjes en elf mannetjes gevangen. In tabel 4 is de verhouding weergegeven tussen de aantallen gevangen mannetjes en vrouwtjes. Maar niet al deze studies bleken vergelijkbaar (zie materiaal & methode).

Niet op alle vangnachten was het goed weer. Op 27 augustus werd met harde wind geen baardvleermuis gevangen, en een vangnacht werd afgebroken wegens sterke regen.

Waarschijnlijk viel de vierde vangnacht exact in de week waarin het piekzwermen van de vrouwtjes plaatsvindt (week 36). Het aandeel mannetjes t.o.v. alle dieren is dan 0,6 (zie tabel 4). Het percentage mannetjes is 50% op de dag waarop in verhouding de meeste vrouwtjes werden gevangen (9 september).

Uit literatuur blijkt dat tijdens jaren met een goed voorjaar en een goed of warm najaar het aandeel mannetjes t.o.v. alle dieren 0,25 - 0,45 is tijdens de piekperiode (week 34) van het zwermen van de vrouwtjes (grijs gearceerde studies uit tabel 4). In de week voor of na deze piek is deze verhouding nog 0,5 - 0,7. Een slecht of nat najaar leidt ertoe dat het aandeel mannetjes relatief hoger wordt; 0,5 tijdens de piek en 0,8 in de twee weken erna. Vergelijken van de totalen gevangen mannetjes en vrouwtjes is weinig zinvol aangezien er niet over een langere periode met een 7-10 daags ritme gevangen is en ook in de piek van het zwermen van de mannen, week 33, niet gevangen is.

In een winterpopulatie baardvleermuizen kan het aandeel mannetjes hoger zijn dan het aandeel vrouwtjes. Zo schommelde het aandeel mannetjes in de groeve Slavante in de winters van 1945 tot 1952 tussen de 0,6 en 0,8. Dit aandeel lag in andere groeven in dezelfde tijdsperiode tussen de 0,4 en 0,6 (Bezemer et al 1960).

Tabel 4: Overzicht van het aandeel mannetjes baardvleermuizen in de weken 34 en 36.In deze tabel zijn alleen studies opgenomen met vergelijk weer in het najaar en. Grijs gearceerde jaren die onderling vergeleken zijn, Vet gedrukte letters studies: zijn vergelijkbaar met de studie van Westerbork 2016. WB De vangstresultaten in Westerbork

	Land	weer	Weer	Piek	Mannen		Referentie
					tov totaal		
		voorjaar	najaar	Weeknr	Week 34	Week 36	
2016	WB-NL	warm	warm/nat	36?	0,6		
2003	P	koel	normaal	32-37	0,2	0,31	Piksa 2007
2004	P	warm	normaal	34-37	0,2	0,6	Piksa 2007
2005	P	normaal	koel	33-36	0,3	0,5	Piksa 2007
2013	B	koel	goed	35-37	0,4	0,74	Willemse et al. 2013
2014	B	warm	goed	34-36	0,25	0,45	Willemse et al. 2014
2006	NL	warm	normaal	36?	0,33		Limpens et al 2007

Wel opgemerkt moet worden dat er gedurende vrijwel de hele zomer van 2016 een mannetje Baardvleermuis in de aardappelkelder heeft verbleven. Gevangen dieren werden met nagellak gemerkt. Een merkteken dat 10 dagen tot drie

weken zichtbaar blijft. Alle 21 baardvleermuismannetjes hadden unieke combinaties van onderarm lengte, gewicht, leeftijd en littekens. Het is dus niet aannemelijk dat het in de kelder verblijvende mannetje ook meerdere keren gevangen is.

De verhouding tussen juveniele en adulte dieren

Om de waardes in tabel 5 goed te kunnen interpreteren is het belangrijk om te realiseren dat in al deze studies met verschillende inspanningen werd gevangen en vangresultaten zijn verzameld in verschillende jaren. Data kunnen verschillen doordat het weer over jaren varieert op een nacht of in een week of over een seizoen. Aangezien de vrouwtjes baardvleermuizen nagenoeg op hetzelfde moment zwermen als veel van de jongen, er zijn zelfs aanwijzingen dat de vrouwtjes tegelijk met hun jong (juveniel) aankomen (Piksa 2007), kan ook vangdata verzameld in koeler najaar gebruikt worden.

Tabel 5: Overzicht van het percentage of aandeel juveniele dieren op het totaal aantal vangsten van baardvleermuizen.

Grijs: jaren die onderling vergeleken zijn

WB: Westerbork

*: In deze studies is de leeftijd niet direct in het veld bepaald, maar kon deze alleen achteraf worden beoordeeld aan de hand van de genoteerde kenmerken. Onderscheid tussen juveniele vrouwtjes en adulte niet zogende vrouwtjes kon achteraf niet gemaakt worden.

		Percentage juvenielen/totaal									Referentie
	week	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
	jaar										
Westerbork (NL) 2016	2016		40		35						
Polen 2004	2004		63		28		24		29		Piksa 2007
Polen 2005	2005		12	32		32		32		43	Piksa 2007
fort Kapelle (B) 2013	2013		0		40				0		Willemse et al. 2013
fort Broechem (B) 2015	2015		35			44					Willemse et al. 2015
fort Honswijk (NL) 2009	2009			0	20						Limpens et al 2007
Barakkengroeve (NL) 2012*	2012	0		13	0					17	Van Schaik et al 2015
Koelenboschgroeve (NL) 2012*	2012	0	0	14	0	0					Van Schaik et al 2015

Het aandeel gevangen juveniele dieren ten opzichte van adulte dieren bij de aardappelkelder van Westerbork was in totaal 36% (zie bijlage I). Deze waarde wijkt niet af van andere studies waarin een onderverdeling is gemaakt in juveniele en adulte dieren (tabel 5). Ook in jaren waarin het zwermen door slechter weer gespreid is over meer weken (zoals in 2015), komt de verhouding goed overeen.

Er zijn bij de aardappelkelder niet veel minder dieren gevangen dan bij andere zwermlocaties, zelfs locaties waar baardvleermuizen met een groter aantal dieren overwinteren. De waargenomen populatieopbouw in Westerbork is enigszins scheef, met in verhouding meer mannetjes tijdens de piekdata van zwermen van vrouwtjes, dan in de meeste andere studies. Tijdens deze dagen komen relatief veel juveniele dieren mee. Dit zou kunnen betekenen dat het

vooral een deel van de oudere, niet-reproducerende vrouwtjes zijn die in deze populatie ontbreken.

Er zijn erg weinig juveniele vrouwtjes in de vangsten aanwezig.

Maar wij kunnen geen zekere uitspraken doen over de verhouding man/vrouw bij deze juveniele dieren. Er zijn weinig juveniele dieren gevangen en er zijn maar weinig vangdagen met juveniele dieren. Daarnaast zijn er voor het herkennen van juveniele vrouwtjes minder (goede) kenmerken dan voor juveniele mannetjes. Hierdoor zijn juveniele vrouwtjes slecht van tweedejaars vrouwtjes zonder jongen te onderscheiden. De verhouding juveniele vrouwtjes t.o.v. adulte vrouwtjes is daarom niet verder uitgewerkt.

Een stabiele winterpopulatie baardvleermuizen bestaat voor 20% uit juveniele dieren en voor 16% uit tweedejaars dieren (Sluiter et al. 1956). De overlevingskans van juveniele dieren is in het eerste half jaar geringer dan van adulte dieren en een deel van de juveniele dieren nog sterft tussen het nazomerzwermen en het begin van de winterslaapperiode.

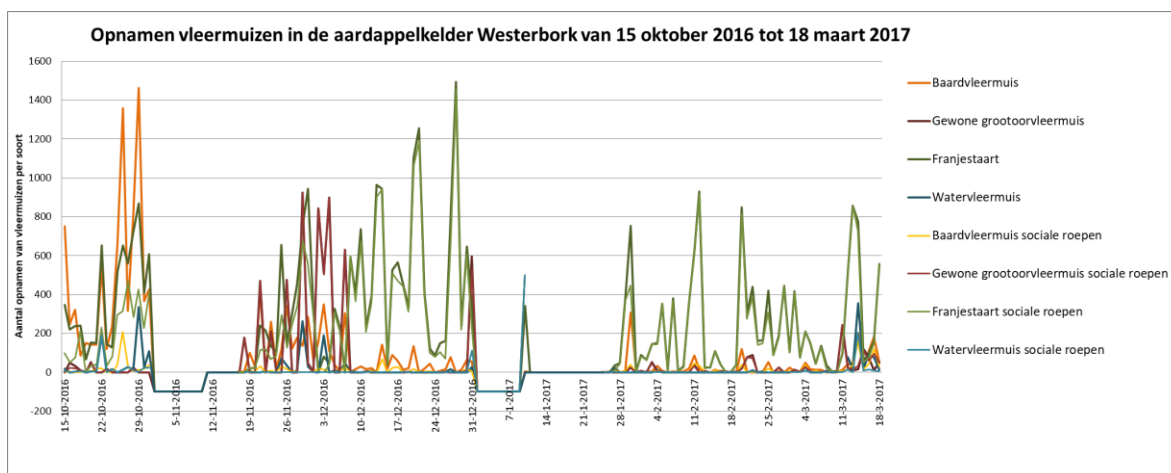
3.2 Vleermuisactiviteit in winter tijdens winterslaapperiode

De VleD heeft de analyse van de winterslaapperiode gedaan, dit zijn opnames van 17 november tot 18 maart (zie figuur 5). Activiteit in de kelder bestaat uit rondvliegen met echolocatiegeluid en sociaal roepen (zie figuur 5) van vliegende en hangende dieren. Zo'n 80% van de opnamen bevatten sociale roepjes.

Er zijn enkele perioden met uitval van de apparatuur, dit is in figuur 5 aangegeven met de waarde -50. Dit betreft de periode van 1 t/m 10 november en 30 december t/m 10 januari.

Met honderden tot duizenden sociale roepen van een soort per etmaal is het tijdens grote delen van de winterslaapperiode niet stil. Alleen van 11 november tot 15 november en van 9 januari tot 26 januari zijn alle vleermuizen in rust. Daarbuiten wordt er vrijwel 24 uur op een dag geroepen. Als het een paar uur stil is valt dat 's middags tussen 13:00 en 17:00 uur. In de maanden december en februari, is er alleen een verhoogde activiteit van franjestaartvleermuizen, maar niet van de andere soorten. Deze soort gaat later in winterslaap dan de andere soorten, vaak na 15 december en komt zeer vroeg weer uit winterslaap, vaak rond 15 februari.

Er zijn twee perioden waarin de baardvleermuizen, watervleermuizen en gewone grootoorvleermuizen weinig tot geen activiteit laten zien. Dit is de periode 12-19 november en de periode 5 december – 11 maart. In het midden gedeelte van de winter van 3 december-11 maart zijn er twee dagen met een iets verhoogde activiteit van alle vier soorten; 31 december en 29 januari. De verhoogde activiteit rond oudjaarsavond kan te maken hebben met afsteken van vuurwerk in of bij de kelder. De verhoogde activiteit op 29 januari hangt samen met de vleermuistelling op die dag. Er zijn in de midwinterperiode geen andere dagen met verhoogde roepactiviteit van meerdere soorten.



Figuur 5: Activiteit van vleermuizen in de aardappelkelder van Westerbork gedurende de periode 17 november 2016 tot 18 maart 2017. Met name voor wat betreft de myoten is de determinatie niet altijd goed mogelijk aangezien de echolocatiegeluiden in een dergelijke besloten ruimte te veel overlap vertonen. De naamgeving bij de myoten dient daarom als indicatief te worden gezien.

Er zijn drie perioden waarin alle soorten zeer actief zijn. Dit zijn de perioden 15 oktober-25 oktober, 18 november-8 december en 11 maart-18 maart.

De verhoogde activiteit in de periode 15 november-25 november is waarschijnlijk het laatste nazomer zwermen van franjestaarten en voor deels al binnenkomen van de eerste winter slapende vleermuizen van de andere drie soorten. Deze activiteitspatronen van vleermuizen vastgesteld met telramen voor in- en uitvliegende vleermuizen op diverse plekken in Nederland en Duitsland (Rue & Daan 1972, Kugelschafter 1994, Harrie 1994, Trappman 2005)

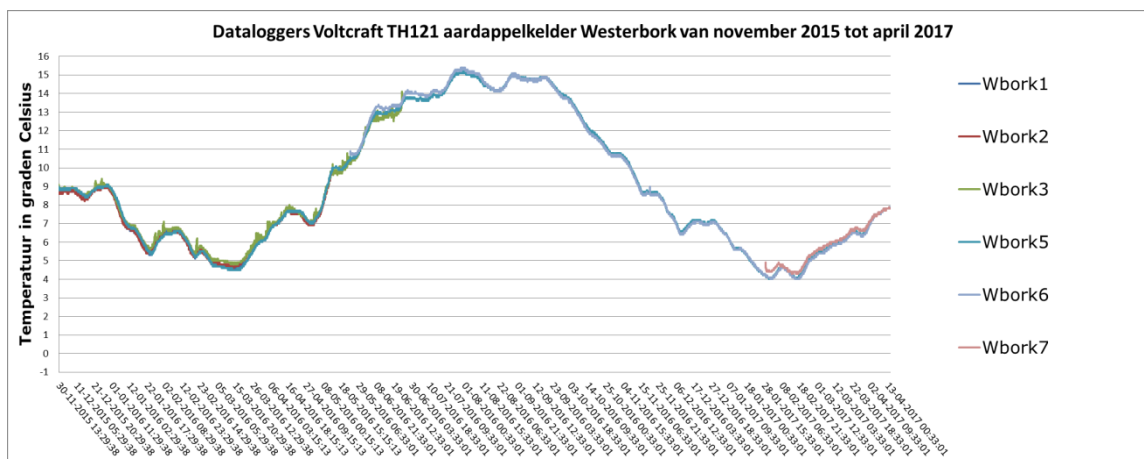
De tweede periode 18 november-8 december is de periode waarin de meeste dieren naar binnen vliegen en in winterslaap gaan. Waarschijnlijk vinden in deze periode nog diverse paringen plaats, gezien het hoge aandeel sociale roepjes van franjestaarten en gewone grootoren. De periode 11 maart-18 maart lijkt de start van het weer verlaten van de aardappelkelder te zijn. Het verlaten van deze kelder duurt tot tenminste 6 april (zie bijlage 3).

Bij het winterverblijf bunker Vosbergen duurde dit patroon in elk geval tot 28 maart. Opnamen die na 14 april zijn gemaakt door de VleD voor de helft van de nachten gecontroleerd. Wat opvalt aan de hand van de tijden dat er opnamen zijn gemaakt, is dat er vanaf begin april zelden meer overdag in de kelder aanwezige vleermuizen worden geregistreerd.

3.3 Klimaat van de aardappelkelder

Er zijn nu temperatuurmetingen van de kelder over een periode van 1,5 jaar, zoals te zien is in figuur 7. In deze periode was de maximale temperatuur 15,4 °C en de minimum temperatuur 4,0 °C. De maximale temperatuur werd bereikt op 30 juli 2016, de minimum temperatuur op 1 en 17 februari 2017. De vochtigheid is nagenoeg 100% gedurende het gehele jaar. Tijdens de start van

de metingen op 30 november 2015 had de kelder een binnentemperatuur van 8,6-9 °C. Op 30 november 2016 was dit 7,9 °C, ruim 1 °C lager (zie figuur 7).



Figuur 6. De resultaten van de verschillende dataloggers in de aardappelkelder van Westerbork, voor de periode van 30 november 2015 tot 13 april 2017.

In tabel 6 is de gemiddelde temperatuur per maand weergegeven voor het dichtstbijzijnde weerstation; vliegveld Eelde. De winter van 2016/2017 was vooral in de maanden november-januari kouder dan de winter van 2015/2016. Het was gemiddeld 2-4,5 °C kouder dan het langdurig gemiddelde per wintermaand (langdurig gemiddelde is resp. 6.7, 3.7, 3.1° C).

Tabel 6: Temperatuurgemiddelden in graden Celsius op vliegveld Eelde.
Bron: KNMI / Weerstatistieken.nl

	Normaal	2015	2016	2017
Januari	3,1	3,5	2,8	0,9
Februari	3,3	2,9	3,8	4,0
Maart	6,2	5,8	4,7	7,6
April	9,2	7,8	7,6	7,6
Mei	13,1	11,2	14,1	14,0
Juni	15,6	14,2	16,3	16,9
Juli	17,9	17,5	17,6	17,0
Augustus	17,5	17,9	17	16,6
September	14,5	13	16,8	
Oktober	10,7	9,7	9,3	
November	6,7	9,1	4,8	
December	3,7	8,9	4,5	

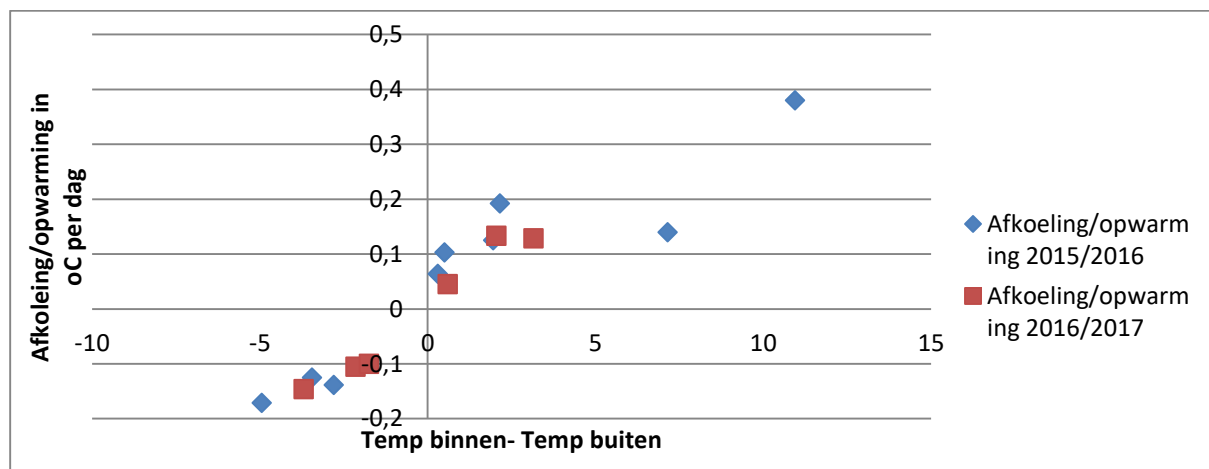
Buffering van temperatuur

Op vliegveld Eelde werd in 2017 de laagste minimumtemperatuur gemeten op 19 januari (-7,7 °C) en de hoogste in 2016 op 20 juli (31,7 °C). De minimum en

maximumwaarden in de vleermuiskelder zijn tien dagen later gemeten. Hiermee is de *latency*-tijd (of vertragende factor) van deze kelder ongeveer tien dagen.

Tevens is de snelheid van afkoeling bepaald. Deze afkoeling gaat heel langzaam, vaak minder dan 0,2 °C per dag. De onnauwkeurigheid van de dataloggers is na verloop van tijd meer 0,5 °C per dag. Bij aankoop was die gegarandeerd als 0,2 °C. Door deze onnauwkeurigheid is niet goed vast te stellen wat de afkoeling/opwarming per dag werkelijk is. Om toch uitspraken te doen over, of er een verschil in afkoeling is na het dichten van enkele luchtkanalen (zie Jansen et al. 2016), is de mate van afkoelen/ opwarmen bepaald over langere perioden. Dit is niet gedaan op basis van bv. perioden van een week, maar op basis van perioden – van verschillende lengten - waarin de gemiddelde buitentemperatuur gelijk blijft. De perioden met gelijkblijvende gemiddelde dagtemperatuur waren 4-40 dagen lang. Er blijkt dan in de afkoeling (per graad temperatuurverschil tussen binnen en buiten) geen verschil te zijn tussen de winters van 2015/2016 en 2016/2017 (zie figuur 8).

Dus de wijzigingen door het dichten van enkele openingen (zie Jansen et al. 2016) heeft niet geleid tot veranderingen in de snelheid van afkoelen. Over het opwarmen is (nog) geen uitspraak te doen. Dit kan pas na het vergaren en analyseren van extra gegevens uit het voorjaar en zomer van 2017.



Figuur 7. De mate van afkoelen van de kelder, bepaald over 15 perioden met ongeveer gelijkblijvende buitentemperaturen.

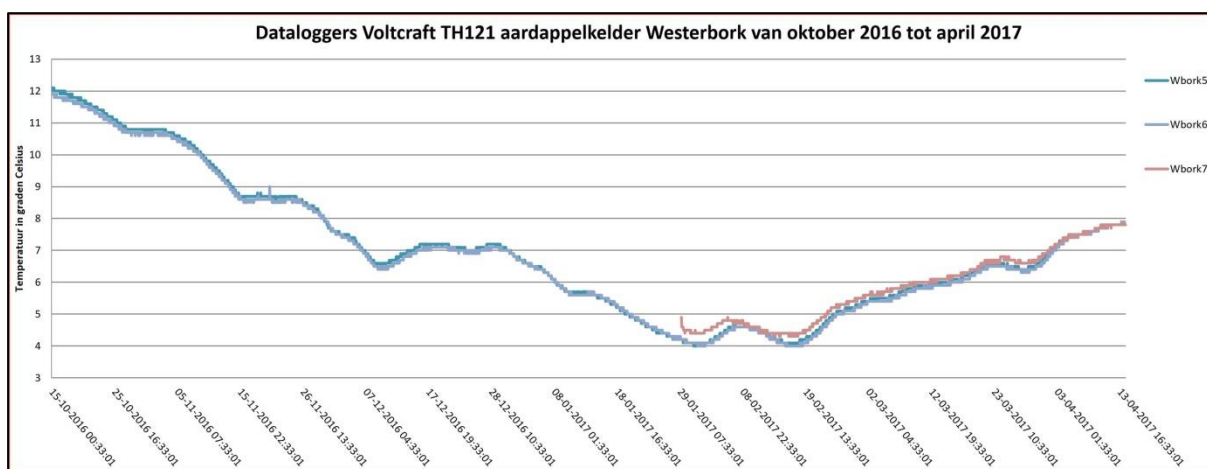
Fluctuaties door luchtstroming/tocht

De dataloggers Wbork3 en Wbork5 gaven in 2015-2016 aan dat op specifieke dagen de luchttemperatuur sterk kon stijgen, met meer dan 1,5 en 3 graden per dagdeel. Datalogger 3 hing midden in de aardappelkelder aan het plafond bij de centrale doorgang. Datalogger 5 hing aan de noordelijke wand op anderhalve meter hoogte bij een buis die mogelijk deels open was. Andere meer beschut hangende dataloggers gaven maar een geringe verhoging aan van 0,2 °C. Dit is alleen te verklaren door een sterke luchtbeweging door het object waarbij warme lucht langs het plafond stroomt. Het ventilatierooster in de deur ligt recht tegenover de uitvliegopening. Beide zijn vanwege de verdiepte ligging van de keldervloer hoog geplaatst. Deze sterke verandering is alleen waargenomen in

perioden met een sterke wind uit zuidoostelijke richting. In de winterperiode gaat een sterke zuidoostelijke wind altijd gecombineerd met perioden van warmer weer.

Begin september 2016 zijn enkele "open gevallen" ontluhtingspijpen weer gedicht met een schijf van polystyreen. Deze waren ontluhtingspijpen waren gedicht door er oude kranten in te proppen (vermoedelijk rond 2008), wat niet duurzaam is gebleken.

Om het effect van het dichten van enkele pijpen te kunnen beoordelen is specifiek gekeken naar veranderingen in luchttemperatuur tijdens perioden met sterke wind uit het zuidwesten. In de winter van 2016-2017 zijn er veel minder - en duidelijk kortere- perioden geweest met warmer weer en harde wind, dan in winter in 2015-2016. Dagen met sterke wind uit het zuidwesten deden zich in 2016-2017 alleen voor gedurende delen van de dagen 22 en 28 februari en 20 maart. Data van logger 6 was de enige datalogger die gedurende de winter van 2016-2017 goed functioneerde en ook enigszins vrij hing. Deze datalogger is in mei 2017 vervangen door nummer 3. Datalogger 6 indiceert dat de in 2015-2016 vastgestelde sterke schommeling van de luchttemperatuur niet meer plaats vindt. Figuur 9 geeft het temperatuurverloop van drie dataloggers in de aardappelkelder weer voor de periode 15 oktober 2016 tot en met 13 april 2017.



Figuur 8. Verloop van de temperatuur van drie in die periode functionerende dataloggers in de aardappelkelder Westerbork (wintertelseizoen 2016/2017).

3.4 Predatie en verstoring

Er hebben twee cameravallen in de kelder gehangen in de periode 1 oktober tot en met 1 november 2014 en van 31 augustus 2016 tot en met 31 oktober 2016 (zie figuur 4 voor de precieze locaties). Tijdens beide jaren is geen predator in beeld gekomen.

4 Conclusies

4.1 Vangresultaten

Bij de interpretatie van de vangresultaten is het belangrijk om te bedenken dat we met de kleine aantallen gevangen dieren, weliswaar verhoudingen kunnen berekenen, maar deze voorzichtig moeten interpreteren. Toeval kan nog steeds een grote rol spelen.

Vangresultaten en verhouding tussen mannetjes en vrouwtjes

Bij de aardappelkelder is tijdens vier nachten gevangen. Per vangavond werden er 5, 2, 8 en 7 baardvleermuizen gevangen. De orde van grootte van het aantal gevangen baardvleermuizen per vangsessie komt overeen met de aantallen elders in Nederland, het Verenigd Koninkrijk en België. Het percentage mannetjes baardvleermuizen is 60% in de week waarin het piekzwermen van de vrouwtjes normaliter plaatsvindt. Het percentage mannetjes is 50% op de dag waarop in verhouding de meeste vrouwtjes werden gevangen. Het aandeel gevangen mannetjes in Westerbork is bijna twee keer hoger dan in de studies die we als vergelijkingsmateriaal hebben gebruikt.

In vangstudies die uitgevoerd waren in jaren met kouder of natter weer in het najaar of waarbij twee weken later dan de piek van het zwermen van de vrouwtjes gevangen is, is deze verhouding 50-88%.

Rekening houdend met omstandigheden die het optreden van zwermen in de tijd en de hoogte van pieken beïnvloeden, is dit een aanwijzing dat de nazomerpopulatie van 2016 waarschijnlijk naar verhouding meer mannelijke dieren omvat (*male biased*) dan in vergelijkbare onderzoeken.

Voorzichtige indicatie: er lijken minder volwassen vrouwtjes te zijn.

Verhouding tussen juveniele en adulte dieren

Er vindt nog steeds voortplanting plaats binnen de populatie die de voormalige aardappelkelder van Westerbork gebruikt als zwerm- en overwinteringslocatie. Het aandeel gevangen juveniele dieren bij de aardappelkelder van Westerbork was 40 en 35%. Deze waarden wijken niet af van andere studies waarin een onderverdeling is gemaakt in juveniele en adulte dieren.

Voorzichtige indicatie: de reproductie of aanwas lijkt 'normaal' te zijn.

4.2 Vleermuisactiviteit tijdens winter

Tijdens de zwerm- en winterperiode heeft een Batlogger in de aardappelkelder gestaan om de activiteit (en mogelijke verstoring) tijdens de winterrustperiode waar te nemen. Vleermuizen vertonen met name in oktober, november en december en februari nog activiteit. De eerste helft van november en vrijwel geheel januari vertoont geen enkel individu van elk van de vier soorten activiteit. Ook in wat als actieve perioden wordt aangeduid zijn er per etmaal niet meer

dan een enkel individu tot maximaal een handvol individuen van de 318 dieren wakker en actief aan het roepen. De waargenomen vleermuisactiviteit in de winter – hier als parameter voor verstoring – lijkt daarmee verklaard te kunnen worden door het min of meer regelmatig wakker worden van individuen uit de winterslaap en wijst niet op enige vorm van verstoring.

Indicatie: Er zijn geen onverklaarbare pieken in vleermuisactiviteit die duiden op verstoring tijdens de zwerm- en winterrustperiode.

4.3 Klimaat van de aardappelkelder

De kelder heeft een gunstig overwinteringsklimaat voor baardvleermuizen. Vanaf begin oktober koelt de kelder snel af tot 7 °C. In een gemiddelde winter daalt de temperatuur tot 4 °C. Vanaf midden februari warmt de kelder weer geleidelijk op, waarbij de temperaturen in de eerste week van maart weer boven de 7 °C uitkomen. Het voor vleermuizen ongunstige instromen van zeer warme lucht was in 2017 duidelijk minder dan in 2016. Het is op basis van de nu beschikbare data echter niet duidelijk in hoeverre dit het gevolg is van het afsluiten van de luchtopeningen, of van het minder optreden van weersomstandigheden waarbij warme lucht kan instromen.

Indicatie: het (micro)klimaat van de kelder lijkt geschikt voor overwintering van de gewone baardvleermuis.

4.4 Jachtgedrag en predatie

Indicatie: De geanalyseerde cameravalbeelden gaven geen aanwijzingen die wijzen op predatie tijdens de zwermperiode.

5 Eindconclusie en aanbevelingen

5.1 De belangrijkste eindconclusies uit het onderzoek zijn:

1. De kelder heeft een gunstig overwinteringsklimaat voor baardvleermuizen.
2. Geanalyseerde Batloggeropnames uit de aardappelkelder resulteerden niet in onverklaarbare pieken in vleermuisactiviteit, die zouden kunnen duiden op verstoring tijdens de zwerm- en winterrustperiode.
3. De geanalyseerde cameravalbeelden gaven geen aanwijzingen voor predatie tijdens de zwermperiode.
4. Het aandeel gevangen baardvleermuismannetjes in Westerbork is wat hoger dan in andere vergelijkbare zwermstudies.
5. Rekening houdend met omstandigheden die het optreden van zwermen en de hoogte van pieken beïnvloeden, kan gesteld worden dat de nazomerpopulatie baardvleermuizen van 2016 waarschijnlijk naar verhouding iets meer mannelijke dieren omvat (*male biased*) dan bij vergelijkbare onderzoeken.
6. Het aandeel juveniele baardvleermuizen t.o.v. volwassen baardvleermuizen wijkt niet sterk af van resultaten van andere zwermstudies.
7. Er vindt nog steeds voortplanting plaats binnen de populatie baardvleermuizen die zwermt bij en overwintert in de voormalige aardappelkelder van Westerbork.
8. Het feit dat het aantal juveniele dieren t.o.v. volwassen dieren niet sterk afwijkt, en er meer mannetjes worden gevangen t.o.v. vergelijkbare studies, zou kunnen duiden op een lagere overleving van de adulte, niet-reproducerende vrouwtjes.

Daarmee lijken lokale oorzaken geen rol te spelen in de teruggang van de aantallen in de aardappelkelder van Westerbork. De oorzaak of oorzaken moeten op regionale schaal te worden gezocht.

5.2 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Omdat lokale(re) oorzaken op basis van de resultaten van de onderdelen I (Jansen et al. 2016) en II (deze) van deze studie kunnen worden uitgesloten, wordt regionaal vervolgonderzoek aanbevolen voor:

1. Veranderingen in de omgeving van de aardappelkelder, waardoor de functionaliteit is aangetast, (o.a. in bereikbaarheid) (lokale component behandeld in Jansen et al., 2016). Concreet: vliegroutes / migratieroutes van de baardvleermuis vast te stellen; te onderzoeken of er knelpunten zijn bij het passeren van de verkeersinfrastructuur;
2. Veranderingen die het zomerleefgebied, i.c. de omgeving van de zomer- en kraamverblijven, van exemplaren baardvleermuis die in de aardappelkelder overwinteren hebben aangetast. Concreet: te analyseren of er indirect op de populatie werkende factoren optreden voor wat betreft a) veranderingen in bejaagbaarheid landschap (o.a. schaalgrootte, landschapselementen, verandering gewassen), b) veranderingen in beschikbaarheid voedsel / productiviteit landschap w.b.t. voedsel voor de soort (o.a. verandering gewassen, intensiviteit landbouw) c) veranderingen in risico's eten insecten (gebruik pesticiden, veranderingen in gebruik pesticiden).
3. Veranderingen die de zomerverblijven van de exemplaren Baardvleermuis die overwinteren in de aardappelkelder, hebben aangetast. Concreet: lokaliseren verblijfplaatsen van de kraamkolonies hierbij gaat het om de actueel gebruikte verblijfplaatsen, maar zo mogelijk ook om de voorheen gebruikte verblijfplaatsen; de actuele verblijfplaatsen monitoren qua aantalsontwikkeling en reproductie; te analyseren of er direct op de verblijfplaatsen werkende versturende factoren optreden (bv. verlies verblijfplaats door na-isolatie, verbouwingen, gebruik van bestrijdingsmiddelen e.d.) In de zomer 2017 is dit onderzoek uitgevoerd zie Bouwens, 2017.
4. Weersomstandigheden die vanaf 2012 voor de baardvleermuis zeer slecht kunnen zijn geweest.

6 Literatuurlijst

Derbyshire Underground Sites Project 2015. Summary Report

Derbyshire Underground Sites Project 2014. Summary Report

Bezem, J.J., J.W. Sluiter & P.F van Heerdt, 1960. Population statistics of five species of the genus *Myotis* and one of the genus *Rhinolophus*, hibernating in the caves of S. Limburg. Arch. Neerl. Zool 13: 511-539.

Bouwens S., 2017. Citizen science onderzoek naar de bedreigde baardvleermuis in de aardappelkelder van Kamp Westerbork: eindrapportage. Rapport 2017.38. Bureau van de Zoogdierverseniging, Nijmegen. In Prep.

Haarsma, A-J. (2011). Vleermuizen in mergelgroeven, verschillende aspecten met betrekking tot de in het kader van Natura2000 aangewezen mergelgroeven als belangrijk leefgebied voor meer-, vale en ingekorven vleermuis. Rapport Batweter, 2011.03.

Jansen, E.A en S.J. Vreugdenhil, 2009. De vleermuisfuncties van Fort Honswijk. Jaarrond onderzoek naar seizoenen, soorten aantallen en locaties ten behoeve van een Flora- en faunawettoetsing. Rapportnr. 2009.040. Zoogdierverseniging, Arnhem.

Jansen, E.A., F. van Delft, W.G. Overman & H.G.J.A Limpens 2010. De vleermuisfuncties van Fort Everdingen. Rapport 2010.083. Zoogdierverseniging, Nijmegen. 49 pp + 1 bijlage.

Jansen, E.A. & H.G.J.A. Limpens, 2014. Beheerplan voor vleermuizen van Fort Asperen. Rapport 2014.07. Bureau van de Zoogdierverseniging, Nijmegen.

Jansen, E.A., R.G. Meijer, P. Arends, H.J.G.A. Limpens, en M.J. Schillemans, 2016. Teruggang van het aantal overwinterende baardvleermuizen in Kamp Westerbork I. Onderzoek naar mogelijke lokale oorzaken. Rapport 2106.012. Bureau van de Zoogdierverseniging, Nijmegen.

Kugelschafter, K., 1994. Untersuchung zur Bedeutung und Optimierung der Segeberger Kalkberghöhle und angrenzender Nahrungsbiotope für Fledermäuse. Abschlussbericht. Giessen.

Limpens, H.J.G.A. & E. A. Jansen, 2007a. Ondersteboven van de waterlinie. Onderzoek naar gebruik door vleermuizen, knelpunten en mogelijkheden tot duurzame ontwikkeling in de Nieuwe Hollandse waterlinie. Deel 1: Synopsis & Deel 2: Spelregels. Rapport nr. 2006.54.1-2. Zoogdierverseniging VZZ, Arnhem. 72 pp.

Limpens, H.J.G.A., E.A. Jansen & J.J.A. Dekker, 2007b. Ondersteboven van de waterlinie. Onderzoek naar gebruik door vleermuizen, knelpunten en mogelijkheden tot duurzame ontwikkeling in de Nieuwe Hollandse Waterlinie. Deel 3:

Limpens, H.G.J.A. , P. Twisk & M. Veenbaas 2004. Met vleermuizen overweg. Uitgave van Ministerie van Verkeer- en Waterstaat, dienst Weg- en waterbouwkunde.

Meijer, R.G., Onderzoek zwermperiode aardappelkelder Westerbork 2016-2017, met samenvatting, in opdracht van Staatsbosbeheer, Hart van Drenthe, mevrouw P. Arends, Assen/Elp, 17 januari 2018

Middleton, N., A.Froud, & K. French, 2014, Social Calls of the Bats of Britain and Ireland. Exeter, Pelagic Publishing

Parsons K,, G. Jones & F. Greenaway, 2003. Swarming activity of temperate zone microchiropteran bats: effects of season, time of night and weather conditions. Journ. of Zool. 261: 257-264.

Pfalzer G. Inter- und intraspezifische Variabilität der Soziallaute heimischer Fledermausarten (Chiroptera: Vespertilionidae), Dissertation, Fachbereich Biologie der Universität Kaiserslautern, 2002

Piksa, K., 2007. Swarming of *Myotis mystacinus* and other bat species at high elevation in the Tatra Mountains, southern Poland. Acta Chiropterologica 10(1):69-79.

Rue, J de & S. Daan, 1972. D activiteit van overwinterende vleermuizen in de IJskelder te Middenduin. De levende Natuur 75 : 265-272.

Schaik, J van, Janssen, R., Bosch, T, Haarsma, A-J, Dekker & J.J.A., Kranstauber, B. (2015) Bats Swarm Where They Hibernate: Compositional Similarity between Autumn Swarming and Winter Hibernation Assemblages at Five Underground Sites. PLOS ONE 10:7, e0130850.

Skiba, R., Europäische Fledermäuse, Kennzeichen, Echoortung und Detektoranwendung, Die Neue Brehm-Bücherei 648, Hohenwarsleben 2009

Sluiter, J.W., P.F. van Heerdt & J.J. Bezem, 1956. Populationstatistics of the bat *Myotis mystacinus*, based on recapture method. Arch. Neerl. Zool. 12: 63-88.

Trappmann, 2005. Die Fransenfledermaus in der Westfälischen Bucht. Ökologie der Säugetiere 3. Laurenti Verlag Bielefeld.

Willems, W., Dekeukeleire, D., Janssen, R., Lefevre, A., Onkelinx, T., Swinnen, K., Verkem, S., Boers, K & Lambrechts, J. Zwermgedrag van vleermuizen in de Antwerpse fortengordels - Deel 1, 2 en 3. Rapport Natuurpunt Studie.

7 Bijlages

Bijlage I: populatieopbouw van de gevangen baardvleermuizen

Bijlage II: Weersomstandigheden gerelateerd aan vangsten baardvleermuis

Bijlage III: Vangsten Westerbork vergeleken met literatuur

Bijlage IV: Beschrijving van de herkenning van de sociale roepen

Bijlage V: Aantal geluidsopnamen vanaf 18 maart tot 14 april 2017

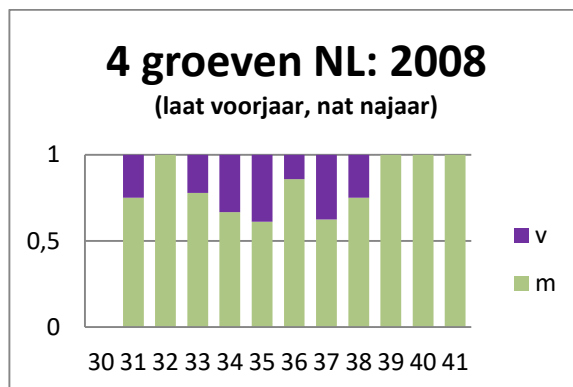
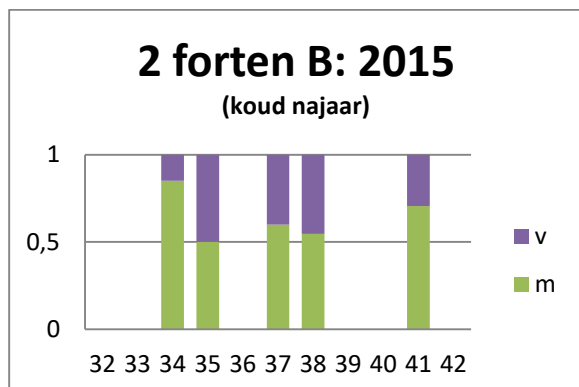
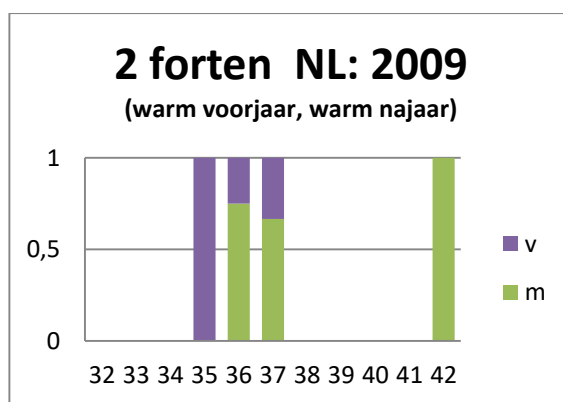
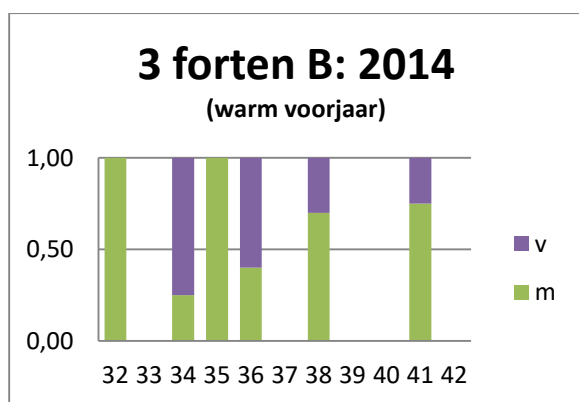
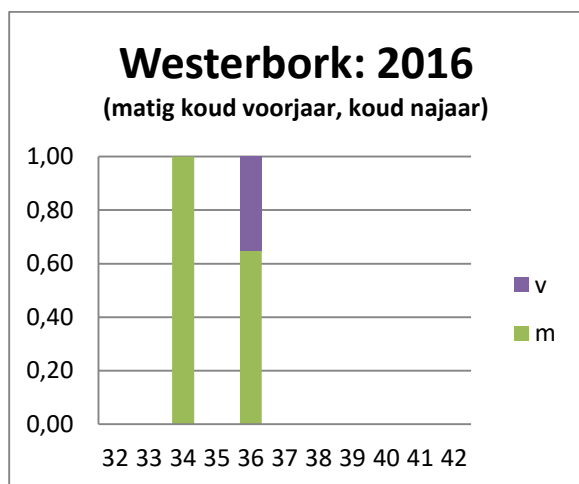
Bijlage I: populatieopbouw van de gevangen baardvleermuizen.

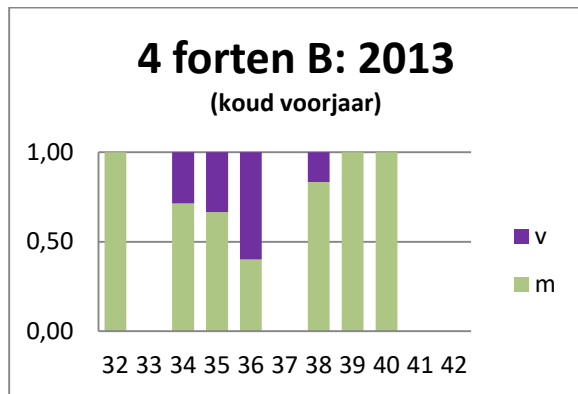
Tabel 7 :Populatieopbouw van de gevangen baardvleermuizen in Westerbork en vergelijkbare locaties. In deze tabel zijn uitsluitend de vangsten opgenomen waarvan met zekerheid gesteld kan worden of het een juveniel of adult dier betrof.

Locatie	Periode	Adult man	Adult vrouw	Juveniel	Man / vrouw	Juv / adult
		Aantal	Aantal	Aantal	Percentage	Percentage
Westerbork (22)	Totaal	16	6	8	267	36
	26-8-2016	5	0	0	Enkel mannen	40
	27-08-2017	--	--	--	--	--
	5-9-2016	2	0	2	Enkel mannen	100
	9-9-2016	4	4	1	100	13
	10-9-2016	5	2	3	250	43
Honswijk (2006: 6, 2009: 10)	Totaal 2006	2	4	0	50	Onbekend
	4-9-2006	2	4	0	50	Onbekend
	Totaal 2009	7	3	1	43	10
	24-8-2009	0	1	0	0	Onbekend
	1-9-2009	3	2	1	150	20
	13-10-2009	4	0	0	Enkel mannen	Geen juv
Everdingen (6)	Totaal	4	2	0	200	Geen juv
	8-9-2009	4	2	0	200	Geen juv
Asperen (7)	Totaal	7	0	1	Enkel mannen	14
	27-8-2010	2	0	0	Enkel mannen	Geen juv
	21-9-2010	5	0	1	Enkel mannen	20

Bijlage II: Weersomstandigheden gerelateerd aan vangsten baardvleermuis

Uitwerking van Belgische en Nederlandse gegevens

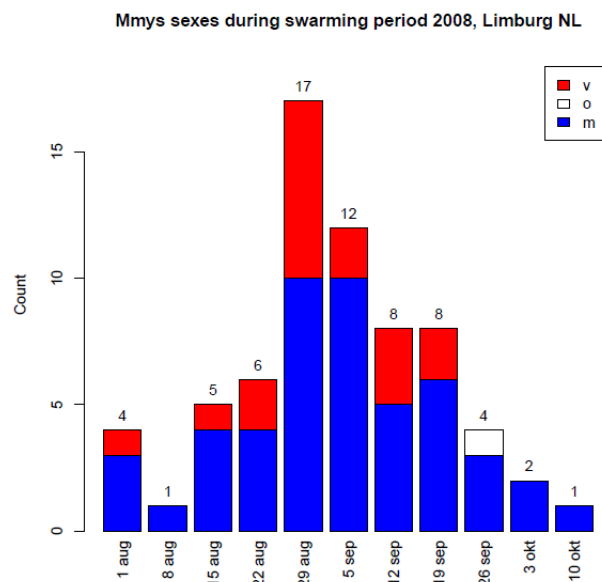




Bronnen:

Willems, W., Dekeukeleire, D., Janssen, R., Lefevre, A., Onkelinx, T., Swinnen, K., Verkem, S., Boers, K & Lambrechts, J. Zwermgedrag van vleermuizen in de Antwerpse fortengordels - Deel 1, 2 en 3. Rapport Natuurpunt Studie.

Limpens, H.J.G.A., E.A. Jansen & J.J.A. Dekker, 2007b. Ondersteboven van de waterlinie. Onderzoek naar gebruik door vleermuizen, knelpunten en mogelijkheden tot duurzame ontwikkeling in de Nieuwe Hollandse Waterlinie. Deel 3: Limpens, H.G.J.A., P. Twisk & M. Veenbaas 2004. Met vleermuizen overweg. Uitgave van Ministerie van Verkeer- en Waterstaat, dienst Weg- en waterbouwkunde.



Bron: van Schaik, J., Janssen, R., Bosch, T., Haarsma, A-J, Dekker, J.J.A., Kranstauber, B. (2015) Bats Swarm Where They Hibernate: Compositional Similarity between Autumn Swarming and Winter Hibernation Assemblages at Five Underground Sites. PLOS ONE 10:7, e0130850.

Bijlage III: Beschrijving van de herkenning van de sociale roepen

Veel van de sociale roepen van alle vier aanwezige soorten is een soort staccato herhaald gebrul van ongeveer 30 ms tot enkele seconden tussen 50 en 16 (Mmys & Mnat), 12 (Paur) of 8 (Mdau) kHz. Het is daardoor ver dragend geluid (ultrasoon geluid dooft snel uit in lucht en zeker in 100% vochtige lucht). Het is voor mensen hoorbaar als een krassend gepiep. Het zijn geluiden die vanuit een stationair hangende positie worden gemaakt. In tegenstelling tot een aantal andere sociale roepen is dit geluid niet bruikbaar voor oriëntatie-echo's.

Bij gewone grootoorvleermuis is dit de in elk geval door mannelijke individuen, door de ook anders en 's zomers veel gemaakte C-roep (80-12 kHz in ongeveer 10 ms) heel snel te herhalen.

Bij de drie Myotis-soorten is het een snelle aaneenschakeling van B-roepen, een breed spectrum in minder dan een ms. Bij watervleermuis leidt dat door de gebruikelijke pieken in elke roep (quasi constante frequenties QCF) tot parallelle frequentie banden.

Franjestaart maakt aan het eind vaak een korte meer melodische riedel, zoals ook zijn D-roep, over meer frequenties.

Overigens vliegen veel vleermuizen ook zonder te roepen in de aardappelkelder. Gewone grootoorvleermuis maakt vrijwel geen opnamen, behalve als een man met C-roep rondvliegt. Ook de B-roepen van man watervleermuis of C-roep van vrouw watervleermuis, franjestaart of baardvleermuis wordt gebruikt tussen oriëntatieroeppen door of in plaats daarvan.

Bijlage IV: Aantal geluidsoptnamen vanaf 18 maart tot 14 april 2017.

Datum	Activiteit (#calls)
18-3-2017	90
19-3-2017	580
20-3-2017	288
21-3-2017	88
22-3-2017	310
23-3-2017	240
24-3-2017	367
25-3-2017	402
26-3-2017	291
27-3-2017	1251
28-3-2017	154
29-3-2017	81
30-3-2017	317
31-3-2017	290
1-4-2017	191
2-4-2017	94
3-4-2017	175
4-4-2017	116
5-4-2017	40
6-4-2017	53
7-4-2017	5
8-4-2017	1
9-4-2017	0
10-4-2017	0
11-4-2017	0
12-4-2017	1
13-4-2017	6
14-4-2017	3