

Effecten van energetische verbetering van woningen op beschermde gebouwbewonende soorten

A&W-rapport 20-280
Zoogdierverseniging rapport 2021.10



in opdracht van

provinsje fryslân
provincie fryslân 

Effecten van energetische verbetering van woningen op beschermde gebouwbewonende soorten

A&W-rapport 20-280

Zoogdiervereniging rapport nummer 2021.10

M. Krijn
M.J. Epe
H.J.G.A. Limpens
J. Louwe Kooijmans
H. Visser

Foto Voorplaat

Meervleermuizen, Fotograaf: Marten Sikkema (A&W)

M. Krijn, M.J. Epe, H.J.G.A. Limpens, J. Louwe Kooijmans, H. Visser 2021.

Effecten van energetische verbetering van woningen op beschermde gebouwbewonende soorten. A&W-rapport 20-280

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden

Opdrachtgever**Provinsje Fryslân**

Tweebaksmarkt 52

9811 KZ Leeuwarden

Telefoon 058-292 5925

Uitvoerders**Altenburg & Wymenga
ecologisch onderzoek bv**

Suderwei 2

9269 TZ Feanwâlden

Telefoon 0511 47 47 64

info@altwym.nl

www.altwym.nl

Zoogdiervereniging

Toernooiveld 1

6525 ED Nijmegen

Telefoon 024 741 0500

www.zoogdiervereniging.nl

Vogelbescherming

Boulevard 12

3707 BM Zeist

Telefoon 030 6937700

www.vogelbescherming.nl

© Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv. Overname van gegevens uit dit rapport is toegestaan met bronvermelding.

Projectnummer

20-280

Projectleider

M. Krijn

Status

Definitief

Autorisatie

Goedgekeurd

Paraaf

E. vd Heijden

**Datum**

29-04-2021

Kwaliteitscontrole

R.J.Strijkstra



Inhoud

1	Inleiding	2
1.1	Probleemschets	2
1.2	Negatieve gevolgen energetische verduurzaming	2
1.3	Noodzaak nader onderzoek	3
1.4	Opzet van voorbereidend onderzoek en rapportage	3
2	Omschrijving maatregelen woningverbetering	5
2.1	Daken	5
2.2	Methoden dakisolatie	5
2.3	Gevels	9
2.4	Methoden voor gevelisolatie	10
2.5	Zonnepanelen	12
2.6	Methoden van plaatsing PV panelen	12
3	Gebouwbewonende soorten - vogels	14
3.1	Ecologie van de Huismus	14
3.2	Ecologie van de Gierzwaluw	15
3.3	Binnenklimaat van de verblijfplaats en andere factoren die nestplaatsgeschiktheid bepalen.	16
3.4	Conclusie Huismus en Gierzwaluw	24
4	Gebouwbewonende soorten - vleermuizen	25
4.1	Meervleermuis (<i>Myotis dasycneme</i>)	27
4.2	Gewone dwergvleermuis	28
4.3	Ruige dwergvleermuis	29
4.4	Tweekleurige vleermuis	30
4.5	Laatvlieger	31
4.6	Gewone grootoorvleermuis	32
4.7	Conclusie vleermuizen	33
5	Voorstel nader onderzoek metingen	34
6	Literatuur	37

Dankwoord

Wij danken de heer J.A.L. Mertens, Joost Tinbergen, Rick Wortelboer, en Christiaan Both voor hun bijdrage aan de literatuurstudie over vogelsoorten.

Samenvatting

Als gevolg van de energietransitie worden op grote schaal maatregelen genomen om woningen energetisch te verbeteren. Dergelijke maatregelen kunnen een effect hebben op wettelijk beschermde, gebouwbewonende vogelsoorten zoals Huismus, Gierzwaluw en verschillende vleermuissoorten. Ook klimaatverandering is in dat licht belangrijk. Dit onderzoek richt zich op de effecten die kunnen ontstaan op het microklimaat van een nest-of verblijfplaats van gebouwbewonende soorten. Daartoe is een literatuurstudie uitgevoerd om na te gaan welke isolatiemethoden het meest gebruikt worden, welke eisen gebouwbewonende soorten stellen aan het microklimaat en wat de effecten kunnen zijn van woningverbetering op deze soorten.

Maatregelen die in het kader van energetische woningverbetering worden uitgevoerd bestaan doorgaans uit isolatie van de spouwmuur, isolatie van het dak of het plaatsen van zonnepanelen. De meest gebruikte methode om de spouwmuur te isoleren is het vullen van de spouwmuur met neopixels. Voor het dak worden het vaakst dakplaten gebruikt die van buitenaf worden aangebracht.

Van de klimaatparameters die een invloed hebben op de geschiktheid van een nestplaats van vogels is temperatuur de belangrijkste. Er is een beperkt aantal studies gevonden dat ingaat op de eisen die soorten stellen aan temperatuur en de effecten op uitkomstsucces en kuikenoverleving. De tolerantiegrenzen die vogels stellen aan hun omgeving zijn afhankelijk van een aantal factoren, zoals het ontwikkelingsstadium, en verschilt tussen soorten. De studies die specifiek gaan over Huismus en Gierzwaluw hebben metingen gedaan aan de omgevingstemperatuur en niet de temperatuur in het verblijf. Het binnenklimaat van nest- en verblijfplaatsen in gebouwen moet bij voorkeur niet té warm en te droog zijn. Temperaturen in de range van 35-39 °C zijn duidelijk te hoog.

Vleermuizen gebruiken door het jaar heen verschillende soorten verblijfplaatsen waaraan ze verschillende, meer of minder strikte, eisen stellen. Over het algemeen kan worden gesteld dat alle soorten voor hun kraam- en winterverblijfplaatsen hogere eisen stellen dan voor paar- of zomerverblijfplaatsen. De mate van tolerantie hangt verder af van externe factoren zoals omgeving, verstoringbronnen en voedselaanbod. Omdat er zoveel verschillende aspecten zijn kunnen geen precieze vensters worden benoemd. Wel kan globaal gezegd worden dat de range van temperaturen voor winterverblijfplaatsen voor de soorten die dit rapport worden besproken ligt tussen de 1 en 8 graden Celsius; voor kraamverblijfplaatsen is dat ongeveer 15 tot 40 °C.

Om na te gaan wat de effecten zijn van energetische woningverbetering op de tolerantiegrenzen van Huismus, Gierzwaluw en gebouwbewonende vleermuissoorten, is een onderzoeksvoorstel uitgewerkt om in de praktijk metingen te doen. Voor dit onderzoek zullen in geïsoleerde en ongeïsoleerde 'woningwet-woningen' metingen worden uitgevoerd aan temperatuur binnen de nest- of verblijfplaats.

1 Inleiding

1.1 Probleemschets

Maatregelen in het kader van energetische verduurzaming worden recent en in de nabije toekomst op grote schaal genomen. Woningisolatie en de plaatsing van zonnepanelen kunnen bijvoorbeeld op grote schaal een negatief effecten hebben op gebouwbewonende vogelsoorten als Huismus en Gierzwaluw en verschillende gebouwbewonende vleermuissoorten. Ook het plaatsen van zonnepanelen kan dergelijke effecten hebben

De negatieve effecten op beschermde soorten vallen ruwweg uiteen in de volgende categorieën:

- Directe sterfte als gevolg van na-isolatie. Dit is met name voor vleermuizen aan de orde.
- Een verlies aan toegankelijkheid van gebouwen: door energetische verduurzaming worden holtes gevuld of op een andere wijze ontoegankelijk gemaakt;
- Een verlies aan geschiktheid van de verblijfplaatsen: door verduurzaming en mitigatie worden beschikbare holtes (hetzij oud of nieuw) minder geschikt voor beschermde soorten.

Een van de factoren die verblijfplaatsen minder geschikt maken is de verandering in klimaat (temperatuur en andere factoren) in deze verblijfplaatsen, die veroorzaakt worden doordat isolatie wordt toegepast in spouwmuren en daken.

Het onderzoek waarvan dit de eerste rapportage is focust op de rol en het belang van deze klimaatomstandigheden in het verblijf.

Deze rapportage beschrijft de resultaten van een voorbereidend onderzoek naar wijzen van isolatie en de mogelijke effecten daarvan op de klimaatomstandigheden in verblijfplaatsen, en de eisen die de reeds genoemde diersoorten stellen aan het klimaat van hun verblijfplaatsen. Dit voorbereidend onderzoek is uitgevoerd om te kunnen definiëren welke metingen in nader onderzoek moeten worden gedaan om een goed beeld te krijgen van de klimaateffecten van isolatie en daarna te adviseren over maatregelen.

1.2 Negatieve gevolgen energetische verduurzaming

De energetische verduurzaming van woningen betreft in de meeste gevallen isolatie, maar bijvoorbeeld ook het plaatsen van zonnepanelen valt hieronder.

Isolatie, die primair bedoeld is om warmte binnen gebouwen te houden, zal in holtes binnen en buiten deze isolatie eveneens de warmtehuishouding beïnvloeden. Dit kan doordat de warmte niet meer van binnen naar buiten lekt, wat in de winter een verlaging van de temperatuur aan de buitenzijde kan veroorzaken, maar ook doordat warmte niet meer naar binnen kan worden afgevoerd, wat een verhoging van de temperatuur aan de buitenzijde zal veroorzaken in de zomer. In het algemeen zullen de veranderingen waarschijnlijk leiden tot snellere dynamiek van temperatuur en hogere en lagere extremen onder invloed van de buitentemperatuur. Ook zonnepanelen kunnen op de temperatuur van holtes onder dakpannen een dergelijke invloed hebben. Tocht en luchtvochtigheid zijn voorbeelden van andere factoren die na isolatie qua dynamiek of extremen kunnen veranderen, bijvoorbeeld doordat openingen worden afgedicht. Isolatie van muren, met als compensatie inbouwkasten voor vleermuizen kan eveneens een mogelijke afname van geschiktheid van gebouwen veroorzaken. Het binnenklimaat

van een spouw is namelijk niet uniform. Vleermuissoorten kunnen in een spouw de meest geschikte plekken uitzoeken qua temperatuur. In een kast is dit niet meer mogelijk.

1.3 Noodzaak nader onderzoek

De aard van de mogelijke problematiek is redelijk te duiden op basis van expert judgement. De omvang van de problematiek echter niet. Er is zeer weinig daadwerkelijk ter plekke onderzocht wat isolatie met het microklimaat van holtes en verblijven doet. Er is ook weinig bekend over de eisen die de beschermde soorten stellen aan het microklimaat. Er is vastgesteld dat compenserende kasten gebruikt worden door de soorten waarvoor ze zijn bedoeld (Klasberg et al. 2018; Onnes et al. 2019) maar er is weinig bekend over de effecten van het binnenklimaat van kasten op de geschiktheid ervan voor beschermde soorten.

Dit betekent dat de toepasbare kennis over de effecten die isolatie heeft op verblijfplaatsen van beschermde soorten eigenlijk nauwelijks is onderbouwd. Het is voor de bescherming en het voortbestaan van de eerdergenoemde soorten echter wel van belang om deze kennis te hebben. De schaal waarop woningisolatie wordt toegepast draagt bij een fout ingeschat effect anders het risico in zich op grootschalige achteruitgang van deze soorten. Er is op dit moment een breed scala aan mitigerende en compenserende maatregelen in omloop, waarvan weliswaar bekend is dat deze in meer of mindere mate door de doelsoorten aanvaard worden, maar waarvan de eigenschappen van het binnenklimaat niet voldoende bekend zijn. Ook bij de beoordeling van dergelijke maatregelen is het van belang meer daar over te weten.

1.4 Opzet van voorbereidend onderzoek en rapportage

De hoofdvraag van het onderzoek is:

- Wat is de geschiktheid van woningen voor beschermde gebouwbewonende soorten na aanpassingen in het kader van energetische duurzaamheid?

De constructie van het dak en de muren van een woning zal op de effecten van aanpassingen van invloed zijn. In het onderzoek moeten keuzes gemaakt worden ten aanzien van de insteek. Om deze keuzes te onderbouwen is eerst een voorbereidend onderzoek uitgevoerd dat hier wordt gerapporteerd. In dit voorbereidend onderzoek sorteren we op de keuze voor en focussen we op de meest voorkomende aanpassingen aan woningen en de mogelijke gevolgen daarvan op gebouwbewonende soorten. Deze aanpassingen worden beschreven in hoofdstuk 2. Om klimaatveranderingen in verblijfplaatsen te duiden voor wat betreft het effect op de soorten volgt daarna in hoofdstuk 3 en 4 een analyse van de eisen die vogels en vleermuizen stellen aan het klimaat van hun verblijven. Hoofdstuk 2 is gebaseerd op praktijkervaring. Voor hoofdstuk 3 en 4 is een bronnenstudie uitgevoerd. Doel van deze vooronderzoeken is het onderbouwen van wijze en insteek van een nader onderzoek waarin metingen van klimaatparameters een beeld moeten geven van de veranderingen daarin die na energetische verduurzaming optreden. Dit onderzoek, dat de komende jaren kan worden uitgevoerd wordt nader gedefinieerd in hoofdstuk 5.

Samenvattend: In deze rapportage gaan we uit van de volgende voorbereidende onderzoeksvragen.

- Wat zijn de meest gangbare isolatiemethoden van muren en daken?
- Wat zijn de eisen die beschermde gebouwbewonende soorten stellen aan het binnenklimaat van nest- en verblijfplaatsen in gebouwen?

- Wat zijn de mogelijke effecten van woningverbetering op het binnenklimaat van geschikte nest- en verblijfplaatsen van deze gebouwbewonende soorten?

Tenslotte wordt antwoord gegeven op de volgende vraag:

Op welke manier kunnen we de effecten van woningverbetering onderzoeken?

2 Omschrijving maatregelen woningverbetering

In dit hoofdstuk wordt aangegeven wat de meest gangbare constructies en isolatiemethoden zijn die in de energetische verduurzaming worden gebruikt bij dakisolatie en spouwisolatie.

2.1 Daken

Daken kunnen hellend zijn (figuur 2.1) of plat (figuur 2.2). De meeste hellende daken bestaan uit eenvoudige schuine dakvlakken. Deze bestaan overwegend uit een onderdak met daaroverheen tengels (verticale latten) en horizontale panlatten. Daaroverheen worden dakpannen van aardewerk of beton geplaatst, al dan niet geglaazuurd. Platte daken bestaan meestal uit een latconstructie (boven het plafond). Daarop eventueel een isolatielaag gevolgd door dakbeschot en de dakbedekking. Deze bestaat vaak uit Bitumen, PVC of kunststof of EPDM.



Figuur 2.1: hellend dak



Figuur 2.2: plat dak

2.2 Methoden dakisolatie

Er zijn diverse methoden om (bestaande) daken na te isoleren. Deze kunnen worden onderverdeeld in dakisolatie van binnenuit en dakisolatie van buitenaf. Hieronder worden de meest gangbare methoden besproken.

2.2.1 Isolatie materiaal van binnenuit aanbrengen tegen het dak

Harde platen

De eerste methode is isoleren van binnenuit door het aanbrengen van een harde isolerende plaat, zoals een PIR plaat (figuur 2.3). Dit materiaal bestaat uit een hard kunststofschuim dat hoofdzakelijk wordt gebruikt voor warmte-isolatie. Met deze methode is het lastig om alle naden en kieren af te dichten.



Figuur 2.3. Isolatie van binnenuit met een harde PIR plaat.

Glaswol of steenwol

De tweede methode is isolatie van binnenuit met zachte materialen zoals glaswol of steenwol (figuur 2.4). Dit laatste materiaal wordt het meest gebruikt.



Figuur 2.4. Isolatie van binnenuit met steenwol

Hennep of cellulose

De derde isolatiemethode van binnenuit is het spuiten van cellulose of hennep tussen het dakbeschot en binnen de betimmering of het folie (figuur 2.5). Deze methode is een duurzaam alternatief en komt goed in alle hoeken en kieren waardoor alles wordt afgesloten.



Figuur 2.5. Isolatie van binnenuit met Hennep of Cellulose.

PUR-schuim

De laatste gangbare methode voor isolatie van binnenuit is het inspuiten met een PUR schuim of soortgelijk materiaal (figuur 2.6). Het voordeel van PUR-isolatie is dat ook moeilijk bereikbare plekken geïsoleerd kunnen worden. De ervaring leert dat er een sterke geur vrijkomt die na verloop van tijd minder wordt.



Figuur 2.6. Isolatie van binnenuit met PUR-Schuim.

Potentiële gevolgen isolatiemethode van binnenuit

Voor alle isolatiemethoden die van binnenuit worden uitgevoerd geldt dat de toegang tot nest-of verblijfplaatsen in het dakvlak in de meeste gevallen niet wordt aangetast voor gebouwbevolgende soorten. Deze bevinden zich doorgaans tussen het dakbeschot en de dakpannen, achter loodslabben of boeidelen. Voor vleermuizen bestaat er wel een kans dat de verblijfplaats wordt aangetast, omdat deze ook wel via spleten tussen het dakbeschot en bijvoorbeeld de gevelmuren in binnenruimtes terecht kunnen komen.

Isolatie van binnenuit kan daarnaast een effect hebben op het microklimaat van de verblijfplaats. De verwachting is dat de nest-of verblijfplaats in de winter kouder is omdat er minder warmte van binnen naar buiten zal lekken in de geïsoleerde situatie. Andersom, zal het in de zomer warmer worden in de nest-of verblijfplaats van gebouwbevolgende soorten. Dit kan leiden tot een grotere extremen, waarbij er snellere veranderingen in temperatuur kunnen optreden.

2.2.2 Isolatiemateriaal aan de buitenzijde onder de dakpannen aanbrengen

Neopixels

De eerste methode voor dakisolatie aan de buitenzijde is het aanbrengen van zogenaamde Neopixels parels tussen het dakhout en de dakpannen (figuur 2.7). Neopixels zijn een soort grafietparels die platter en ovaler zijn dan ander isolatieparels. Met deze methode is het lastig om alle naden en kieren af te dichten waardoor er vaak veel ruimtes openblijven.



Figuur 2.7. Aanbrengen van Neopixels tussen het dakhout en de dakpannen.

Recapan

De tweede gangbare methode is het aanbrengen van “Recapan” piepschuim tussen het dakhout en de dakpannen (figuur 2.8). Recapan zijn elementen gemaakt van EPS. De platen zijn licht en makkelijk aan te brengen en mits goed afgekit, zijn vrijwel alle kieren afgedicht met deze methode.



Figuur 2.8. Aanbrengen van RecaPan elementen

Dakplaten

De meest gebruikte methode is het aanbrengen van geïsoleerde dakplaten over het bestaand dakhout (figuur 2.9). Het voordeel van deze methode is dat de platen snel en eenvoudig zijn aan te brengen. Dakplaten vormen een compleet afsluitend systeem waarbij vaak ook nieuwe boeidelen en dakgoten zonder tussenruimtes worden aangebracht.



Figuur 2.9. Dakplaten

Potentiële gevolgen isolatiemethode van buitenaf

Isolatie door het aanbrengen van Neopixels of RecaPan (zie hierboven) leidt ertoe dat de ruimte tussen de dakpannen en het dakbeschoot en de ruimte achter het dakbeschoot niet meer toegankelijk is voor gebouwbewonende soorten. Het gevolg daarvan is dat (potentiële) nest-of verblijfplaatsen van gebouwbewonende soorten ongeschikt worden. Indien er vleermuizen aanwezig zijn in de ruimte achter het dakbeschoot (op zolder), kunnen deze ingesloten raken.

Dakplaten worden op het dakbeschoot aangebracht met daaroverheen panlatten en tengels, zodat er wel ruimte overblijft in het dakvlak voor nest-of verblijfplaatsen. Echter, door de afwerking met boeidelen, afwerkranden en dakgoten worden potentiële toegangsopeningen vaak afgedicht. Door kleine bouwkundige aanpassingen kunnen toch openingen worden aangebracht.

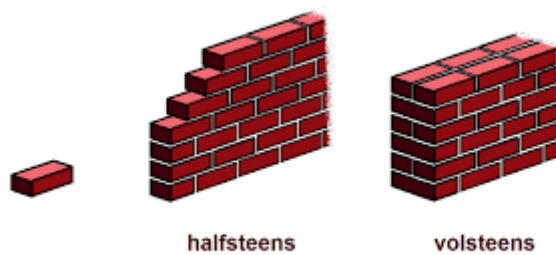
Los van bovengenoemde problematiek m.b.t. de toegang tot de nest-of verblijfplaats, kunnen isolatiemaatregelen van buitenaf ook het microklimaat van de nest-of verblijfplaats beïnvloeden.

2.3 Gevels

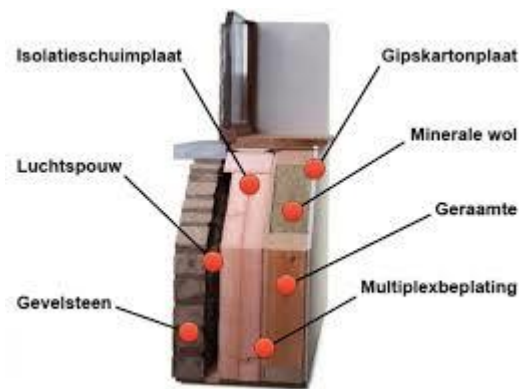
We onderscheiden een aantal verschillende typen gevels. Dit zijn de spouwmuur (figuur 2.10), een volsteens- en halfsteensmuur (figuur 2.11) en houtskeletbouw (figuur 2.12). Spouwmuren worden voornamelijk door vleermuizen benut. De Huismus maakt -afhankelijk van de constructie van het gebouw en de lokale gewoontes van de soort- soms ook wel gebruik van de spouwmuur als broedlocatie. Gierzwaluwen broeden doorgaans niet in de spouw, maar onder losse dakpannen of loodslabben. Volsteens- of halfsteensmuren worden nauwelijks gebruikt door vleermuizen omdat er meestal geen ruimtes aanwezig zijn om in weg te kruipen. Dit type muur kan wel van binnen-of buitenaf worden geïsoleerd.



Figuur 2.10. Spouwmuur



Figuur 2.11. Halfsteens en volsteens muur



Figuur 2.12. Houtskeletbouw

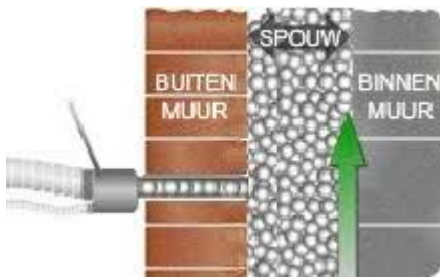
2.4 Methoden voor gevelisolatie

Er zijn drie gangbare methoden voor gevelisolatie. De meest gebruikte is spouwmuurisolatie. Bij afwezigheid van een spouwmuur wordt de gevel ook wel van binnenuit of van buitenaf geïsoleerd. Hieronder worden de verschillende isolatiemethoden besproken. Bij uitzondering worden spouwmuren aan de binnenzijde of de buitenzijde geïsoleerd

2.4.1 Spouwmuurisolatie

Spouwmuurisolatie vindt over het algemeen plaats door het opvullen van de spouw. Dit kan op drie verschillende manieren:

1. Vullen van de spouw met Neopixels. Dit is de meest gebruikte methode (figuur 2.13),
2. Vullen met glaswol (figuur 2.14)
3. Vullen met schuim of foam (figuur 2.15).



Figuur 2.13. Spouwmuur vullen met Neopixels



Figuur 2.14. Spouw met glaswol



Figuur 2.15. Spouw met foam

Potentiële gevolgen spouwmuurisolatie voor gebouwbewonende soorten

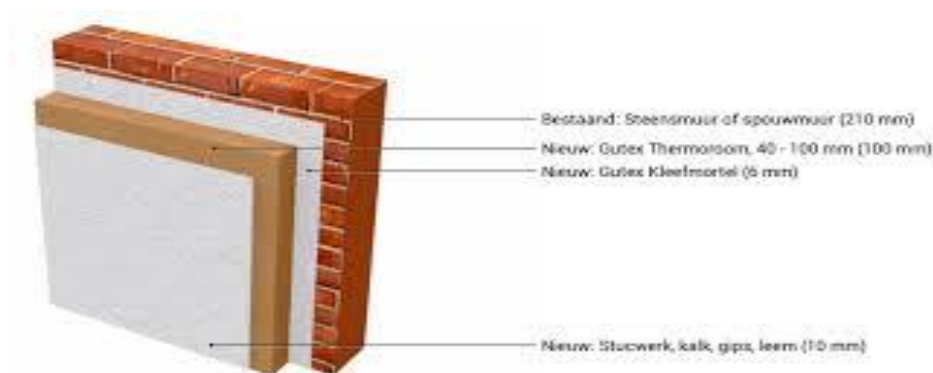
De ruimte in de spouwmuur wordt dikwijls door vleermuizen gebruikt als verblijfplaats. Ze verplaatsen zich in de loop van de dag naar de plekken die klimatologisch het meest optimaal zijn. Na spouwmuurisolatie is de spouw niet meer beschikbaar als nest-of verblijfplaats voor gebouwbewonende soorten, simpelweg omdat deze dan is opgevuld. In sommige gevallen wordt een deel van de spouwmuur (vaak het bovenste deel van het huis, waar vleermuizen zich voornamelijk ophouden)

opengelaten. In dat geval zal (een deel van) de spouwmuur nog wel toegankelijk zijn. Mogelijk treden er dan wel klimatologische veranderingen op. Omdat er minder warmtetransmissie van binnenuit zal zijn, is de ruimte in de spouwmuur in de winter kouder. Andersom zal de ruimte in de spouwmuur in de zomer juist warmer zijn.

Voorafgaand aan het vullen van de spouwmuur moet zeker zijn dat er geen vleermuizen in de spouw aanwezig zijn. Dit gaat niet altijd goed. In die gevallen kunnen ook directe negatieve effecten optreden. Er zijn talloze meldingen bekend van vleermuizen die vast komen te zitten in de lijmstoffen of EPS-korrels die gebruikt worden bij het opvullen van de spouwmuur of waarbij de korrels aan het lichaam blijven plakken (Korsten en Schillemans, 2020).

2.4.2 Van binnenzijde isoleren (voor zowel spouwmuur als wel vol/halfsteens versie)

In sommige gevallen wordt ervoor gekozen om de spouwmuur van binnenuit te isoleren (figuur 2.16). Dit gebeurt door een voorzetwand aan de binnenzijde te plaatsen.



Figuur 2.16. Isolatie vanaf de binnenzijde

Potentiële gevolgen muurisolatie aan binnenzijde voor gebouwbewonende soorten.

In het geval van halfsteens of volsteens muren is er in de meeste gevallen geen effect op vleermuizen, omdat dergelijke muren doorgaans niet geschikt zijn om als verblijfplaats te gebruiken. Indien er bij een spouwmuur van binnenuit wordt geïsoleerd zal de toegang tot de verblijfplaats niet wijzigen. Wel kan isolatie van binnenuit een effect hebben op het microklimaat van de verblijfplaats. De verwachting is dat de verblijfplaats in de winter kouder is omdat er minder warmte van binnen naar buiten zal lekken in de geïsoleerde situatie. Andersom, zal het in de zomer warmer worden in de verblijfplaats van gebouwbewonende soorten. Dit kan leiden tot grotere extremen, waarbij er snellere veranderingen in temperatuur kunnen optreden.

2.4.3 Van buitenzijde isoleren (voor zowel spouwmuur als wel vol/halfsteens versie)

Indien de ruimte binnen beperkt is, wordt in sommige gevallen ook gekozen voor isolatie door middel van een nieuwe buitenschil (figuur 2.17). Aan de buitenkant wordt dan een nieuwe gevelbekleding gerealiseerd.



Figuur 2.17. Isolatie aan de buitenzijde.

Potentiële gevolgen muurisolatie aan buitenzijde voor gebouwbewonende soorten

Deze methode sluit de toegangen naar verblijfplaatsen van gebouwbewonende soorten in principe volledig af. In het geval van halfsteens of volsteens muren is er geen effect op vleermuizen, omdat dergelijke muren niet geschikt zijn om als verblijfplaats te gebruiken.

Indien er sprake is van een voorzetmuur (isolatie aan de buitenkant) voor een spouwmuur kan door het aanbrengen van kleine openingen toch een toegang worden gerealiseerd. Daarmee kan in de ruimte tussen de voorzetmuur en de isolatie tegen de buitenmuur toegankelijk blijven. De spouwmuur zelf wordt ontoegankelijk. Een dergelijke isolatiemethode leent zich wel uitstekend voor het integreren van inbouw nest-of verblijfplaatsen. Bij deze constructie is de verwachting is dat de verblijfplaats in de winter kouder is omdat er minder warmte van binnen naar buiten zal lekken in de geïsoleerde situatie. Andersom, zal het in de zomer warmer worden in de verblijfplaats van gebouwbewonende soorten. Dit kan leiden tot extremen, waarbij er snellere veranderingen in temperatuur kunnen optreden.

In het geval dat de constructie bestaat uit een voorzetmuur met daartegenaan de isolatie, dan een ruimte (nieuwe verblijfplaats) en dan de oude buitenmuur veranderen de klimatologische omstandigheden op een andere manier. De verblijfplaats maakt dan deel uit van een geïsoleerde omgeving. In dat geval zal het dus minder koud zijn in de winter en minder warm in de zomer. Er is een minder grote verandering in temperatuur en een stabielere klimaat.

2.5 Zonnepanelen

Zonnepanelen of PV-panelen worden zowel op hellende daken als wel op platte daken geplaatst. Omdat de PV-panelen meestal niet op de randen van een dak geplaatst worden zal dit voor de toegangen tot nest-of verblijfplaatsen van gebouwbewonende soorten geen noemenswaardig effect hebben.

2.6 Methoden van plaatsing PV panelen

Plaatsing op hellend dak

Bij plaatsing van zonnepanelen op een hellend dak blijft er een ruimte vrij van circa 10 á 15 cm ruimte tussen de bovenzijde van het dak en de onderzijde van de PV-panelen (zie figuur 2.18).



Figuur 2.18. Plaatsing van zonnepanelen op een hellend dak

Plaatsing op plat dak

Bij plaatsing op een plat dak wordt er door middel van een frame een hellingshoek gecreëerd, en is er veel ruimte tussen dak en paneel.



Figuur 2.19. Plaatsing van zonnepanelen op een hellend dak

Potentiële gevolgen plaatsing zonnepanelen voor gebouwbewonende soorten

Door de plaatsing van zonnepanelen zullen de toegangen tot nest-of verblijfplaatsen in de meeste gevallen niet worden aangetast. Vanwege de relatief kleine ruimte tussen het dakvlak en de zonnepanelen kan er vooral in de zomer sprake zijn van zeer hoge temperaturen tussen paneel en dak, waardoor ook verblijfplaatsen in het dak erg heet kunnen worden.

Gebouwbewonende soorten maken bij platte daken met name gebruik van het dakoverstek (indien aanwezig) als nest-of verblijfplaats. Het dakvlak zelf onder platte daken wordt over het algemeen minder gebruikt door gebouwbewonende soorten. Uitzondering zijn daken met grind die vaak door koloniebroeders zoals Stern en Meeuwen worden benut. Deze soorten vallen echter buiten de scope van dit onderzoek. Vanwege de grotere ruimte tussen de zonnepanelen en het dak is bovendien de verwachting dat de opwarming onder het paneel veel minder is dan bij de plaatsing op een hellend dak.

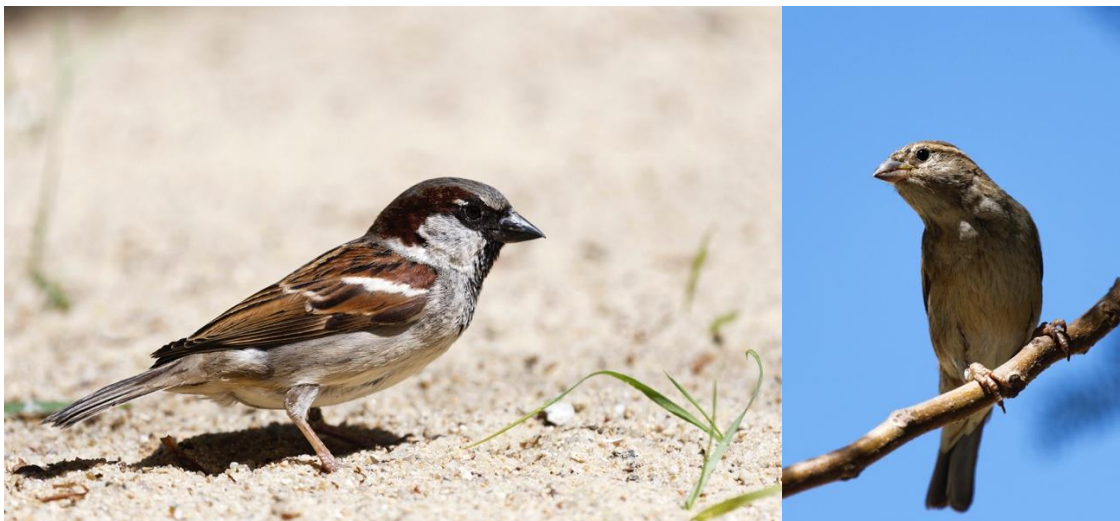
3 Gebouwbewonende soorten - vogels

De vragen zoals genoemd in de inleiding van dit rapport (H1) worden in dit hoofdstuk verder uitgewerkt voor twee beschermde gebouwbewonende vogelsoorten, namelijk de Huismus en de Gierzwaluw. Eerst zal beknopt worden ingegaan op de ecologie van beide soorten en hun relatie met bebouwing. Daarna volgt een beschrijving van wat er bekend is over de eisen die de Huismus en de Gierzwaluw stellen aan hun verblijfplaats aan de hand van beschikbare literatuur.

3.1 Ecologie van de Huismus

Uiterlijke kenmerken

Een uitgebreide uiterlijke beschrijving van de Huismus is gegeven in Svenson et al. 2019. Het is een vrij kleine vogel (14-16 cm) met een robuust lichaam en een relatief grote kop en een dikke snavel. Het verenkleed is bruin met zwart gestreept met een grijze onderkant. Bij volwassen exemplaren is de bovenkant van de kop ook grijs. De mannetjes zijn donkerder van kleur dan de vrouwtjes en hebben een zwarte bef.



Figuur 3.1. *Huisumus man* (l) en *vrouw* (r) (foto's: A&W)

Voedsel

De Huismus is een typische cultuurvolger. De soort is te vinden in de nabijheid van mensen, in stedelijke en agrarische gebieden. Het voedsel van volwassen vogels is voor meer dan 90% plantaardig. Het bestaat uit zaden van jaarrond bloeiende grassen en onkruiden (Cramp & Perrins 1994). Daarnaast eet de Huismus insecten, bessen en bloemknoppen. In de eerste levensfase, tot 10 dagen na het uitvliegen, zijn insecten een cruciaal onderdeel van het menu (Vincent et al. 2006). In stedelijke gebieden eten de Huismus ook uit broodkruimels en voedselresten van mensen en huisdieren (Kennisdocument BIJ12).

Leefgebied

Huismussen broeden in Nederland over het algemeen in bebouwing, onder dakpannen, in gaten en kieren van gebouwen en in speciaal ontworpen mussenkasten. Mussen kunnen ook in holtes van bomen of in struiken broeden, maar doen dit alleen als er geen vijanden in de buurt zijn, er wel voldoende voedsel beschikbaar is en nestgelegenheid in holtes een limiterende factor is (Kennisdocument Huismus BIJ12). De Huismus broedt in kolonies van enkele broedparen tot enkele tientallen (tot soms

wel 100) broedparen. In een groene omgeving zijn hogere dichtheden mussen te vinden dan wanneer er geen groen aanwezig is (Moudra et al. 2018).

De Huismus kent twee typen verblijfplaatsen: de nesten als voortplantingsplaats en groenblijvende struiken en klimplanten als rustplaats. Huismussen zijn behoorlijk honkvast. Ze verblijven jaarrond in de buurt van de nestplaats. Voor beide verblijfplaatsen geldt dat deze bescherming moeten bieden aan predatoren, en dat er in de omgeving van de verblijfplaats voldoende voedsel beschikbaar moet zijn (Moudra et al. 2018, Bernat-Ponce et al. 2018, Salm et al. 2007).

Nestplaats

Het nest wordt het hele jaar gebruikt. In de broedperiode van april – augustus maakt de Huismus twee tot drie legsels. Voorafgaand aan de broedperiode maken vrouwtjes ook al gebruik van het nest als slaapplek. In het najaar maken huismussen het nest klaar door nestmateriaal in het nest te slepen. Ook in de winter wordt het nest af en toe gebruikt als slaapplek bij lage temperaturen.

Rustplaatsen

Jaarrond gebruikt de Huismus groenblijvende struiken of klimplanten (bijvoorbeeld gevelbegroeiing) als gezamenlijke slaapplek. Dit doen ze echter ook onder dakpannen of in gebouwen (d.w.z. in of in de directe omgeving van de nestplaats)

Staat van instandhouding Huismus

De Huismus was lange tijd de meest talrijke vogel in Nederland, maar deze plaats is overgenomen door de Merel. De aantallen Huismus in Nederland zijn sinds de jaren '80 vermoedelijk meer dan gehalveerd (Sovon 2017). Na een vrije val in de jaren '90 lijkt het erop dat de grootste afname voorbij is: de recente aantallen schommelen (Sovon Vogelonderzoek Nederland 2018). De verspreiding van de Huismus overlapt met de aanwezigheid van mensen. De grootste dichtheden zijn te vinden bij huizen met voldoende groenstructuren in de buurt, aan stadsranden of op het platteland rond boerderijen. De lokale dichtheid varieert sterk onder invloed van de beschikbaarheid van voedsel, voldoende nestplekken en geschikte slaapplekken. De landelijke staat van instandhouding van de Huismus in Nederland wordt als matig ongunstig aangemerkt. Deze staat van instandhouding gaat op voor de Huismus als broedvogel en als niet-broedvogel, omdat het om dezelfde vogels gaat.

Voor de Provincie Friesland zijn geen gegevens beschikbaar van de trend van de Huismus als broedvogel. De trend van de Huismus als niet-broedvogel in Friesland in de periode 1983-2019 is significant negatief, met een afname van <5% per jaar (Sovon Vogelonderzoek Nederland 2018).

3.2 Ecologie van de Gierzwaluw

Uiterlijke kenmerken

De Gierzwaluw is een vogel van 17-18,5 cm lang met lange, spitse, sikkelvormige vleugels. Gierzwaluwen hebben kleine poten; elk met vier naar voren gerichte tenen met scherpe nagels. Deze poten zijn geschikt om aan ruwe verticale wanden te hangen, maar niet om op te staan. Daarom is de soort vrijwel uitsluitend in vlucht waar te nemen. Gierzwaluwen zijn egaal donker van kleur en hebben een donkere onderzijde. Ze hebben een vrij opvallende lichte keelvlak, maar deze is lastig te zien in vlucht. Er zijn geen uiterlijke verschillen te zien tussen mannetjes en vrouwtjes (Svenson et al. 2019).

Voedsel

Gierzwaluwen eten kleine vliegende, niet stekende insecten, zoals muggen, (zweef)vliegen en dag- en nachtvlinders die ze in vlucht vangen en opeten. Per dag gaat het maximaal om tienduizenden insecten per paar met jongen. Voor hun jongen verzamelen ze tot enkele honderden insecten per keer in een voedselbal, die vervolgens aan de jongen wordt gevoerd (Kennisdokument Gierzwaluw, BIJ12).

Leefgebied

Het broedgebied van Gierzwaluwen is in Nederland sterk geassocieerd met mensen (Kennisdocument Gierzwaluw, BIJ12). De soort is een trekvogel die uitsluitend in de zomermaanden (april tot en met augustus) in Nederland is. Gierzwaluwen overwinteren in tropisch Afrika. In de tweede helft van april komen de eerste exemplaren in ons land aan. De hoogste presentie van de soort in Nederland is in de maanden mei tot en met juli (Sovon Vogelonderzoek Nederland 2018).

Gierzwaluwen brengen het grootste deel van hun leven vliegend door. Ze komen alleen aan land om eieren te leggen en hun jongen te voeren. In West-Europa zijn Gierzwaluwen oorspronkelijk rotsbewoners, maar in Nederland hebben ze deze ingeruild voor huizen en andere gebouwen. De soort broedt met name in steden en dorpen. Hun nesten zijn te vinden in menselijke bebouwing onder dakpannen, in kieren en gaten in muren maar ook in nestkasten. Het nest is opgebouwd uit haren, pluis etc. die met speeksel aan elkaar tot een kommetje wordt gemaakt. Hierin wordt 1 legsel per jaar geproduceerd dat bestaat uit 2-3 eieren (Kennisdocument Gierzwaluw, BIJ12).

Staat van instandhouding Gierzwaluw

Gierzwaluwen broeden in Nederland alleen binnen bebouwing. In oude stadsdelen of grote gebouwen in de stad kunnen ze talrijk zijn. Op het platteland en in kleinere dorpen zijn ze vaak afwezig. De aantallen Gierzwaluw zijn lastig vast te stellen omdat er ook grote aantallen niet-broedende vogels aanwezig zijn, de nestplaatsen vaak maar heel kort bezocht worden en door andere inventarisatieproblemen (Sovon Vogelonderzoek Nederland 2018). De aantalsontwikkeling is daarom onduidelijk. Wel is een afname bekend van wijken en gebouwen die ingrijpend gerenoveerd worden. Mogelijk kan het verdwijnen van kolonies deels zijn gecompenseerd door een meer verspreide en minder opvallende vestiging op andere plekken (Sovon Vogelonderzoek Nederland 2018). De landelijke staat van instandhouding van de Gierzwaluw als broedvogel wordt door SOVON aangemerkt als gunstig. Voor de Gierzwaluw als niet-broedvogel is de staat van instandhouding onbekend. Voor de Provincie Friesland zijn onvoldoende gegevens beschikbaar voor een trendanalyse.

3.3 Binnenklimaat van de verblijfplaats en andere factoren die nestplaatsgeschiktheid bepalen.

In een kort literatuuronderzoek hebben we onderzocht wat de factoren zijn die de geschiktheid bepalen van nestgelegenheid met een focus op de eisen die Huismus en Gierzwaluw stellen aan hun verblijfplaats.

3.3.1 Werkwijze

Er is gezocht in wetenschappelijk en niet-wetenschappelijke ('grijze') literatuur. Zoektermen (en combinaties daarvan) die gebruikt zijn, zijn: house nesting bird, nest boxes, birds, aves, nesting conditions, nest survival, climate conditions, nest site choice, hatchling success, chick survival, thermal insulation, humidity, housing conditions, common swift, house sparrow, Apus apus en Passer domesticus. Daarnaast is ook een 'forward search' uitgevoerd, bij de meest waardevolle wetenschappelijke artikelen. Hierbij wordt gekeken welke artikelen hiernaar verwijzen, wat soms waardevolle reviews kan opleveren. Ook is er op conservationevidence.com gezocht naar beschikbare data over nestplaatsen. Op deze site worden wetenschappelijke artikelen verzameld en samengevat en vertaald naar maatregelen ten behoeve van natuurbescherming. Tot slot is gebeld met een aantal wetenschappers die onderzoek hebben gedaan naar klimaat-effecten op nestsucces en uitvliessucces bij vogels.

3.3.2 Bevindingen literatuuronderzoek

De mate van geschiktheid van een nestplaats voor vogels wordt in de literatuur afgeleid aan de hand van verschillende parameters van reproductie, te weten de mate waarin nestgelegenheid wordt geaccepteerd en geselecteerd door vogels om te broeden (de acceptatiegraad), het uitkomstsucces van nesten, alsmede overleving en conditie van kuikens en oudervogels.

Een geschikte nest- of verblijfplaats moet aan een aantal (rand)voorwaarden voldoen om geschikt bevonden te worden door vogels. Ten eerste moet de nestplaats toegankelijk zijn (Moudra et al. 2018, Bernat-Ponce et al. 2018). Dit speelt met name een rol bij gebouwbewonende soorten. Indien de toegangsmogelijkheden onder dakpannen of losse loodslabben verdwijnen, bijvoorbeeld na renovatie- of isolatiewerkzaamheden zal de nestplaats ongeschikt worden. Ten tweede moet de nestplaats voldoende dekking tegen predatoren bieden (Moudra et al. 2018, Salm et al. 2007). Ten derde dient er voldoende voedsel en dekking beschikbaar te zijn in de directe omgeving van de nestplaats (Bernat-Ponce et al. 2018). Deze directe afstand is sterk afhankelijk van de actieradius van de soort; enkele honderden meters voor de Huismus, vele kilometers voor de Gierzwaluw. Deze factoren zijn over het algemeen goed onderzocht.

De invloed van het binnenklimaat (of micro-klimaat) kan echter ook een effect hebben op de geschiktheid van de nestplaats. Het kan daarbij gaan om directe effecten micro-klimaatomstandigheden op kuikenoverleving (o.a. Mertens, 1977a, Haftorn 1988, Lundy 1969, van de Ven et al. 2020, Bourne et al. 2020), maar ook om indirecte effecten zoals invloed van micro-klimaatomstandigheden tijdens kuikenontwikkeling op de lichaamsconditie van kuikens (o.a. Mueller et al. 2019, Rodriguez et al. 2016, Salaberria et al. 2016, Facey et al. 2020). Het binnenklimaat kan ook effect hebben op de mate waarin nestgelegenheid wordt geaccepteerd en geselecteerd door vogels om te broeden. Het heeft ook invloed op het broedsucces en daarmee op het voortbestaan van de soort. Voor deze literatuurstudie zijn we vooral geïnteresseerd in het microklimaat, de klimaatomstandigheden binnen in de nestplaats, omdat hierover minder bekend is en dit sterk door verduurzamingsmaatregelen zal worden beïnvloed.

Mechanische eigenschappen hebben een invloed op het klimaat binnen in de nestplaats en kunnen zo doorwerken op het broedsucces (Álvarez en Barba 2011) of nestplaatskeuze (Garcia-Navas et al. 2008). Zo kan het constructiemateriaal de vochthuishouding in het nest beïnvloeden (Biddle et al. 2019; Mertens 1977b). Biddle et al. (2019) vonden dat mos het meeste water vasthoudt, en nesten met mos hebben daarom een langere droogtijd. Ook kunnen grotere nesten meer water vasthouden dan kleinere nesten. Gruebler (2014) onderzocht het verschil tussen binnen- en buitentemperatuur in verschillende typen rustplaatsen in de winter. Hij vond dat boomholtes en houtstapels een goede buffercapaciteit hadden tegen temperatuurschommelingen. Nestkasten hadden een lage bufferwerking. Dit betekent dat dergelijke nestplaatsen dus snel opwarmen of juist afkoelen bij een wisselende omgevingstemperatuur. Wat de bufferwerking is in nestplaatsen in gebouwen (bijvoorbeeld onder dakpannen of onder loodslabben) is niet onderzocht in deze studie. In een studie van Imlay et al. (2019) is wel gekeken naar het effect van materiaal van de dakrand op de temperatuur in de nestplaats van de Amerikaanse klifzwaluw *Petrochelidon pyrrhonata*. Metalen dakranden warmden sneller op en koelden ook sneller af dan houten dakranden.

Er zijn meerdere studies gevonden die kijken naar de invloed van omgevingsfactoren op de ontwikkeling van kuikens. Temperatuur is daarbij steeds de belangrijkste variabele (o.a. Mertens 1977, Wortelboer 2015, Garcia-Navas 2008, Kendeigh 1969). Bij lagere temperaturen is er meer energie nodig voor volwassen vogels om warm te blijven. Daarmee blijft er minder energie over om eieren te produceren (Kendeigh 1969). Dit kan de periode waarop de eieren worden gelegd beïnvloeden en daarmee de

uiteindelijke grootte van het legsel en van de kuikens (Scholl en Hille 2020). Aan de andere kant, als de temperatuur te hoog wordt, kan er hittestress bij kuikens ontstaan, en dat kan het uitvliegsucces verkleinen (van de Ven et al. 2020, Facey et al. 2020, Mueller et al. 2009, Rodriguez et al. 2016, Salaberria et al. 2014). Hittestress kan worden onderverdeeld in korte en langetermijneffecten. Oververhitting op de lange termijn treedt op als gevolg van uitdroging van de kuikens. Oververhitting op de korte termijn treedt op als de snelheid waarmee kuikens vocht moeten verdampen om af te koelen niet meer voldoende is. Het risico op oververhitting op de korte termijn lijkt bepalend te zijn voor de bovenste tolerantiegrens van temperatuur (Mertens 1977a). Andere variabelen, zoals luchtvochtigheid, windsnelheid, windrichting, neerslag of de expositie van de nestplaats kunnen de temperatuur in de nestplaats beïnvloeden. De studie van Mertens uit 1977 laat bijvoorbeeld zien dat de eigenschappen van het nestmateriaal om vocht vast te houden, een invloed hebben op de tolerantie voor temperatuur in koolmeeskuikens. Uit figuur 1 (Mertens 1977b) is op te maken dat kuikens een hogere temperatuur kunnen tolereren wanneer er in het nest meer water wordt vastgehouden. De onderste tolerantiegrens (dus bij een lage temperatuur) wordt juist lager wanneer er meer water in het nest zit.

Hieronder volgt een beschrijving van de eisen die soorten stellen aan temperatuur, afgeleid aan de hand van parameters als keuze voor nestgelegenheid, uitkomstsucces en kuikenoverleving. Het ligt genuanceerd, want de eisen die vogels stellen aan de temperatuur zijn afhankelijk van mechanische eigenschappen van het nest (Biddle et al. 2019, Gruebler et al. 2014, Imlay et al. 2019) de periode in het jaar (Salaberria et al. 2014) of tussen verschillende jaren (Álvarez en Barba 2011), de geografische ligging (Andreasson et al. 2018; Andreasson et al. 2018), kuikengrootte en de grootte van het nest (Mertens 1977a). Thermoregulatie in Koolmezen is bijvoorbeeld vooral afhankelijk van het lichaamsgewicht van de kuikens en niet zozeer van de leeftijd van de kuikens (Mertens 1977a).

Er zijn 14 studies gevonden die hebben gekeken naar de effecten van temperatuur op kuikenoverleving of nestsucces van vogels waarbij de precieze temperatuurwaarden te achterhalen waren. Hiervan gingen er 2 over mussen (waarvan 1 specifiek de Huismus) en 5 over zwaluwen en gierzwaluwen (waarvan 3 over de gierzwaluw). In tabel 3.1 is een overzicht gegeven van de gevonden informatie over de rol van temperatuur op verschillende parameters van reproductie bij vogels (acceptatiegraad van nestgelegenheid, uitkomstsucces van nesten, overleving en conditie van kuikens en oudervogels) in de literatuur.

Enige voorzichtigheid met de interpretatie van de gegevens is geboden. Huismus, Gierzwaluw en Zwarte spreeuw zijn daadwerkelijk gebouwbewonende soorten. Zij maken gebruik van feitelijke holtes in een gebouw. Klifzwaluw en Boerenzwaluw maken zelf een nest van klei in of aan een gebouw. De overige soorten zijn holenbroeders die van nature nesten maken in natuurlijke (boom)holtes en daarnaast gebruik maken van nestkasten.

Tabel 3.1: overzicht van bevindingen uit de literatuur over temperatuurseffecten op verschillende parameters van reproductie bij vogels.

	Meetwaarde i.r.t. de bestudeerde parameters in die studie							
Vogelsoort	temperatuur optimum	Onderste tolerantiegren s	Bovenste tolerantiegrens	belangrijkste bevinding	meting in nestkast of omgevingstemperatuur	onderzoeksregio	steekproefgrootte	bron
Gierzwaluw	nestfase 16°C-17°C eifase 15°C-16°C	12°C	20°C	uitkomst succes varieert met gemiddelde temperatuur (seizoensgemiddelde)	seizoensgemiddelde omgevingstemperatuur	Noord-Europa (Nederland)	N=332	Wortelboer 2015
Gierzwaluw			35°C (hittestress kuikens) 39°C (afsterven eieren)	temperatuur in verblijfplaats mag niet te hoog oplopen.	in nestkast	Noord-Europa (Nederland)	N=1?	Mourmans unpublished (lezing in 2005)
Huismus	22°C	-35°C	37°C (hittestress) / 47°C (lethale effecten)	onderbouwde relaties tussen energieverbruik van mussen i.r.t. omgevingstemp	omgevingstemperatuur	onbekend, waarschijnlijk laboratoriumdata	Onbekend	Kemdeigh 1969
Koolmees	15°C	25°C	25°C-30°C (hittestress) / 40,5 (lethale effecten)	optimale temperatuur voor uitkomstsucces	omgevingstemperatuur	Noord-Europa (Nederland)	Onbekend	Mertens 1977a,b
gedomesticeerde vogels		35°C	40,5°C	embryonale ontwikkeling optimaal bij 37°C-38°C	in nestkast	onbekend	Onbekend	Haftorn 1988; Lundy 1969

Pimpelmees	kuikenfase 30°C-40°C			hogere temperatuur in nestkast (43,5°C i.p.v. 38,0°C leidt tot hogere lichaamstemperatuur, en bemoeilijkt het op gewicht komen van de kuikens. Thermoneutrale zone voor pimpelmeeskuiken tussen de 30°C en 40°C	in nestkast	Scandinavië (Zuid Zweden)	N=20	Andreasson et al. 2019
Eksterbabbelaar			38°C (lethale effecten)	hogere temperatuur leidt tot een lagere overlevingskans in zowel eifase, nestfase als vliegvlugge kuikenfase	omgevingstemperatuur	Zuidelijk Afrika	N=339	Bourne et al. 2020
Zuidelijke Geelsnaveltok			35,1°C (uitvliegsucces <50%)	hogere omgevingstemperatuur leidt tot lager nestsucces.	omgevingstemperatuur	Zuidelijk Afrika	N=50	van de Ven et al. 2020
Ringmus				Hogere bezettingsgraad nestkasten bij 18,02°C i.p.v. 16,50°C	in nestkast	Zuid-Europa (Spanje)	N=50	Garcia-Navas et al. 2008
Amerikaanse Klifwaluw				temperatuur van de dakrand wordt beïnvloed door	omgevingstemperatuur	Canada	N=63	Imlay et al. 2019

				omgevingstemperatuur. Materiaal dakrand heeft een invloed op de bufferwerking van de omgevingstemperatuur				
Citroenzanger en Carolinawinterkoning				verminderd uitvliessucces bij 24,8°C ipv 23,8°C	in nestkast	Noord-Amerika	N=220	Mueller et al. 2009
Koolmees				lichtere kuikens en lagere overleving bij 39,8°C i.p.v. 34,6°C of 26,4°C	in nestkast	Zuid-Europa (Spanje)	N=26	Rodriguez et al. 2016
Zwarte spreeuw				lager kuikengewicht bij temperatuurs-range tussen de 0°C -10°C i.p.v. 5°C-20°C	omgevingstemperatuur	Zuid-Europa (Spanje)	N=32	Salaberria et al. 2014
Gierzwaluw				lineaire toename nestbezoeken bij temperatuur van 5°C-25°C	omgevingstemperatuur	Noord-Europa (Duitsland)	N=686	Schaub et al. 2019
Boerenwaluw				massa van de kuikens is negatief gecorreleerd met de dagelijkse gemiddelde temperatuur. De sterkte van deze correlatie hangt af van regen en wind	omgevingstemperatuur	Noord-Europa (Wales, VK)	N=550	Facey et al. 2020

Zes studies keken wel naar effecten van temperatuur, maar aan de hand daarvan konden geen tolerantiegrenzen worden bepaald omdat ze alleen keken naar de effecten van temperatuurverhoging binnen een bepaalde range van temperatuur, bijvoorbeeld door het kunstmatig verhogen of verlagen van de temperatuur in de nestplaats met (Müeler et al. 2019, Rodriguez et al. 2016) of door natuurlijke schommelingen in temperatuur (Facey et al. 2020 en Salaberria et al. 2016, Schaub et al. 2019). Dergelijke studies geven wel een indicatie van de effecten van temperatuur op hittestress en kuikenontwikkeling of de frequentie van nestplaatskeuze (Schaub et al. 2019), maar een optimum van de temperatuur of tolerantiegrenzen kunnen hiermee lastig bepaald worden.

Ook werden enkele studies gevonden die de effecten onderzochten van temperatuursverhoging van de buitentemperatuur op wilde nesten van de Zuidelijke Geelsnaveltok (van de Ven et al. 2020) en de Eksterbabbelaar (Bourne et al. 2020). Het betrof hier in beide gevallen echter onderzoek aan Afrikaanse vogels die van nature voorkomen in warme en droge regio's in o.a. Botswana en Namibië. Mogelijk zijn de tolerantiegrenzen voor dergelijke vogels groter dan die van vogels die in een meer gematigd klimaat zoals in Europa broeden.

De studies die bruikbaar zijn om te interpreteren n verband met de situatie van de Huismus en Gierzwaluw zijn studies die een onderste en bovenste temperatuursgrens hebben vastgesteld in vergelijkbare klimaatzones als Nederland (of in het laboratorium) en met soorten die vergelijkbaar zijn met Huismus en Gierzwaluw.

3.3.3 Gierzwaluw

Wortelboer (2015) onderzocht de effecten van seizoensgemiddelde buitentemperatuur op het broedsucces van Gierzwaluwen. Hij vond dat er voor temperatuur een optimum bestond voor broedsucces. In de nestfase leidde een buitentemperatuur tussen de 16°C en 17°C tot de meeste uitgevlogen jongen. In de eifase is dit een buitentemperatuur van tussen de 15°C en 16°C. Onduidelijk is of dit iets te maken heeft met de temperatuur binnen in de verblijfplaats, of dat dit vooral door voedselomstandigheden buiten veroorzaakt wordt.

Waarnemingen aan nestkasten van Gierzwaluw laten zien dat jongen met gespreide vleugels plat op de bodem van de nestkast en de snavel open zitten bij een temperatuur van >35°C in de nestkast (Mourmans 2005). Deze waarnemingen zijn in lijn met de studie van Mertens (1977) dat hittestress optreedt vanaf de 25-30 graden bij Koolmezen.

Mourmans (2005) meldt verder dat eieren van de Gierzwaluw afsterven bij een inwendige temperatuur van 39°C. Metingen onder dakpannen laten zien dat bij een buitentemperatuur van 28°C, de temperatuur onder de dakpan kan oplopen tot 60°C. Dit is zowel aan de noordzijde als aan de zuidzijde van gebouwen. In lege gierzwaluwnestkasten werd een temperatuur van 45-50°C gemeten in de zon. Deze metingen zijn observaties die tijdens een lezing zijn gedeeld, ze zijn echter niet gedocumenteerd in een wetenschappelijk tijdschrift

3.3.4 Huismus

Onderzoeken aan Huismus focussen met name op de in de inleiding genoemde randvoorwaarden die de geschiktheid van de nestplaats beïnvloeden (o.a. Moudra et al. 2018, Bernat-Ponce et al. 2018, Salm et al. 2007). De studie van Kendeigh (1969) keek naar de temperatuurseffecten op het energieverbruik van de Huismus, vermoedelijk onder

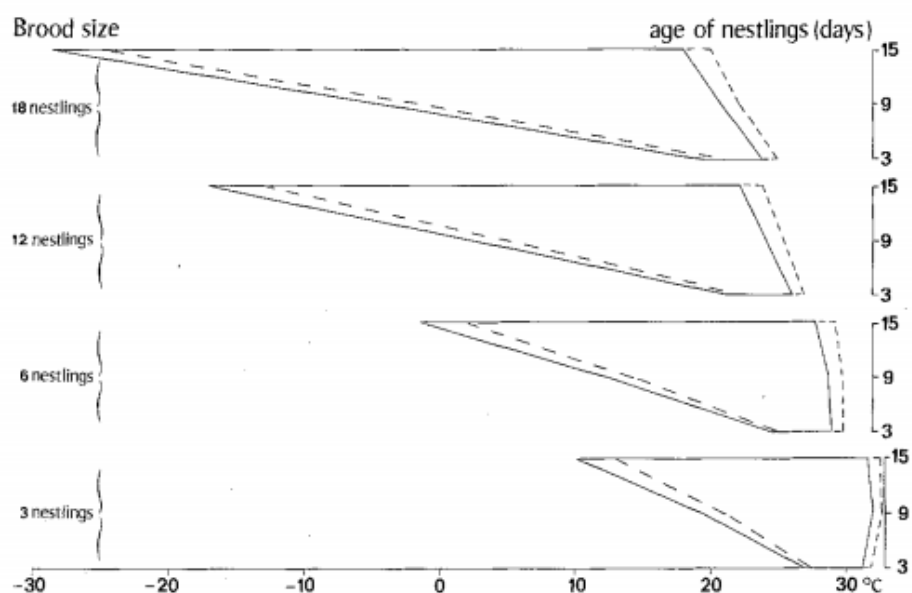
laboratoriumomstandigheden, los van eventueel broeden. Hieruit kwam naar voren dat er bij een omgevingstemperatuur boven de 37°C hittestress optreedt. Een omgevingstemperatuur van 47°C kan ook na korte tijd al dodelijk zijn. De ondergrens werd gevonden bij min 35°C. Wanneer Huismussen meer moeten bewegen (bijvoorbeeld vliegbewegingen om te vluchten of voedsel te zoeken), worden deze tolerantiegrenzen kleiner. Het optimum voor het energieverbruik van de Huismus ligt rond de 22°C.

Er zijn geen andere studies gevonden dit ingaan op temperatuurgrenzen voor de Huismus. Dergelijk onderzoek is wel gedaan aan andere mussensoorten. Deze worden in de volgende alinea besproken.

3.3.5 Andere vogelsoorten

Onderzoek aan eieren van gedomesticeerde dieren toont aan dat de optimale temperatuur voor embryonale ontwikkeling tussen de 37°C en 38°C ligt. Boven een temperatuur van 40,5°C gaan vogelembryo's dood (Haftorn 1988; Lundy 1969). Temperaturen onder de 35°C overleven de embryo's ook niet (Haftorn 1988, Lundy 1969).

Mertens (1977b) deed onderzoek aan koolmezen. Hij vond dat een lichaamstemperatuur van 45°C dodelijk is in kuikens van Koolmezen. Observaties aan gedrag tijdens deze studie laten zien dat kuikens beginnen te hijgen bij een omgevingstemperatuur tussen de 25-30 °C (figuur 3.2). Daarnaast beginnen ze zich meer uit te rekken en hun veren glad te strijken, en nemen ze meer afstand van elkaar in het nest. Dit soort gedragingen zijn een teken dat er hittestress optreedt bij de kuikens. Onderkoeling treedt op in kuikens wanneer de temperatuur lager dan 15°C wordt (figuur 3.2). Het ging hier echter om een experimentele opzet waarbij de ouders die de kuikens normaal warm houden afwezig waren. Omdat de ouderdieren de kuikens in zulke omstandigheden normaal warm houden, is onderkoeling een minder groot risico dan oververhitting. Wanneer kuikens ouder (en zwaarder) worden zijn ze beter in staat om te thermoreguleren.



Figuur 3.2. De tolerantiegrenzen van temperatuur in nesten van 3, 6, 12 of 18 kuikens van 3, 9 en 15 dagen oud in een nestkast en nest van normale grootte. De onderbroken lijnen geven de grenzen aan van een nestkast met een nest die

4% water bevat. De onderbroken lijnen verwijzen naar nesten die 8% water bevatten. Dit is de hoeveelheid water dat in het nest aanwezig is ten opzichte van de totale massa van dit nest (bron: Mertens 1977b)

Garcia-Navas et al. (2008) onderzochten de bezettingsgraad van nestkasten van de Ringmus in Spanje. Nestkasten van houtbeton werden vaker gebruikt. De gemiddelde temperatuur van houtbetonnen nestkasten was 18,02 °C en van hout was dit 16,5 °C.

3.4 Conclusie Huismus en Gierzwaluw

Van de klimaatparameters die een invloed hebben op de geschiktheid van een nestplaats van vogels is temperatuur de belangrijkste. Andere parameters, zoals de luchtvochtigheid binnen in de nest- of verblijfplaats en de kuikenleeftijd, kunnen de tolerantiegrenzen ten aanzien van temperatuur wel beïnvloeden. De temperatuur en luchtvochtigheid in de nestplaats zijn op hun beurt een resultante van de eigenschappen (materiaal, constructie, en expositie) van de verblijfplaats en factoren als neerslag, zonneschijn, windrichting en windsnelheid.

Er is een beperkt aantal studies gevonden dat ingaat op de eisen die soorten stellen aan temperatuur en de effecten op uitkomstsucces en kuikenoverleving. De tolerantiegrenzen die vogels stellen aan hun omgeving zijn afhankelijk van een aantal factoren, zoals het ontwikkelingsstadium, en zal verschillen tussen soorten. De studies die specifiek gaan over Huismus en Gierzwaluw hebben metingen gedaan aan de omgevingstemperatuur en niet de temperatuur in het verblijf, op de niet-gepubliceerde waarnemingen van Moermans na. De maximum tolerantiegrens die uit de paar relevante studies die overblijven naar voor komt loopt weinig uiteen: afhankelijk van de leeftijd van kuikens en de luchtvochtigheid kan al vanaf 25°C hittestress optreden. Boven 35°C is hittestress nijpend. Lethale effecten treden op boven 39°C. Specifieke waarden voor minimale relatieve luchtvochtigheid zijn niet gevonden.

De minimum tolerantiegrens van vogels qua temperatuur voor overleving ligt erg laag (ver onder nul) en is voor dit overzicht niet relevant. Dat geldt ook voor de minimumtemperatuur voor embryonale ontwikkeling, omdat deze door het broedgedrag van de ouders op peil wordt gehouden.

Het antwoord op de gestelde subvraag (*“Wat zijn de eisen die beschermde gebouwbewonende vogelsoorten stellen aan het binnenklimaat van nest- en verblijfplaatsen in gebouwen?”*) is daarmee als volgt: Het binnenklimaat van nest- en verblijfplaatsen in gebouwen moet bij voorkeur niet té warm en te droog zijn. Temperaturen in de range van 35- 39 °C en daarboven dienen zeker niet op te treden.

Het is daarmee relevant om in vervolgonderzoek vast te stellen in hoeverre temperatuur en luchtvochtigheid worden veranderd door verduurzamingsmaatregelen en wat voor een effect dat heeft op de verschillende parameters van reproductie.

4 Gebouwbewonende soorten - vleermuizen

Van de in de provincie Fryslân voorkomende soorten vleermuizen, is van zes bekend dat ze regelmatig voorkomen in gebouwen. Het gaat om Meervleermuis (*Myotis dasycneme*), Gewone dwergvleermuis (*Pipistrellus pipistrellus*), Ruige dwergvleermuis (*Pipistrellus nathusii*), Tweekleurige vleermuis (*Vespertilio murinus*), Laatvlieger (*Eptesicus serotinus*) en Gewone grootoorvleermuis (*Plecotus auritus*). Het gaat daarbij om bewoning van gebouwen van woonhuizen tot kerken. De Watervleermuis (*Myotis daubentonii*) is op landelijke schaal vooral een boombewoner, maar wordt in Fryslân regelmatig ook in kerken gevonden. Van die soort zijn echter geen dieren uit woonhuizen, flats en dergelijke bekend. In deze rapportage gaat het om de soorten welke ook gebouwen gebruiken waar woningverbetering in de vorm van (na-) isolatie van daken en muren aan de orde is. De gebouwbewonende en zeer zeldzame Kleine dwergvleermuis (*Pipistrellus pygmaeus*) is in Fryslân alleen bekend van geluidswaarnemingen met de batdetector (Jansen 2020).

Vleermuizen gebruiken gedurende hun jaarcyclus verschillende soorten verblijven: winterverblijfplaatsen, zomerverblijfplaatsen, kraamverblijfplaatsen en paarverblijfplaatsen. Afhankelijk van de soort bevinden deze verblijfplaatsen zich in grotten, bomen, gebouwen of kasten. Het biedt hen overdag (en voor hun jongen ook in de nacht) een veilige plek. Daarbij kiezen ze de verblijfplaatsen zo dat ze hun energiehuishouding zo optimaal mogelijk kunnen houden. Hoe kritisch ze zijn ten aanzien van de functionele eisen van een verblijfsplek in het algemeen en het microklimaat van die plek in het bijzonder, is afhankelijk van de soort, het geslacht, de actuele weersomstandigheden, de fase van de jaarcyclus en de beschikbare hoeveelheid voedsel in de buurt van de verblijfplaats.

Vleermuizen zijn warmbloedig maar kunnen hun lichaamstemperatuur reguleren om energie besparen. Ze gaan dan in lethargie: ze brengen hun temperatuur omlaag zodat ze minder energie nodig hebben voor het in stand houden van hun lichaamstemperatuur. Gevolg van een lagere temperatuur is dat alle metabole processen ook vertragen en daarmee minder energie vragen. Omdat vleermuizen bij een lagere temperatuur een lagere reactiesnelheid hebben, zijn ze kwetsbaarder voor predatie en voor andere verstoringen zoals een om de verblijfplaats concurrerende soortgenoot.

De lethargie in de vorm van winterslaap is algemeen bekend. In de winterperiode is er geen, of in ieder geval niet altijd, en minder voedsel beschikbaar en gaan vleermuizen in Nederland in winterslaap. Sommige soorten kunnen in warmere periodes nog weleens wakker worden en gaan foerageren, maar er gaan dan veel minder dieren tegelijk foerageren dan in het zomerseizoen. Veel soorten blijven in deze periode over het algemeen in hun winterverblijfplaats. Ze kiezen over het algemeen vorstvrije maar ten opzichte van de zomer relatief koele verblijfplaatsen en kunnen hun temperatuur dan ook tot relatief lage temperaturen laten zakken.

Ook in de actieve periode in het zomerhalfjaar benutten vleermuizen hun vermogen om in lethargie te gaan. Er wordt dan continu bepaald hoe de afweging uitvalt: is het de moeite waard je te laten opwarmen – en dus energie te besparen – in een door de zon beschenen verblijfplek, en/of gebruik te maken van lekkende warmte vanuit een gebouw om straks op pad te gaan en te jagen? Of is het, bijvoorbeeld omdat verwacht wordt dat het 's avonds te koud zal zijn, beter een koelere plek te kiezen om zo energie te besparen. De diepte van de lethargie is dan natuurlijk minder dan in de winter, omdat ze zich altijd alleen kunnen laten afkoelen tot omgevingstemperatuur.

Voor de zwangerschap, tot in ongeveer de eerste week (van de ca. 4 weken durende) zwangerschap en na het spenen van de jongen, kunnen vrouwtjes ook in de zomer deze manier van energiemangement toepassen. Later in de zwangerschap en tijdens het zogen kan dit niet, omdat de stofwisseling van invloed is op respectievelijk de ontwikkeling van het embryo en de melkproductie en daarmee de overlevingskans van de jongen. En ook voor de zich ontwikkelende jongen is het in die fase belangrijk 's nachts op een relatief warm blijvende plek achtergelaten te worden.

Als er veel voedselaanbod is, bijvoorbeeld vanwege veel en voedselrijk foerageerhabitat in de nabije omgeving, of warmere nachten met veel en gedurende langere tijd beschikbaar voedsel, is een andere keuze mogelijk dan in de situatie dat er verder gevlogen moet worden of als de weersomstandigheden minder gunstig zijn.

Door isolatie van daken en muren kunnen verblijfplaatsen van vleermuizen verdwijnen. Op hoofdlijnen gebeurt dit op twee manieren. Ten eerste doordat de toegangen tot de verblijfplaatsen verdwijnen waardoor de vleermuizen er niet meer in kunnen. Ten tweede doordat het microklimaat zodanig verandert waardoor de verblijfplaats niet meer voldoet aan de eisen die de soort stelt. Daarnaast kan de kwaliteit van een verblijfplaats zo veranderen dat er alleen nog een minder eisen stellende functie mogelijk is, bijvoorbeeld nog wel een paarverblijf maar geen kraamverblijf of dat een functie op een lager niveau mogelijk blijft maar leidt tot een lagere reproductie of overleving.

In onderstaande paragrafen worden de zes soorten besproken voor wat betreft drie aspecten.

Ten eerste een stukje over de ecologie van de soort in relatie tot gebouwen.

Ten tweede de Staat van Instandhouding. Hierbij is gebruik gemaakt van de laatste artikel 17-rapportage aan de EU (te vinden op <https://cdr.eionet.europa.eu/nl/eu/art17/>). Deze beoordeling heeft plaatsgevonden op landelijke schaal. Het is mogelijk en in het kader van dit traject, maar ook in het kader van bijvoorbeeld windturbineparken, zinvol om de Staat van Instandhouding op de schaal van de provincie Fryslân te bepalen. Voor de provincie Gelderland is dat bijvoorbeeld al gedaan (Norren et al., 2019).

En ten derde een stuk over de microklimatologische tolerantiegrenzen voor hun verblijfplaatsen, voor zover bekend. Het gaat hierbij om parameters als temperatuur, inclusief het beloop binnen een etmaal, temperatuursgradiënten binnen het verblijf, luchtvochtigheid en de aanwezigheid van luchtstromen. De waarden van deze parameters worden beïnvloed door zaken zoals de expositie ten opzichte van een warmtebron (zon, verwarmingselementen), vorm en grootte van het verblijf en de buffercapaciteit van het materiaal. Al deze factoren samen maken een verblijfplaats op enig moment voor een soort wel of niet interessant, waarbij de tolerantie ook nog eens kan verschillen tussen de typen verblijfplaatsen. Veel soorten gebruiken dan ook een netwerk aan verblijfplaatsen zodat altijd de meest optimale plek gekozen kan worden. Maar ook binnen verblijfplaatsen kunnen dieren zich verplaatsen al naar gelang de omstandigheden.

Omdat het lastig is om metingen aan al deze facetten te doen en die te relateren aan de aan- of afwezigheid van vleermuizen, het weer en hun onderlinge relatie, is er voor de meeste soorten geen compleet overzicht uit de literatuur te halen van het perfecte microklimaat van de verschillende typen verblijfplaatsen. De meeste informatie is beschikbaar over winterverblijfplaatsen, van een aantal soorten ook kraamverblijfplaatsen en meest zijn het grondgedekte objecten zoals groeven, mijnen en bunkers. Voor metingen in bebouwing gaat het vaak om kerken, zolders en (grote) kelders. Van particuliere woningen is maar zeer beperkt informatie voorhanden en het meetprogramma dat in dit project opgezet gaat worden is dan ook een zeer welkome aanvulling op de beschikbare gegevens. In onderstaande paragrafen is gebruik gemaakt van de informatie die in deze literatuurstudie gevonden is; typen verblijfplaatsen waar geen informatie over gevonden is, worden niet genoemd.

Belangrijke slotopmerking bij bovenstaande is dat de gepresenteerde waarden en ranges niet zonder meer overal kunnen worden beschouwd als de waarheid; ze komen van studies in verschillende delen van Europa en van verschillende objecten waarbij omgeving, voedselbeschikbaarheid en weersomstandigheden op zijn best slechts gedeeltelijk zijn meegenomen.

4.1 Meervleermuis (*Myotis dasycneme*)

4.1.1 ecologische beschrijving

De Meervleermuis komt voor in waterrijke gebieden met plassen, meren, kanalen en rivieren. De kraamgroepen bevinden zich gebouwen: zolders, kerktorens, in spouwmuren, achter gevelbekleding of onder dakbedekking. De groepen bestaan uit enkele tientallen tot een paar honderd vrouwtjes. Tijdens het seizoen wordt regelmatig gewisseld tussen verschillende verblijfplaatsen. De mannetjes verblijven in deze periode in kleinere groepen in aparte verblijfplaatsen. Winterverblijfplaatsen in Nederland bevinden zich meestal in mergelgroeven, bunkers en kelders. Paarverblijfplaatsen van mannetjes bevinden zich ook in gebouwen. Uit Duitsland zijn ook overwinterende dieren in gebouwen/woningen bekend.

4.1.2 staat van instandhouding en Rode Lijst

De Staat van Instandhouding van de Meervleermuis op de schaal van Nederland is Matig ongunstig met een negatieve trend (Tabel 4.1). De soort komt in Nederland vooral voor in de Noord- en Zuid-Holland, de Kop van Overijssel en Fryslân; in de laatste provincie zijn in de zomer naar verwachting meer dan een derde van alle volwassen vrouwtjes die in Nederland voorkomen aanwezig (A.-J. Haarsma, 2011).

Tabel 4.1. Waarden van de parameters voor de bepaling van de Staat van Instandhouding (Svl) van de Meervleermuis conform de Habitatrichtlijn-rapportage artikel 17 over de periode 2013-2018.

verspreidings- gebied	populatie	leefgebied	toekomst- perspectief	totaal Svl	trend Svl
onbekend	matig ongunstig	matig ongunstig	matig ongunstig	matig ongunstig	negatief

De Meervleermuis staat als Thans Niet Bedreigd op de meest recente Rode Lijst (Norren et al., 2020).

4.1.3 Tolerantiegrenzen

Kraamverblijfplaats

De Meervleermuis lijkt de voorkeur te hebben voor zomerverblijfplaatsen met matige tot hoge temperaturen en veel gradiënten. Ze verplaatsen zich dan binnen hun verblijfplaats afhankelijk van de weersomstandigheden buiten en de temperaturen binnen (Voûte, 1972 in: A.-J. Haarsma, 2008). Groepjes jonge dieren verzamelden zich in de buurt van een warmtebron (35 graden Celsius, mond. meded. Haarsma in Korsten (2012)).

Winterverblijfplaats

Uit de literatuur lijkt naar voren te komen dat de soort een voorkeur heeft voor koudere en warmere plekken bij elkaar in de buurt zodat ze kunnen verplaatsen naar een optimale temperatuur (Bongers, 1960; in: A.-J. Haarsma, 2008). Uit het onderzoek in kalksteengroeves in Zuid-Limburg komt een temperatuur van 3 tot 10 graden Celsius (met een gemiddelde van 6 tot

7,5 graden Celsius) naar voren voor de plekken waar de Meervleermuis overwintert en is er sprake van sterke luchtstromen op korte afstand van de plekken waar de soort zit (Haemers et al., 2016; Klasberg et al., 2016).

Masing & Lutsar (2007) geven aan dat bij een periode van vorst de dieren bij een temperatuur tussen de -2,5 en 3,8 graden in hun verblijf waren. Zij gaven tevens aan dat de temperaturen in Nederland 2,1 graden hoger zouden liggen, refererend aan [Masing 1982](#).

Tabel 4.2. Overzicht van in de literatuur gevonden microklimatologische waarden voor winterverblijfplaatsen van de Meervleermuis.

gemiddelde temperatuur	temperatuurrange	bron
	0,5 – 7,5 °C	Schober & Grammberger, 2001
8,1 °C	4 - 12 °C	A. J. Haarsma et al., 2019
6,0 °C	2 - 11 °C	A. J. Haarsma et al., 2019
6 – 7,5 °C	3 – 10 °C	Klasberg et al., 2016
	4 - 10 °C	Daan, 1972
	4,6 - 9 °C	Masing & Lutsar, 2007

4.2 Gewone dwergvleermuis

4.2.1 ecologische beschrijving

De Gewone dwergvleermuis is een synanthropische soort die veel voorkomt in het bebouwde gebied. Zowel kraamverblijfplaatsen, paarverblijfplaatsen als winterverblijfplaatsen bevinden zich in gebouwen. Ze maken gebruik van spouwen, zitten achter gevelbekleding, boeiboorden, loodslabben, onder daken, in dilatatievoegen, kleine spleten en achter vensterluiken. Een kraamkolonie lijkt te bestaan uit ongeveer 200 tot 250 dieren, verdeeld over een aantal kraamgroepen die met enkele tientallen tot wat meer dan honderd vrouwtjes bij elkaar in een kraamverblijfplaats zitten; grotere groepen worden echter ook gevonden. Tijdens het seizoen wordt er regelmatig gewisseld van verblijfplaats. Bij winterverblijfplaatsen varieert het aantal dieren van één tot honderden.

4.2.2 staat van instandhouding en Rode Lijst

De Staat van Instandhouding van de Gewone dwergvleermuis is Onbekend (Tabel 4.3).

Tabel 4.3. Waarden van de parameters voor de bepaling van de Staat van Instandhouding (Svl) van de Gewone dwergvleermuis conform de Habitatrichtlijn-rapportage artikel 17 over de periode 2013-2018.

verspreidings-gebied	populatie	leefgebied	toekomst-perspectief	totaal Svl	trend Svl
gunstig	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend	onbekend

De Gewone dwergvleermuis staat als Thans Niet Bedreigd op de meest recente Rode Lijst (Norren et al., 2020).

4.2.3 tolerantiegrenzen

kraamverblijfplaats

De optimale temperatuur die door Reiter & Zahn (2006) wordt aangegeven is 27 tot 30 graden Celsius. Simon et al. (2004) geven aan dat de temperatuur van kraamverblijfplaatsen tussen de 25 en 35 graden Celsius ligt met een range van 14 tot 35 graden Celsius.

winterverblijfplaats

Uit de literatuur komt voor winterverblijfplaatsen naar voren dat de temperatuur varieert van enkele graden onder nul tot ongeveer 10 graden. Bij hogere temperaturen en bij temperatuurschommelingen worden de dieren actief. De luchtvochtigheid in winterverblijfplaatsen in gebouwen ligt tussen de 60 en 95 procent.

Tabel 4.4. Overzicht van in de literatuur gevonden microklimatologische waarden voor winterverblijfplaatsen van de Gewone dwergvleermuis.

temperatuur gemiddelde (G) of mediaan (M)	temperatuurrange	luchtvochtigheid range of mediaan (M)	bron
1,5 °C (G)	-2,5 – 7,0 °C		Nagel & Nagel, 1991
4,2 °C (M)	-1,2 – 6,7 °C	81,1 – 96%	Nagy & Szántó, 2003
3,4 °C (M)	-5 – 12 °C	70 – 96%; 85% (M)	Racey, 1974
7,3 °C (M)	1 – 11 °C	36 – 90%; 60% (M)	Sendor, 2002
7,1 °C (M)	3,5 – 13 °C	93,8%	Sendor, 2002

4.3 Ruige dwergvleermuis

4.3.1 ecologische beschrijving

De Ruige dwergvleermuis is een soort waarvan de meeste kraamverblijfplaatsen zich noordoostelijker in Europa bevinden. In de zomer worden er in Nederland wel regelmatig individuele mannetjes en jonge vrouwtjes gevonden alhoewel er recent ook kraamverblijfplaatsen zijn aangetroffen. Kraamverblijfplaatsen bevinden zich in bomen, in spouwmuren en achter houtbetimmering op de wand. Winterverblijfplaatsen worden regelmatig in gebouwen aangetroffen, bijvoorbeeld in spouwmuren, maar ook bv. in houtstapels. De aantallen zijn over het algemeen laag.

4.3.2 staat van instandhouding en Rode Lijst

De Staat van Instandhouding van de Ruige dwergvleermuis is Matig ongunstig (Tabel 4.5).

Tabel 4.5. Waarden van de parameters voor de bepaling van de Staat van Instandhouding (Svl) van de Ruige dwergvleermuis conform de Habitatrictlijn-rapportage artikel 17 over de periode 2013-2018.

verspreidings- gebied	populatie	leefgebied	toekomst- perspectief	totaal Svl	trend Svl
gunstig	onbekend	gunstig	matig ongunstig	matig ongunstig	stabiel

De Ruige dwergvleermuis staat als Niet Beschouwd op de meest recente Rode Lijst (Norren et al., 2020) omdat de soort een onregelmatige voortplanter is.

4.3.3 Tolerantiegrenzen

Zomerverblijfplaats

Van een zomerverblijfplaats in een houten hut in Duitsland is bekend dat 72% van de dieren zich bevond binnen een temperatuurzone van 31 tot 39 graden Celsius en 28% van de dieren tussen de 34 en 35 graden Celsius (Gelhaus & Zahn, 2010).

4.4 Tweekleurige vleermuis

4.4.1 *ecologische beschrijving*

Oorspronkelijk is de Tweekleurige vleermuis een rotsbewoner maar inmiddels is de soort ook bekend als gebouwbewonend. Zomerverblijfplaatsen vaak in (hoge) gebouwen, in spleten en op zolders.

Van deze soort zijn in Nederland twee kraamkolonies bekend waarvan recent één in Utrecht. De verblijfplaatsen bevinden zich in de spouw van een aantal bij elkaar in de buurt liggende woningen in Maarssenbroek. Ook in Fryslân werden bij onderzoek naar de Meervleermuis exemplaren van de Tweekleurige vleermuis gezien die naar bebouwing vlogen (Kuijper et al., 2006).

Winterverblijven zijn vaak in grotten, maar ook in gebouwen, dan meestal in hoogbouw. Vaak solitair, soms in kleine groepjes.

4.4.2 *staat van instandhouding en Rode Lijst*

De Staat van Instandhouding van de Tweekleurige vleermuis is Matig ongunstig (Tabel 4.6).

Tabel 4.6. Waarden van de parameters voor de bepaling van de Staat van Instandhouding (Svl) van de Tweekleurige vleermuis conform de Habitatrichtlijn-rapportage artikel 17 over de periode 2013-2018.

verspreidings- gebied	populatie	leefgebied	toekomst- perspectief	totaal Svl	trend Svl
gunstig	onbekend	matig ongunstig	matig ongunstig	matig ongunstig	onbekend

De Tweekleurige vleermuis staat als Gevoelig op de meest recente Rode Lijst (Norren et al., 2020).

4.4.3 Tolerantiegrenzen

kraamverblijfplaats

In een studie van een kraamverblijf van de Tweekleurige vleermuis werd een gemiddelde temperatuur van 19,4 graden Celsius (± 4 graden Celsius) gevonden met een temperatuurrange van 14 tot 28,5 graden Celsius. De gemiddelde luchtvochtigheid die werd gemeten was 71% ($\pm 18\%$), waarbij werd opgemerkt dat de soort gevoelig lijkt voor droogte (Reiter & Zahn, 2006).

4.5 Laatvlieger

4.5.1 ecologische beschrijving

De Laatvlieger heeft kraamverblijfplaatsen op kerkzolders, in de nok van zolders van gewone gebouwen, verstopt tussen de balken, maar ook in spouwmuren en spleten achter gevelbekleding en onder dakpannen. Solitaire dieren kunnen ook aangetroffen worden in spleten van balken en achter vensterluiken.

Winterverblijfplaatsen worden gevonden in grotten, kelders, spouwmuren en balkspleten van zolder, waarbij het meestal om slechts enkele dieren gaat. Bij een groot telemetrie onderzoek werden dieren in het najaar teruggevonden bij dakranden, in spouwen, op zolders, achter gevelbetimmering en achter schors (van Hoof et al., 2018).

4.5.2 staat van instandhouding en Rode Lijst

De Staat van Instandhouding van de Laatvlieger is Matig ongunstig (Tabel 4.7).

Tabel 4.7. Waarden van de parameters voor de bepaling van de Staat van Instandhouding (Svl) van de Laatvlieger conform de Habitatrichtlijn-rapportage artikel 17 over de periode 2013-2018.

verspreidings- gebied	populatie	leefgebied	toekomst- perspectief	totaal Svl	trend Svl
onbekend	matig ongunstig	onbekend	matig ongunstig	matig ongunstig	onbekend

De Laatvlieger staat als Kwetsbaar op de meest recente Rode Lijst (Norren et al., 2020).

4.5.3 Tolerantiegrenzen

kraamverblijfplaats

Uit de literatuur komt naar voren dat er vaak grote fluctuaties geaccepteerd worden in de kraamverblijfplaats. In de studie van Harbusch & Racey (2006) werden rondom de geboorte van de jongen temperaturen gevonden die lagen tussen de 16 en 21 graden Celsius, tijdens de lactatie was deze nog wat lager: tussen de 16 en 19 graden Celsius.

Tabel 4.8. Overzicht van in de literatuur gevonden microklimatologische waarden voor kraamverblijfplaatsen van de Laatvlieger.

gemiddelde temperatuur	temperatuurrange	type verblijfplaats	bron
	17 – 40 °C		Reiter & Zahn, 2006
24,7 °C	18 – 39 °C		Battersby, 1999
22-23 °C	11 – 43 °C	kerkzolder 1	Harbusch & Racey, 2006
22-23 °C	8 – 40 °C	kerkzolder 2	Harbusch & Racey, 2006

winterverblijfplaats

Gaisler (1970) geeft aan dat de temperatuur in een winterverblijfplaats (grot) van de Laatvlieger ligt tussen de 2 en 4 graden. Harmata (1969) geeft een range van 0,5 tot 6 graden Celsius in een “natuurlijke omgeving”. Minimumtemperaturen: -4 graden Celsius (Nagel & Nagel, 1991) tot

-6 graden Celsius (Schober & Grammberger, 2001). met een relatief lage luchtvochtigheid (Schober & Grammberger, 2001).

4.6 Gewone grootoorvleermuis

4.6.1 ecologische beschrijving

De Gewone grootoorvleermuis is een soort van bosgebieden en parkachtige omgevingen in bebouwd gebied. In Nederland verblijven de meeste dieren in de zomer in gebouwen (meestal op zolders) terwijl ze in de winter vaak in ondergrondse verblijven worden aangetroffen. Bij kraamverblijfplaatsen gaat het over aantallen van tientallen dieren, in de winterverblijfplaatsen zijn de dieren vaak solitair of in kleine groepjes van enkele dieren.

4.6.2 staat van instandhouding en Rode Lijst

De Staat van Instandhouding van de Gewone grootoorvleermuis is Matig ongunstig (Tabel 4.9).

Tabel 4.9. Waarden van de parameters voor de bepaling van de Staat van Instandhouding (SvI) van de Gewone grootoorvleermuis conform de Habitatrichtlijn-rapportage artikel 17 over de periode 2013-2018.

verspreidings- gebied	populatie	leefgebied	toekomst- perspectief	totaal SvI	trend SvI
gunstig	gunstig	matig ongunstig	matig ongunstig	matig ongunstig	positief

De Gewone grootoorvleermuis staat als Thans Niet Bedreigd op de meest recente Rode Lijst (Norren et al., 2020).

4.6.3 Tolerantiegrenzen

kraamverblijfplaats

Bij het onderzoek van Battersby (1999) werd een gemiddelde temperatuur over een etmaal gevonden van 20,9 graden Celsius; overdag was dit gemiddeld 22,9 graden Celsius en in de nacht 18,6 graden Celsius. De range van de gemiddelde temperatuur over een etmaal was 14,7 tot 26,6 graden Celsius met een maximumtemperatuur waarbij nog vleermuizen aanwezig waren van 37,4 graden Celsius. De gevonden range komt overeen met de in dit onderzoek genoemde ranges van andere studies: 21 tot 29 graden Celsius (Harmata, 1969), 16 tot 26 graden Celsius (Speakman & Racey 1987) en 10,7-26,6 graden Celsius (Entwistle 1994). Tijdens de laatste fase van de zwangerschap en de periode dat de jongen gezoogd werden was de temperatuur van de plekken waar de dieren werden aangetroffen bijna 5 graden hoger dan elders in de verblijfplaats (Battersby, 1999).

winterverblijfplaats

De temperatuurrange van winterverblijfplaatsen in Estland in kelders lag tussen de 1 en 9,7 graden Celsius, maar de soort werd ook nog in winterslaap aangetroffen bij -2,5 graden Celsius (Masing & Lutsar, 2007). Ook Harmata (1969) en Nagel & Nagel (1991) vonden nog dieren in winterslaap bij temperaturen van enkele graden onder het vriespunt. De voorkeurstemperatuur van de dieren lag bij 6 graden Celsius (Harmata, 1969).

De luchtvochtigheid in grotten waar de soort overwinterde samen met Gewone dwergvleermuis was 82,4 tot 83,2% bij een temperatuurrange van 0,6 tot 6,7 graden Celsius (Nagy & Szántó, 2003).

4.7 Conclusie vleermuizen

Zoals al in de inleidende tekst van dit hoofdstuk genoemd is, gebruiken vleermuizen door het jaar heen verschillende soorten verblijfplaatsen waaraan ze verschillende, meer of minder strikte, eisen stellen. Over het algemeen kan worden gesteld dat alle soorten voor hun kraam- en winterverblijfplaatsen hogere eisen stellen dan voor paar- of zomerverblijfplaatsen. De mate van tolerantie hangt af van externe factoren zoals omgeving, verstoringsbronnen en voedselaanbod. Omdat er zoveel verschillende aspecten zijn kunnen geen precieze vensters worden benoemd. Globaal geldt dat de range van temperaturen voor winterverblijfplaatsen voor de soorten die dit rapport worden besproken ongeveer ligt tussen de 1 en 8 graden Celsius; voor kraamverblijfplaatsen is dat ongeveer 15 tot 40 graden Celsius.

Bij het aanbrengen van voorzieningen voor vleermuizen op een concrete locatie is het in eerste instantie zaak om uit te gaan van in de omgeving aanwezige en potentieel aanwezige soorten en functies. Een ecooloog van de provincie, gemeente of een ecologisch adviesbureau kan vandaaruit meedenken naar de meest optimale oplossing ter plekke.

Verder kan het voorgestelde vervolgonderzoek een belangrijke eerste stap zijn voor een beter beeld van de randvoorwaarden die de verschillende soorten vleermuizen aan hun verblijfplaatsen stellen.

5 Voorstel nader onderzoek metingen

Op basis van het in de vorige hoofdstukken omschreven vooronderzoek wordt in dit hoofdstuk een voorstel uitgewerkt voor een beknopt vervolgonderzoek. Hierbij worden metingen in het veld voorzien en een analyse van deze metingen in het licht van de bevindingen uit het vooronderzoek. Het onderzoek zal de vorm hebben van een pilotonderzoek.

Onderzoeksopzet

Keuze parameters

Uit de literatuurstudie (H3 en 4) blijkt dat de volgende factoren van belang zijn voor de acceptatie van het binnenklimaat van een verblijfplaats, ervan uitgaande dat toegankelijkheid geen probleem zal zijn:

- Omgeving
- Type gebouw
- Isolatie of ontbreken daarvan
- Expositie van de verblijfplaats (oriëntatie dak, spouw, kast)

Deze factoren hebben een soortafhankelijk effect.

De belangrijkste sturende parameters zijn daarbij:

- Luchtvochtigheid
- Temperatuur

Om al deze factoren en beide parameters bij alle relevante soorten met voldoende zeggingskracht tegelijkertijd te kunnen onderzoeken zou een uitgebreide proefopzet moeten worden gebruikt, op een groot aantal locaties. Het directe vervolgonderzoek zal echter het karakter hebben van een pilotonderzoek. Het is dus noodzakelijk om te focussen op punten die snel en binnen budget waardevol kunnen zijn in de advisering en ontheffingsverlening. Ook zal het aantal locaties beperkt moeten zijn.

Uit het vooronderzoek blijkt dat de temperatuur de belangrijkste sturende factor zal zijn bij de geschiktheid van het binnenklimaat van verblijfplaatsen, zowel voor vogels als voor vleermuizen. Daarbij is de expositie van de verblijfplaats (onder dak en in de spouw en in inbouwkasten) aan de zon een belangrijke sturende factor. Positie op het dak en in de spouw kan ook een sturende factor zijn voor vleermuizen, omdat deze in de verblijfplaats kunnen bewegen naar de meest geschikte plekken wat betreft temperatuur. Daarnaast is het verschil tussen geïsoleerde woningen en niet-geïsoleerde woningen natuurlijk relevant. De volgende elementen zullen dus betrokken worden bij het pilotonderzoek:

Temperatuur

Positie op dak of in spouw

Expositie van dak en spouw

Type gebouw

Er is uit praktische overweging uitgegaan van de twee meest in ontheffingen genoemde soorten vleermuizen, namelijk de Gewone dwergvleermuis en de Laatvlieger. Vanuit dezelfde gedachte is voor vogels uitgegaan van de Huismus en de Gierzwaluw. De keuze van de locaties valt daarom op een woningtype dat veel voorkomt in Friesland en vaak verblijfplaatsen van de

genoemde vleermuis- en vogelsoorten bevat, namelijk het type “woningwet-woning” of sterk daarop gelijkend. Hiervan zijn vele locaties voorhanden die bruikbaar zijn voor het onderzoek. In deze woningen kunnen metingen worden gedaan die zowel voor vleermuizen als voor vogels van belang kunnen zijn. Om de metingen praktisch te kunnen concentreren is gekozen voor het doen van onderzoek aan vier gelijksoortige woonblokken in eenzelfde type omgeving: Twee geïsoleerde woningblokken en twee niet geïsoleerde woningblokken. Twee bij twee zijn de woningblokken een kwartslag ten opzichte van elkaar georiënteerd. Hierdoor zijn de exposities voor geïsoleerde en niet-geïsoleerde woningen in de vier verschillende windrichtingen gedekt. Na isolatie is een spouw niet meer toegankelijk. De “geïsoleerde” situatie van de spouw bestaat uit inbouwkasten. Naast deze vier woonblokken zal nog onderzoek worden gedaan naar het temperatuurseffect van de aanwezigheid van zonnepanelen op een gelijksoortig woonblok. Dit zal worden gemeten in een woonblok met op een zuidelijk geëxposeerd dak.

Onderzoeksopzet

Ten aanzien van de parameters is alleen gekozen voor de temperatuur. Deze zal op basis van bovenstaande keuzes worden gemeten:

- Onder de pannen van acht daken: vier geïsoleerd en vier niet geïsoleerd met vier verschillende exposities. Deze metingen vinden plaats in combinatie met metingen boven de dakpannen
- In vier toegankelijke spouwen en in inbouw verblijfplaatsen met indien aanwezig vier verschillende exposities (het aanbrengen van kasten gebeurt vaak in een voorkeursexpositie)
- Onder de pannen van één dak met zonnepanelen en een zuidelijke expositie zal een gelijksoortige temperatuurmeting worden uitgevoerd. Deze meting vindt plaats in combinatie met metingen boven de zonnepanelen

Ten aanzien van de meetmethoden is gekozen voor een continue geautomatiseerde meting over een aantal maanden, in de periode april t/m augustus. De bedoeling is dat hierbij het kraamseizoen wordt gemeten. De metingen zullen gestandaardiseerd worden ingezet per woonblok. De metingen zijn vrij extensief in verband met kostenbesparing. Ze geven daardoor beperkt, maar naar ons inzicht voldoende inzicht in verschillen.

Metingen per onderzoekslocatie

Bij de onderzoeksopzet wordt gestreefd naar concentratie van metingen in een beperkt aantal woonblokken. De kleinste unit is daarbij een combinatie van twee spouwen met tegengestelde oriëntatie en twee dakvlakken met tegengestelde oriëntatie. Hierbij wordt uitgegaan van vijf meetpunten per niet-geïsoleerde spouw en vijf meetpunten voor ieder dakvlak. Dit komt overeen met 20 meetpunten per woningblok. In geïsoleerde blokken zal het aantal vleermuiskasten waarschijnlijk laag zijn, waardoor het aantal meetpunten gemiddeld wat lager ligt.

Analyse en rapportage

De metingen zullen per kwartier worden gedaan en in tabellen worden aangeleverd voor analyse.

De analyse zal inhoudelijk bestaan uit de volgende componenten:

- Grafisch weergeven van de metingen
- Een analyse van het temperatuurverloop op de verschillende punten
- Een duiding van de metingen in ecologische termen

- Een advies van de betekenis van de metingen in het kader van wetgeving/ontheffingsverlening

Planning

Het voorstel is om de uitvoering van het onderzoek te laten plaatsvinden in de maanden april t/m oktober van 2021. De meetapparatuur zal in de maand april worden aangebracht, waarna gemeten zal worden tot half augustus. Daarna volgt de verwijdering van de apparatuur en de verwerking van de gegevens tot een rapportage.

6 Literatuur

- Alvarez, Elena and Emilio Barba. (2011). Nest characteristics and reproductive performance in great tits *parus major*. *ARDEOLA* 58(1):125–36.
- Andreasson, Fredrik, Andreas Nord, and Jan-Ake Nilsson. 2018. "Experimentally Increased Nest Temperature Affects Body Temperature, Growth and Apparent Survival in Blue Tit Nestlings." *Journal of Avian Biology* 49(2).
- Andreasson, Fredrik, Jan-Ake Nilsson, and Andreas Nord. 2020. "Avian Reproduction in a Warming World." *Frontiers in Ecology and Evolution*.
- Battersby, J. E. (1999). A Comparison of the roost ecology of the brown long-eared bat *Plecotus auritus* and the *Eptesicus* bat *serotinus* *serotine*.
- Biddle, L. E. , A. M. Dickinson, R. E. Broughton, L. A. Gray, S. L. Bennett, A. M. Goodman, D. C. Deemin (2019). Construction materials affect the hydrological properties of bird nests. *Journal of Zoology* 309 (2019) 161–171
- BIJ12. Kennisdocument Huisemus *Passer Domesticus* versie 1.0 juli 2017.
- BIJ12 Kennisdocument Gierzwaluw *Apus Apus* versie 1.0 juli 2017
- Bongers, W. (1960). Oecologische waarnemingen betreffende vleermuizen in de Grote en de Kleine Dolekamer in het Savelsbos te Gronsveld in Zuid-Limburg in de winter van 1958/'59.
- Bourne A.R., S.J. Cunningham, C.N. Spottiswoode, A.R. Ridley. (2020) High temperatures drive offspring mortality in a cooperatively breeding bird. *Proc. R. Soc. B* 287: 20201140.
- Cramp, S.; Perrins, C. M., eds. (1994). *The Birds of the Western Palearctic*. Volume 8, Crows to Finches. Oxford: Oxford University Press
- Daan, S. (1972). Activity During Natural Hibernation in Three Species of Vespertilionid Bats. *Netherlands Journal of Zoology*, 23(1), 1–71. <https://doi.org/10.1163/002829673X00193>
- Gaisler, J. E. (1970). Remarks on the thermopreferendum of palearctic bats their natural habitats. 2nd International Bat Research Conference, 33–35.
- García-Navas, Vicente, Luis Arroyo, Juan José Sanz, and Mario Díaz. 2008. "Effect of Nestbox Type on Occupancy and Breeding Biology of Tree Sparrows *Passer Montanus* in Central Spain." *Ibis* 150(2):356–64.
- Gelhaus, M., & Zahn, A. (2010). Roosting ecology, phenology and foraging habitats of a nursery colony of *Pipistrellus nathusii* in the southwestern part of its reproduction range. *Vespertilio*, 13–14(Vierhaus 2004), 93–102.
- Grüebler, M.U, A. Widmer, F. Korner-Nievergelt en b. Naef-Daenzer. (2014). Temperature characteristics of winter roost-sites for birds and mammals: tree cavities and anthropogenic alternatives. *Int J Biometeorol* (2014) 58:629–637
- Haarsma, A.-J. (2008). Monitoringprogramma voor de meervleermuis in zomer-en winterverblijven (2008.53; Issue December).
- Haarsma, A.-J. (2011). De meervleermuis in Nederland. www.vleermuis.net
- Haarsma, A. J., Lina, P. H. C., Voûte, A. M., & Siepel, H. (2019). Male long-distance migrant turned sedentary; the West European pond bat (*Myotis dasycneme*) alters their migration and hibernation behaviour. *PLoS ONE*, 14(10), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217810>
- Haemers, R., Jansen, E. A., Orbons, J., & Limpens, H. G. J. A. (2016). Stappen vooruit in het donker (2015.19).
- Haftorn, S. (1988) Incubating female passerines do not let the egg temperature fall below the 'physiological zero temperature' during their absences from the nest. *Ornis Scandinavica* 19: 97-110. Copenhagen 1988
- Harbusch, C., & Racey, P. A. (2006). The sessile *serotine*: The influence of roost temperature on philopatry and reproductive phenology of *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774) (Mammalia: Chiroptera). *Acta Chiropterologica*, 8(1), 213–229. [https://doi.org/10.3161/1733-5329\(2006\)8\[213:TSSTIO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3161/1733-5329(2006)8[213:TSSTIO]2.0.CO;2)
- Harmata, W. (1969). The thermopreferendum of some species of bats (Chiroptera). *Acta Theriologica*, 14, 49–62. <https://doi.org/10.4098/at.arch.69-5>

- Imlay, Tara L., Donavon Nickerson, and Andrew G. Horn. 2019. "Temperature and Breeding Success for Cliff Swallows (*Petrochelidon Pyrrhonota*) Nesting on Man-Made Structures: Ecological Traps?" *Canadian Journal of Zoology* 97(5):429–35.
- Jansen, E.A. (2020). NEM Meetprogramma Vleermuis Transecttellingen - Telganger April 2020.pp.21-24
- Kendeigh, S. Charles. 1969. "Energy Responses of Birds to Their Thermal Environments." *The Wilson Bulletin* 81(4):441–49
- Klasberg, M. W., Verboom, B., & Limpens, H. J. G. A. (2016). Beschermingsplan vleermuizen Gemeente- en Fluweelengrot.
- Klasberg, Max and Iris Baijens. 2018. "Smp Gebouwbewonende Soorten Den Haag." (November):1–125.
- Korsten, E. (2012). Vleermuiskasten.
- Korsten, E. en M. Schillemans (2020). Na-isolatie en vleermuizen: een tragedie in de spouw. Op: <https://www.zoogdiervereniging.nl/nieuws/2020/na-isolatie-en-vleermuizen-een-tragedie-de-spouw> (bezoekdatum 05-01-2021)
- Kuijper, D. P. J., Schut, J., Haarsma, A.-J., Ouwehand, J., Limpens, H. J. G. A., & van Dulleman, D. (2006). Meervleermuizen in Fryslân; kennisontwikkeling voor soortbescherming (No. 748).
- Lundy, H. (1969). A review of the effects of temperature, humidity, turning and gaseous environment in the incubator on the hatchability of the hen's egg. - In: Carter, T. C. and Freeman, B. M. (eds). *The fertility and hatchability of the hen's egg*. Oliver and Boyd, Edinburgh, pp.
- Masing, M., & Lutsar, L. (2007). Hibernation temperatures in seven species of sedentary bats (chiroptera) in Northeastern Europe. *Acta Zoologica Lituanica*, 17(1), 47–55. <https://doi.org/10.1080/13921657.2007.10512815>
- Mertens, J.A.L. (1977a) Thermal Conditions for Successful Breeding in Great Tits (*Parus major* L.) I. Relation of Growth and Development of Temperature Regulation in Nestling Great Tits. *Oecologia (Berl.)* 28, 1-29 (1977)
- Mertens, J.A.L (1977b) Thermal Conditions for Successful Breeding in Great Tits (*Parus major* L.)II. Thermal Properties of Nests and Nestboxes and Their Implications for the Range of Temperature Tolerance of Great Tit Broods. *Oecologia (Berl.)* 28, 31-56 (1977)
- Moudrá, L., P. Zasadil, V. Moudrý, M. Šálek. (2017). What makes new housing development unsuitable for house sparrows (*Passer domesticus*)?. *Landscape and Urban Planning*. 169. 124-130
- Mourmans, M. (2005). Nestplaatsen voor gierzwaluwen en hitte. Zwaluwen, Adviesbureau Lezing Antwerpen, juni 2005.
- Mueller, A.J., K. D. Miller & E. K. Bowers (2019). Nest microclimate during incubation affects posthatching development and parental care in wild birds. *Scientific Reports* | (2019) 9:5161 |
- Nagel, A., & Nagel, R. (1991). How do bats choose optimal temperatures for hibernation? *Comparative Biochemistry and Physiology -- Part A: Physiology*, 99(3), 323–326. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(91\)90008-Z](https://doi.org/10.1016/0300-9629(91)90008-Z)
- Nagy, Z. L., & Szántó, L. (2003). The occurrence of hibernating *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) in caves of The Carpathian Basin. *Acta Chiropterologica*, 5(1), 155–160. <https://doi.org/10.3161/001.005.0115>
- Norren, E. van, Adrichem, M. van, Bekker, D., Bos, G., Bosman, W., Creemers, R., Dijkstra, V., Limpens, H., & Smit, J. (2019). Staat van instandhouding Gelderland. 291.
- Norren, E. van, Dekker, J., & Limpens, H. (2020). Basisrapport Rode Lijst Zoogdieren 2020.
- O'Connor, R. J. 1975. Growth and metabolism in nestling passerines. – In: Peaker, M. (ed.), *Avian physiology, Symposia of the Zoological Society of London*, vol. 35. Academic Press, pp. 277–306
- Onnes, C. and M. Klasberg. (2019). Mitigatie Catalogus Gebouwbewonende Soorten. Leidraad Natuurinclusief Versterken, Bouwen, Renoveren En Verduurzamen. Maastricht: Arcadis Nederland B.V., Centrum Veilig Wonen. kennisdocument Bij12

- Racey, P. A. (1974). The temperature of a Pipistrelle hibernaculum. *Journal of Zoology*, 173, 260–262.
- Reiter, G., & Zahn, A. (2006). Bat roosts in the appline area: guideline for the renovation of buildings. www.livingspacenetwork.bayern.de
- Rodríguez, S., D. Díez-Méndez, E. Barba. (2016) Negative Effects of High Temperatures During Development on Immediate Post-Fledging Survival in Great Tits *Parus major*. *Acta Ornithologica* = Vol. 51 (2016) No. 2
- Salaberria, C. P. Celis, I. López-rull, D. Gil. (2014). Effects of temperature and nest heat exposure on nestling growth, dehydration and survival in a Mediterranean hole-nesting passerine. *Ibis* (2014), 156, 265–275
- Schaub, T. A.H. J. Wellbrock, J. Rozman & K. Witte (2019) Light data from geolocation reveal patterns of nest visit frequency and suitable conditions for efficient nest site monitoring in Common Swifts *Apus apus*, *Bird Study*, 66:4, 519-530
- Schober, W., & Grammberger, E. (2001). Gids van de vleermuizen van Europa, Azoren en Canarische Eilanden.
- Schöll, E.M., S.M. Hille. (2020) Heavy and persistent rainfall leads to brood reduction and nest failure in a passerine bird. *Journal of avian biology*
- Sendor, T. (2002). Population ecology of the pipistrelle bat (*Pipistrellus pipistrellus* Schreber , 1774): the significance of the year-round use of hibernacula for life histories. Philipps-Universität Marburg.
- Simon, M., Hüttenbügel, S., & Smit-Viergutz, J. (2004). Ecology and conservation of bats in villages and towns. Bundesamt für Naturschutz.
- Svenson, L. K. Mullarney, D. Zatterström. (2005). ANWB Vogelgids van Europa, zevende druk 2017. Kosmos uitgever, Utrecht/Antwerpen
- van Hoof, P. H., Molenaar, T. P., & Lemmers, P. (2018). Telemetrisch onderzoek laatvlieger Castenray: Onderzoek naar verblijfplaatsen en activiteit in het najaar van 2017. November, 67.
- van de Ven, T. M. F. N., A. E. McKechnie, S. Er, S. J. Cunningham. (2020). High temperatures are associated with substantial reductions in breeding success and offspring quality in an arid-zone bird. *Oecologia* (2020) 193:225–235
- Vincent, Kate E.; Peach, Will; Fowler, Jim (2009). *An investigation in to the breeding biology and nestling diet of the house sparrow in urban Britain*. International Ornithological Congress.
- Voûte, A. M. (1972). Bijdrage tot de oecologie van de meervleermuis, *Myotis dasycneme* (Boie, 1825). Universiteit Utrecht.
- Wortelboer, Rick. 2015. "Gierzwaluwen Nader Bekeken: Tien Jaar Waarnemingen Met Camera's Bij Nesten." *Limosa* 88(2):57–73

A photograph showing a large colony of bats roosting under a wooden beam. The bats are clustered together, with some showing their wings and others their faces. The background is a light-colored wooden surface.

Adres

Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden
Telefoon 0511 47 47 64
info@altwym.nl

www.altwym.nl