

Vleermuiskasten

Overzicht van toepassing, gebruik
en succesfactoren



E. Korsten

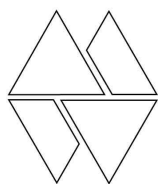


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Vleermuiskasten

Toepassing, gebruik en succesfactoren

E. Korsten



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl

opdrachtgever: Zoogdiervereniging

30 november 2012
rapport nr. 12-156

Status uitgave: definitief
Rapport nr.: 12-156
Datum uitgave: 30 november 2012
Titel: Vleermuiskasten
Subtitel: Toepassing, gebruik en succesfactoren.
Samenstellers: E. Korsten
Foto's: Alle foto's: E. Korsten, tenzij anders vermeld.
Aantal pagina's inclusief bijlagen: 105
Project nr.: 12-030
Projectleider: drs. F.L.A. Brekelmans
Naam en adres opdrachtgever: Zoogdierverseniging
Postbus 6531, 6503 GA Nijmegen
Referentie opdrachtgever: 2010-110
Akkoord voor uitgave: Teamleider Bureau Waardenburg bv
drs. G.F.J. Smit



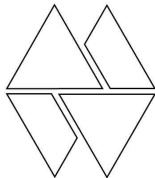
Paraaf:

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Zoogdierverseniging

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl

Voorwoord

Onderzoek naar vleermuizen in Nederland heeft de laatste jaren een sterke vlucht genomen. De toegenomen interesse hangt onder andere samen met de huidige wetgeving, waarin vleermuizen strikt zijn beschermd. Binnen dit kader worden regelmatig vleermuiskasten aangeboden als vervangende verblijfplaatsen voor vleermuizen. Vleermuiskasten worden al langer ingezet als methode voor onderzoek en monitoring in bossen en recent ook ter bevordering van biodiversiteit in de stedelijke omgeving.

Om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van vleermuiskasten als beschermingsmaatregel heeft de Zoogdiervereniging een projectvoorstel ingediend bij de Provincie Noord-Brabant. Dit voorstel is gehonoreerd en wordt gefinancierd vanuit de regeling 'Soortenbeleid planten en dieren'. Onderdeel van dat project is een bronnenonderzoek naar de toepassing van vleermuiskasten in Nederland en Europa. Dit onderzoek gaat in op de vragen: waarvoor worden vleermuiskasten gebruikt? Welke vleermuizen gebruiken vleermuiskasten? En wat zijn de succesfactoren voor het inzetten van vleermuiskasten? Dit literatuuronderzoek, voorliggende rapportage, is in opdracht van de Zoogdiervereniging VZZ uitgevoerd door Bureau Waardenburg.

Het rapport is opgesteld door Erik Korsten, die vanuit zijn persoonlijke interesse en werkveld veel ervaring heeft met vleermuiskasten. De begeleidingsgroep bestond uit Maurice de la Haye (Zoogdiervereniging), Gerard Smit en Floris Brekelmans (Bureau Waardenburg).

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting	7
1 Inleiding	11
1.1 Aanleiding	11
1.2 Doelstelling	11
1.3 Afbakening	12
1.4 Verantwoording en methodiek	12
1.5 Leeswijzer	13
2 Verblijfplaatsen van vleermuizen	15
2.1 Van rots naar huis	15
2.2 Functies van verblijfplaatsen	16
2.3 Regionale verschillen in verblijfplaats voorkeur van vleermuizen	18
3 Toepassing van vleermuiskasten	21
3.1 Wat is een vleermuiskast?	21
3.2 Geschiedenis van vleermuiskasten	22
3.3 Toepassingen van vleermuiskasten	24
3.4 Discussie: de toepassing bepaalt hoe resultaten geïnterpreteerd moeten worden.	31
4 Typen vleermuiskasten	33
4.1 Inleiding	33
4.2 Kleine bolle vleermuiskasten	33
4.3 Kleine platte vleermuiskasten	35
4.4 Overwinteringskasten (extern)	36
4.5 Grote vleermuiskasten met meerdere compartimenten	37
4.6 Inbouwkasten	40
4.7 Verwarmde kasten	42
4.8 Inclusief bouwen	42
5 Soortbespreking	45
5.1 Inleiding	45
5.2 Gewone dwergvleermuis (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	45
5.3 Ruige dwergvleermuis (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	47
5.4 Laatvlieger (<i>Eptesicus serotinus</i>)	50
5.5 Meervleermuis (<i>Myotis dasycneme</i>)	51

5.6	Rosse vleermuis (<i>Nyctalus noctula</i>).....	52
5.7	Gewone Grootoorvleermuis (<i>Plecotus auritus</i>)	56
5.8	Watervleermuis (<i>Myotis daubentonii</i>).....	59
5.9	Franjestaart (<i>Myotis nattereri</i>).....	62
5.10	Overige Nederlandse of Europese soorten in kasten	64
5.11	Vleermuizen in kasten in Noord-Amerika	66
6	Succesfactoren van vleermuiskasten.....	69
6.1	Inleiding	69
6.2	Klimaat eigenschappen van kast en locatie	69
6.3	Eigenschappen van de vleermuiskast	71
6.4	Eigenschappen van de locatie	81
6.5	Onderhoud	87
6.6	Monitoring van vleermuiskasten.....	88
6.7	Succesfactoren van vervangende verblijfplaatsen.....	90
7	Hoe nu verder?	97
6	Literatuur	99
Bijlage 1:	Overzicht van modellen.....	107

Samenvatting

Onderzoek naar vleermuizen in Nederland heeft de laatste jaren een sterke vlucht genomen. De toegenomen interesse hangt onder andere samen met de huidige wetgeving, waarin vleermuizen strikt zijn beschermd. Binnen dit kader worden vleermuiskasten regelmatig toegepast als vervangende verblijfplaatsen voor vleermuizen. Vleermuiskasten worden al langer ingezet als methode voor onderzoek en monitoring in bossen en recent ook ter bevordering van biodiversiteit in de stedelijke omgeving.

De doelstelling van voorliggend onderzoek is het verkrijgen van inzicht in de functionaliteit (seizoensafhankelijk gebruik) en effectiviteit van vleermuiskasten en de factoren die daarvoor bepalend zijn. Het onderzoek is gebaseerd op literatuur, eigen ervaringen en anekdotische informatie.

Vleermuizen zijn niet in staat zelf een verblijfplaats te maken. Ze zijn daarom afhankelijk van verblijfplaatsen die op natuurlijke wijze ontstaan of door mensen worden gemaakt. Vleermuizen stellen afhankelijk van het seizoen andere eisen aan de microklimaatomstandigheden van de verblijfplaats. Daarom gebruiken zij meerdere verblijfplaatsen. Dit wordt het netwerk van verblijfplaatsen genoemd. Verblijfplaatsen in dit netwerk kunnen afhankelijk van het microklimaat één of meerdere functies hebben. zoals winterverblijfplaats, paarverblijfplaats, zomerverblijfplaats of kraamverblijfplaats.

De ontwikkeling van vleermuiskasten komt in de eerste helft van de 20^{ste} eeuw op gang. Vogelnestkasten, waarin vaak ook vleermuizen werden aangetroffen, liggen aan de basis van vleermuiskasten. Vleermuiskasten worden al lang gebruikt voor verspreidingsonderzoek, monitoring en onderzoek aan verblijfplaatsen. Ook worden ze ingezet bij de bestrijding van schadelijk insecten in bossen en landbouwgebieden. Wanneer vleermuizen in gebouwen overlast veroorzaken worden ze ook wel gebruikt om buitengesloten vleermuizen van een nieuwe verblijfplaats te voorzien. Vleermuizen kunnen in natuureducatie op een eenvoudige manier aandacht vragen voor de vleermuizen in onze leefomgeving.

De inzet van vleermuiskasten als beschermingsmaatregel krijgt een boost door de invoering van de Habitatrichtlijn (1992) en vooral door de doorwerking in de Flora- en Faunawet (2002). Vanaf dat moment worden vleermuiskasten in toenemende mate gebruikt als mitigerende of compenserende maatregelen om het verlies aan verblijfplaatsen in bomen en gebouwen direct op te vangen. Kasten worden dan vooral als tijdelijke oplossing gebruikt totdat in de nieuwbouw of de nieuwe situatie weer natuurlijke verblijfplaatsen beschikbaar zijn (inclusief bouwen).

Vleermuiskasten zijn er in allerlei soorten en maten. Vleermuiskasten zijn bol, voor holtebewonende vleermuizen of plat, voor spleetbewonende vleermuizen. Uit deze basistypen zijn weer nieuwe typen ontstaan. Overwinteringskasten zijn kasten met

extra dikke wanden en isolatielagen. Om betere voorzieningen voor kraamverblijfplaatsen te bieden zijn grote vleermuiskasten ontwikkeld, met meerdere spleetvormige compartimenten. Recente innovaties zijn inmetsele kasten en kasten met een kunstmatige verwarming.

Vleermuizen maken op verschillende manier gebruik van vleermuiskasten. In het rapport worden de soorten die algemeen in Nederland voorkomen en regelmatig betrokken zijn bij menselijke ingrepen uitgebreid behandeld. Van andere relevante Europese soorten wordt het kastengebruik kort besproken.

Voor ruige dwergvleermuizen, gewone dwergvleermuizen, rosse vleermuizen, franjestaarten en gewone grootoorvleermuizen kunnen kasten voorzien in zomerverblijfplaatsen (geen kraamfunctie) van één of enkele dieren. Ruige dwergvleermuizen en kleine dwergvleermuizen gebruiken grote meervoudige kasten goed als kraamverblijfplaats. Franjestaarten, rosse vleermuizen en grootoorvleermuizen zoeken die functie liever in groot formaat bolle kasten. Soorten met in de paartijd een territorium gebruiken kasten graag als paarverblijfplaats. Dat geldt bijvoorbeeld voor de gewone en ruige dwergvleermuis en de rosse vleermuis. Veel soorten gebruiken ook in de winterperiode kasten maar verlaten deze bij langdurige of strenge vorst. De voor bomen bedoelde speciale winterslaapkasten worden door rosse vleermuizen wel gebruikt maar kunnen ook een risico vormen door onvoldoende vorstbescherming of ventilatie.

Eigenschappen van de kast en eigenschappen van de locatie bepalen het succes van een vleermuiskast. Succesfactoren van de kast zijn bijvoorbeeld het model van de kast (plat of bol), het formaat van de invliegopening, het bieden van voldoende grip en een duurzame materiaalkeuze. Factoren die van invloed zijn op het microklimaat in de kast zijn het gebruikte materiaal, de kleur van de kast, de expositie ten opzicht van de zon en de aanwezigheid van compartimenten. De afstand tot geschikt leefgebied voor vleermuizen, de hanghoogte, de vrije ruimte om de kast en het al dan niet clusteren van (verschillende typen) kasten zijn succesfactoren van de locatie.

Wie in het kader van mitigatie of compensatie met kasten in vervangende verblijfplaats wilt voorzien moet nog met andere succesfactoren rekenen. De kasten moet goed afgestemd zijn op de soort en functie van de verblijfplaatsen die verloren gaat. Kwalitatief goed onderzoek is in veel gevallen een vereiste om aan de wettelijke eisen te voldoen. Vervang één verblijfplaats door meerdere kasten zodat ze ieder moment het beste microklimaat kunnen kiezen. De vleermuizen moeten de kans krijgen de kasten te ontdekken: plaats kasten zo dicht mogelijk bij de oorspronkelijk verblijfplaats en geef de vleermuizen de tijd om aan de kast te wennen. Zet zorgvuldig handelen voorop in de uitvoering van de ingreep. Voorkom dat de kasten verkeerd worden geplaatst en dat vleermuizen bij de ingreep gedood of verwond worden. De voor Dienst Regelingen ontwikkelde soortenstandaarden geven richtlijnen voor het mitigeren en compenseren met vleermuiskasten.

Monitoring is extra belangrijk wanneer kasten als vervangende leefruimte worden aangeboden. De maatregelen zijn alleen geslaagd als de kast door de beoogde soorten wordt gebruikt voor dezelfde functie als de oorspronkelijke verblijfplaats. Ook kan het nodig zijn om de maatregelen gedurende het project bij te sturen.

Communicatie over kastenprojecten en het ontsluiten van de resultaten in de vorm van publicaties is belangrijk om kennis te vergroten en te delen. Uiteraard van projecten met goede resultaten, maar zeker ook van projecten waar de inzet van kasten niet succesvol is gebleken. Alleen op die manier kunnen wij de inzet van kasten voor vleermuizen in Nederland naar een hoge niveau tillen.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Onderzoek naar vleermuizen in Nederland heeft de laatste jaren een sterke vlucht genomen. De toegenomen interesse hangt onder andere samen met de huidige wetgeving, waarin vleermuizen strikt zijn beschermd. Binnen dit kader worden vleermuiskasten regelmatig toegepast als vervangende verblijfplaatsen voor vleermuizen. Vleermuiskasten worden al langer ingezet als methode voor onderzoek en monitoring in bossen en recent ook ter bevordering van biodiversiteit in de stedelijke omgeving.

Op de toegenomen vraag naar vleermuiskasten is handig ingesprongen door producenten en in tal van (web)winkels worden vleermuiskasten aangeboden. Daarnaast wordt veel geëxperimenteerd met zelfontworpen kasten, zowel door hobbyisten als professionals en ecologische adviesbureaus. De toenemende aandacht voor vleermuiskasten is een positieve ontwikkeling die over het algemeen door (vleermuis-)deskundigen wordt ondersteund. Feitelijk weten we echter nog erg weinig over de functionaliteit en effectiviteit van vleermuiskasten. Deels omdat vleermuiskasten niet altijd worden gemonitord, maar ook omdat veel verzamelde kennis (nog) niet is ontsloten.

Om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van vleermuiskasten als beschermingsmaatregel heeft de Zoogdiervereniging een projectvoorstel ingediend bij de Provincie Noord-Brabant. Dit voorstel is gehonoreerd en wordt gefinancierd vanuit de regeling 'Soortenbeleid planten en dieren'. Deze subsidie wordt gegeven aan projecten die bijdragen aan het instandhouden van bedreigde soorten of habitats. Onderdeel van dat project is een bronnenonderzoek naar de toepassing van vleermuiskasten in Nederland en Europa, in het bijzonder de succesfactoren voor het inzetten van vleermuiskasten als vervangende verblijfplaats van vleermuizen. Dit literatuuronderzoek, voorliggende rapportage, is in opdracht van de Zoogdiervereniging uitgevoerd door Bureau Waardenburg.

1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is het verkrijgen van inzicht in de functionaliteit en effectiviteit van vleermuiskasten en de factoren die daarvoor bepalend zijn. Met functionaliteit wordt bedoeld op het seizoensgebruik, effectiviteit heeft betrekking op de bezettingsgraad in verschillende situaties.

Daarvoor is een antwoord gezocht op de volgende onderzoeksvragen:

- Welke eisen stellen vleermuizen aan hun verblijfplaatsen?
- Wat is een vleermuiskast?
- Voor welke doeleinden worden vleermuiskasten toegepast?

- Welke typen vleermuiskasten worden toegepast?
- Welke vleermuizen (soorten) gebruiken welke kasten (typen) en voor welke functie?
- Wat zijn de succesfactoren van vleermuiskasten?
- Wat zijn de succesfactoren van vleermuiskasten als vervangende verblijfplaats?

Het rapport biedt op een praktische manier inzicht in de mogelijkheden en beperkingen bij toepassing van vleermuiskasten als (vervangende) verblijfplaats voor vleermuizen. Tevens worden aanbevelingen gegeven voor effectiever gebruik van vleermuiskasten. Bronnenonderzoek en praktijkervaring van de auteur vormen de basis voor het rapport.

1.3 Afbakening

De functionaliteit van vleermuiskasten in het algemeen en in bebouwd gebied in het bijzonder wordt vanuit de onderzoeksvragen bekeken *in de Nederlandse context*. Omdat er maar weinig literatuur is over de toepassing van vleermuiskasten in Nederland, is ook gekeken naar Europese literatuur over vleermuiskasten, bij voorkeur uit Noordwest-Europa en met betrekking tot vleermuissoorten die ook in Nederland voorkomen. Daarbij is de uitwerking beperkt tot soorten die in de dagelijks praktijk van het onderzoeken en beschermen van verblijfplaatsen het meest aan bod komen. Omdat in het laatste decennia steeds vaker typen kasten worden toegepast, die van oorsprong in de Verenigde Staten zijn ontwikkeld, is ook gebruik gemaakt van Amerikaanse literatuur over vleermuiskasten.

De onderzoeksvraag van het project “Vleermuiskasten in Noord-Brabant” is sterk gericht op de toepassing van vleermuiskasten in bebouwd gebied. Dit komt vanuit de grote vraag naar mitigerende maatregelen van verblijfplaatsen van vleermuizen in gebouwen. Omdat veel daarbij gebruikte vleermuiskasten hun oorsprong kennen in vleermuisonderzoek in bossen en natuurgebieden is ook literatuur over vleermuiskasten in bossen meegenomen in het project. Daar komt bij dat tijdens het onderzoek bleek dat er best veel literatuur is waarin de toepassing van vleermuiskasten aan gebouwen wordt gepromoot, maar er nauwelijks literatuur beschikbaar is over de werking daarvan. Dit is van vleermuiskasten in bossen beter bekend.

1.4 Verantwoording en methodiek

Het onderzoek betreft een verkennende studie naar gebruik van vleermuiskasten en biedt ondersteuning aan de andere onderdelen van het projectvoorstel van de Zoogdiervereniging. Het betreft dan ook geen alomvattend literatuuronderzoek. Van de gevonden en beschikbare literatuur is de literatuur geselecteerd waarin:

- idealiter al een samenvatting wordt gegeven van andere literatuur over vleermuiskasten.
- een analyse wordt gegeven van de succesfactoren van vleermuiskasten.
- inzicht wordt gegeven in de resultaten van vleermuiskasten, met name waar het gaat om specifieke typen kasten.
- overzicht wordt gegeven van de toepassing van vleermuiskasten als mitigatie, in het bijzonder voor gebouwenbewonende vleermuizen.

Die literatuur is verwerkt in het rapport met verwijzingen naar de literatuurlijst.

De hoeveelheid literatuur uit wetenschappelijke publicaties is beperkt. Veel gevonden literatuur is semi-wetenschappelijk en betreft tijdschriften en/of nieuwsbrieven van organisaties m.b.t. vleermuisonderzoek en –bescherming. Veel van deze literatuur is beperkt empirisch en heeft een meer anekdotisch karakter. Daarnaast is er waar beschikbaar ook gebruikt gemaakt van “grijze literatuur” zoals rapporten, folders en catalogi van kastenproducenten. Belangrijke inzichten die nog niet gepubliceerd zijn worden aangehaald via mondelinge mededelingen of verwijzingen naar presentaties op symposia. Het interviewen van sleutelpersonen was gezien de tijd niet mogelijk.

1.5 Leeswijzer

In **Hoofdstuk 2** wordt kort ingegaan op de ecologie van vleermuizen en wordt toegelicht op welke manier vleermuizen gebruik maken van hun verblijfplaatsen. Daarnaast wordt toegelicht welke aspecten de functionaliteit van een verblijfplaats bepalen.

In **Hoofdstuk 3** wordt ingegaan op het ontstaan, de geschiedenis en de toepassing van vleermuiskasten.

Een overzicht van de verschillende typen vleermuiskasten wordt gegeven in **Hoofdstuk 4**.

In **Hoofdstuk 5** wordt vervolgens per soort ingegaan op de ecologie en het gebruik van vleermuiskasten.

In **Hoofdstuk 6** worden de succesfactoren van vleermuiskasten toegelicht.

Tot slot volgt in **Hoofdstuk 7** een korte synthese van de voorgaande hoofdstukken.

2 Verblijfplaatsen van vleermuizen

2.1 Van rots naar huis

Vleermuizen zijn niet in staat zelf een verblijfplaats te maken. Ze zijn daarom afhankelijk van verblijfplaatsen die op natuurlijke wijze ontstaan of door mensen worden gemaakt.

Natuurlijke verblijfplaatsen voor vleermuizen zijn bijvoorbeeld grotten, diepe rotsspleten, holtes en spleten in bomen ontstaan door spechten en rottingsprocessen. Voordat door de mens woningen werden gebouwd maakten vleermuizen uitsluitend gebruik van dergelijke op natuurlijke wijze ontstane verblijfplaatsen.

Met de opkomst van de mensen en het vermogen van mensen om voor zichzelf hutten, huizen, kastelen, kerken, kantoren en fabrieken etc. te bouwen, is het aanbod aan geschikte verblijfplaatsen voor vleermuizen veranderd. Door het kappen van bomen als brandstof en grondstof is het aanbod van verblijfplaatsen in bomen afgenomen, vooral waar het gaat om dikke, eeuwenoude bomen met grote holtes. Het aantal geschikte verblijfplaatsen voor vleermuizen in gebouwen nam echter sterk toe. Veel vleermuizen die van nature in grotten, rotsen en dikke bomen leefden hebben geheel of gedeeltelijke hun toevlucht tot gebouwen genomen. Voor vleermuizen is een stenen of houten gebouw ook niet veel anders dan een enorme rots of boom. Een spouwmuur is als een diepe rotsspleet of boomholte, een warme zolder is als een warme grot, een koele kelder is als een grot.

Veel vleermuissoorten hebben zich in zulke sterke mate aangepast aan deze “kunstmatige” verblijfplaatsen, dat ze ook daarvan afhankelijk zijn geworden. Op basis van de voorkeur van vleermuizen voor specifieke verblijfplaatsen worden zij voor het gemak vaak ingedeeld in de categorieën boombewonend, gebouwbewonend of grotbewonend.

Doordat onze maatschappij sterk groeit en snel verandert, verandert ook ons gebruik van bossen, de wijze van bouwen en benutting en inrichting van het landschap. Verblijfplaatsen van vleermuizen staan daardoor vaak sterk onder druk. Vleermuizen in bossen worden regelmatig bedreigd door het gevoerde beheer, herontwikkeling en productie. Gebouwbewonende soorten staan onder druk door het terugkerende proces van renovatie en sloop, door veranderende isolatie-eisen en bouwweisen. Tot slot wordt ons militair, cultureel en industrieel erfgoed, steeds vaker herbestemd waardoor ook daar vleermuizen in de knel kunnen raken. In onze steeds dynamischer wordende maatschappij en veranderende bouw- en isolatienormen is het zeer de vraag of vleermuizen het tempo aan veranderingen kunnen bijbenen.

2.2 Functies van verblijfplaatsen

De meeste insectenetende vleermuizen, waartoe alle Nederlandse soorten behoren, zoeken in een verblijfplaats meer dan een ruimte waar ze veilig zijn voor regen, wind en roofdieren. Ze zoeken ook een plek die hen in staat stelt zoveel mogelijk energie te besparen. Voor een klein zoogdier als een vleermuis kost warm blijven veel energie. Een vleermuis moet daarom veel insecten vangen in die energiebehoefte te voorzien. In perioden waarin insecten schaars zijn, zoals bij langdurige regen of gedurende de winter, kan een energietekort optreden.

Om energie te besparen laten vleermuizen hun lichaamstemperatuur zakken tot omgevingstemperatuur, ook wel torpor of lethargie genaamd. De winterslaap is daar een bekend voorbeeld van, om de koude wintermaanden te overbruggen. Maar ook in de rest van het jaar gebruiken vleermuizen deze strategie om energie te besparen. Bijvoorbeeld dagelijks wanneer ze niet hoeven te foerageren of een aantal dagen bij aanhoudend slecht weer. Torpor kan alleen wanneer de temperatuur in de verblijfplaats lager is dan de lichaamstemperatuur van een actieve vleermuis. Het weer wakker en warm worden uit torpor gebeurt vaak door met de spieren te trillen, maar dat kost veel energie. Om te voorkomen dat de ontwikkeling van de vrucht en/of de pasgeboren jongen door torpor stagneert proberen zwangere vrouwtjes en vrouwtjes met jongen te voorkomen dat ze te vaak in torpor gaan.

De keuze voor een verblijfplaats wordt vooral ingegeven vanuit het energetische belang. Gedurende het jaar gebruiken ze seizoensgebonden verblijfplaatsen met verschillende microklimaten. Vereenvoudigd gaat het daarbij om drie perioden:

- winterperiode: stabiel koel en vochtig klimaat, waarin dieren in winterslaap gaan (diepe torpor).
- kraamperiode: stabiel warm klimaat, waarin dieren weinig in torpor gaan.
- overige perioden: dagelijks ritme overdag koel (slapen / torpor) met 's avonds geheel of gedeeltelijk passief opwarmen onder invloed van een externe warmtebron, meestal de zon.

De volgende eigenschappen van verblijfplaatsen zijn bepalend voor het microklimaat:

- bufferwaarde: snelheid waarin de temperatuur van de verblijfplaats reageert op externe temperatuurwisselingen.
- temperatuurgradiënten: aanwezigheid van zones met verschillende temperaturen in de verblijfplaats.
- expositie ten opzichte van warmtebronnen: blootstelling (zon uren, invalshoek etc.) aan warmtebronnen. Dat is meestal de zon, maar in gebouwen niet zelden ook kunstmatige warmtebronnen zoals boilers en cv-installaties (Raynor 2006).

Deze parameters komen ook terug in de beoordeling van de functionaliteit van vleermuiskasten en het bepalen van de succesfactoren van vleermuiskasten.

	Maanden van het jaar											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Functie verblijfplaats												
Winter												
Zomer / <u>Man</u> / Paar												
Kraam					V	V	V	V	V	V		
Microklimaat verblijf												
Koud stabiel. Vorstvrij. Matig tot zeer vochtig. Hoge bufferwaarde.												
Overdag koel. Evt. opwarming tegen de avond. Lage bufferwaarde.												
Warm stabiel (max. 40°C) Hoge bufferwaarde												
	Lage temperatuur = lage stofwisseling = energie besparen	Foerageren / paren Overdag energie besparen			Warmte voor zwanger- schap		Warmte voor ontwikkeling van jongen		Foerageren / paren. Overdag energie besparen		Lage temperatuur = lage stofwisseling = energie besparen	
	Relatie microklimaat - gedrag											

Figuur 2.1: Seizoensafhankelijke functies van verblijfplaatsen en hun microklimaat.
Bron: Korsten & Regelink 2010.

Met uitzondering van (ondergrondse) winterverblijven is weinig onderzoek gedaan naar de rol van luchtvochtigheid in verblijfplaatsen. Ook bij vleermuiskasten is de rol van luchtvochtigheid nog onbekend (Boerrigter, in voorbereiding). Het is aannemelijk dat behalve tijdens de overwintering ook in de andere perioden vleermuizen kwetsbaar zijn door uitdroging tijdens torpor. Ook de combinatie van zogen en hoge temperaturen in de kraamverblijfplaats geeft risico's op uitdroging. Omdat vleermuizen in die perioden wel in staat om 's nachts actief te gaan drinken is het mogelijk dat in vergelijking met de winter luchtvochtigheid een kleinere rol speelt.

Vleermuizen stellen afhankelijk van het seizoen andere eisen aan de klimaatomstandigheden van de verblijfplaats. Daarom gebruiken zij meerdere verblijfplaatsen. Dit wordt het *netwerk van verblijfplaatsen* genoemd. Verblijfplaatsen in dit netwerk kunnen verschillende functies hebben:

- winterverblijfplaatsen (winterslaap),
- paarverblijfplaatsen (paargroep en paren),
- zomerverblijfplaatsen (individuele dieren of kleine groepen zonder kraam- of paarfunctie)
- kraamverblijfplaatsen (zwangere vrouwtjes en vrouwtjes met jongen).

De omvang van het netwerk is per soort en per situatie verschillend. Vleermuizen zoeken niet alleen in de verschillende seizoenen verblijfplaatsen met verschillende microklimaten, maar ook binnen één seizoen: wanneer een kraamverblijfplaats of winterverblijfplaats te warm of te koud wordt gaan dieren op zoek naar een andere plek. Dat kan binnen het zelfde object zijn, maar ook in verschillende objecten in de directe omgeving. Bij complexe en omvangrijke gebouwen kan het ook voorkomen dat

in één gebouw alle soorten verblijfplaatsfuncties aanwezig zijn. Zowel voor één soort als complementair voor verschillende soorten.

Klimatologische omstandigheden zijn niet de enige redenen waarom vleermuizen verschillende verblijfplaatsen gebruiken. Vleermuizen verhuizen waarschijnlijk ook om parasieten en predatoren te ontlopen, om betere voedselgebieden te zoeken en om jongen het netwerk te leren kennen. Tenslotte vinden in de paartijd verhuizingen plaats om territoria in te nemen en te paren.

2.3 Regionale verschillen in verblijfplaats voorkeur van vleermuizen

Zoals eerder aangegeven worden vleermuizen op basis van hun voorkeur voor specifieke verblijfplaatsen ingedeeld in de categorieën boombewonend, gebouwbewonend of grotbewonend. Dit is uiteraard een grove indeling met allerlei uitzonderingsgevallen. Wanneer we inzicht willen krijgen waarom vleermuizen een voorkeur hebben voor bepaalde gebouwen, bomen, grotten of vleermuiskasten, moeten we meer factoren in ogenschouw nemen dan alleen de in paragraaf 2.2 omschreven micro-klimatologische omstandigheden. Het gaat dan onder andere om:

- regionale klimaatverschillen.
- cultuurhistorische en natuurhistorische verschillen.
- cultuur- of kennisfactoren in vleermuispopulaties.

Regionale klimaatverschillen

Verschillende klimaatzones hebben duidelijk verschillen in de lengte van seizoen en minimum en maximumtemperaturen in die seizoenen. Dat leidt niet alleen tot verschillen in het voorkomen in aantallen en diversiteit aan vleermuizen, maar ook tot verschillen in gedrag van een vleermuissoort in verschillende regio's. In het landklimaat van Oost- en Midden-Europa, met lange strenge winters, zijn bijvoorbeeld grote groepen overwinterende rosse vleermuizen in gebouwen of bruggen vrij normaal. In het zeeklimaat van West-Europa zijn de winters korter en milder en wordt de rosse vleermuis beschouwd als een overwinteraar in bomen. Waarschijnlijk bieden bomen in Oost- en Midden-Europa onvoldoende bescherming tegen de langdurige en strenge vorst. Bovendien bieden bruggen en gebouwen ook meer ruimte om in zeer grote groepen te clusteren, een andere overlevingsstrategie om te overwinteren.

Cultuurhistorische en natuurhistorische verschillen

Welke typen verblijfplaatsen voor vleermuizen aanwezig zijn is afhankelijk van de cultuurhistorie en natuurhistorie in de regio. Deze aspecten zijn vaak onderling nauw verbonden. De ontwikkeling van bouwwijze van gebouwen heeft in grote mate bepaald welke typen verblijfplaatsen in gebouwen beschikbaar zijn. De aanwezigheid van voor vleermuizen beschikbare ruimten in spouwmuren, in bouwstenen, in dakconstructies en achter gevelbekleding zijn per bouwstijl vaak erg verschillend. Daardoor kan ook de verblijfplaats voorkeur per land of regio sterk verschillen. In onder andere Groot-Brittannië maken watervleermuizen ook gebruik van oude stenen bruggen als verblijfplaats (Mitchell-Jones & McLeish 2004), terwijl dat type

verblijfplaats in Nederland nauwelijks aanwezig is. De bosvleermuis wordt op het vasteland van Europa vooral als boombewoner beschouwd, terwijl de soort in Ierland, waar oude bossen schaarser zijn, vooral als gebouwbewoner bekend is.

Cultuur- of kennisfactoren in vleermuispopulaties

De verschillen in klimaat, natuurhistorie en cultuurhistorie maken dat binnen een vleermuissoort de gebruikte verblijfplaatsen per regio of locatie kunnen verschillen. Bij soorten met een grote mate van plaatstrouw en een beperkte uitwisseling tussen regionale populaties kan dit effect nog versterkt worden¹. Er zijn aanwijzingen dat ook kennisoverdracht binnen vleermuispopulaties een rol speelt in de verblijfplaatskeuze van vleermuizen (Kerth & Reckardt 2003, Kerth *et al.* 2006).

Bij het aanbieden van nieuwe typen verblijfplaatsen, zoals vleermuiskasten, kan het dus even duren voordat de vleermuizen deze hebben ontdekt en geaccepteerd. Deze acceptatietijd kan per soort en regio sterk verschillen. Hierdoor kunnen onderzoeken naar de acceptatietijd niet altijd één op één met elkaar worden vergeleken. Ervaringen en behaalde successen met kunstmatige verblijfplaatsen in het buitenland kunnen dan ook niet zomaar vertaald kunnen worden naar de Nederlandse situatie.

¹ Het verschijnsel “cultuur” bij vleermuizen wordt o.a. besproken in Patriquin 2012.

3 Toepassing van vleermuiskasten

3.1 Wat is een vleermuiskast?

Iedereen kan zich een beeld vormen bij een vleermuiskast. In de literatuur worden echter vrijwel geen definities gegeven. Om vleermuiskasten van andere kunstmatige voorzieningen voor vleermuizen te onderscheiden wordt hier de volgende definitie gebruikt:

Een vleermuiskast is een door de mens gemaakte voorziening welke aan een ander object wordt bevestigd en als primair doel heeft in een verblijfplaats voor vleermuizen te voorzien.

Door de bevestiging aan een ander object (gebouw, boom, paal, brug etc.) maken we ook het onderscheid met voor vleermuizen gemaakte gebouwen als vleermuiskelders en vleermuistorens of gebouwdelen, zoals speciaal voor vleermuizen ingerichte zolders. In deze gebouwen kunnen natuurlijk wel weer vleermuiskasten zijn opgenomen.



Foto 3.1 Voorbeeld van een vleermuiskast (model Schwegler 1FF).

3.2 Geschiedenis van vleermuiskasten

3.2.1 Van onderzoek naar bescherming

Vleermuiskasten vinden hun oorsprong in vogelnestkasten. Vogelnestkasten werden in de 18^{de} eeuw bedacht en voor het eerst toegepast door Johann Baptist Hoginger (1768-1858). Doordat af en toe ook vleermuizen in vogelkasten werden aangetroffen, ontstond het idee om ook voor vleermuizen speciale kastjes te bouwen. De oudste bekende tekeningen dateren uit 1863 en staan in een boek van Constantin Wilhem Lambert Gloger (Gloger 1865 in Föhr & Hinkel 2002). Hij is waarschijnlijk ook de eerste die vleermuiskasten heeft opgehangen. Deze kasten lijken dan nog sterk op vogelkasten.

De ontwikkeling van vleermuiskasten komt in de eerste helft van de 20^{ste} eeuw met name in Duitsland in een stroomversnelling. Wilhelm en Brigitte Issel brengen diverse verbetering aan kasten aan die we nog steeds terugzien in de huidige vleermuiskasten: invliegopening aan de onderzijde, aanvliegplank, smalle inkruipopening tegen roofdieren en donkere afwerking voor betere opwarming. Issel bereikt in bossen in Bayern met zijn kasten een bezetting van 50% en doet uitspraken over een aantal succesfactoren m.b.t. de locatie van de kasten: een hanghoogte van 4-6 m., percelen met oude bomen, vlakbij bosranden en open plekken en gericht op het zuiden en zuidoosten (Föhr & Hinkel 2002). Hij publiceert daarover in de periode 1955-1958 (o.a. Issel & Issel 1955). Hildegard en Johannes Dieterich werken vanaf midden jaren '50 met vleermuiskasten en testen en verbeteren allerlei kasten van verschillende makers, later vooral van de Duitse Firma Schwegler (Dieterich 1998).

De eerste vleermuiskasten worden primair ingezet vanuit een (semi-) wetenschappelijke interesse voor vleermuizen. Vanaf de jaren '50 worden kasten in Duitsland, Polen, USSR en Zwitserland op grote schaal ingezet voor de bestrijding van schadelijke insecten in monotone productiebossen (Natuschke 1960). Tegelijkertijd groeit ook de belangstelling voor vleermuisonderzoek en gaan vleermuiskasten een rol spelen in verspreidingsonderzoek en ringonderzoek (Steffens *et al.* 2007). Vanaf de jaren '60 groeit de belangstelling voor vleermuiskasten en gaan steeds meer mensen vleermuiskasten ontwerpen, bouwen en toepassen. In die tijd starten ook in Engeland de eerste projecten met vleermuiskasten. De basisideeën daarvoor blijven wel hetzelfde, waardoor vleermuiskasten in grote lijnen niet veel van elkaar verschillen. Pas vanaf de jaren '90 worden de eerste kasten ontwikkeld die specifiek bedoeld zijn om aan of in gebouwen te worden opgenomen.

In Nederland zijn vanaf de jaren '50 aanvankelijk met name Sluiter en van Heerdt bezig met toepassing van kasten voor onderzoek aan vleermuizen (persoonlijke mededeling Peter Lina). Vanaf de jaren '70 groeit ook hier de belangstelling voor de inzet van vleermuiskasten als beschermingsmaatregel. Diverse mensen gaan met het bouwen van vleermuiskasten aan de slag (o.a. Ronald Ridder, Zomer Bruijn, Jan Boshamer en Jan-Piet Bekker) en geven hun naam aan specifiek modellen.



Foto's 3.2, 3.3 en 3.4: v.l.n.r. vleermuiskast Model Ridder, vleermuiskast Model Boshamer: (Foto: J. Boshamer) vleermuiskast Model Bekker.

3.2.2. Ervaringen overzee

Waar in Europa de afmetingen van kasten vergelijkbaar met de oorspronkelijk vogelkasten bleven, verloopt de ontwikkeling van vleermuiskasten in de Verenigde Staten anders. Tot aan de jaren 80 van de 20^{ste} eeuw werden de 'Europese' kasten op zeer kleine schaal ook in de Verenigde Staten in bossen toegepast, met tegenvallende resultaten voor aan bomen geplaatste kasten. Op kleine schaal werd geëxperimenteerd met andere modellen. Een onderzoek vanaf 1992 naar de resultaten van deze modellen bracht een aantal succesfactoren aan het licht die in de Europese vleermuiskasten niet of nauwelijks (bewust) werden toegepast. De uitwerking van deze succesfactoren leidde tot grotere kasten met meerdere spleetvormige compartimenten en het plaatsen van kasten aan gebouwen en palen in plaats van aan bomen. De factor warmte als belangrijke succesfactor werd duidelijk, waarna de eerste verwarmde kasten werden gebouwd.

De toepassing in de Verenigde Staten kende ook andere drijfveren. Het North American Bat House Research Project zag mogelijkheden om uit het experimenteren en monitoren van vleermuiskasten de eisen die vleermuizen aan verblijfplaatsen stellen af te leiden (Tuttle & Hensley 2003). De ontwikkelde kasten voor kraamkolonies werden vervolgens veelvuldig toegepast bij gebouwen waar vleermuizen vanwege overlast buitengesloten moesten worden (Williams & Brittingham 2006).

Tot voor kort waren de basisideeën, modellen en toepassing van vleermuiskasten in Europa en de Verenigde Staten zo verschillend dat van twee culturen gesproken kan worden. Er was nauwelijks uitwisseling van kennis en ervaring en als men al met elkaars ideeën in aanraking kwam, werden deze vaak weinig serieus genomen. Hoewel het introduceren van de grote typen Amerikaanse kasten in Europa wel een

aantal successen kent (o.a. Swift 2005, Korsten 2006, Kooij 2007) blijft de toepassing in eerste instantie beperkt.

3.2.3 Stroomversnelling

Besluiten om vleermuizen en andere soorten in Europa strenger te gaan beschermen (Conventie van Bern, Conventie van Bonn, Bats Agreement, Habitatrichtlijn en Flora- en faunawet) hebben vanaf 1995 geleid tot een vernieuwde belangstelling voor vleermuiskasten. Het vernietigen, verstoren of ongeschikt maken van verblijfplaatsen van vleermuizen wordt verboden en is alleen nog toegestaan onder de voorwaarde dat vervangende verblijfplaatsen worden aangeboden. De toepassing van vleermuiskasten als tijdelijke of blijvende vervanging van verblijfplaatsen neemt in sterke mate toe. Omdat Europese modellen van vleermuiskasten vooral in bossen werden toegepast en over het algemeen weinig successen met betrekking tot kraamgroepen behaalden, ontstaat er een groeiende belangstelling voor de Amerikaanse kasten. Ook groeit de belangstelling voor kasten die bedoeld zijn voor gebouwenbewonende soorten.

Anno 2012 zijn vleermuiskasten een vertrouwd onderdeel geworden van mitigatie- en compensatieplannen voor projecten waarin verblijfplaatsen van vleermuizen worden bedreigd door renovatie, herontwikkeling, sloop, kap of onderhoud en beheer. Ook in de soortenstandaarden van het Ministerie van ELI worden vleermuiskasten concreet genoemd en worden modellen aanbevolen of juist afgeraden (Dienst Regelingen 2011). De markt van ecologisch advies en kastenproducenten is sterk in ontwikkeling.

Tegelijk met de groeiende belangstelling voor vleermuiskasten en de toepassing in het kader van wettelijke bescherming rijst de vraag of vleermuiskasten voldoende functioneel zijn. In hoeverre kunnen vleermuiskasten verblijfplaatsen van vleermuizen effectief vervangen en welke kasten zijn geschikt voor welke soorten en type verblijfplaatsen? Belangrijke vragen waarover in de praktijk van beleidsontwikkeling, ecologisch advies en bescherming van vleermuizen vaak te gemakkelijk wordt nagedacht.

3.3 Toepassingen van vleermuiskasten

3.3.1 Vleermuisonderzoek

Door hun nachtelijk levenswijze en hun voorkeur om zich diep in verblijfplaatsen te verstoppen leiden vleermuizen een voor mensen verborgen bestaan. Vanaf de jaren '80 is daar veel verandering in gekomen met de komst van handzame ultrasoon detectors die de geluiden van vleermuizen hoorbaar maakten: de batdetector doet zijn intrede. Daardoor is het mogelijk om vleermuizen aan de hand van hun geluid gericht op te sporen en te determineren. Deze methode is echter nog vrij nieuw, erg tijdrovend en de determinatie is niet voor alle soorten even eenvoudig. Bovendien zijn de vleermuizen, eenmaal in hun verblijfplaats weer onzichtbaar en moeilijk

bereikbaar. Wanneer een vleermuis zijn intrek echter neemt in een vleermuiskast, is hij voor een onderzoeker bereikbaar, zichtbaar en hanteerbaar. Het ophangen van vleermuiskasten werd en wordt daarom nog steeds in allerlei soorten vleermuisonderzoek toegepast. Deze onderzoeken zijn onder te verdelen in:

- verspreidingsonderzoek.
- ringonderzoek.
- ecologisch (soortspecifiek)onderzoek.
- monitoringsonderzoek.

Verspreidingsonderzoek

Ondanks de komst van ultrasoon detectors spelen vleermuiskasten nog steeds een rol in het verspreidingsonderzoek naar vleermuizen: vooral bij moeilijk op te sporen of te determineren vleermuizen of bij zeer zeldzame vleermuizen kunnen kasten deze soorten op een laagdrempelige manier zichtbaar maken. Waarnemingen van vleermuizen in kasten leveren een belangrijke bijdrage aan de kennis van verspreiding van vleermuizen in het algemeen. Ook worden ze nog toegepast in gerichte onderzoeken naar het voorkomen van vleermuizen. Actuele Nederlandse voorbeelden daarvan zijn onderzoeken naar het voorkomen van Bechsteins vleermuizen (Poulton 2006, Spoelstra *et al.* 2007, Janssen 2011), en moeilijk op te sporen vleermuizen in bossen in het algemeen (Korsten & Marcelissen 2006).

Ring-, zender- en transponderonderzoek

Vleermuiskasten maken het mogelijk om vleermuizen eenvoudig te vangen en te voorzien van een ring(merk) en om geringde vleermuizen (terug) te vinden. In veel Oost-Europese landen zijn vleermuiskasten vanaf 1950 op grote schaal ingezet voor ringonderzoek (Steffens *et al.* 2007). Met deze onderzoeken is vooral veel kennis over migratiegedrag van vleermuizen opgedaan, maar ook over populatieomvang en leeftijden van vleermuizen.

Door het zenderen van in vleermuizen aangetroffen kasten zijn inzichten verkregen in vliegroutes en foeragegedrag van vleermuizen en van andere natuurlijke verblijfplaatsen (Spoelstra *et al.* 2007, Heise & Schmidt 1989). Recent is daarbij ook de toepassing van transponders gekomen, waarbij vleermuizen van een onderhuidse chip worden voorzien die door de onderzoeker in de hand kan worden uitgelezen of automatisch wordt uitgelezen wanneer de vleermuizen de kast betreedt of verlaat. Hierdoor is vooral inzicht gekregen in verhuisgedrag en samenstelling van sociale groepen en populaties. (bijvoorbeeld: Kerth *et al.* 2006).

Ecologisch onderzoek

Sommige vleermuissoorten gebruiken vleermuiskasten als paarplaats of als kraamverblijfplaats gebruiken, waardoor we nu meer weten over de groepsamenstellingen van paar- en kraamgroepen. Dit geldt bijvoorbeeld voor paargroepen van de rosse vleermuis, gewone dwergvleermuis en ruige dwergvleermuis en kraamgroepen van gewone grootoorvleermuis en bechsteinsvleermuis.

Onderzoek met vleermuiskasten maakt het mogelijk om op een gestandaardiseerde manier informatie te verzamelen over de eisen die vleermuizen aan hun verblijfplaatsen stellen. Dit type onderzoek staat echter nog in de kinderschoenen. Gericht onderzoek naar algemene succesfactoren is wel op grote schaal uitgevoerd in de Verenigde Staten (Kiser & Kiser 2004). In Europa is wel geprobeerd om achteraf succesfactoren af te leiden uit het vergelijken van resultaten van verschillende projecten met vleermuiskasten (Meschede *et al.* 2000, Poulton 2006). Doordat die projecten in hun opzet niet waren gericht op het bepalen van succesfactoren zijn er veel onbekende parameters die het gebruik van de kasten beïnvloeden. De uitkomsten van die analyse kennen daardoor een grote mate van onzekerheid. De succesfactoren van vleermuiskasten (zie hoofdstuk 6) zijn gebaseerd op analyse van concrete metingen aan kasten in de Verenigde Staten (Kiser & Kiser 2004) en op de analyse van anekdotische resultaten van kastenonderzoek in Europa (Meschede *et al.* 2000). Recent onderzoek naar eigenschappen van natuurlijke verblijfplaatsen en vleermuiskasten in Europa laat zien dat de in de Verenigde Staten beschreven klimaatfactoren in grote lijnen ook hier toepasbaar zijn (o.a. Lourenço & Palmeirim 2004, Flaquer *et al.* 2006, Bartonicka & Rehak 2007).

Monitoring.

Vleermuiskasten bieden ook mogelijkheden voor monitoring, waarbij volgens een vaste methodiek en frequentie vleermuizen de kasten worden geteld. De verkregen gegevens kunnen worden gebruikt voor een trendanalyse. Kasten bieden mogelijkheden voor populatiemonitoring en functiemonitoring van een gebied (Boshamer 2003-2011, Twisk 2006, König & König 2011, Schmidt 2008) en fenologisch onderzoek (Schmidt 2002).

3.3.2 Bestrijding van schadelijke insecten door vleermuizen

Vleermuizen eten enorme aantallen insecten. Waaronder soorten die door ons als plaaginsecten worden bestempeld. De toepassing van vleermuiskasten bij insectenbestrijding in monotone dennenbossen wordt al in het midden van de 20^{ste} eeuw genoemd (Natuschke 1960). Deze bossen kennen door de geringe leeftijd van de bomen weinig of geen natuurlijk holten en daardoor ook lage dichtheden aan boombewonende vleermuizen. Vooral in Oost-Europa wordt dit idee op grote schaal toegepast. Over de aanwezigheid van vleermuizen in die kasten is veel gepubliceerd, maar het is onduidelijk of dit tot een effectieve bestrijding heeft geleid. Over het effect als insectenbestrijding is echter weinig literatuur te vinden.

Simultaan aan deze ideeën leefde begin 20^{ste} eeuw in de Verenigde Staten bij Dr. Campbell het idee om vleermuistorens te bouwen voor de bestrijding van malariamuggen. Het succes van deze Campbell torens was beperkt en wisselde sterk per locatie (Murphy 1989).

Het succesvolle gebruik van vleermuiskasten door kraamkolonies van vleermuizen in het North American Bat House Research Project (NABHRP) geeft een hernieuwde

opleving van het idee om vleermuizen als plaagdierbestrijders (Kiser & Kiser 2002). Onderzoek naar de massale sterfte onder Noord-Amerikaanse vleermuizen door het whitenosesyndroom maakt duidelijk dat vleermuizen een belangrijke rol spelen in schadebestrijding aan landbouwgewassen en daardoor ook belangrijk zijn voor de economie (Boyles *et al.* 2011). Enkele recente voorbeelden geven aan dat inzet van vleermuiskasten als vestigingsplaats voor vleermuizen een positief effect heeft op de aantallen plaaginsecten kan hebben. Zo heeft het plaatsen van grote vleermuiskasten voor de kleine dwergvleermuis de Spaanse Ebro-delta bijgedragen aan het vrijwel verdwijnen van een voor rijstplanten schadelijk mot (Flaquer *et al.* 2011).



Foto: 3.5 Vleermuiskast op palen in de Ebrodelta (foto: Jan van der Winden)

3.3.3 Bestrijding van overlast van vleermuizen

Wanneer vleermuizen in grote groepen in een gebouw verblijven, kunnen zij overlast veroorzaken. Afhankelijk van de constructie van het gebouw en de lokatie van de verblijfplaats kan de overlast bestaan uit geur- en geluidsoverlast of regelmatig rondvliegende vleermuizen in woonruimten. Voor het wegnemen van de overlast kan het nodig zijn om de vleermuizen buiten te sluiten.

Deze toepassing is vooral bekend uit de Verenigde Staten en minder uit Europa. Dat komt deels doordat in de Verenigde Staten de meeste huizen van hout zijn, waardoor geluid- en stankoverlast vaker voorkomt. Bovendien zijn verblijfplaatsen van vleermuizen in veel staten minder strikt beschermd dan in Europa. Mede door resultaten van het North American Bat House Research Project (Kiser & Kiser 2004) zijn de daar ontwikkelde kraamkasten breed en redelijk succesvol toegepast in het buitensluiten van vleermuizen in gebouwen. De factoren die bepaalden of de vleermuizen de vervangende kraamkasten gebruiken hebben ook inzicht gegeven in de succesfactoren in de toepassing van vleermuiskasten, vooral in de werkwijze van het buitensluiten en aanbieden van de vleermuiskasten (Brittingham & Williams 2000, Williams & Brittingham 2006).

Het in verband met overlast buitensluiten van vleermuizen is in Nederland in principe niet zomaar toegestaan, maar wordt bij ernstige overlast of gezondheidsbedreigende overlast incidenteel wel uitgevoerd. Soms worden daarbij vleermuiskasten als vervangende verblijfplaats aangeboden (Twisk 2008).

3.3.4 Educatie

In veel publicaties wordt de toepassing van vleermuiskasten voor natuur- en milieueducatie beschreven. Educatiecentra voor natuur- en milieu organiseren dagen waarop kinderen zelf een vleermuiskasten kunnen bouwen. Daarmee leren kinderen en ouders meteen over de aanwezigheid van vleermuizen in hun omgeving. Soms worden kinderen ook betrokken bij het controleren van vleermuiskasten. Zoals in de "Rondjes Ondersteboven" van het Milieu Educatie Centrum Eindhoven².

Een mooi voorbeeld van een groot educatief project is een vleermuiskastenproject in Italië. Daar zijn in via onder andere een supermarktketen 25.000 vleermuiskasten verkocht en zijn in samenwerking met Walt Disney voorlichtingsbrochures over vleermuizen gemaakt (Agnelli *et al.* 2011).

In 2011 is in het kader van het Jaar van de Vleermuis door Gemeente Utrecht veel aandacht besteed aan vleermuizen in stedelijk gebied, waarbij ongeveer 300 kasten zijn opgehangen in parken³.

Twee projecten waarbij vleermuiskasten van een kijkvenster zijn voorzien zijn eveneens mooie voorbeelden. Middels deze kijkvensters kunnen vleermuizen voor het grote publiek zichtbaar worden gemaakt zonder de dieren daarbij te verstoren (berichten van Terry Lobdell op www.bathouseforum.org, Elling 2010). Vleermuiskasten kunnen ook worden gebruikt om beginnende vleermuisonderzoekers het hanteren en meten van vleermuizen te leren (Boshamer 2012).

² <http://www.mecehv.nl/nieuws/herfstvakantie-2010.html>

³ <http://www.utrecht.nl/smartsite.dws?id=354118>



Foto 3.6 en 3.7 Links: educatiekast met vleermuizen zichtbaar achter het kijkvenster (foto: T. Lobdell). Rechts: Vleermuiskasten worden ook gebruikt in de training van professionele vleermuisonderzoekers.

3.3.5 Bescherming

Vaak worden vleermuiskasten ingezet ter bescherming van vleermuizen. Onder het toepassen van vleermuiskasten als beschermende maatregelen verstaan we hier het aanbieden van vleermuiskasten ter compensatie van verblijven die door menselijk ingrijpen zijn verdwenen. We onderscheiden daarbij de direct reactieve bescherming, als reactie op een specifieke en locatie gebonden ingreep op de korte termijn en de indirect reactieve bescherming of pro-actieve bescherming. Deze vorm van bescherming gaat uit van het plaatsen van vleermuiskasten als actie om voldoende verblijfplaatsen op de lange termijn en in het algemeen te waarborgen.

Reactieve bescherming

Al vanaf de vroege opkomst van vleermuiskasten wordt door onderzoekers benadrukt dat vleermuiskasten niet gezien moeten worden als vervangende verblijfplaatsen van verblijfplaatsen in bomen (van Heerdt & Sluiter 1958, Ridder 1981, Voûte & Lina 1986). Daarvoor werden de successen nog te beperkt geacht en de acceptatietijd te lang. Niet zelden duurt het vele maanden tot enkele jaren voor een kast voor het eerst wordt gebruikt.

Ondanks deze ongeschiktheid voor directe reactieve bescherming werd wel vaak het nut benadrukt voor indirect reactieve bescherming. Met vleermuiskasten zou het verdwijnen van verblijfplaatsen in bomen als gevolg van productiegericht bosbeheer wellicht opgevangen kunnen worden. Deze benadering werd aanvankelijk niet zinnig geacht voor gebouwenbewonende vleermuizen. Het aanbod van verblijfplaatsen werd in dorpen en steden zo groot geacht dat vleermuiskasten er maar weinig aan zouden kunnen bijdragen (Voûte & Lina 1986).

In de loop van de jaren 90 ontstaat een meer directe reactieve bescherming met vleermuiskasten. Enerzijds wordt uit ecologisch onderzoek steeds duidelijker dat vleermuizen afhankelijk zijn van een netwerk van verblijfplaatsen en dat het uitwijken

naar andere bomen en gebouwen niet zo vanzelfsprekend is. Anderzijds zorgen Europese Habitatrichtlijn en doorwerking daarvan in de Flora- en faunawet (2002) voor een strikte bescherming. Vanaf dat moment worden vleermuiskasten in toenemende mate gebruikt als mitigerende maatregel om het verlies aan verblijfplaatsen in bomen en gebouwen direct op te vangen. In eerste instantie wordt daarbij vooral gebruik gemaakt van dezelfde kasten als bij vleermuizenonderzoek in bossen. Maar langzamerhand ontstaat het inzicht dat gebouwenbewonende vleermuizen andere eisen stellen dan boombewonende vleermuizen. In eerste instantie lijken deze kasten nog wat op de kleine vleermuiskasten uit bossen, maar inmiddels hebben de wat grotere modellen kraamkasten uit de VS ook hier in intrede gedaan.

Een knelpunt bij de toepassing van vleermuiskasten als mitigerende of compenserende maatregel is dat voor een werkwijze conform de Flora- en faunawet de werking van de kasten voor de betreffende soort en functie bewezen moet zijn. Voor algemene soorten en wanneer vast staat dat de gunstige staat van instandhouding niet in het geding is wordt het vaak voldoende geacht als de werking van een vleermuiskast vanuit de literatuur is aangetoond. Maar voor meer zeldzame of kritische soorten en of bij ingrepen waarbij het behoud van gunstige staat van instandhouding onzeker is wordt een striktere werkwijze gehanteerd. Het bevoegd gezag kan dan aangeven dat de ingreep pas mag worden uitgevoerd, als uit onderzoek blijkt dat de vleermuiskasten door de doelsoort worden gebruikt (Dienst Regelingen 2009).

In de praktijk zijn er echter nog zeer weinig resultaten bekend van de toepassing van vleermuiskasten als mitigerende maatregel in het algemeen, en in het bijzonder voor kraam- en/of winterverblijfplaatsen van gebouwenbewonende soorten.

Desondanks worden kasten wel veel ingezet, voornamelijk als overbrugging van de periode tussen sloop en de oplevering van nieuwe verblijfplaatsen in nieuwbouw. (Dienst Regelingen 2011a,b,c). Voor verblijfplaatsen in nieuwbouw wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van vleermuiskasten die in muren kunnen worden opgenomen of van het opnieuw voor vleermuizen geschikt en toegankelijk maken van spleetvormige ruimten in muren en daken.

Pro-actief bouwen voor vleermuizen

De praktijk van de Flora- en faunawet laat zien dat de reactieve beschermingsbenadering veel problemen met zich meebrengt. Wanneer verblijfplaatsen in nieuwbouw gecompenseerd moeten worden is er vaak geen tijd of draagvlak om bestaande ontwerpen voor de nieuwbouw aan te passen. Pro-actief bouwen of inclusief ontwerpen is de methode om standaard, ook als daar geen ecologische noodzaak voor is, verblijfplaatsen voor vleermuizen op te nemen in het ontwerp van een gebouw. Zo wordt op den duur de kwetsbaarheid van vleermuizen voor sloop en renovatie verkleind. Met een voldoende en constant aanbod van verblijfplaatsen is in feite alleen een vleermuisvriendelijke werkwijze nodig bij ruimtelijke ingrepen die leiden tot verlies van verblijfplaatsen. Door de aanscherping

van isolatie- en bouwnormen is daarvoor wel een andere aanpak voor nodig. Traditioneel toegankelijke en geschikte spouwmuren en daklagen zijn door deze normen niet meer voor vleermuizen geschikt. Het toepassen van inmetselekasten voor vleermuizen wordt daarbij wel als mogelijke oplossing gezien, ook al zijn er nog weinig resultaten bekend (Williams 2010). Doordat deze inmetselekasten nog relatief klein zijn zal richt pro-actief bouwen of inclusief ontwerpen zich meer moeten richten op het toegankelijk en geschikt maken van grotere gebouwdelen (Korsten & Limpens 2011).

3.4 Discussie: de toepassing bepaalt hoe resultaten geïnterpreteerd moeten worden.

Om te bepalen of vleermuiskasten effectief voor een bepaald doel ingezet kunnen worden is het belangrijk om te kijken naar ervaringen bij soortgelijke projecten.

Bij onderzoek naar vleermuizen in bossen in Europa waren vleermuiskasten over het algemeen de passieve factor: kasten worden geplaatst en vervolgens wordt afgewacht of er vleermuizen in komen. Kasten zijn daardoor maar weinig ontwikkeld in optimaal functioneel gebruik. De focus op vleermuizen in bossen geeft ook maar weinig informatie over het gebruik van kasten door vleermuizen in andere habitattypen.

In het Amerikaanse onderzoek met vleermuiskasten lag de focus vooral op het achterhalen van de eisen die vleermuizen stellen aan hun verblijfplaatsen. Dit was sterk gericht op het optimaliseren van vleermuiskasten voor kraamkolonies en de snelheid waarmee ze in gebruik worden genomen. Deelnemers werden ook gestimuleerd om kasten die na 2-3 jaar nog geen vleermuizen hadden aangetroffen te veranderen. Door het effect van die wijzigingen goed te registreren konden duidelijke succesfactoren in kaart worden gebracht.

Bij toepassing van vleermuiskasten als mitigerende maatregelen valt op dat in geval van sloop en kap zelden onderzoek naar de effectiviteit wordt gedaan in de vorm van monitoring. De oorzaak ligt vooral in de financiële opzet van onderzoek en mitigatie. Het vooronderzoek en de daarop volgende mitigerende maatregel zijn voorwaarde om binnen de wettelijke normen een ingreep te mogen uitvoeren. Na uitvoering van de ingreep is het project voor de opdrachtgever meestal afgerond. Wanneer vanuit een vergunning of ontheffing geen monitoring op de effectiviteit van de vleermuiskasten wordt opgelegd, wordt meestal ook niet gekeken naar de effectiviteit van de maatregelen. Monitoringsonderzoek wordt meestal wel uitgevoerd bij wetenschappelijk projecten (Simon *et al.* 2004) of overkoepelende beschermingsvraagstukken (Reiter & Zahn 2006).

4 Typen vleermuiskasten

4.1 Inleiding

Vleermuiskasten zijn kant en klaar of als bouwtekening in allerlei soorten en maten beschikbaar. Ze zijn op basis van model en doelstelling in te delen in de volgende typen:

1. (kleine) bolle vleermuiskasten
2. (kleine) platte vleermuiskasten
3. overwinteringskasten
4. grote vleermuiskasten met meerdere compartimenten
5. inmetselfkasten
6. bouwkundige voorzieningen / inclusief bouwen
7. verwarmde kasten

In de volgende paragrafen komen deze typen afzonderlijk aan bod.

Bij ieder type wordt een overzicht gegeven van in Nederland en omstreken veel gebruikte kasten. Wanneer deze prefab worden verkocht dan zijn kasten aangeduid als “te koop”. Zelf te bouwen kasten of modellen die vaak in opdracht gemaakt worden, zijn aangeduid als “zelfbouw”. Een foto-overzicht van alle modellen is opgenomen als Bijlage 1.

4.2 Kleine bolle vleermuiskasten

Dit type kast lijkt nog het meest op vogelkasten en bootst een natuurlijke boomholte na. Ze zijn bedoeld voor vleermuizen die normaal in boomholten verblijven. De invliegopening zit meestal aan de voorkant, soms ook aan de onderkant van de kast. Bij een invliegspleet aan de onderzijde is vaak ook een aanvliegplank aanwezig. Door de overeenkomst met vogelkasten zijn deze kasten gevoelig voor het kraken door vogels, met het risico dat de kast ongeschikt wordt voor vleermuizen. De vogels jagen de vleermuizen weg of het nest blokkeert de ingang voor de vleermuizen. Om dat te voorkomen zijn invliegopeningen vaak versmald tot 1,5 – 2 cm of zijn er ingangen geconstrueerd waarlangs vogels moeilijk kunnen binnenkomen. Door de holle ruimte zijn deze kasten tevens gevoelig voor vestiging van nesten van wespen en hoornaars.



Foto 4.1 Houtbetonnen bolle vleermuiskast van Schwegler (2FN).

Kleine bolle vleermuiskasten zijn meestal 30 tot 40 cm hoog en hebben een doorsnede van 15 tot 20 cm. Sommige leveranciers bieden varianten voor grotere groepen vleermuizen aan. De meest gebruikte materialen zijn hout en houtbeton. Het functioneel gebruik van deze kasten door vleermuizen en de succesfactoren van deze kasten zijn redelijk tot goed bekend. Onderstaande tabel 4.1 geeft een overzicht van in Nederland veel gebruikte kasten.

Tabel 4.1 Overzicht van in Nederland veel gebruikte typen kleine bolle vleermuiskasten

naam	Koop / zelfbouw	materiaal	bijzonderheden
Schwegler 2F	Koop	houtbeton	Aan te passen met vogelwerende ingang
Schwegler 2FN	Koop	houtbeton	Opening aan voorzijde en onderzijde
Schwegler 1FD	Koop	houtbeton	Voor kleine soorten, met vogelwerende ingang
Schwegler 1FS	Koop	houtbeton	Extra groot, bedoeld voor grote (kraam-)groepen: H: 44 cm. Ø: 28 cm
Vivara Hongarije	Koop	houtbeton	
Vivara Georgie	Koop	hout	Opening aan onderzijde, met aanvliegplank
Model Ridder	zelfbouw	hout	Opening aan onderzijde, met aanvliegplank
Model Bekker (Wedge)	zelfbouw	hout	Opening aan onderzijde, met aanvliegplank

De kasten van Vivara zijn relatief nieuw waardoor er nog weinig informatie over resultaten beschikbaar zijn. In Duitsland worden ook vaak kleine bolle kasten van de firma's Strobel en Hassenfeldt gebruikt, maar beide zijn nog weinig op de Nederlandse markt aanwezig. In Groot-Brittannië is ook de Bat Box SW een veel toegepaste vleermuiskast.

4.3 Kleine platte vleermuiskasten

Kleine platte kasten zijn bedoeld voor vleermuizen die graag in spleetvormige ruimten in bomen (en huizen) verblijven. De binnenruimte van de kast is vaak zo nauw dat de vleermuizen er maar net in passen (1,5 – 2,5 cm). Sommige kasten zijn weliswaar plat van model, maar hebben een binnenruimte van 2,5 – 5 cm waardoor ze een tussenvorm zijn van platte en bolle kasten.

De invliegopening zit aan de onderkant, waar ook een aanvliegplank aanwezig is. De kasten zijn gemiddeld 20 tot 40 cm hoog (exclusief aanvliegplank), 15 tot 25 cm breed en 9 cm dik. Een grotere variant is de in Duitsland geïntroduceerde Fledermausbretter: een grote platte vleermuiskast van 100 cm breed en 50 cm hoog die aan gevels wordt gemonteerd (Dietz & Weber 2000, Deschka 200x).

Kleine platte kasten worden niet vaak gekraakt door vogels en ook wespen en hoornaars maken van dit type zelden gebruik. Het functioneel gebruik van deze kasten door vleermuizen en de succesfactoren van deze kasten zijn redelijk tot goed bekend. Van de relatief nieuwe Fledermausbrettern zijn relatief weinig gegevens bekend.

Tabel 4.2 Overzicht van in Nederland veel gebruikte typen kleine platte vleermuiskasten

Naam	koop / zelfbouw	materiaal	bijzonderheden
Schwegler 1FF	koop	houtbeton	
Schwegler 1FQ	koop	houtbeton	Bedoeld voor aan gevels
Vivara Roemenië	koop	houtbeton	
Vivara Armenië	koop	hout	
Vivara Oekraïne	koop	hout	2-compartimenten
Model Boshamer	zelfbouw	hout	
Model Bloemhof	zelfbouw	hout	
Model Fledermausbretter	zelfbouw	Hout	bedoeld voor aan gevels

Van de recent op de markt gebrachte platte kasten van Vivara zijn nog weinig gegevens bekend. Andere leveranciers zijn o.a. de firma Strobel en Hassenfeldt, maar beide zijn nog weinig op de Nederlandse markt aanwezig.



Foto 4.2 en 4.3 Links: gewone dwergvleermuizen in een platte kast (model Boshamer). Rechts: model Bloemhof is een vrij ruime houten platte vleermuiskast.

4.4 Overwinteringskasten (extern)

De hierboven beschreven kleine platte en kleine bolle vleermuiskasten zijn weinig geschikt als winterverblijfplaats. Voor dat doel zijn kasten ontwikkeld die door een grote omvang, andere materialen en isolatielagen in de winter stabiel en vorstvrij kunnen blijven (Schmidt 2010b). De kasten kunnen doorgaans ook grotere aantallen vleermuizen herbergen dan de kleine kasten. Het in grote groepen clusteren is bij sommige vleermuizen ook een strategie om te overwinteren.

Over de functie van winterverblijfplaats lopen de meningen uiteen. Hoewel er in de grote bolle kasten zoals de Schwegler 1FW wel overwinterende rosse vleermuizen zijn aangetroffen, zijn ook enkele gevallen bekend waarin grote aantallen dode rosse vleermuizen in de kasten werden aangetroffen. Een onvoldoende bescherming tegen vorst (Schwartzing 1994, Meschede 2000) en verstikking als gevolg van onvoldoende ventilatie worden beiden als mogelijke oorzaak gezien (mondelinge mededeling Jeroen v.d. Kooij). Nieuwe modellen hebben inmiddels meer ventilatie-openingen. Onderdeel van de kritiek op deze kasten gaat over het op de markt brengen van deze kasten zonder de eigenschappen en microklimaten van natuurlijke overwinteringsplekken van boombewonende of gevelbewonende vleermuizen te onderzoeken en de kasten daarop grondig te testen (Strattmann 2008).

Van de functionaliteit van dit type kasten als winterverblijfplaats is nog relatief weinig bekend. In de zomerperiode worden ze soms als kraamverblijfplaats gebruikt.

Tabel 4.3 Overzicht van in Nederland regelmatig gebruikte typen overwinteringskasten

Naam	Koop / zelfbouw	materiaal	Afmetingen (HxBxD / Ø)	Bijzonderheden
Schwegler 1FW	koop	"Light" beton	H:55 / Ø 38 cm (binnen 20 cm)	Bolle kast voor aan boom.
Schwegler 1 WQ	koop	"light" beton	58x38x12 cm	Platte kast voor aan gevel

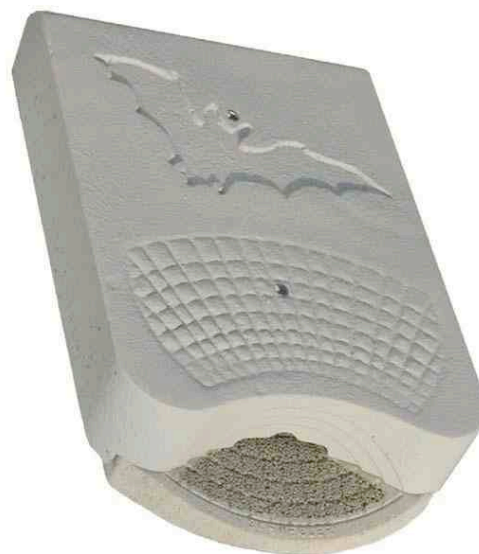


Foto 4.4 en 4.5 Links: Overwinteringskast 1FW van Schwegler. Rechts: Jaarrond gevelkast 1WQ van Schwegler: bron: Schwegler.

4.5 Grote vleermuiskasten met meerdere compartimenten

Deze kasten zijn gebaseerd op platte kasten, maar zijn over het algemeen groter en kenmerken zich door meerdere achter elkaar gelegen spleetvormige compartimenten. Deze compartimenten staan vaak in verbinding met elkaar, zodat vleermuizen tussen de compartimenten kunnen bewegen. Soms zijn bepaalde compartimenten extra geïsoleerd of bevatten ze ventilatie openingen. Bij sommige typen wordt bij plaatsing aan de muur een extra compartiment tussen muur en kast gecreëerd. Afhankelijk van de omvang, het ontwerp en het materiaal van de kast bieden ze meer warmtebuffering en temperatuurgradiënten dan de traditionele kasten met één compartiment. De kasten zouden meer geschikt zijn voor kraamverblijfplaatsen dan enkelvoudige kasten. De afmetingen van de kasten variëren sterk: van 50 tot 100 cm hoog, 50 tot 200 cm breed en 15 tot 30 cm diep. De spleetvormige binnenruimten zijn meestal 2-2,5 cm breed.

Het basismodel is de kraamkast van Bat Conservation International (Tuttle & Hensley 2003) waarvan inmiddels allerlei verschillende uitvoeringen zijn ontwikkeld. Het basisidee van meerdere compartimenten is rond 2000 ook geïntroduceerd in Europa, maar werd tot voor kort nog weinig toegepast.

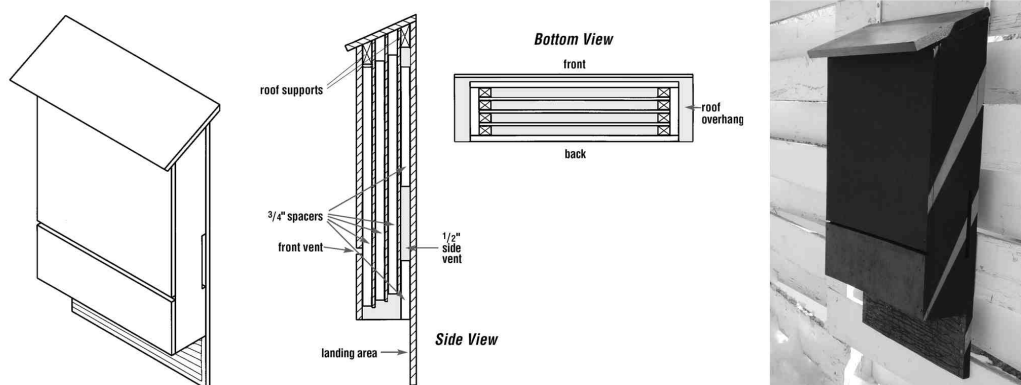


Foto 4.6 Basismodel kraamkast van Bat Conservation International.

Een succesvolle in Nederland toepassing van een grote vleermuiskast van dit type betreft een kast in Tilburg. Deze kast is in maart 2004 geplaatst in het kader van een renovatie van een bedrijfsgebouw met een kraamkolonie gewone dwergvleermuizen. De kast is aan het gebouw geplaatst vlak bij de invliegopening van de kraamverblijfplaats. In najaar 2004 zijn de eerste twee gewone dwergvleermuizen in de kast aangetroffen. Het volgende jaar was de kast bewoond door een kraamgroep van 84 dieren (Korsten 2006). In de periode tot en met 2012 is de omvang van de kraamgroep gestegen tot 323 dieren, inclusief jongen. Door dit succes heeft de kast snel navolging gekregen, met hier en daar ook de vestiging van kraamkolonies (pers. mededeling L. Hunink (Econsultancy), pers mededeling G. Kolenbrander). Ook uit andere landen komen positieve berichten van gebruik door onder andere kleine dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis en Noordse vleermuis (Baranauskas 2010, 2011, Bartonicka & Rehak 2007, Lourenço & Palmeirim 2004, Flaquer *et al.* 2006, Michaelsen 2011).



Foto 4.7 Grote kraamkast voor gewone dwergvleermuizen in Tilburg.

Een nieuwe toepassing van dit type kasten is bevestiging van kasten aan palen, de zogenaamde paalkasten (Tuttle & Hensley 2003) De kasten worden inmiddels ook in Nederland toegepast⁴, met tot zover bekend alleen gebruik door kleine aantallen gewone dwergvleermuizen.



Foto's 4.8 en 4.9 Bureau Waardenburg ontwierp en bouwde voor de gemeente Utrecht deze grote paalkast.

⁴ Paalkasten staan onder andere in de gemeenten, Groningen, Tilburg, Utrecht, Eindhoven en Coevorden.

Kant- en klare vleermuiskasten van dit model zijn nog vrij schaars en zijn voor de functie als kraamverblijf vaak aan de kleine kant. Veel in Nederland toegepaste kasten zijn als maatwerk gebouwd.

Tabel 4.4 Overzicht van in Nederland regelmatig gebruikte typen grote platte vleermuiskasten

Naam	koop / zelfbouw	materiaal	afmetingen (HxBxD / Ø)	bijzonderheden
Schwegler 1 FTH	Koop	houtbeton / hout	70x50x20 cm	Plat, 3 lagen
Schwegler 1FFH	Koop	houtbeton	87,5x24,5x19 cm	Plat 2 lagen. Voor bomen.
Vivara Vleermuizen- kraamkast	Koop	hout	78x51x16,5 cm	Plat, 3 lagen
Strobel Sommerröhre	Koop	houtbeton	H70 / Ø 23 cm	Rond, 5 lagen. Voor bomen.
BCI Nursery House	Zelfbouw	hout	vanaf 80x50x16 cm	Plat, 3-4 lagen
grote kraamkast “Korstenkast”	Zelfbouw	hout	180x100x16 cm	Plat, 3 lagen.

4.6 Inbouwkasten

Inbouwkasten zijn kasten die al dan niet zichtbaar in de constructie van een gebouw worden opgenomen. Inbouwkasten zijn voornamelijk van (hout-)beton of keramiek. Ze worden in of achter de buitenmuur ingemetseld. De kasten zijn dan opgenomen in een grotere massa en bieden een grotere temperatuurbuffer dan (kleine) vleermuiskasten die aan de muur worden geplaatst. In de praktijk worden zowel prefab als op maat gemaakte kasten toegepast. Prefabkasten zijn vaak van (hout)beton of keramiek. Op maat gemaakte kasten zijn van hout en worden dan in de spouw geplaatst (Korsten & Limpens 2011). De omvang van de prefab kasten is vaak afgeleid van de kleinere traditionele kasten en blijft nog achter bij de omvang van natuurlijke verblijfplaatsen in gebouwen. Het aantal temperatuurgrediënten is bij deze relatief kleine kasten vaak nog gering.

Hoewel het aanbod en toepassing van inbouwkasten groeit is over de resultaten relatief weinig bekend (Williams 2010). Inbouwkasten zijn in Oost- en Midden-Europa succesvol toegepast bij het behoud van zomer- en winterverblijfplaatsen van rosse vleermuizen bij renovatieprojecten van zogenaamde “plattenbau” flats (Stapel 2001, Hermanns *et al.* 2002, Tost-Hötzl 2009, Hoffmeister 2012). In Nederland zijn enkele voorbeelden bekend van gebruik door kleine groepen gewone dwergvleermuizen (Korsten 2010, mondelinge mededeling R. Noordhuis).



Foto 4.10 Inbouwkast Schwegler 1FR met gewone dwergvleermuizen. Foto inzet: W. Overman.

Tabel 4.5 Overzicht van in Nederland regelmatig gebruikte typen inbouwkasten

Naam	Koop / zelfbouw	materiaal	Afmetingen (HxBxD / Ø)	Bijzonderheden
Schwegler 1FR / 2FR	Koop	Houtbeton	47,5x20x12,5	Als 2FR in de breedte schakelbaar
Schwegler 1W1	Koop	“Light” beton	54,5x34,5x9,5 cm	Voor zomer- en winter.
Schwegler 1FE	Koop	Houtbeton	30x30x8 cm	Evt. met doorgang naar achterliggende ruimte
Vivara Pro inbouwkasten	Koop	houtbeton	50x22x14	In breedte schakelbaar
Habibat Bat Box	Koop	Beton/baksteen	44x21,4x10,3 cm	Met baksteen-profiel

In Duitsland leveren Strobel en Hasselfelt ook diverse modellen (schakelbare) inbouwkasten.

4.7 Verwarmde kasten

Een nieuwe ontwikkeling zijn vleermuiskasten met een kunstmatige warmtebron. Meestal gaat het om een in de vleermuiskast opgenomen warmtemat met temperatuurregulator die zorgt dat de binnentemperatuur niet onder en boven vastgestelde waarden kan komen.

Experimenten met verwarmde kasten in de Verenigde Staten (Kiser & Kiser 2004a), Engeland (Swift 2005) en Noorwegen (Michaelsen 2011) laten zien dat deze kasten in relatief korte tijd (soms enkele dagen!) door vleermuizen als kraamverblijfplaats in gebruik worden genomen. Een snelle acceptatietijd is vaak belangrijk voor mitigatie- en compensatieprojecten. In Engeland zijn er al adviesbureaus en producenten die prefab verwarmde kasten leveren⁵. Verwarmde kasten bestaan meestal uit meerdere compartimenten. Kunstmatige verwarming kan ook een rol spelen in het vorstvrij houden van vleermuiskasten.

Hoewel ook in Nederland al wel met verwarmde kasten wordt geëxperimenteerd, is er nog niet over de resultaten gepubliceerd.

4.8 Inclusief bouwen

Wanneer voorzieningen van vleermuizen een onlosmakelijk deel worden van een gebouwdeel spreken we niet meer van vleermuiskasten. Dat is het geval wanneer bijvoorbeeld gevelbetimmering en/of muurdelen op grote schaal zodanig worden geconstrueerd dat ze ook voor vleermuizen toegankelijk en geschikt zijn. Door hun omvang en massa bieden dergelijke verblijven meestal voldoende temperatuurgradiënten en bufferwaarde om ook als winter- of kraamverblijfplaats te voldoen. Meer informatie over dergelijke bouwkundige voorzieningen is o.a. te vinden in de brochure 'Vleermuisvriendelijk bouwen' (Korsten & Limpens 2011) en de zeer uitgebreide publicaties 'Baubuch Fledermausen' (Dietz & Weber 2000) en Leitfaden Fledermausquartiere an Gebäuden (Tost-Hötzel 2009).

⁵ Bijvoorbeeld "MAB environment & ecology" en "AMA ecology & environment"



Foto 4.11 Bij inclusief bouwen worden grote delen van spouwmuren speciaal ingericht voor vleermuizen.

5 Soortbespreking

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt van een aantal soorten het gebruik van vleermuiskasten besproken. Daarbij is de keuze gemaakt voor soorten die algemeen in Nederland voorkomen en waarvan verblijfplaatsen in gebouwen en bomen regelmatig door menselijk ingrijpen in het geding zijn. Per soort wordt de ecologie van verblijfplaatsen in het algemeen besproken en het gebruik van vleermuiskasten als verblijfplaats. Vervolgens wordt de potentie van vleermuiskasten als verblijfplaatsen voor die soort beoordeeld: in welke mate zijn vleermuiskasten geschikt als (vervangende) verblijfplaats voor die soort of in welke mate benaderen ze de natuurlijke verblijfplaatsen?

Andere soorten komen kort en gezamenlijk aan bod. Wanneer de werking van kasten voor zeldzame of niet in Nederland voorkomende andere soorten wel relevant is wordt hieraan kort aandacht besteed.

5.2 Gewone dwergvleermuis (*Pipistrellus pipistrellus*)

5.2.1 Ecologie

De gewone dwergvleermuis is voornamelijk een bewoner van spleetvormige ruimten in gebouwen. Verblijfplaatsen zijn bekend in spouwmuren, daklagen en achter gevelbetimmering. Bomen worden slechts weinig gebruikt. Het is de meest algemeen voorkomende soort in Nederland, die tot ver in stedelijk gebied kan worden waargenomen. Gedurende het kraamseizoen (half mei – juli) verblijven vrouwtjes in groepen van gemiddeld 40 tot 200 dieren. Daarbij lijkt er een voorkeur te zijn voor verblijfplaatsen met temperatuur van 25 tot 35 graden, waarbij de nachttemperatuur niet vaak lager komt dan 20 graden (Simon *et al.* 2004, Reiter & Zahn 2006). Buiten deze periode verblijven de dieren veelal solitair of in klein groepsverband. Bijvoorbeeld in de paarperiode augustus-oktober, wanneer mannetjes vaak een harem hebben. Ook in de winter brengen dwergvleermuizen vaak solitair of in klein groepsverband door. De dieren kunnen echter ook in grote aantallen, duizenden dieren, de winter doorbrengen in massa-winterverblijven.

5.2.2 Gebruik van kasten

Algemeen

De gewone dwergvleermuis heeft een voorkeur voor platte kasten met een diepe spleetvormige ruimte, met niet meer dan 2 cm binnenruimte. Hij wordt weinig in bolle kasten aangetroffen. Er is geen voorkeur voor houten of houtbeton waargenomen. De gewone dwergvleermuis is een pionier en daarmee één van de eerste soorten die in kasten wordt aangetroffen, meestal binnen één tot drie jaar.

Kraamverblijfplaats

Waarnemingen van kraamkolonies in vleermuiskasten zijn relatief zeldzaam. In Nederland zijn slechts enkele gevallen bekend van kraamverblijfplaatsen in vleermuiskasten. Dit zijn allemaal in groot formaat uitgevoerde kasten met meervoudige compartimenten (Korsten 2006, pers. mededeling L. Hunink, (Econsultancy), pers mededeling G. Kolenbrander). Beschrijvingen van andere kraamkolonies in Europa in kasten zijn nog bijzonder schaars. Zie ook § 4.5.

Winterverblijfplaats

Soms brengen individuele dieren zachte winters door in kasten met weinig bufferwaarde, zoals kasten aan bomen of kasten aan gebouwen, maar deze dieren verdwijnen bij langdurige vorstperioden (eigen waarnemingen Korsten & Marcelissen, Ohlendorf *et al.* 2010) Van de in de handel verkrijgbare winterslaapkasten voor montage aan gevels zijn nog geen resultaten gevonden. In kasten die als wegkruipmogelijkheid *in* bovengrondse gebouwen waren geplaatst zijn wel overwinterende dieren aangetroffen (Vreugdenhil *et al.* 2011).

Paarverblijfplaats

Waarnemingen van paargroepen of alleen verblijvende seksueel actieve mannetjes in vleermuiskasten zijn relatief algemeen. In bossen worden vleermuiskasten soms al na één jaar door mannetjes als paarplaats in gebruik genomen, ook als er in de wijde omtrek geen gebouwen staan. Dat doet vermoeden dat mannetjes ook in spleetvormige ruimten in bomen paarplaatsen zoeken.

Zomerverblijfplaatsen

Wanneer in een gebied met vleermuiskasten deze door gewone dwergvleermuizen in gebruik zijn genomen kunnen er jaarrond vooral individuele dieren in kasten worden aangetroffen. Naast een piek in het najaar (paarplaatsen) kan er ook een piek in de bezetting in het voorjaar voorkomen (Korsten & Marcelissen 2006).



Foto 5.1 Gewone dwergvleermuizen in Vivara-kast Oekraïne

5.2.3 Potentie-analyse

Vleermuiskasten worden nog erg weinig door gewone dwergvleermuizen als kraamverblijfplaats gebruikt. De behoefte aan hoge stabiele temperaturen en temperatuurgradiënten kan daarbij een rol spelen. Zon beschienen grote kasten met meervoudige compartimenten hebben de grootste potentie om hieraan te kunnen voldoen. Een gevel kan daarbij ook extra bufferwaarden geven. Inbouwkasten zijn interessant voor kraam- en winterverblijfplaatsen, maar zijn door hun omvang vaak nog te klein om in voldoende temperatuurgradiënten te voorzien.

Tabel 5.1 Overzicht van het gebruik van vleermuiskasten door de gewone dwergvleermuis

	zomer	kraam	paar	winter
Klein bol	3	4	2	4
Klein plat	1	4	1	4
Winterkast	?	?	?	?
Meervoudige (plat)	2	3 / ?	2	3
Inbouw standaard	3 / ?	?	?	?
Inbouw maatwerk	?	?	?	?

Geschikt	1: algemeen waargenomen
Potentie	2: waargenomen
Ongeschikt	3: zelden waargenomen
	4: zeer zelden waargenomen
	?: (vrijwel) geen data bekend

5.3 Ruige dwergvleermuis (*Pipistrellus nathusii*)

5.3.1 Ecologie

De ruige dwergvleermuis is een bewoner van holtes en spleetvormige ruimten in bomen, ook wel in gebouwen. Het is een sterk migrerende soort met de belangrijkste kraamgebieden in Noordoost-Europa. De overwinteringsgebieden bevinden zich vooral in West-Europa. De jaarlijkse migratie wordt vrijwel alleen door vrouwtjes ondernomen. Mannetjes blijven jaarrond aanwezig, voornamelijk in de overwinteringsgebieden. Paring vindt plaats in kleine paargroepen (harem), voornamelijk in migratiegebieden en overwinteringsgebieden. Nederland is migratiegebied en overwinteringsgebied. Er is slechts één keer met zekerheid een kraamkolonie in Nederland vastgesteld (Limpens *et al.* 1997).

Kraamverblijfplaatsen (20-200 dieren) zijn vooral bekend uit Noord-oost Europa en worden vaak aangetroffen in houten gevels van gebouwen. Van temperaturen in kraamverblijfplaatsen is niet veel bekend, maar bij een kraamkolonie in een schuur in Zuid-Duitsland lagen voorkeurstemperaturen tussen de 34 en 40 C. (Gelhaus & Zahn 2010). Zomerverblijfplaatsen en paarplaatsen worden vaak aangetroffen in allerlei kleine spleetvormige ruimtes in bomen en gebouwen. Ruige dwergvleermuizen overwinteren individueel of in kleine groepjes in bomen en gebouwen, maar ook in houtstapels en rotsspleten.

5.3.2 Gebruik van kasten

Algemeen

De ruige dwergvleermuis heeft een voorkeur voor platte kasten met een nauwe binnenruimte van 2-2,5 cm, maar hij wordt ook wel in bolle kasten en vogelkasten aangetroffen. In paargebieden kan de vraag naar verblijfplaatsen zo groot zijn dat ze ook al gebruik maken van zeer kleine spleten in bomen en ook zeer kleine kasten gebruiken⁶. Er is geen voorkeur voor hout of houtbeton waargenomen. Waar ruige dwergvleermuizen voorkomen behoort de soort tot de eerste gebruikers van vleermuiskasten, vaak al binnen 1-2 jaar.

Kraamverblijfplaatsen

Onderzoek met vleermuiskasten in Lithouwen laat zien dat ruige dwergvleermuis ook kasten als kraamverblijfplaats gebruikt (Baranauskas *et al.* 2011). Kraamgroepen werden al snel gevonden in aan bomen en palen gemonteerde grote kasten met meervoudige compartimenten (3-compartimentenmodel, afgeleid van BCI Nursery House) en in bolle kasten. De meeste kraamgroepen bevonden zich in de 3-compartimenten kasten, met een groepsgrote van 60-200 dieren. In bolle kasten was de kraamgroep niet groter dan 50 dieren. Kleine platte kasten werden niet door kraamgroepen gebruikt.

Winterverblijfplaatsen

Soms brengen individuele dieren of kleine groepjes zachte winters door in kasten met weinig bufferwaarde (Twisk 2006, van der Kuil 2008 & 2010, Meschede *et al.* 2000). De ruige dwergvleermuis lijkt daarbij wel wat winterharder dan de gewone dwergvleermuis, maar hij zoekt bij strenge vorstperioden toch andere plaatsen op.

Paarverblijfplaatsen

Waarnemingen van paargroepen of alleen verblijvende seksueel actieve mannetjes in vleermuiskasten zijn in typische paargebieden van ruige dwergvleermuizen zeer algemeen. In Nederland liggen deze paargebieden voornamelijk in Noord- en West-Nederland en in rivierdalen. Bij onderzoeken met kasten in die gebieden worden meestal vrijwel alleen ruige dwergvleermuizen in de kasten aangetroffen, ook als andere soorten wel degelijk in het gebied aanwezig zijn (Twisk 2006)

Zomerverblijfplaatsen

Kasten die als paarverblijfplaats worden gebruikt zijn vaak jaarrond door een mannetje in gebruik. Soms treedt clustering van mannetjes op (Limpens *et al.* 1997). In een paar- en migratiegebied is ook waargenomen dat in het vroege voorjaar grote groepen dieren in kleine platte kasten clusteren (Twisk 2006).

⁶ in een experiment werden zelfs opgehangen sigarenkistjes als paarplaats in gebruik genomen (mondelinge mededeling Theo Douma).



Foto 5.2 Ruige dwergvleermuizen in platte vleermuiskast, model Boshamer.

5.3.3 Potentie-analyse

Vleermuiskasten lijken in vrijwel alle verblijfplaatsfuncties van ruige dwergvleermuizen te kunnen voorzien. De acceptatie van grote houten vleermuiskasten met meerdere compartimenten komt mogelijk voort uit het traditioneel gebruik van bomen en houten gevels van gebouwen. Van grote platte gevelkasten mag eenzelfde gebruik worden verwacht.

Inbouwkasten en overwinteringskasten met hoge bufferwaarden lijken in potentie ook geschikt als winterverblijfplaats.

Tabel 5.2 Overzicht van het gebruik van vleermuiskasten door de ruige dwergvleermuis.

	zomer	kraam	paar	winter
Klein bol	1	2	1	2 / 3
Klein plat	1	4	2 / 3	2 / 3
Winterkast	?	3	?	2 / 3
Meervoudige (plat)	1	1	2	3
Inbouw standaard	?	?	?	?
Inbouw Maatwerk	?	?	?	?

Geschikt	1: algemeen waargenomen
Potentie	2: waargenomen
Ongeschikt	3: zelden waargenomen
	4: zeer zelden waargenomen
	?: (vrijwel) geen data bekend

5.4 Laatvlieger (*Eptesicus serotinus*)

5.4.1 Ecologie.

De laagvlieger is vrijwel uitsluitend een bewoner van spleetvormige ruimten in gebouwen. Hij wordt vooral in daken aangetroffen, ook wel achter gevelbetimmering of in spouwmuren.

Kraamgroepen bestaan uit 10-60 dieren. Kraamgroepen verhuizen zelden of weinig en blijven tot in augustus bij elkaar (Harbusch & Racey 2006). Temperaturen in kraamverblijfplaatsen liggen gemiddeld tussen de 25°C en 35°C (Reiter & Zahn 2006, Simon *et al.* 2004) maar zijn ook lager waargenomen (22°C) (Harbusch & Racey 2006).

Mannetjes verblijven gedurende het jaar vaak individueel of in kleine groepen, niet zelden in verblijfplaatsen van andere soorten. Van paarverblijfplaatsen en paargedrag is weinig bekend. Ook van winterverblijfplaatsen is weinig bekend. Overwinterende dieren zijn in kleine aantallen aangetroffen bij de ingangen van grotten en in diepe spleetvormige ruimtes in bovengrondse gebouwen.

5.4.2 Gebruik van kasten

Algemeen

De laatvlieger is in heel Europa nog zelden in vleermuiskasten aangetroffen (Messchede *et al.* 2000, Simon *et al.* 2004, Heise 1983). De weinige beschikbare waarnemingen betreffen meestal individueel dieren. Standaard vleermuiskasten mogen daarom over het algemeen ook als ongeschikt beschouwd worden voor deze soort.

Recent zijn wel successen behaald met vleermuiskasten die bij renovaties op de plek van de oorspronkelijk verblijfplaats werden opgenomen. Eén geval betrof een verblijfplaats in een spouw, waarbij een natuurstenen vensterbank en radiator als warmtebronnen dienden. Het andere geval was een verblijfplaats in een dak, waarbij tussen de dakbetimmering een vleermuiskast werd ingebouwd (Frömert 2012). In beide gevallen was het zo dicht mogelijk benaderen van de oorspronkelijk situatie een belangrijke succesfactor.

5.4.3 Potentie-analyse

De afwezigheid van laatvliegers in vleermuiskasten is opvallend. Mogelijk speelt ook zijn plaatstrouw hierin een rol. Als laatvliegers sterk gebonden zijn aan de gebouwen die ze gebruiken, duiken ze in voor onderzoek opgehangen vleermuiskasten niet snel op. Zeker niet als vleermuiskasten tot nu toe vooral nog in bosgebieden zijn ingezet. In de typische leefgebieden van de laatvlieger, dorpen in kleinschalig agrarisch landschap, zijn vleermuiskasten nog maar weinig toegepast.

Als warmteminnende dakbewoner biedt het inbouwen van kasten in schuine daken waarschijnlijk de hoogste kans op succes. Waarnemingen van (kraam-)verblijfplaatsen

van laatvliegers achter gevelbetimmering doen wel vermoeden dat ook grote (meervoudige) gevelkasten geschikte verblijfplaatsen kunnen zijn. In een mitigatiekast voor gewone dwergvleermuizen werden recent twee laatvliegers aangetroffen (mondelinge mededeling L. Hunink).

Een aantal verwante soorten geeft misschien inzicht in welk type kasten voor laatvliegers geschikt kunnen zijn. In Scandinavië gebruiken Noordse vleermuizen (*Eptesicus nilssonii*) grote geïsoleerde of verwarmde kasten als kraamverblijfplaats (Michaelson 2011). De in de Verenigde Staten en Canada voorkomende big brown bat (*Eptesicus fuscus*) lijkt in zijn natuurlijke (kraam-)verblijfplaatskeuze en gedrag ook wel wat op onze laatvlieger. Hij gebruikt wel regelmatig grote meervoudige kasten, zowel kasten aan gebouwen als kasten op palen (Tuttle & Hensley 2003, diverse berichten op www.bathouseforum.org). De Europese tweekleurige vleermuis lijkt in zijn verblijfplaatskeuze ook op de laatvlieger. Grote mannengroepen van deze soort zijn recent in gevelkasten aangetroffen (Deschka 200x).

Tabel 5.3 Overzicht van het gebruik van vleermuiskasten door de laatvlieger.

	zomer	kraam	paar	winter
Klein bol	4 / ?		?	
Klein plat	4 / ?		?	
Winterkast	?		?	
Meervoudige (plat)	4 / ?	?	?	?
Inbouw standaard	?	?	?	?
Inbouw Maatwerk	3 / ?	3 / ?	?	?

Geschikt	1: algemeen waargenomen
Potentie	2: waargenomen
Ongeschikt	3: zelden waargenomen
	4: zeer zelden waargenomen
	?: (vrijwel) geen data bekend

5.5 Meervleermuis (*Myotis dasycneme*)

5.5.1 Ecologie

Buiten de winterperiode verblijven meervleermuizen vrijwel uitsluitend in gebouwen. Kraamgroepen en zomerverblijfplaatsen zijn vooral aangetroffen in spouwmuren en daklagen, maar ook wel op (kerk-)zolders. Opvallend is de voorkeur van de kraamgroepen in Nederland voor spouwmuren (luchtspouw) en daklagen in gebouwen uit de jaren '60'. Temperaturen in kraamverblijfplaatsen zijn niet bekend. Mannetjes zitten in de zomerperiode alleen of in kleine groepen in vergelijkbare ruimte in gebouwen.

In de winterperiode verblijven meervleermuizen in matig gebufferde ondergrondse ruimtes (mergelgroeven, ijskelders, bunkers) met een relatief hoge luchtvochtigheidsgraad. De paring vindt plaats in de winterverblijfplaatsen maar

paargroepen zijn ook waargenomen in vleermuiskasten op migratieroutes (Haarsma 2011).

5.5.2 Voorkomen in kasten

Algemeen

De meervleermuis wordt wel in kasten aangetroffen, maar uitsluitend individuele dieren of paargroepen (Haarsma 2011, Meschede *et al.* 2000). Vooral nog zijn deze alleen in kleine platte kasten vastgesteld

Potentie-analyse

Doordat grote (kraam-)groepen van meervleermuizen uitsluitend zijn gevonden in spouwmuren en op zolders is het aannemelijk dat de voorkeur uitgaat naar een verblijfplaats met matige tot hoge temperaturen, een hoge bufferwaarde en veel temperatuurgradiënten. Bij onderzoek naar een kraamverblijfplaats in een bedrijfspand werd waargenomen dat groepjes jongen vaak op de warmste plekken clusteren, onder andere bij een warmtebron met een temperatuur van ongeveer 35 graden (mondelinge mededeling A.J. Haarsma). Waarschijnlijk kunnen alleen grote op de oorspronkelijk situatie afgestemde voorzieningen een rol spelen als vervangende zomer- of kraamverblijfplaats. Op zolders kunnen vleermuiskasten wel in extra wegkruipmogelijkheden voorzien.

Tabel 5.4 Overzicht van het gebruik van vleermuiskasten door de meervleermuis.

	zomer	kraam	paar	winter
Klein bol				
Klein plat			2*	
Winterkast				
Meervoudige (plat)	?		?*	
Inbouw standaard	?		?*	
Inbouw maatwerk	?	?	?*	?

Geschikt 1: algemeen waargenomen

Potentie 2: waargenomen

Ongeschikt 3: zelden waargenomen

4: zeer zelden waargenomen

?: (vrijwel) geen data bekend

* hier worden paarplaatsen aan migratiesroutes bedoeld, niet de ondergrondse winterverblijven waarin ook paring kan plaatsvinden.

5.6 Rosse vleermuis (*Nyctalus noctula*)

5.6.1 Ecologie

De rosse vleermuis is een migrerende soort met de belangrijkste kraamgebieden in Noord- en Noordoost-Europa en de overwinteringsgebieden vooral in Zuidelijk en Midden-Europa. In de zomer is de rosse vleermuis voornamelijk bekend als

boombewoner. Kraamverblijfplaatsen, mannenverblijfplaatsen en paarverblijfplaatsen worden aangetroffen in boomholtes, voornamelijk uitgerotte spechtengaten. Incidenteel worden ook hoge gebouwen of bruggen in de zomer gebruikt. Kraamgroepen bestaan meestal uit twintig tot zestig vrouwtjes. Over temperaturen van kraamverblijfplaatsen is niet veel bekend, maar bij kraamgroepen in gebouwen schommelden de dagelijkse temperatuur tussen de 24° C en 34° C. (Bihari 2004.)

Winterverblijfplaatsen met grote groepen dieren zijn bekend van holtes in dikke bomen. In Midden- en Oost-Europa worden in de winter in spleetvormige ruimten in (hoge) gebouwen, bruggen en rotskliffen of grotten regelmatig groepen van honderden tot vele duizenden dieren aangetroffen. Winterverblijven in bomen tellen eerder honderd tot tweehonderd dieren. In Nederland zijn van de rosse vleermuis vooral verblijfplaatsen in bomen bekend. Uitzonderingen zijn een kraamverblijfplaats in een hoge schoorsteen (Limpens e.a. 1997) en een winterverblijfplaats in een gebouw (persoonlijke mededeling Th. Douma en D. Tuitert).

5.6.2 Voorkomen in kasten

Algemeen

De rosse vleermuis is een regelmatige bewoner van ruime platte kasten en bolle kasten. Platte kasten worden vanaf een binnenruimte van 2,5 – 3 cm gebruikt, maar grote groepen worden pas aangetroffen in bolle kasten met veel meer binnenruimte. Door hun hoge vliegsnelheid en beperkte wendbaarheid is het belangrijk dat kasten hoger dan 4 meter hangen en de zwerm- en aanvliegruimte vrij is van obstakels. Houten en houtbetonnen kasten worden gebruikt, maar houtbetonnen kasten lijken eerder ontdekt te worden door rosse vleermuizen (Poulton 2006).

Bij onderzoek met vleermuiskasten in bossen duurt het gemiddeld 1-3 jaar voordat rosse vleermuizen in kasten worden aangetroffen.

Kraamverblijfplaatsen

Kraamverblijfplaatsen van rosse vleermuizen in vleermuiskasten zijn niet heel erg algemeen, maar worden wel regelmatig aangetroffen. Meestal worden bolle kasten gebruikt, waarin dieren kunnen clusteren.

De omvang van kraamgroepen in vleermuiskasten is in vergelijking met kraamgroepen in bomen vaak klein. Er zijn wel groepen aangetroffen van 20 tot 30 dieren met jongen (Heise 1989), maar heel vaak worden kleinere groepjes dieren met één of enkele jongen aangetroffen. Mogelijk gebruiken rosse vleermuizen vleermuiskasten ook om los van de kraamgroep in een naburige boom hun jongen te werpen (Windeln 2010b). De beperkte omvang van de meeste bolle kasten kan een beperkende factor zijn in de omvang van kraamkolonies. Kraamgroepen van rosse vleermuizen komen vaker voor in met een inhoud van 4-5 liter of meer, dan in kleinere kasten (Meschede 2000).

Beschrijving van kraamgroepen van rosse vleermuizen in kasten in Nederland zijn zeer schaars. Er worden weliswaar grote groepen dieren in de kraamtijd in kasten aangetroffen, maar over de aanwezigheid van juveniele dieren is weinig bekend.

Navraag bij Nederlandse vleermuiswerkers leverde slechts één locatie op met goed gedocumenteerde waarnemingen van een kraamgroep met veel jongen (pers. mededeling D. Venema). Terughoudendheid in het controleren (open maken) van vleermuiskasten in de kraamtijd kan een reden zijn voor het lage aantal waarnemingen van kraamgroepen in kasten.



Foto 5.3 Kraamgroep rosse vleermuizen in een vleermuiskast, model Ridder. (Foto: Durk Venema).

Winterverblijfplaatsen

Rosse vleermuizen worden vaak laat in het najaar nog in vleermuiskasten aangetroffen, maar bij langdurige en strenge vorst verlaten de dieren deze kasten.

De rosse vleermuis is de eerste soort waarvoor speciale overwinteringskasten zijn ontwikkeld. Dit zijn de modellen 1FW (Schwegler) en de Winterschlafkasten (Strobel) beide bedoeld om aan bomen te hangen. Van deze kasten zijn waarnemingen van succesvol overwinterende rosse vleermuizen bekend (Horn 2009) maar ook waarnemingen van enkele tot tientallen doden rosse vleermuizen (Schmidt 2010b, Meschede 2000). Voor de doodsoorzaak wordt naar de beperkte buffering voor extreem lage temperaturen verwezen, maar ook naar verstikking door mest- en urineophoping en te weinig ventilatie (persoonlijke mededeling J. v.d. Kooij). De toepassing van deze kasten wordt door sommige auteurs ter discussie gesteld (o.a. Stratmann 2008).

Betere resultaten zijn behaald met grote vleermuiskasten en inbouwkasten voor in gebouwen en bruggen overwinterende rosse vleermuizen (Stapel 2001, Hermanns *et al.* 2002, Tost-Hötzel 2009). Vaak gaat het daarbij om winterverblijfplaatsen in dilatatievoegen van betonplaten, spouwmuuren en holle ruimten van zonweringskasten die door renovatie of na-isolatie in het geding kwamen. Het opnemen van

inbouwkasten in de constructie (vaak in de isolatielaag) was in hoge mate succesvol (Hoffmeister 2012). Ook zijn successen behaald met tijdelijk en blijvend aan of op gebouwen geplaatste kasten (Beck & Schelbert 1999).

Paarverblijfplaatsen en zomerverblijfplaatsen

Paargroepen worden in kasten waargenomen in de periode augustus tot en met oktober en soms worden ook in die kasten ook in november nog dieren waargenomen. Jaarrond kunnen individueel verblijvende dieren in kasten worden aangetroffen. Na de winter, in de aanloop naar de kraamtijd, kunnen weer kleine en soms grote groepen rosse vleermuizen in kasten worden aangetroffen, die vervolgens in de kraamtijd weer afwezig zijn (eigen waarnemingen E. Korsten & J. Marcelissen, mondelinge mededeling Th. Douma en D. Tuitert).



Foto 5.4 Rosse vleermuis in een Schwegler 2F-kast.

5.6.3 Potentie-analyse

Uit de diversiteit van functionele verblijfplaatsen in kasten kan worden afgeleid dat rosse vleermuizen vleermuiskasten over het algemeen wel accepteren. Alleen bij de inzet van aan bomen geplaatste kasten voor kraamverblijfplaatsen en winterverblijfplaatsen dienen nog wel de nodige kanttekeningen geplaatst te worden. De beperkte omvang van traditionele kasten kan al een beperkende factor in de omvang van kraamgroepen in kasten zijn. Een andere belangrijke oorzaak kan gelegen zijn dat aan bomen geplaatste vleermuiskasten vrijwel altijd veel schaduw van het bladerdak krijgen en vaak niet de voor kraamverblijfplaatsen vereiste temperaturen halen. De boomholtes in bomen zitten vaak onder het bladerdak maar delen in de warmte opslag van boomdelen die wel veel zon vangen. In gebouwen

vertoonden rosse vleermuizen een voorkeur voor west-georiënteerde gevels die vooral in de avond veel opwarmden (Bihari 2004). Grotere, meer zon beschenen kasten met meer temperatuurgradiënten zouden wellicht ook geschikt zijn voor grotere kraamkolonies.

Voor overwinteringskasten aan bomen, geldt mogelijk hetzelfde. De omvang van dergelijke kasten is in vergelijking met een boom nog zeer gering waardoor de kast gevoeliger is voor zeer lage temperaturen en snelle temperatuurswisselingen. Grotere en nog beter geïsoleerde kasten zouden wellicht wel de vereiste temperaturen kunnen bereiken.

Waar verblijfplaatsen van rosse vleermuizen in een gebouw in het geding zijn kunnen grote meervoudige vleermuiskasten en inbouwkasten in tijdelijke of permanente vervangende verblijfplaatsen voorzien.

Tabel 5.5 Overzicht van het gebruik van vleermuiskasten door de rosse vleermuis

	zomer	kraam	paar	winter
Klein bol		3 2 ^B		
Klein plat	3 2 ^B	4	3 2 ^B	
Winterkast	2	2	2	2 / 3
Meervoudige (plat)	2 / 3 ^C	? ^C	2 / 3	2 / 3 ^C
Inbouw standaard	? ^C	? ^C	2 ^C / 3 ^C	2 ^C
Inbouw maatwerk	? ^C	? ^C	2 ^C / 3 ^C	2 ^C

Geschikt	1: algemeen waargenomen
Potentie	2: waargenomen
Ongeschikt	3: zelden waargenomen
	4: zeer zelden waargenomen
	?: (vrijwel) geen data bekend
A	in groot model ruime kasten
B	in kasten met binnenruimte meer dan > 2, 5 cm
C	in kasten aan gebouwen / bruggen

5.7 Gewone Grootoorvleermuis (*Plecotus auritus*)

5.7.1 Ecologie

De gewone grootoorvleermuis is in zijn keuze voor verblijfplaatsen veelzijdig en gebruikt zowel gebouwen als bomen als verblijfplaats.

In gebouwen worden zolders en spleetvormige ruimten vooral als zomer-, paar- of kraamverblijfplaatsen gebruikt. Dat kunnen zolders van grote gebouwen zijn (kerken, kloosters, boerderijen en open ruimtes in extensief gebruikte schuren, stallen en loodsen. Daarbij hangen de dieren vrij onder het dak of zijn ze weggekropen in gaten en kieren in de balken- en dakconstructies. Ook ruime spleetvormige ruimten in een spouw of achtergevel-betimmer worden als verblijfplaats gebruikt. Al deze plekken worden ook wel als winterverblijfplaats gebruikt, maar bij strenge en langdurige vorst verhuizen gewone grootoorvleermuizen meestal naar ondergrondse verblijfplaatsen (kelders, bunkers etc.). In kraamverblijfplaatsen in gebouwen werden

voorkeurstemperaturen van 25 tot 35 graden gemeten. Boven de 40 graden verlieten dieren de verblijfplaats.

In bomen worden boomholten vooral als kraam- en zomerverblijfplaatsen gebruikt. In schuren en ruimtes achter schors kunnen ook kleine groepjes of individuele dieren gevonden. Over de aanwezigheid van paargroepen in bomen is weinig bekend. Waarnemingen van overwinterende grootoorvleermuizen in bomen zijn schaars, maar zijn ook moeilijk op te sporen.

Lokale kraamgroepen gebruiken vaak meerdere verblijfplaatsen tegelijk (soms ook binnen één gebouw) en verhuizen vaak tussen deze verblijfplaatsen. Kraamkolonies variëren sterk in grootte van vijf tot vijftig vrouwtjes.

5.7.2 Gebruik van kasten

Algemeen

De gewone grootoorvleermuis is vaak de eerste soort die in nieuwe kasten in bossen opduikt. Dieren kunnen vaak al binnen één jaar na het ophangen van kasten worden aangetroffen (Meschede 2000). Ze geven de voorkeur aan bolle vleermuiskasten of ruime platte kasten. Individuele dieren en kleine groepjes worden ook wel in platte kasten aangetroffen.

Ook kasten op slechts 2-3 meter hoogte en kasten met weinig aanvliegruimte worden gebruikt. Zowel kasten aan bomen als kasten aan gebouwen worden gebruikt.

Op zolders worden vleermuiskasten als extra wegkruipmogelijkheden gebruikt (Elling 2010, eigen waarneming E. Korsten).

Kraamverblijfplaatsen

Waarnemingen van kraamgroepen gewone grootoorvleermuizen in vleermuiskasten in bossen zijn vrij algemeen. Het aantal dieren in de kast bedraagt meestal tussen de 10 en 20 dieren met jongen. Dieren verhuizen vaak naar andere kasten en bomen in de directe omgeving (Heise & Schmidt 1989).

Winterverblijfplaatsen

Waarnemingen van grootoorvleermuizen in vleermuiskasten in de winter zijn zeldzaam. Bij zacht weer worden soms nog wel dieren in kasten aangetroffen, maar zodra het vriest worden de kasten verlaten.

Paarverblijfplaatsen en zomerverblijfplaatsen

Gewone grootoorvleermuizen kennen twee paarseizoenen. Eerst in het najaar in de maanden augustus tot en met oktober, de tweede in het vroege voorjaar in de maanden februari tot en met april. In beide perioden vindt zwermgedrag en paring in of in de buurt van ondergrondse winterverblijfplaatsen plaats, maar lijkt er ook sprake te zijn van paargedrag bij andere verblijfplaatsen. In beide perioden kunnen groepen grootoorvleermuizen in kasten opduiken (Boshamer 2003-2011).

Zomerverblijfplaatsen

Buiten de winter kunnen in alle seizoenen individuele of kleine groepjes grootoorvleermuizen in kasten worden aangetroffen.



Foto 5.5 Gewone grootoorvleermuizen in bolle vleermuiskast, Model Bekker.

5.7.3 Potentie-analyse

Vleermuiskasten worden in bossen vrij snel door grootoorvleermuizen in gebruik genomen en met uitzondering van winterverblijfplaats worden ze voor alle functies gebruikt. Doordat grootoorvleermuizen in klein populatieverband leven en een klein leefgebied hebben kan het gebruik van vogel- of vleermuiskasten ook onderdeel worden van een populatiecultuur. Nieuwe vleermuiskasten of vleermuiskasten in aangrenzende gebieden kunnen dan ook snel in gebruik worden genomen.

De overstap van boomholtes naar vleermuiskasten is door de aard van de verblijfplaats en de toegang waarschijnlijk kleiner dan van een zolder naar een vleermuiskast. Een populatie grootoorvleermuizen die vooral op zolders verblijft zal daarom wellicht de overstap naar een kast niet snel maken. De potentie van vleermuiskasten voor zolderbewonende populaties wordt dan ook ingeschat als laag. Op zolders kunnen vleermuiskasten wel bijdragen aan het uitbreiden van de wegkruipmogelijkheden.

Tabel 5.6 Overzicht van het gebruik van vleermuiskasten door de gewone grootoorvleermuis

Verblijfplaatsen in bomen				
	zomer	kraam	paar*	winter
Klein ruim	1	1	1	3
Klein plat	2	?	2	3
Winterkast	?	?	?	3
Meervoudige (plat)	**	**	**	**
Verblijfplaatsen in gebouwen (zolders / kelders)				
	zomer	kraam	paar*	winter
Klein ruim	2 ^A	2 ^A	? ^A	? ^B
Klein plat	2	? ^{**A}		1 ^B
Inbouw standaard	? ^A	? ^A	? ^A	2 ^B
Inbouw Maatwerk	? ^A	? ^A	? ^A	? ^B

Geschikt	1: algemeen waargenomen
Potentie	2: waargenomen
Ongeschikt	3: zelden waargenomen
	4: zeer zelden waargenomen
	?: (vrijwel) geen data bekend

* groepsvorming in de paartijd

** mits compartimenten > 2,5 cm binnenruimte.

A: Gebaseerd op waarnemingen van dieren in op zolders geplaatste kasten.

B: Gebaseerd op waarnemingen van dieren in plafondspleten in gebouwen en in weggroepstenen.

5.8 Watervleermuis (*Myotis daubentonii*)

5.8.1 Ecologie

De watervleermuis is bekend als een boombewoner in de zomer en een bewoner van ondergrondse ruimten in de winter.

De (kraam-)groepen in de zomer worden aangetroffen in spleten en gaten in bomen, incidenteel ook op warme plekken in fortin, bunkers en overkluizingen van watergangen. In onder meer Groot-Brittannië zijn ook zomerverblijfplaatsen in stenen bruggen bekend (Mitchell-Jones & McLeish 2004). Een kraamgroep, bewoont een netwerk van verblijfplaatsen waartussen veel individuen en groepen vaak verhuizen. Kraamgroepen variëren van enkele tientallen dieren tot meer dan honderd dieren, met een gemiddelde van 40-60 dieren. In kraamverblijfplaatsen in een brug, een steenoven en een overkluizing werden varieerden de temperaturen tussen de 20 en 30 graden met een gemiddelde van 25 graden (Reiter & Zahn 2006, Lucan & Hanák 2011). Opvallend daarbij was de hoge luchtvochtigheid in de kraamverblijfplaatsen (85-100%). Van de microklimaten in bomen is nog weinig beschreven.

Buiten de kraamperiode verblijven vrouwtjes en mannetjes individueel of in kleine groepen op soortgelijke plekken met over het algemeen lagere temperaturen. Paring

vindt zover bekend in de winterverblijven en tijdens het najaarszwermen plaats. Als winterverblijfplaats gebruiken watervleermuizen voornamelijk ondergrondse objecten, zoals grotten, kalksteengroeven, forten, ijskelders, bunkers en overkluizingen. Winterverblijfplaatsen in bomen worden weinig aangetroffen.

5.8.2 Gebruik van kasten

Algemeen

Het gebruik van vleermuiskasten door watervleermuizen kan tussen verschillende gebieden sterk verschillen. In sommige gebieden waar watervleermuizen voorkomen worden ze niet vaak in vleermuiskasten aangetroffen of worden kasten alleen door individuele dieren of kleine groepen gebruikt (Meschede, 2000). In andere gebieden worden echter ook regelmatig kraamgroepen in kasten aangetroffen (Verheggen & Pöschkens 1995 & 1996, Linton 2012).

Bij veel kastenonderzoeken duurde het een aantal jaren voordat ze voor het eerst in een kast werden aangetroffen. Er zijn echter ook uitzonderingen waarbij watervleermuizen zeer snel van kasten gebruikt maken en in grote aantallen in kasten werden gevonden (Verheggen & Pöschkens 1995 & 1996, Bekker 1990).

Watervleermuizen hebben een voorkeur voor bolle, houtbetonnen kasten, waarbij ook houtbetonnen vogelkasten worden gebruikt (Meschede 2000, Linton 2012). Op enkele locaties werden kasten van het model Wedge (=model Bekker) als kraamverblijfplaats gebruikt (Bekker 1990, Poulton 2006).

Kraamverblijfplaatsen

Vondsten van kraamverblijfplaatsen van watervleermuizen in kasten zijn vrij zeldzaam, maar er zijn uitzonderingen (Verheggen & Pöschkens 1995 & 1996, Linton 2012). Wanneer kraamgroepen worden aangetroffen zijn de groepen relatief klein: vijf tot twintig dieren met jongen (Dieterich & Dieterich 1991).

Het aantreffen van kleine groepen watervleermuizen met één of enkele pasgeboren of zeer jonge juvenielen komt wel vaker voor. Mogelijk verlaten watervleermuizen de kraamkolonie tijdelijk om in een andere verblijfplaats hun jongen te werpen. In een onderzoek werden dergelijke vondsten vaak in de directe omgeving van grote kraamgroepen in bomen gedaan (Windeln 2010b).

Winterverblijfplaatsen

In de winter worden watervleermuizen niet in vleermuiskasten aangetroffen.

Zomerverblijfplaatsen

Individuele dieren of kleine groepen dieren worden af en toen in vleermuiskasten aangetroffen, voornamelijk houtbetonnen vleermuiskasten (Meschede 2000).

Paarverblijfplaatsen

Er zijn geen waarnemingen bekend van paarverblijfplaatsen in kasten.

Omdat watervleermuizen in het najaar en winter in winterverblijfplaatsen paren, spelen kasten in de paring waarschijnlijk geen rol van betekenis.

Potentie-analyse

Hoewel de waarnemingen per gebied sterk kunnen verschillen lijken kasten over het algemeen maar beperkt gebruikt te worden door watervleermuizen. De behoefte aan een hoge bufferwaarde, maar ook een hoge luchtvochtigheid voor met name kraamverblijfplaatsen zou daarin een rol kunnen spelen. De microklimaten van houtbetonnen vleermuiskasten en houten vleermuiskasten zijn nog maar beperkt onderzocht, evenals de rol van luchtvochtigheid in kraamverblijfplaatsen (Boerrigter *et al.* in voorbereiding). Vleermuiskasten kunnen wel een bijdrage leveren aan het totale netwerk van een lokale populatie. Voor individuele dieren, maar mogelijk ook als rustige plek om een jong te werpen.

Op plaatsen met een hoge luchtvochtigheid (zoals overkluizingen en onder bruggen) bieden houtbetonnen en keramische vleermuiskasten (ook inbouwkasten) wel mogelijkheden voor zomer- en kraamverblijfplaatsen van watervleermuizen. In winterverblijven kunnen dergelijke kasten ook een rol spelen in het creëren van meer wegkruipmogelijkheden.

Tabel 5.7 Overzicht van het gebruik van vleermuiskasten door de watervleermuis

Verblijfplaatsen in bomen				
	zomer	kraam	paar	winter
Klein ruim	2	2	nvt	nvt
Klein plat	4	4	nvt	nvt
Winterkast	?	?	nvt	nvt
Meervoudige (plat)	?	?	nvt	?
Verblijfplaatsen in gebouw (fort) / brug / overkluizing etcetera				
	zomer	kraam	paar	winter
Klein ruim	? ^A	? ^A	? ^B	2 ^C
Klein plat	? ^A	?	? ^B	2 ^C
Inbouw standaard	? ^A	? ^A	? ^B	2 ^C
Inbouw maatwerk	? ^A	? ^A	? ^B	? ^C

Geschild	1: algemeen waargenomen
Potentie	2: waargenomen
Ongeschild	3: zelden waargenomen
	4: zeer zelden waargenomen
	?: (vrijwel) geen data bekend
A: Gebaseerd op waargenomen locaties van dieren in dergelijke objecten.	
B: in of nabij winterverblijfplaatsen	
C: Gebaseerd op waarnemingen van dieren in luchtkanalen en plafondspleten in gebouwen en in wegkruipstenen.	

5.9 Franjestaart (*Myotis nattereri*)

5.9.1 Ecologie

De franjestaart wordt in de zomer vooral aangetroffen in scheuren en spechtengaten in bomen en achter stukken loshangende schors. Ook kunnen ze in spleten in balken in zolders en (vee-)stallen worden aangetroffen, en in spleten achter gevelbetimmering of vensterluiken (Meschede *et al.* 2000, Simon *et al.* 2004).

Het aantal dieren in kraamverblijfplaatsen in gebouwen en bomen varieert van twintig tot meer dan vijftig dieren. Vaak gebruikt een lokale kraamgroepen meerdere, op geringe afstand van elkaar gelegen, kraamverblijfplaatsen, ook tegelijkertijd. Tussen deze verblijfplaatsen wordt zeer vaak verhuisd. In kraamverblijfplaatsen in gebouwen werden sterk fluctuerende temperaturen gemeten, met een gemiddelde van 22,5 graden. Dieren bleven deze verblijfplaats gebruiken tot temperaturen van 32 graden (Reiter & Zahn 2006, Simon *et al.* 2004). De aanwezigheid van kraamgroepen van franjestaarten in dode bomen en achter loszittende schors geeft ook aan dat ze met minder warmtebuffering uit de voeten kunnen.

Paring vindt zover bekend plaats in de winterverblijven en tijdens het najaarszwermen. Als winterverblijfplaats gebruiken franjestaart voornamelijk ondergrondse objecten, zoals grotten, kalksteengroeven, forten, ijskelders en bunkers.

5.9.2 Voorkomen in kasten

Algemeen

Wanneer in een gebied waar veel franjestaarten voorkomen en de juiste vleermuiskasten worden opgehangen worden deze in korte tijd in gebruik genomen. Vaak al binnen een jaar (Poulton 2006). Ook worden kasten dan met grote regelmaat gebruikt. Bij kastenonderzoek in Overijssel bleken het eerste jaar de houtbetonnen bolle kasten (Schwegler 2FN) vrijwel uitsluitend door vogels te worden gebruikt. Nadat de kasten waren aangepast om vogels te weren behoorden enkele franjestaarten tot de eerste gebruikers. Na een paar jaar waren grote groepen een normaal verschijnsel (Spoelstra *et al.* 2007, mondelinge mededeling D. Tuitert en Th. Douma).

Zowel individuele dieren als kraamgroepen worden in kasten aangetroffen. Uit analyses van kastendata blijkt geen duidelijke voorkeur voor bepaalde type kasten (Poulton 2006). Een onderzoek in Duitsland geeft aan dat franjestaarten wel een voorkeur lijken te hebben voor houtbetonnen kasten, al is waargenomen dat ze in de kraamtijd ook houten kasten gingen gebruiken (Meschede 2000). Franjestaarten lijken een voorkeur te hebben voor relatief laag opgehangen kasten, vaak twee tot drie meter boven de grond.

Kraamkolonies

Kraamgroepen in kasten worden vooral aangetroffen in bolle kasten, vaak van houtbeton. Ook vogelkasten worden als kraamverblijfplaats gebruikt. Kraamgroepen in kasten zijn meestal kleiner (gemiddeld 25 dieren) dan kraamgroepen in gebouwen en bomen (Meschede 2000, Meschede & Rudolph 2004). Ook groepen van veertig tot vijftig dieren zijn waargenomen (persoonlijke mededeling D. Tuitert).

Winterverblijfplaatsen

Er zijn geen waarnemingen van in vleermuiskasten overwinterende franjestaarten bekend.

Paarverblijfplaatsen

Er zijn geen waarnemingen bekend van paarverblijfplaatsen in kasten.

Zomerverblijfplaatsen

Van voorjaar tot en met herfst kunnen individuele dieren en kleine groepen in kasten worden aangetroffen, maar regelmatig ook groepen dieren van 20-50 dieren. (Windeln 2010, mondelinge mededeling D. Tuitert).



Foto 5.6 Franjestaarten in een houtbeton kast, model Schwegler 2FN.

5.9.3 Potentie-analyse

Vleermuiskasten kunnen een bijdragen leveren aan het netwerk van verblijfplaatsen van franjestaarten in bossen, zowel voor zomerverblijfplaatsen als voor kraamverblijfplaatsen.

Mogelijk kan het plaatsen van vleermuiskasten *in* gebouwen (bijvoorbeeld in stallen) ook bijdragen aan het behouden of verbeteren van het aanbod van verblijfplaatsen.

Tabel 5.8 Overzicht van het gebruik van vleermuiskasten door de franjestaart

Verblijfplaatsen in bomen				
	zomer	kraam	paar	winter
Klein ruim	2	2	nvt	nvt
Klein plat	4	4	nvt	nvt
Winterkast	?	?	nvt	nvt
Meervoudige (plat)	? ^B	? ^B	nvt	nvt

Verblijfplaatsen in gebouwen (stallen / zolders)				
	zomer	kraam	paar	winter
Klein bol	? ^A	? ^A	nvt	nvt
Klein plat	?	?	nvt	nvt
Inbouw standaard	? ^A	? ^A	nvt	nvt
Inbouw Maatwerk	? ^A	? ^A	nvt	nvt

Geschikt	1: algemeen waargenomen
Potentie	2: waargenomen
Ongeschikt	3: zelden waargenomen
	4: zeer zelden waargenomen
	?: (vrijwel) geen data bekend

A: Gebaseerd op waarnemingen van dieren in gaten en kier en in balken en holle bouwstenen
B: Mits compartimenten meer dan 2,5 cm.

5.10 Overige Nederlandse of Europese soorten in kasten

Brandts vleermuis (*Myotis brandtii*)

Brandts vleermuizen worden zelden in kasten aangetroffen, meestal betreft het individuele dieren in platte kasten. De aanwezigheid van grotere groepen achter gevelbetimmering en vensterluiken wijst op potentieel gebruik van grote gevelkasten of meervoudige kasten aan gebouwen.

Baardvleermuis (*Myotis mystacinus*)

Van baardvleermuizen worden incidenteel individuele dieren in platte kasten aangetroffen. De aanwezigheid van grotere groepen achter gevelbetimmering en vensterluiken wijst op potentieel gebruik van grote gevelkasten of meervoudige kasten aan gebouwen (Hübner 2001a). Baardvleermuizen zoeken daarbij zeer warme plekken op (tot 30-35 °C) (Reiter & Zahn 2006). In Duitse gevelkasten (Fledermausbrettern) zijn al baardvleermuizen gevonden (Deschka 200x).

Vale vleermuis (*Myotis myotis*)

Vale vleermuizen worden zeer zelden in kasten aangetroffen. Alleen in paargebieden van vale vleermuizen kunnen terugkerend paargroepen in ruime vleermuiskasten worden waargenomen (Meschede 2000).

Bechsteins vleermuis (*Myotis bechsteinii*)

Waar Bechsteins vleermuizen veel voorkomen gebruiken ze vaak vogel- en vleermuiskasten. Deze worden dan vrijwel het hele jaar door gebruikt, met uitzondering van de winter. Ook worden vaak kleine kraamgroepen in vleermuiskasten gevonden, voornamelijk in houtbetonnen bolle kasten (Meschede 2000). In grote bolle houtbetonnen kasten zijn ook kraamgroepen van vele tientallen dieren aangetroffen, onder andere in zogenaamde winterkasten (Poulton 2006). Veel gedrags- en populatieonderzoek bij Bechsteinsvleermuizen is met behulp van vleermuiskasten uitgevoerd (onder andere Kerth *et al.* 2006).

Bosvleermuis (*Nyctalus leisleri*)

Bosvleermuizen worden in Nederland zelden in vleermuiskasten waargenomen, maar vleermuiskasten dragen wel bij aan de spaarzame waarnemingen van deze soort. In landen waar bosvleermuizen minder zeldzaam zijn is het kastenbewoner die meestal pas na een aantal jaren in kasten opduikt. Kasten worden ook gebruikt door kraamkolonies. Bosvleermuizen hebben een voorkeur voor de wat ruimere platte kasten en bolle kasten (Meschede 2000). Gevelkasten en inbouwkasten bieden wellicht mogelijkheden in gebieden waar bosvleermuizen ook in gebouwen voorkomen.

Mopsvleermuis (*Barbastella barbastellus*)

In landen waar mopsvleermuizen voorkomen is hij in de zomer vaak een bewoner van bomen en gebouwen. In bomen gebruiken ze holten en spleetvormige ruimten, vaak achter de schors. In bossen worden ze echter zelden in kasten waargenomen en dan vrijwel alleen in spleetvormige kasten. In gebouwen gebruiken ze vaak spleten in balkenconstructies in stallen of schuren, of verblijven ze achter gevelbetimmering. Recent zijn ook grote groepen waargenomen in gevelkasten, zogenaamde Fledermausbrettern (Deschka 200x).

Noordse vleermuis (*Eptesicus nilsonii*)

De Noordse vleermuis is een bewoner van de koudere streken in Noord- en Noordoost Europa en hoger gelegen gebieden in Midden-Europa. Kraamverblijfplaatsen worden vaak aangetroffen in spleetvormige ruimten in (zonbeschenen) houten gebouwen. Hij wordt zelden aangetroffen in vleermuiskasten in bossen. Recent zijn kraamkolonies aangetroffen in grote meervoudige vleermuiskasten. Daarbij werden vooral kasten op warme gevels en verwarmde kasten gebruikt (Michaelsen *et al.* 2007, Michaelsen 2011).

Tweekleurige vleermuis (*Vespertilio murinus*)

De tweekleurige vleermuis is een bewoner van gebouwen en rotskliffen. In gebouwen worden vooral spouwmuren en spleetvormige ruimten in het dak gebruikt. Tweekleurige vleermuizen worden zelden aangetroffen in vleermuiskasten in bossen. Recent zijn grote groepen (vooral mannengroepen) aangetroffen in grote gevelkasten (Fledermausbrettern) (Deschka 200x).

Kleine dwergvleermuis (*Pipistrellus pygmaeus*)

De kleine dwergvleermuis is voornamelijk een gebouwenbewoner, maar kan ook in bomen worden aangetroffen. In gebouwen zoekt hij doorgaans warme plekken (30°C - 40°C) in of vlakbij het dak of bij een kunstmatige warmtebron. In verschillende landen (onder andere Groot-Brittannië, Lithouwen, Spanje, Portugal, Tsjechie, Noorwegen) zijn kraamverblijfplaatsen in houten kasten aangetroffen, voornamelijk grote vleermuiskasten met meervoudige compartimenten (Lourenço & Palmeirim 2004, Flaquer *et al.* 2006). Wanneer deze kasten aan de oorspronkelijk verblijfplaats of een direct aangrenzend gebouw werden geplaatst werden kasten vaak vrijwillig en in zeer korte tijd in gebruik genomen (Michaelsen 2011). Individuele dieren en grote groepen zonder jongen zijn ook in traditionele platte en bolle kasten aangetroffen (Heise 2009).

5.11 Vleermuizen in kasten in Noord-Amerika

De invoering van strengere beschermingsmaatregelen in Europa via de Habitatrichtlijn en de Flora- en faunawet heeft geleid tot een sterk groeiende belangstelling voor vleermuiskasten als vervangende verblijfplaats. Omdat Europese vleermuiskasten daar maar beperkt in konden voldoen worden in toenemende mate Amerikaanse kraamkasten ingezet. Deze kasten kennen in Noord-Amerika veel succesverhalen. Op veel websites zijn foto's te vinden van kasten met honderden vleermuizen. Het is alleen nog onduidelijk voor welke soorten deze kasten in Europa inzetbaar zijn. Kan het voorkomen van Noord-Amerikaanse soorten in kraamkasten iets zeggen over de inzetbaarheid van dergelijke kasten in Europa?

In Noord-Amerika komen zesenvestig soorten vleermuizen voor. Daarvan worden er tenminste zestien soorten in vleermuiskasten aangetroffen. De meeste worden slechts incidenteel in kasten aangetroffen of kennen slechts een klein aantal kraamgroepen in kasten (Tuttle & Hensley 2003, Kiser & Kiser 2004).

De vele succesverhalen over grote kraamgroepen van honderden tot duizenden dieren in een vleermuiskast zijn afkomstig van drie soorten: little brown bat (*Myotis lucifugus*), big brown bat (*Eptesicus fuscus*) en Mexican free-tailed bat (*Tadira brasiliensis*).

De little brown bat komt in heel Noord-Amerika voor, met uitzondering van de warmste gebieden in het zuiden, en de koudste gebieden in het noorden. De soort is zeer algemeen en is net als onze gewone dwergvleermuis, een soort die je heel veel tegenkomt in het landelijk gebied. Het formaat, uiterlijk en ecologie lijkt op onze baardvleermuis. De little brown bat wordt in de zomer vooral in gebouwen en vleermuiskasten aangetroffen, maar er zijn ook verblijfplaatsen bekend in bomen en rotsspleten. Zowel kasten aan gebouwen als kasten aan palen worden vaak als kraamverblijfplaats gebruikt. In de winter overwintert hij in grote aantallen in grotten.

Ook de big brown bat komt algemeen voor in Noord-Amerika. Deze soort lijkt in formaat, uiterlijk en ecologie veel op onze laatvlieger of de noordse vleermuis. Hij komt voor in heel de Verenigde Staten en een klein deel van Canada. Hij komt

veelvuldig voor in stadswijken (sub-urban) en het landelijk gebied. Het is van oorsprong een bewoner van spleten en gaten in bomen, maar wordt tegenwoordig vrijwel jaarrond aangetroffen in gebouwen en vleermuiskasten. Kraamgroepen hebben ten aanzien van vleermuiskasten een voorkeur voor warme kasten met een hoge bufferwaarde. Kasten aan gebouwen worden vaker gebruikt dan kasten op palen. Big brown bats overwinteren vooral in gebouwen.

De Mexican free-tailed bat komt voor in grote delen van het zuiden van de Verenigde Staten en Midden- en Zuid-Amerika. Hij staat vooral bekend als bewoner van rotsspleten en grotten, waarbij kraamkolonies van miljoenen dieren niet zeldzaam zijn. Ook in bruggen en gebouwen kunnen kraamgroepen van vele duizenden dieren worden aangetroffen, ook in meer stedelijk gebied. De Mexican free-tailed bat is een regelmatige bewoner van vleermuiskasten in het zuiden van de Verenigde Staten en vormt dan kraamkolonies van honderden dieren. De Europese bulvleermuis (*Tadarida teniotis*) lijkt qua uiterlijk en ecologie veel op de Mexican free-tailed bat. Mexican free-tailed bats gaan niet in winterslaap maar migreren naar Midden-Amerika.

De omstandigheden waarin in Nederland vleermuizen voorkomen lijken meer op die van de little brown bat en de big brown bat, dan van de Mexican free-tailed bat. Van deze twee soorten werd vastgesteld dat kraamkasten (grote meervoudige kasten) vooral succesvol waren als in de kraamtijd de dagelijkse temperaturen in de kast zolang mogelijk tussen de 27°C en 38°C bleef. Aanvullende voorwaarde was dat de vleermuizen dan bij hogere of lagere temperaturen dieren in compartimenten of naburige kasten koelere of warmere plekken konden kiezen. De gemeten temperaturen in kraamverblijfplaatsen van Europese soorten komen in grote lijnen met de in Noord-Amerika gemeten voorkeurstemperaturen:

- Gewone dwergvleermuis: 25°C – 30°C
- Ruige dwergvleermuis: 34°C – 40°C
- Laativlieger: 28°C – 35°C
- Rosse vleermuis: 24°C – 34°C
- Gewone grootoorvleermuis: 25°C – 35°C

Grote meervoudige kraamkasten zouden dus ook voor kraamgroepen van deze soorten in de geschikte microklimaten kunnen voorzien.

Wie het echter in Noord-Amerika heeft over gebouwenbewonende vleermuizen, moet zich realiseren dat het overgrote deel van de gebouwen in de Verenigde Staten van hout zijn. Alleen in dorpskernen en in steden kom je meer stenen gebouwen tegen. In de buitenwijken en in het landelijk gebieden kom je voornamelijk houten gebouwen tegen. De little brown bat en de big brown bat moeten daarom vooral als bewoner van houten gebouwen worden beschouwd. Een houten vleermuiskast heeft dan veel gemeen met een verblijfplaats in een houten gebouw. In Nederland en de direct aangrenzende landen zijn de meeste gebouwen van steen en zijn gewone dwergvleermuizen en laativlieger veel voorkomende bewoners van stenen gebouwen

(al dan niet met een houten dak met keramische of betonnen pannen). De resultaten van de Amerikaanse houten kraamkasten voor deze soorten zijn nog slecht bekend.

In andere landen zijn met houten kraamkasten echter al wel goede resultaten behaald voor kraamgroepen van kleine dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis en Noordse vleermuis. Dit zijn soorten die ook vaak in spleten in bomen of in houten gebouwen worden aangetroffen. Tijd en meer onderzoek zal moeten uitwijzen of houten kasten ook succesvol kunnen zijn voor vleermuizen die vooral in stenen gebouwen verblijven.

6 Succesfactoren van vleermuiskasten

6.1 Inleiding

Het succes van een vleermuiskast is van groot aantal factoren afhankelijk. Factoren met betrekking tot de aanwezigheid van de doelsoort(en), hun gedrag en de aanwezigheid van andere verblijfplaatsen heb je meestal niet in de hand. Factoren ten aanzien van de kast, de locatie en de werkwijze zijn wel te beïnvloeden om het succes van een kast te vergroten.

Allereerst gaat het dan om *eigenschappen van de kast*: de kast moet voor de betreffende doelsoort(en) geschikt zijn en dat ook blijven. Vervolgens moeten ook de *locatie* waar de kast hangt voor de vleermuizen geschikt zijn en moet deze plek redelijkerwijs door de vleermuizen ontdekt kunnen worden. Soms vormen eigenschappen van de kast en eigenschappen van de locatie samen een succesfactor: *het microklimaat van de kast*. Die is afhankelijk van zowel het materiaal, het ontwerp en de kleur van de kast, als van de mate van zon-expositie.

Wanneer een kast als vervangende verblijfplaats onderdeel is van mitigerende maatregelen dan is de *werkwijze* ook van belang: de vleermuizen moeten in tijd en ruimte de gelegenheid krijgen om de kast te ontdekken en te gebruiken, voordat de oude verblijfplaats wegvalt. Tenslotte is een kast alleen succesvol als je door *monitoring* het gebruik van vleermuizen hebt vastgesteld en dat gebruik overeenkomt met de doelstelling waarvoor de kast was bedoeld.

Veel publicaties gaan in op de succesfactoren van vleermuiskasten. Soms zijn deze rechtstreeks uit resultaten van onderzoek afgeleid zoals bij het North American Bat House Research Project (Tuttle & Hensley 2003, Kiser & Kiser 2004). Succesfactoren komen ook vaak voort uit jarenlange waarnemingen of ervaringen van onderzoekers in combinatie met algemene ecologische inzichten. Dit is het geval in het Duitse handwerk Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Waldern (Meschede 2000) en Ecology and conservation of bats in Villages and Towns (Simon 2004). Doordat de in Europa en Amerika gevonden succesfactoren in grote mate overeen komen, kunnen ze wel naast elkaar gebruikt worden. De meeste in dit hoofdstuk genoemde succesfactoren van vleermuiskasten komen hoofdzakelijk uit deze twee publicaties.

6.2 Klimaateigenschappen van kast en locatie

De mogelijke functie van een verblijfplaats wordt voor een groot deel bepaald door de klimaateigenschappen ervan. Winterverblijfplaatsen, kraamverblijfplaatsen en zomer- of paarverblijfplaatsen hebben allemaal hun eigen klimaateigenschappen. Door de verschillende doelstellingen van onderzoek met vleermuiskasten in Europa en Noord-Amerika is er een groot verschil in de mate van inzicht in de succesfactoren met betrekking tot de klimaateigenschappen van een vleermuiskasten.

In Europa zijn vleermuiskasten decennia lang vooral gebruikt als methode voor verspreidingsonderzoek en monitoring. Metingen aan klimaateigenschappen van de kasten werden niet vaak gedaan waardoor uit de resultaten van onderzoek alleen algemene succesfactoren werden afgeleid. Bijvoorbeeld door de bezetting van kasten te vergelijken met hun expositie ten opzicht van de zon. Daarbij werd vooral de tijd tot het eerste gebruik, de bezettingsgraad en groepsgrootte gebruikt en zelden de vastgestelde functie van de kast.

In Noord-Amerika werden vleermuiskasten vooral gebruikt om inzicht te krijgen in de eisen die vleermuizen aan hun verblijfplaats stellen, in het bijzonder aan kraamverblijfplaatsen. De succesfactoren voor kraamkasten zijn dan ook veel gedetailleerder bekend en hebben onder meer betrekking op het aantal compartimenten, de kleur van de kast, het aantal zonuren, de noodzaak tot ventilatie, etcetera. Van de klimaateigenschappen van andere functies dan kraamverblijfplaatsen is veel minder bekend.

Een ander verschil is dat vleermuiskasten in Europa vooral in bossen (aan bomen) zijn toegepast en in de Verenigde Staten vaker buiten bossen (aan gebouwen en palen). In bossen is het bepalen van de invloed van de zon erg complex. De dichtheid van het bladerdek is per locaties verschillend en verandert ook nog eens gedurende het seizoen. Buiten bossen zijn de verschillen tussen wel of geen zon op de kast veel groter en daardoor als succesfactor beter te bepalen.

De in Europa en Noord-Amerika genoemde succesfactoren hebben dus sterk verschillende achtergronden en detailniveaus. Toch kunnen ze mogelijk als één geheel worden beschouwd. Niet alleen vertonen ze ook sterke overeenkomsten, ook blijkt de toepassing van de Amerikaanse succesfactoren in Europa succesvol, zij het nog niet voor alle soorten (Bartonicka & Rehak 2007, Flaquer *et al.* 2006, Korsten 2006, Michaelsen 2011).

De klimaateigenschappen van een kast worden gevormd door de combinatie van eigenschappen van de kast en eigenschappen van de locatie. Relevante eigenschappen van de kast zijn bijvoorbeeld het model, de temperatureigenschappen van het gebruikte materiaal, het aantal compartimenten, ventilatie en kleur. Relevante eigenschappen van de locatie zijn bijvoorbeeld de expositie ten aanzien van de zon, het aantal zonuren en de ondergrond. Deze klimaateigenschappen worden, naast andere succesfactoren in de volgende paragrafen besproken.

6.3 Eigenschappen van de vleermuiskast

6.3.1 Model

Plat of Bol

Kies het model vleermuiskast dat het best past bij de ecologie van de doelsoort en de functie van de kast. Platte kasten met een nauwe binnenruimte zijn het meest geschikt voor spleetbewonende vleermuizen. De binnenruimte moet zo nauw zijn dat de vleermuizen zich “klem” kunnen zetten tussen de compartimenten. Bolle kasten zijn het meest geschikt voor holtebewonende vleermuizen. Deze vleermuizen kunnen in de kast clusteren.

De voorkeur voor plat of bol kan ook functie gerelateerd zijn: een kraamgroep rosse vleermuizen heeft de voorkeur voor een bolle kast, maar een mannetje neemt voor zijn paargroep vaak ook genoegen met een platte kast. De *binnenruimte* van de kast bepaalt of de kast bol of plat is. Sommige “bolvormige” of “ruime kasten” hebben geen holle ruimte maar zijn verdeeld zijn in meerdere *platte* spleetvormige compartimenten. Sommige “platte kasten” hebben zo’n grote binnenruimte dat ze eigenlijk als *bol* beschouwd moeten worden.

Functie van de kast

Verschillende modellen hebben verschillende omvang, materialen en massa en hebben daardoor ook verschillende temperatureigenschappen. Dat maakt ze in verschillende mate geschikt om als functionele verblijfplaats te dienen.

Kasten voor paarplaatsen en individuele dieren mogen vrij klein zijn. Kasten voor kraam- en winterverblijfplaatsen vragen om veel ruimte, temperatuurbuffering (massa) en vaak ook meerdere compartimenten. Kies dus het model dat past bij de functie die de kast moet gaan vervullen.

Merken en modellen

Het ligt voor de hand dat verschillende soorten vleermuizen ook verschillende modellen vleermuiskasten prefereren. Helaas is de voorkeur voor hele specifieke merken of modellen niet geheel duidelijk (Poulton 2006). Soms komt uit de resultaten van een kastengebied wel een bepaalde voorkeur naar voren, maar doordat verschillende modellen in verschillende mate in onderzoek worden gebruikt kan dat een vertekend beeld geven. De Schwegler kasten 1FF, 2F en 2FN worden vaak genoemd als voorkeurskast voor bepaalde soorten, maar deze modellen domineren ook in het onderzoek met vleermuiskasten. Minder vaak toegepaste modellen en modellen van andere merken kunnen ook succesvol zijn.

6.3.2 Afmeting van de kast

Hoewel sommige opportune soorten soms ook vleermuiskasten ter grootte van een sigarendoosje gebruiken als paarplaats, is de afmeting van een vleermuiskast wel

belangrijk. Ga bij het aanschaffen of bouwen uit van de maten die in hoofdstuk 4 voor de verschillende soorten kasten worden gegeven.

Kasten die als kraamverblijfplaats of winterverblijfplaats moeten dienen moeten over het algemeen een stuk groter zijn dan de pre-fab kasten die aangeboden worden. Standaard Amerikaans model kraamkasten zijn minimaal 60 cm hoog en 35 cm breed en hebben meerdere compartimenten. Hoewel daar soms grote kraamgroepen in komen (Michaelsen 2011) is er wel consensus dat groter beter is. Groter betekent doorgaans meer oppervlak, dieper wegkruipen, meer massa (buffer), meer temperatuurgradiënten en daardoor voor meer functies geschikt. Groter en zwaarder betekent echter ook moeilijker te hanteren en/of te plaatsen.

6.3.3 In- en uitvliegopening

Positie

Over het algemeen worden voor spleetbewonende vleermuizen platte kasten aanbevolen, met een spleetvormige opening aan de onderkant van de kast. Sommige auteurs melden dat holtenbewonende vleermuizen een voorkeur hebben voor bolle kasten met een dichte bodem en de opening aan de voorkant (Gerell, 1985), al zijn er ook veel voorbeelden van holtebewoners die kasten met een invliegspleet of een kleine opening in de bodem gebruiken (Poulton 2006, Korsten & Marcelissen 2006).

Bij een invliegspleet of opening aan de onderkant is een aanvliegplank van groot belang. De aanvliegplank moet zo breed mogelijk zijn, bij voorkeur de breedte van de kast. De meeste aanvliegplanken zijn 8 tot 16 cm hoog. De plank moet goede grip geven om op te landen en de kast in te kruipen. Bij een kast met meerdere compartimenten en doorkruipopening hoeft maar één compartiment van een aanvliegplank voorzien te zijn. Mits ruw genoeg kan ook de ondergrond waarop de kast gemonteerd wordt als aanvliegplank dienen.

De in- en uitvliegopening van de kast moet bij voorkeur onder het niveau zitten waarop de vleermuizen gaan hangen. De vleermuizen hangen dan buiten het bereik van lichtinval en regeninval. Een hoog aangebrachte opening is vaak ook makkelijker bereikbaar voor een predator die boven op de kast gaat zitten. Het is van belang dat het paneel rond de opening voldoende grip biedt voor vleermuizen om daarop te landen en de opening in te kruipen. Vooral onervaren dieren landen vaak eerst op de kast, voordat ze naar binnen kruipen.

Afmeting

Het belang van juiste afmetingen van de in- en uitvliegopening heeft vooral te maken met het weren van predatoren en andere bewoners van vleermuiskasten. Te grote invliegopeningen hebben meestal als gevolg dat vogels de kasten gaan gebruiken. Een (te) kleine invliegopening kan er echter ook voor zorgen dat grote vleermuissoorten de kast niet kunnen gebruiken, of dat zwangere vleermuizen de kast niet meer in of uit kunnen.

Voor invliegspleten wordt meestal een spleet van 15 tot 20 mm aanbevolen, waarbij voor grote soorten (zoals rosse vleermuis) wordt aangegeven dat wanneer een klein deel van invliegspleet 25 mm is, ook zwangere dieren kunnen passeren.

Voor ronde invliegopeningen wordt vaak een doorsnee van 25 mm aanbevolen. Sommige Schwegler kasten (zoals de 2F) hebben een ellipsvormige opening met een doorsnede van 17 mm x 46 mm (persoonlijke mededeling Firma Schwegler). Deze openingen geeft echter nog te vaak toegang voor vogels. Het verkleinen van deze openingen tot 14 mm leidde tot significant minder gebruik door vogels en meer gebruik door vleermuizen (persoonlijke mededeling D. Tuitert). Zorg er in alle gevallen wel voor dat zwangere dieren of dieren met jongen de opening kunnen passeren.



Foto 6.1 *Bolle kasten met invliegopening aan de onderkant (links Model Ridder) en voorkant (rechts Model Schwegler 2F). Foto rechts: Schwegler.*

6.3.4 Compartimenten

Of een kast door vleermuizen wordt gebruikt is vaak niet afhankelijk van het aantal compartimenten. Wel is het aantal compartimenten een factor die kan bepalen of een kast geschikt is als kraamverblijfplaats voor met name spleetbewonende vleermuizen. Grote kasten meer dan 3 compartimenten bieden in Noord-Amerika vaker onderdak aan kraamgroepen dan kasten met minder compartimenten. Meerdere compartimenten voorzien meestal in meerdere temperatuurgradiënten waardoor dieren op ieder moment de gewenste temperatuur in de kast kunnen opzoeken (Tuttle & Hensley 2003, Bartonicka & Rehak 2007, Boerrigter *in voorbereiding*).

Vleermuizen moeten die verschillende compartimenten kunnen bereiken, zonder de kast te hoeven verlaten. Daarvoor zijn doorkruipopeningen nodig met een tenminste 40x40 mm, maar dat mag ook breder zijn. Plaats deze doorkruipopening in de onderste helft van de kast.

6.3.5 Binnenruimte

In Europa wordt algemeen gesteld dat spleetbewonende en holtebewonende vleermuizen een voorkeur hebben voor respectievelijke platte of bolle kasten. Naar de voorkeuren van verschillende soorten voor specifieke afmetingen is weinig onderzoek gedaan. Door de resultaten van onderzoek in de Verenigde Staten te vergelijken met ervaringen uit Europa kunnen ten aanzien van verblijfplaatsen in *spleetvormige ruimten* de volgende voorkeursmaten worden voorgesteld:

- kleine soorten (*Pipistrellus* / kleine *Myotis*): 1,5 – 2 cm
- middelgrote soorten (middelgrote *Myotis*, bosvleermuis, *Plecotus*): 2-2,5 cm
- grote soorten (laatvlieger, rosse vleermuis, vale vleermuis): 2,5-3,2 cm

Voor bolle kasten zijn nog weinig minimummaten beschikbaar. Opvallend is dat veel commercieel aangeboden bolle kasten in formaat redelijk overeenkomen. Bij kraamkolonies en winterslaapkasten geldt over het algemeen dat groter en vooral hoger beter is.

6.3.6 Grip

Vleermuizen hebben een ruw oppervlak nodig om in een kast te kunnen hangen en zich door de kast te kunnen bewegen. De binnenwanden, maar ook de ruimte rond de invliegopeningen of de aanvliegplank moeten voor de vleermuizen voldoende grip geven. Hoewel vleermuizen al aan de kleinste oneffenheden kunnen gaan hangen is een grote mate van grip erg belangrijk, zeker voor juveniele vleermuizen. Een volwassen vleermuis mag bijvoorbeeld best in staat zijn om aan onbewerkt hout of multiplex te gaan hangen, voor een vleermuiskast is dat echt onvoldoende. Ruw houtbeton geeft vaak wel al voldoende grip.

Horizontale groeven / krassen

De aanvliegplank en de houten wanden van kasten worden vaak voorzien van horizontale groeven (zaagsneden) of krassen. De maximale tussenruimte tussen de groeven is 10-12 cm. De groeven moeten minimaal 1 mm diep zijn. Zorg ervoor dat bij het verven van de aanvliegplank of wanden de groeven niet vol lopen met verf en de scherpe randen verdwijnen. Gebruik dan liever beits in plaats van lakverf. Breng in multiplex de zaagsneden niet te diep aan. Bij het doorsnijden van de buitenste laag kan deze later gaan loslaten.

Kunststof gaas

Het gebruik van gaas om de vleermuizen grip te geven is bij Amerikaanse grote kasten met meerdere compartimenten vrij algemeen. Gebruik geen metaalgaas, maar

warmte- en UV-bestendig kunststof gaas, zonder weekmakers. Horregaas is bijvoorbeeld niet geschikt omdat het onder invloed van warmte en UV-licht broos wordt en kan gaan scheuren. Gebruik gaas met maaswijdte van 3 tot 7 mm. Zet gaas vast met houten latten of roestvrijstalen nagels. Het mag niet bobbelen of opkrullen. Dek ventilatieopeningen niet met gaas af.

Houtbeton- of lijmstroken

Een nieuwe methode om in grip te voorzien is het met een lijmkam of spuitmond aanbrengen van richels houtbeton of *lijmachtige* substantie op een houten ondergrond. Daarbij is het belangrijk dat later aangebrachte lak de scherpe randen niet rond maakt. Van de werking en met name de bestendigheid van deze richels tegen weersinvloeden is nog weinig bekend.



Foto 6.2 Verschillende soorten grip. V.l.n.r: zaagsneden, gaas, houtbeton richtels

6.3.7 Ventilatie

Vleermuizen houden niet van tocht. In principe mag een vleermuiskast dan ook niet zoveel kieren en gaten bevatten, dat het in de kast kan gaan tochten. Bouw een kast zo robuust dat er geen kieren ontstaan wanneer het hout gaat werken en gebruik daarbij schroeven en lijm.

Bij kasten met meervoudige compartimenten kan het wel zinvol zijn om één of meerdere compartimenten van ventilatieopeningen te voorzien. Wanneer de binnentemperatuur van de kast op de warmste zomerdagen hoger dan 40°C kan worden moeten ook koelere, geventileerde compartimenten aanwezig zijn. Dit kan voorkomen in gebieden waarin de maximum temperatuur in de zomer vaak hoger ligt dan 29°C (Tuttle & Hensley 2003).

Bij de typische Amerikaanse kraamkasten bevat het voorste compartiment één brede ventilatiespleet. Het achterste compartiment heeft aan iedere zijkant een kleinere

ventilatiespleet. Maak de ventilatiespleet niet wijder dan 12 mm. Plaats de ventilatiespleet op 15 cm van de onderkant van de kast of op 1/3 deel vanaf de onderzijde.

6.3.8 Afvoer van uitwerpselen

Vleermuizen plassen en poepen in hun verblijfplaats. De ophoping van uitwerpselen in een vleermuiskast kan leiden tot het afsluiten van de invliegopening. Bovendien kan de ophoping van vleermuismest leiden tot een sterke toename van parasieten bij de vleermuizen. Kasten met een dichte bodem, zoals de meeste bolle kasten, moeten daarom regelmatig worden schoongemaakt. Minimaal één keer per jaar, maar bij de aanwezigheid van kraamgroepen of grote paargroepen vaker.



Foto 6.3 Ophoping van vleermuiskeutels in een kast met grootoorvleermuizen (Schwegler 2FN).

De ophoping van uitwerpselen kan worden voorkomen door een kast met een open bodem te gebruiken. De mest valt dan vanzelf uit de kast. Ook een gedeeltelijke open bodem komt voor, waarbij de mest bij ophoping via een schuin oplopend bodem de kast uitvalt. Omdat verse vleermuispoep wat plakkerig is moet de hellingshoek van die bodem wel meer dan 45 graden zijn. Bij een open bodem is er wel meer lichtinval in de kast en is er een groter risico dat jongen uit de kast vallen.

6.3.9 Materiaal

Hout en houtbeton zijn de meest gebruikte materialen voor vleermuiskasten. Beide materialen zijn bruikbaar voor succesvolle vleermuiskasten. Bij het plaatsen van kasten voor onderzoek en mitigatie wordt aanbevolen om kasten van beide materiaalsoorten toe te passen. Dit draagt bij aan variatie in microklimaten.

Hout

Hoewel de meeste bouwers van houten kasten het gebruik van massief hout aanraden, wordt ook veel multiplex gebruikt. Als een kast niet al eerder door een specht wordt vernield kan een goed afgewerkte kast een jaar of tien mee gaan. Spechtenschade kan voorkomen worden door de kast te bekleden met asfaltpapier. Gebruik geen chemisch behandeld hout.

In vergelijking met hetzelfde formaat houtbetonnen kasten hebben houten kasten meestal een lage bufferwaarde ten aanzien van temperatuur en luchtvochtigheid. Ze nemen omgevingswarmte en vocht sneller op en staan dit ook weer snel af.

In Engeland wordt voor houten kasten vooral vurenhout gebruikt, omdat het goedkoop materiaal is en van voldoende kwaliteit. Die kasten gaan echter hooguit tien jaar mee en zijn gevoelig voor spechtenschade. Tegenwoordig wordt vaker cederhout of multiplex gebruikt (Stebbing & Walsh 1991). Voor grote meervoudige kasten wordt in de Verenigde Staten voor de tussen- en voorwanden ook vaak multiplex gebruikt en voor de zijkanten massief hout (*vooral Western Red Cedar*). In Nederland is voor de buitenwanden ook vaak betonplex gebruikt, omdat het weersbestendig is en een grotere massa (bufferwaarde) heeft. De dikte van tussen- en buitenwanden varieert. Bij de meervoudige (kraam-)kasten uit de VS zijn de multiplex tussenwanden vaak ongeveer 10 mm, de buitenwanden 13 mm en zijn de zijwanden vaak van 25 mm dik massief hout. Bij veel grote meervoudige kasten in Nederland wordt voor binnen- en buitenwanden ook wel 18 mm multiplex gebruikt.

Houtbeton

Houtbeton is een mengsel van houtvezels en beton, met soms nog andere “geheime” bestanddelen toegevoegd. De kasten van Schwegler bestaan voor ongeveer 75% uit houtvezels. Houtbeton is zeer goed bestand tegen weersinvloeden en spechten. De levensduur van goede houtbetonnen kasten is 25 tot 30 jaar. De bufferwaarde is in vergelijking met houten kasten van hetzelfde formaat hoog, waardoor de kast langzaam warmte en vocht in zich opneemt maar dit ook weer langzaam afstaat. Hierdoor zouden houtbetonnen kasten meer geschikt kunnen zijn als kraamkast dan houten kasten. Veel Duitse kastenproducenten (Schwegler, Hasselbach, Strobel) leveren kasten van houtbeton en ook Vivara heeft enkele houtbetonnen kasten.

Verschillende auteurs beweren dat sommige vleermuissoorten een voorkeur zouden hebben voor houtbetonnen kasten, maar uit analyses blijkt geen sterke voorkeur (Meschede 2000, Poulton 2006). Mogelijk is er wel een voorkeursrelatie vanuit het feit dat veel platte kasten van hout zijn en bolle kasten van houtbeton, met vaak ook bijbehorende verschillen in invliegopeningen.

Andere materialen

Bij inbouwkasten zijn kasten van lichte betonsoorten en keramische materialen in opkomst. Keramische materialen zijn interessant omdat keramiek een hoge bufferwaarde voor warmte en vocht kan hebben. In de Verenigde Staten is ook met

wisselende successen geëxperimenteerd met kunststof kasten (Kiser & Kiser 2006) en in Spanje recent met kasten van rijstvezelplaten (mondelinge mededeling C. Flaquer).

Buffer-materialen

Los van de constructie van de kast, worden aan kasten ook allerlei materialen toegevoegd om de kast betere warmte-eigenschappen te geven. Voor het vergroten van de warmtebuffer van meervoudige kasten zijn compartimenten gevuld met isolatie-materiaal (Korsten 2006). Ook zijn kasten bekleed met leien, natuursteen en zwart rubber (voorbeelden van www.bathouseforum.org).

Experimenteren met andere materialen dan hout of houtbeton kan leiden tot betere kasten met betrekking tot temperatureigenschappen, gewicht, duurzaamheid. Bedenk wel goed wat je gaat doen: voorkom ongewenste effecten zoals oververhitting of vergiftiging door afgifte van schadelijk stoffen.

6.3.10 Afwerking

Voorkom tocht en lekkages

Vleermuizen hangen in de vleermuiskast graag droog⁷ en tochtvrij. Een vleermuiskast mag niet gaan kieren of lekkages krijgen. Bij houten kasten moet het dak waterdicht zijn. Hiertoe wordt het dak vaak bekleed met plastic, dakleer of metaal. Bij gevelkasten met een compartiment tussen de kast en de muur moeten ook kieren tussen de kast en de muur goed gedicht worden.

Houtbehandeling

Schilder kasten aan de buitenkant met natuurvriendelijk verf of beits (voor buiten, op waterbasis). Gebruik bij voorkeur minimaal één laag grondverf/-beits en meerdere lagen verf/beits. Gebruik geen verf/beits op oliebasis. Ook de aanvliegplank mag alleen met natuurvriendelijke verf/beits (voor buiten, op waterbasis) gewerkt worden. Voorkom dat ruwe oppervlakken of groeven voor grip door de verf hun grip verliezen. Kast worden aan de binnenzijde meestal onbehandeld gelaten.

Kleur

De kleur van de kast bepaalt mede hoe snel zonnewarmte door de kast wordt opgenomen. Donkere kleuren absorberen warmte beter dan lichte kleuren. Uit het North American Bat House Research Project blijkt dat voor kraamkolonies (van met name little brown bat) in de kraamtijd de temperatuur in de kast dagelijks zo lang mogelijk tussen de 27°C en 38°C moet liggen (Bat House Builders handboek). Deze waarden komen grotendeels overeen met de in Europa gemeten temperaturen in kraamverblijfplaatsen van vleermuizen.

⁷ Het gaat hier om regenlekkages. De *luchtvochtigheid* in een kast kan wel degelijk een rol spelen in de geschiktheid van een kast voor bepaalde seizoensfuncties. In periode van langdurige torpor (lethargie) in de kast kan een hoge luchtvochtigheid nodig zijn om uitdrogen te voorkomen (*Boerrigter - in voorbereiding*)

In het North American Bat House Research Project is ook bepaald welke kleuren kasten in verschillende regio's moeten krijgen om, in combinatie met het aantal zonuren, deze temperaturen te bereiken. De kleur hangt daarbij af van de gemiddelde maximale buitentemperaturen in het zomerseizoen Bat House Builders Handbook:

- < 30°C : zwart
- 30-35°C : donker-(bruin, grijs, etc.)
- 35-38°C : medium kleuren
- > 38°C : wit

Bij het ontwerpen, bouwen of toepassen van grote meervoudige vleermuiskasten biedt het aanbrengen van verschillende kleuren ook mogelijkheden om in verschillende kastdelen ook verschillende microklimaten te creëren.

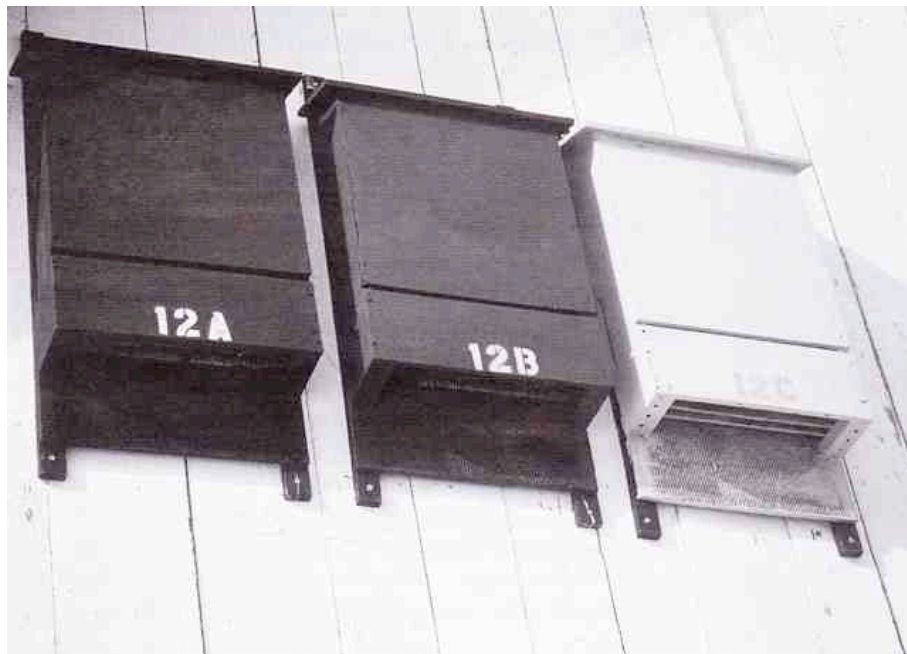


Foto 6.4 Verschillende kleuren geven verschillende binnentemperaturen.
Bron: BCI.

6.3.11 Weren van ongewenste bewoners

Vogels

Bolle kasten met een (vrijwel) gesloten bodem worden vaak door vogels gebruikt om een nest in te bouwen, voornamelijk door koolmezen en pimpelmezen. Omdat vleermuizen in de concurrentie met vogels vaak het onderspit delven kan het voorkomen dat bolle kasten vooral door vogels worden gebruikt en niet door vleermuizen. Dit speelt vooral in het broedseizoen (ongeveer van april tot en met augustus). Als het nest ook de toegang van een vleermuiskast blokkeert kan de kast ook na het broedseizoen ongeschikt voor vleermuizen blijven. Het is natuurlijk mogelijk om jaarlijks (na het broedseizoen!) die nesten te verwijderen, maar het is beter om te voorkomen dat vogels er kunnen nestelen.

Er zijn verschillende methoden om vogels te weren. De meest genoemde is het verkleinen van de invliegopening tot minder dan 20 mm, maar in de praktijk blijkt een invliegopening van slecht 14 tot 17 mm pas effectief (Morris 2012, mondelinge mededeling D. Tuitert). Een andere oplossing is het plaatsen een tussenpaneel achter de invliegopening waardoor vleermuizen een stukje door een nauwe ruimte moeten kruipen om in de kast te kunnen komen. Deze ruimte maakt de toegang voor vogels moeilijker. Bij kasten van Schwegler kunnen kasten ook op die manier aangepast worden.



Foto 6.4 Het tussenpaneel achter de invliegopening blokkeert de toegang voor vogels. Schwegler 2F met aangepast deurtje.

Een andere manier om vogels te weren is het plaatsen van een vogelkast direct naast de vleermuiskast (aan dezelfde boom). Wanneer de vogelkast door een mees bewoont wordt zal hij de vleermuiskast, die in zijn territorium hangt, tegen andere mezen verdedigen (Meschede 2000).

Wespen / hoornaars

Wespen en hoornaars bouwen regelmatig nesten in vogel- of vleermuiskasten. Dat gebeurt vaak in bolle kasten of ruim uitgevallen platte kasten. De vleermuizen lijken er meestal geen hinder van te hebben, maar het geeft problemen bij het controleren van kasten. Wanneer de binnenruimte niet ruimer is dan 20 mm is de kans op wespen- of hoornaarnesten klein. Omdat bolle kasten per definitie ruimer zijn wordt de aanwezigheid van deze nesten vaak voor lief genomen.

In alle type kasten kunnen ook kleine nesten van solitaire bijen en wespen voorkomen, maar deze geven voor het controleren van de kast geen probleem.

6.3.12 Ophangmethode

De manier waarop de kast wordt opgehangen is geen succesfactor voor het gebruik, maar wel voor de duurzame toepassing van de kast. Bij het ophangen van kasten aan bomen dient rekening te worden gehouden met de groei van de boom en met de wensen van de eigenaar of beheerder.

Hang houten kasten niet direct op aan de boom, maar met behulp van een tussenliggende ophanglat. Bij groei en uitzetting van de boom komen de krachten op de ophanglat te staan en niet op de kast zelf. Een andere mogelijkheid is het ophangen van de kasten middels een aan de kast bevestigde beweegbare hengsel, zoals bij de Schweglerkasten.

Overleg met de eigenaar of bosbeheerder over het materiaal waarmee de kast opgehangen wordt. Hij bepaalt of het gebruik van spijkers, schroeven of draad is toegestaan. Voorkom dat door het ophangen van kasten metaal in de boom kan achterblijven en er in de toekomst een risico ontstaat bij het verzagen van bomen. Sommige metalen kunnen ook voor verkleuring in het hout zorgen.

Het gebruik van spijkers met een brede kop heeft als voordeel dat de bij het dikker worden van de boom de kast de spijker meebeweegt en dus niet kan ingroeien. Het gebruik van schroeven of draad is alleen toegestaan wanneer deze actief losser worden gemaakt. Hou er rekening mee dat het vochtige hout van bomen veel weerstand biedt waardoor schroeven makkelijk afbreken. Bij het ophangen van kasten met draad, spanbanden of bungeekoord moet die ook periodiek wijder worden gemaakt.

6.4 Eigenschappen van de locatie

Hoe geschikt een kast voor vleermuizen ook is, het succes is ook afhankelijk van de aanwezigheid van vleermuizen op de locatie, de kans dat de kast ontdekt wordt en de aanwezigheid van factoren die de locatie geschikt maken.

6.4.1 Vleermuisrijk habitat

Omdat je in veel gevallen de vleermuizen niet naar de kast kunt brengen moet je bij het plaatsen van kasten zoeken naar die locaties waar je doelsoort(en) zijn waargenomen, of waar je deze op basis van hun ecologie kunt (gaan) verwachten. Die locatie kan heel specifiek zijn wanneer je voor een onderzoek of mitigatieplan de vleermuizen van een specifieke populatie of verblijfplaats in de kasten wilt krijgen.

Over het algemeen zijn voedselrijke gebieden met lijnvormige landschapselementen en waterbronnen geschikt vleermuizenhabitat.

Lijnvormige landschapselementen.

De beste locaties voor het ophangen van vleermuiskasten *in bossen* zijn die plekken waar veel vleermuizen foerageren of langs vliegen. Geschikte plaatsen zijn

- lijnvormige elementen zoals:
 - wegen, paden en brandgangen in bossen
 - aan de rand van waterlopen of waterpartijen
 - aan bosranden of randen van open plekken in het bos
- bospercelen met veel ruimte tussen de bomen en weinig ondergroei, bij voorkeur grenzend aan lijnvormige elementen.

Soorten die vooral in zeer open habitat foerageren, zoals rosse vleermuizen en bosvleermuizen, hebben in bossen voldoende vliegruimte nodig en worden daarom niet in kasten in dichtbegroeide percelen aangetroffen. Gewone grootoorvleermuizen, franjestaarten en Bechsteinsvleermuizen kunnen wel goed in dergelijke percelen vliegen en worden ook wel gevonden in vleermuiskasten die wat verder van paden of bosranden hangen (Meschede 2000). Hoewel er in Europa weinig resultaten bekend zijn van kastengebieden buiten bossen, is het aannemelijk dat kasten aan of vlakbij lijnvormige elementen in het landelijk gebied meer kans op bezetting geven dan kasten die midden in open gebied zijn geplaatst.

Waterpartijen

Het North American Bat House Research project laat zien dat meer dan 80% van de vleermuiskasten met kraamgroepen van little brown bat (93%) en big brown bat (84%) een zoetwaterbron aanwezig is op minder dan vijfhonderd meter afstand van de kast. Bij de Mexican Freetailed bat was dit 66% van de kasten met kraamgroepen (Kiser & Kiser 2004). Over de rol van de zoetwaterbron als foerageerplek of als drinkplek worden daarbij verder geen uitspraken gedaan. In Duitsland viel het Heise op dat kasten in bossen het succesvolst waren als die bossen ook moerasgebieden, poelen, venen en andere waterrijke elementen bevatten (Heise 1983b).

6.4.2 Hoogte

Bij het bepalen van de hoogte waarop een kast wordt geplaatst spelen verschillende aspecten een rol: de ecologie van de doelsoort(en), het predatie- en vandalismerisico en de veiligheid van de vleermuisonderzoekers.

Over het algemeen wordt gesteld dat voor de meeste soorten vleermuizen de kasten in bossen op minimaal 4 meter en maximaal 6 meter hoogte dienen te hangen. Voor rosse vleermuizen, die met het uitvliegen een langere val heeft, wordt wel vaker een hoogte van 6 meter of hoger aanbevolen (Meschede 2000). In de praktijk blijken franjestaart, grootoorvleermuizen en Bechtsteinsvleermuizen ook vaak kasten te gebruiken die slecht op 2-3 meter hoogte zijn geplaatst. Bij de franjestaart kan die voorkeur zo sterk zijn dat ze niet of nauwelijks in gebieden worden waargenomen totdat er ook kasten op geringe hoogte worden geplaatst.

In gebieden met een hoog vandalismerisico wordt aanbevolen kasten niet lager dan 4 meter te plaatsen. Vanaf 6 meter moeten de veiligheidsaspecten bij het ophangen, controleren en onderhouden van de kasten kritisch bekeken worden.

Bij kasten als vervangende verblijfplaats (mitigatie) speelt ook het verhogen van de succesfactor een grote rol. De ophanghoogte wordt dan mede bepaald door de eigenschappen van de oorspronkelijke verblijfplaats.

6.4.4 Vrije ruimte rond de kast

De aanwezigheid van obstakels in de nabijheid van de kast kan de uitvliegruimte beperken en het risico op predatie verhogen. Takken en bladeren vlak bij de uitvliegopening kunnen het uitvliegen en invliegen verhinderen en kunnen predatoren de kans geven om vlak bij de kast te komen.

Zorg ervoor dat er vóór en onder de kast voldoende veilige ruimte is voor vleermuizen om vrij uit te vliegen en voor het invliegen ook te zwermen. Voor deze ruimte wordt een straal van minimaal zes meter aanbevolen. Een enkel obstakel in dat gebied hoeft voor behendig vliegende vleermuizen geen probleem te zijn, tenzij dat obstakel ook predatoren een kans kan bieden om vleermuizen te vangen.

Zorg er voor dat er naast en onder de kast geen takken aanwezig zijn waarop een roofvogel, uil, kat of marter kan gaan zitten wachten op in-/uitvliegende vleermuizen. Bij kasten aan gebouwen geldt hetzelfde voor oppervlakken en richels onder, of naast de kast.



Foto 6.5 Takken blokkeren de vliegruimte voor en onder de kast

6.4.5 Verlichting

Plaats vleermuiskasten op zo donker mogelijke locaties. Voorkom dat vleermuiskasten, en in het bijzonder de in-/uitvliegopening, door lichtbronnen beschenen worden. Met name *Myotis*-soorten en grootoorvleermuizen mijden verlichte locaties.

6.4.6 Expositie en zonuren

De hoeveelheid zon die een kast vangt heeft invloed op het microklimaat van de kast. De kompasrichting van de kast bepaalt in belangrijke mate het aantal zonuren en de mate van schaduwwerking op de kast.

De hoeveelheid zon als succesfactor is complex. Allereerst verandert bij vleermuizen de voorkeur voor een microklimaat per seizoen. Dus over welke seizoensfunctie hebben we het als we de hoeveelheid zon als succesfactor nemen? Daarnaast bestaat de hoeveelheid zon uit onderliggende factoren die complex op elkaar inwerken en per locatie anders samenhangen. Buiten bossen kan dit vrij overzichtelijk zijn, maar in bossen maakt de diversiteit en seizoensveranderingen in bladerdak het moeilijk om de invloed van de zon om het succes van de kast te bepalen.

In Europa is tot nu toe weinig gericht onderzoek gedaan naar de invloed van de kompasrichting en het aantal zonuren. Onderzoeken in bossen geven vaak geen eenduidige resultaten over een voorkeur voor zonbeschenen kasten of erg beschutte kasten (Meschede 2000). Uit analyses van kasten in bossen komt echter wel vaak naar voren dat de hoogste bezettingsgraad wordt behaald met op het zuiden georiënteerde kasten (Poulton 2006, Gerell 1985). Tegelijkertijd kan het aanbieden van kasten op verschillende kompasrichtingen ook een succesfactor kan zijn voor een hogere functiediversiteit: de warmere kasten worden vooral gebruikt voor kraamverblijfplaatsen, de koelere voor zomer- of paarverblijfplaats. Ook de soortendiversiteit is gebaat bij verschillende microklimaten. In een onderzoek in Engeland bleek dat op het zuiden en westen vooral door dwergen werden gebruikt, terwijl franjestaarten de voorkeur gaven aan kasten op het noorden en oosten (Morris 2012).

In de Amerikaanse onderzoeken komt naar voren dat kraamgroepen de voorkeur geven aan vrij hoge temperaturen en dat (zonne-)warmte voor kraamgroepen een belangrijke succesfactor is. Daarbij wordt al niet eens meer van een kompasrichting gesproken maar van het aantal zonuren (Tuttle & Hensley 2003):

- In gebieden waar de maximum zomertemperaturen gemiddeld 27°C of lager zijn, moeten kasten tenminste 10 uur zonneschijn vangen.
- In gebieden waar de maximum zomertemperaturen gemiddeld 27-38°C zijn, moeten kasten tenminste 6 uur zonneschijn vangen.

Daarbij wordt ook benadrukt dat het aanbieden van meerdere kasten met verschillende microklimaten van belang is om in zeer warme of koude perioden optimale uitwijkmogelijkheden te bieden. Deze verschillende microklimaten kunnen

o.a. worden bereikt door verschillen in modellen, kleuren of ventilatie, maar ook door de expositie van de kast of kastdelen ten opzichte van de zon, bijvoorbeeld door:

- kasten aan verschillende zijden van een gebouw te plaatsen, los van elkaar of in de vorm van een hoekkast.
- bij kasten op palen, twee of meer kasten aan één paal te plaatsen, met een enigszins zonwerend dak: als de ene aan de voorkant veel zon vangt is de andere meer in de schaduw.
- gebruik te maken van de schaduwwerking van een dakoverstek boven de kast, of van bomen in de buurt van de kast.



Foto 6.6 Om een hoek gebouwde vleermuiskast. Foto: Th. Douma

Wanneer we de Europese en Amerikaanse inzichten over expositie en zonuren bij elkaar nemen kunnen we zeggen dat:

- vleermuizen in de kraamtijd van zeer warme kasten houden en dat expositie op het zuiden en voldoende zonuren daarvoor belangrijke succesfactoren zijn.
- aanbod van kasten met verschillende expositie en zonuren belangrijk is om bij sterke temperatuurswisseling uitwijkmogelijkheden te bieden.
- aanbod van kasten met verschillende expositie en zonuren belangrijk is om in verschillende seizoenen geschikte verblijfplaatsen te bieden.

Voor andere functies dan de kraamfuncties is voor vleermuiskasten weinig bekend over de invloed van de zon. Voor de perioden waarin dieren overdag in torpor zijn, maar 's avonds actief worden, kunnen op het westen georiënteerde kasten gunstig zijn. Voor het uit torpor komen kan dan warmte ontleend worden aan de middag- en avondzon, waardoor minder vetreserves aangesproken hoeven te worden.

6.4.7 Ondergrond

Met ondergrond bedoelen we het object of substraat waarop de kast wordt gemonteerd. In de vorige paragraaf bleek dat de ondergrond samen kan hangen met het aantal zonuren. Kasten aan palen vangen meestal maximale zonuren, kasten aan bomen hangen vooral in de schaduw van het bladerdak en bij kasten aan gebouwen zijn de zonuren sterk afhankelijk van de kompasrichting van de gevel waaraan de kast hangt.

Het microklimaat in een kast kan ook door de temperatureigenschappen van de ondergrond worden beïnvloed. Een bakstenen muur heeft een grotere temperatuurbuffer dan een houten wand, een paal of een boom. Hij warmt dus minder snel op door de zon, maar geeft verkregen warmte ook langzamer af. Een vleermuiskast aan een zonbeschenen muur blijft daardoor langer warm dan dezelfde kast op een houten paal of aan een boom.

6.4.8 Groepsgewijs ophangen van kasten (clusteren)

Over het algemeen wordt aanbevolen kasten groepsgewijs in een gebied op te hangen, in plaats van ze evenredig verspreid op te hangen (Meschede 2000). Over de aanbevolen onderlinge afstanden tussen deze clusters worden weinig uitspraken gedaan. Dit zal afhankelijk zijn van het doel waarvoor de kasten worden geplaatst, het beschikbare terrein en het aantal kasten.

Met het clusteren van kasten wordt het groeperen van kasten bedoeld, waarbij de kasten binnen een groep op korte afstand van elkaar hangen. Binnen die groep worden dan verschillende typen kasten gebruikt of worden kasten op verschillende kompasrichtingen gehangen. Dit clusteren met verschillende kasten-eigenschappen wordt aanbevolen om: beter aan te sluiten bij

- verschillende voorkeuren van verschillende soorten vleermuizen m.b.t.:
 - kastentype.
 - hanghoogte.
 - hanglocatie.
- de behoefte van vleermuizen aan verschillende microklimaten.
- het verhuisgedrag om parasieten en predatoren te ontlopen.
- verschillende sociale groepsvorming in de loop van het jaar (kraamgroepen, paarplaatsen met territorium⁸, individuele dieren).

In het North American Bat House Research project komt naar voren dat geclusterde kasten beter gebruikt worden dan afzonderlijke geplaatste kasten. Bij clustering van

⁸ Wanneer kasten niet worden geclusterd kunnen afzonderlijk geplaatste kasten in de paartijd gedomineerd worden door soorten met sterke territoriumdrang. Door clustering wordt meestal maar één kast van een cluster als paarplaats gebruikt en worden mannetjes van dezelfde soort uit de cluster weggehouden. De andere kasten zijn dan ook voor andere soorten beschikbaar.

drie kasten met verschillende klimaateigenschappen was 80% van de kasten succesvol. Bij afzonderlijk geplaatste kasten was dit 49% (Kiser & Kiser 2004).

Over de wijze van clustering wordt weinig gezegd. In het Verenigd Koninkrijk is het in bossen gebruikelijk om aan één boom meerdere kasten op verschillende windrichtingen te hangen (Stebbing & Walsh 1991). Een andere manier is het clusteren van kasten met tussen de kasten onderlinge afstanden van enkele of tientallen meters (eigen waarnemingen kastengebieden in Nederland)

6.5 Onderhoud

Regelmatig onderhoud wordt algemeen genoemd als een belangrijke succesfactor voor vleermuiskasten. Met onderhoud wordt het schoonmaken en repareren van kasten bedoeld en het weg halen van obstakels rond de kast. Vleermuiskasten die niet worden schoongemaakt kunnen in verloop van tijd ongeschikt worden voor vleermuizen door onder andere:

- ophoping van vleermuismest (vooral kasten met gesloten bodem).
- aanwezigheid van een of meerdere vogelnesten (vooral kasten met gesloten bodem).
- ophoping van spinnenweb en andere spinsels van insecten.
- aanwezigheid van nesten van wespen, hoornaars of hommels.
- aanwezigheid van dode vleermuizen of vogels.

Over het algemeen is het verwijderen van nesten en het uitborstelen van de kast voldoende. Doe dit alleen wanneer de vleermuizen afwezig zijn. De winterperiode is daarvoor de beste tijd.

Schade aan kasten kan onder andere ontstaan door weersinvloeden, spechtenschade, vandalisme en achterstallig onderhoud. Beoordeel bij het constateren van schade of deze schade bedreigend kan zijn voor vleermuizen of vogels die de kast nog kunnen gebruiken. Als dat zo is, bijvoorbeeld wanneer een kast naar beneden dreigt te vallen, is snelle reparatie van groot belang, ook (en vooral) wanneer er dieren in de kast aanwezig zijn. Kieren en gaten in de kast kunnen een kast ongeschikt maken en kwetsbaar maken voor weersinvloeden.

Een goed geplaatste kast kan door aangroei van takken en bladeren naar verloop van tijd onbereikbaar worden. Het snoeien van takken kan dus onderdeel zijn van het kastenonderhoud.

Over het algemeen is het voldoende om één tot twee per jaar kasten schoon te maken en op schade te controleren.

6.6 Monitoring van vleermuiskasten

6.6.1 Methode

Het ophangen van vleermuiskasten wordt altijd met een bepaald doel gedaan, meestal onderzoek of mitigatie van verblijfplaatsen. Door gebruik van de kast te monitoren kan worden bepaald of het doel ook daadwerkelijk wordt gehaald. Het is dan belangrijk om vooraf vast te stellen wat je precies wil weten. Gaat het bijvoorbeeld om specifieke soorten of specifieke functies? De vraagstelling is bepalend voor de methode, de periode en de frequentie van de kastencontroles.

Zeker zo belangrijk is de methode waarmee de controle plaatsvindt. Het openen van dichte kasten zal altijd verstoring met zich meebrengen voor de daarin aanwezige vleermuizen. Zeker wanneer dieren worden gehanteerd om bijvoorbeeld informatie te verkrijgen over het geslacht, de ouderdom en de voortplantingsstatus van dieren. Soms hangen vleermuizen aan het deurtje of de afsluitklep van de kast. Het is dan vaak niet mogelijk om een vleermuiskast open te maken zonder vleermuizen te hanteren. Om die reden wordt het open maken van kasten in het kraamseizoen vaak afgeraden (bijv. Stebbings & Walsh 1985)

Voor het open maken van vleermuiskasten is altijd een ontheffing van de Flora- en faunawet vereist. Vanwege het geringe maar serieuze risico op hondsdolheid (rabiës) mag een kast alleen worden geopend door personen die daarvoor actueel en actief zijn ingeënt.

Daarnaast wordt aanbevolen om een training te volgen in het hanteren en visueel beoordelen van vleermuizen op soort, leeftijd en voortplantingsstatus. Meer informatie over deze training en de bescherming tegen hondsdolheid is te verkrijgen bij het Vleermuisvangstelsysteem (vleermuizenvangen.nl).



Foto 6.7 *Kastencontrole: open maken of vanaf de grond inspecteren.*
Foto: J. Marcelissen

Bij het frequent open maken van kasten is vastgesteld dat vleermuizen dagen tot weken geen gebruik meer maken van de betreffende kasten (Twisk 2006). Wanneer tussen de controles een periode zit van minimaal één tot twee maanden, lijkt dit effect nagenoeg verdwenen.

Een visuele controle, zonder kasten te hoeven te openen, brengt veel minder verstoring met zich mee en is minder arbeidsintensief. Dit is vaak mogelijk met kasten zonder bodem en een invliegopening aan de onderzijde.

De aanwezigheid van uitwerpselen vertelt ook iets over het gebruik van de kast, ook als de vleermuizen zelf alweer weg zijn. In kasten met een dichte bodem blijft mest liggen. Bij kasten met een open bodem kan een mestplankje onder aan de kast mest opvangen. Zo'n mestplankje belemmert echter ook het zicht op eventuele vleermuizen in de kast.

Bepaal dus voor je kasten gaat kopen of bouwen ook op welke manier je de kasten wilt gaan controleren. Het model van de kast bepaalt mede op welke manier je de kasten kunt controleren en welke gegevens je daarmee kunt verzamelen.

6.6.2 Moment en frequentie

De onderzoeksvraag of het doel waarvoor de kasten zijn geplaatst bepalen sterk wanneer je de kasten moet gaan controleren. Het functioneel gebruik van de kasten als kraamverblijfplaats, paarplaats, zomerverblijfplaats en winterverblijfplaats dient vanzelfsprekend in het bijbehorende seizoen plaats te vinden. Omdat vleermuizen ook regelmatig van verblijfplaatsen wisselen wordt aanbevolen minimaal twee keer per seizoen te controleren, hetgeen neerkomt om acht tot twaalf controles per jaar.

Vaker controleren geeft echter wel een beter beeld van veranderingen in het gebruik van kasten en de aantallen vleermuizen in kasten.

Maar ook wanneer kasten worden gebruikt om een beeld te krijgen van de aanwezigheid van bepaalde soorten of het aantalsverloop van vleermuizen is het beter om in alle seizoenen te controleren. Vanuit het idee dat vleermuizen niet in kasten zouden overwinteren, of dat kraamgroepen niet vaak in kasten voorkomen, worden in die seizoenen vaak minder controles uitgevoerd. Vaak met het risico dat belangrijke of opvallende waarnemingen toch worden gemist.

6.6.3 Parameters

Om inzicht te krijgen in de factoren die van invloed zijn op het gebruik van vleermuiskasten moet meer gemeten worden dan bij verspreidingsonderzoek of monitoring. Naast de gegevens over het gebruik van de kast door vleermuizen moeten dan ook de relevante eigenschappen van de kasten, hun locaties en de omgeving in kaart te worden gebracht. Welke dat precies is afhankelijk van de onderzoeksvraag. De analyses van The North American Bat House Project (Kiser & Kiser 2004) en de Vincent Wildlife Trust (Poulton 2006) geven wel een overzicht van parameters die een belangrijke rol kunnen spelen. Haensel & Näfe gaan ook in op de te verzamelen

parameters voor kastenmonitoring (Haensel & Näfe 1982). Onderstaande overzicht geeft een aantal van die parameters (met een aanvulling van E. Jansen, Zoogdiervereniging).

Figuur 6.8: overzicht van parameters voor monitoring en onderzoek naar succesfactoren van kasten.

<i>gebruikparameters</i>	<i>locatieparameters</i>
- bezettingsgraad	- hoogte
- aantal vleermuizen per x controles	- substraat / ondergrond (boom, muur, paal)
- aantal soorten per x controles	- kompasrichting
- dagen tot eerste gebruik	- zonuren (schaduwwerking / kroonbedekking)
<i>functieparameters</i>	- vliegruimte rond de kast
- gebruik in bepaalde seizoenen	- clustering (clustergrootte)
- vastgestelde functie	
<i>kastenparameters</i>	<i>locatie / gebiedsparameter</i>
- kasttype of ontwerp	- type bos (open, dicht, gemengd, park))
- afmetingen	- boomsoorten
- materiaal	- aanwezigheid van (potentiële) natuurlijke verblijfplaatsen en vogelkasten
- kleur / afwerking van de kast	- bekend leefgebied van soorten (verblijfplaatsengebied / foerageergebied / vliegroutes)
- binnentemperatuur	- afstand tot verschillende typen habitat (urbaan gebied, bossen, water, etc.)
- uitval van kasten	

6.7 Succesfactoren van vervangende verblijfplaatsen

Bij de toepassing van vleermuiskasten als mitigerende of compenserende maatregel spelen naast de algemene succesfactoren ook nog andere succesfactoren een rol. Dit zijn succesfactoren die vooral betrekking hebben op het optimaliseren van de situatie voor de vleermuizen. Hoe zorg je ervoor dat de kast snel door de vleermuizen wordt ontdekt en voor de functie wordt gebruikt waarvoor hij bedoeld is?

Helaas is over de resultaten en succesfactoren van mitigatie en compensatie met vleermuiskasten nog vrijwel geen informatie beschikbaar. Kastten worden vrij algemeen toegepast maar lijken zelden te worden gemonitord (Vreugdenhil *et al.* in voorbereiding).

Rapporten en artikelen waarin de uitkomst van mitigatieprojecten worden besproken zijn schaars maar bevatten vaak wel een schat aan informatie (Beck & Schelbert 1999 Simon *et al.* 2004, Raynor 2006). In een aantal landen zijn ook richtlijnen voor

mitigatie van verblijfplaatsen opgesteld. Deze zijn vaker opgesteld vanuit ervaringen met renovatieprojecten dan vanuit sloop- en nieuwbouw projecten, maar zijn wel voor beide toepasbaar (Reiter & Zahn 2006), Mitchell-Jones 2004, Dietz & Weber 2000). In Nederland zijn dergelijke richtlijnen voor een aantal soorten omschreven in de Soortenstandaarden voor de gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis en de gewone grootoorvleermuis (Dienst Regelingen 2011a,b,c). In 2012 verschijnen ook de soortenstandaarden van de watervleermuis en de rosse vleermuis. De soortenstandaarden zijn ontwikkeld door het Dienst Landelijk Gebied en de Dienst Regelingen, in overleg met soortdeskundigen van ecologische adviesbureaus en de Zoogdiervereniging.

6.7.1 Vaststellen van aanwezigheid en functionaliteit van verblijfplaatsen

Wie niet weet of bij een ingreep aan een gebouw of boom verblijfplaatsen van vleermuizen in het geding kunnen zijn, kan ook niet weten of het aanbieden van vervangende verblijfplaatsen nodig is. Voor de inzet van vleermuiskasten als beschermingsmaatregel moet worden vastgesteld of verblijfplaatsen van vleermuizen in het geding zijn en om welke soorten het gaat. Ook moet duidelijk zijn voor welke functies de verblijfplaatsen worden gebruikt, dus of het om zomer-, kraam-, paar of winterverblijfplaatsen gaat.

Het door het Netwerk Groene Bureaus en de Zoogdiervereniging opgestelde Vleermuisprotocol geeft richtlijnen voor het vaststellen van de aanwezigheid en de functionaliteit van verblijfplaatsen. Uitgevoerd onderzoek volgens dit protocol is in de meeste gevallen de eerste voorwaarde om (mogelijk) negatieve ingrepen aan verblijfplaatsen uit te voeren en om vleermuiskasten als vervangende verblijfplaats aan te bieden (Netwerk Groene Bureaus 2012).

6.7.2 Match eigenschappen en ecologie van de verblijfplaatsen

Wanneer in vleermuizenonderzoek in het kader van de Flora- en faunawet verblijfplaatsen worden vastgesteld, blijft de informatie over de verblijfplaats vaak beperkt. Het onderzoek stopt meestal bij het vaststellen van de soort, de in- en uitvliegopeningen van de verblijfplaats en (een inschatting van) de functie(s) van de verblijfplaats. Over het algemeen wordt weinig informatie verzameld over de locatie van de verblijfplaats in het gebouw en over de eigenschappen van die verblijfplaats. Informatie over die eigenschappen is van belang om in de vervangende verblijfplaats te oorspronkelijke verblijfplaats zo goed mogelijk te benaderen. De onbereikbaarheid van spouwmuren, daklagen en boomholtes beperkt weliswaar de mogelijkheden voor dergelijk onderzoek, maar er worden nog te weinig pogingen gedaan om de benodigde informatie over bepalende factoren te verzamelen. Deze informatie heeft vooral betrekking op het microklimaat van de verblijfplaats (temperaturen, gradiënten, warmtebronnen) en op de binnenruimte van de verblijfplaats (afmetingen). Het opsporen van de verblijfplaats is ook van belang voor het bepalen van de maatregelen die het doden en verwonden van vleermuizen bij de ingreep moeten voorkomen.

Omdat vleermuiskasten vaak veel kleiner zijn dan de oorspronkelijk verblijfplaatsen en daardoor minder verschillende microklimaten kunnen bieden, wordt bij mitigatie overcompensatie toegepast. Dat wil zeggen dat per aangetroffen verblijfplaats meerdere vervangende kasten worden geplaatst. Deze kasten voorzien in verschillende klimaateigenschappen. Door overmitigatie wordt het ontbreken van informatie over de eigenschappen van de oorspronkelijke verblijfplaats ook ondervangen. De soortenstandaarden geven richtlijnen voor de mate van overcompensatie.

Het hergebruik van materialen uit de oorspronkelijke verblijfplaats kan het succes van de uiteindelijke compenserende verblijfplaats vergroten (Reiter & Zahn 2006) .

Voor een snelle herkenning van de vervangende verblijfplaatsen wordt aanbevolen de de vorm en de positie van de invliegopening van de oorspronkelijke verblijfplaats te imiteren. In een project in Duitsland werden verblijfplaatsen in spouwmuren gevonden, waarbij de invliegopening een kier onder vensterbank betrof. Deze “vensterbank-constructie” werd ook opgenomen boven de invliegopening van tijdelijk en blijvend aangebrachte vleermuiskasten, welke verrassend snel in gebruik werden genomen (Beck & Schelbert 1999).

In onder meer Groot-Brittannië is in mitigatieprojecten met succes geëxperimenteerd met kunstmatig verwarmde vleermuiskasten voor gewone grootoorvleermuizen en dwergvleermuizen. Behalve dat hiermee voldaan werd aan de klimaateigenschappen van kraamverblijfplaatsen en winterverblijfplaatsen, bleken de vleermuizen ook snel vrijwillig naar deze kasten te verhuizen (Swift 2005). In Groot-Brittannië worden kant en klare verwarmde kasten door adviesbureaus aangeboden. Ook in Nederland is door sommige adviesbureaus een start gemaakt met verwarmde vleermuiskasten, maar nog zonder publicatie van resultaten.

6.7.3 Ontdekruijnte

Vleermuizen moeten voldoende tijd krijgen om een als vervanging bedoelde verblijfplaats te ontdekken en in gebruik te nemen. Dit geldt zowel voor de overgang van oorspronkelijke verblijfplaatsen naar tijdelijke vervangende vleermuiskasten, als voor de overgang van deze tijdelijk kasten naar de uiteindelijke vervangende verblijfplaatsen.

Doordat vleermuizen in meer of mindere mate plaatstrouw zijn kan het enige tijd duren voor een nieuwe verblijfplaats wordt ontdekt. Door de kasten zo dicht mogelijk bij de oude verblijfplaats aan te bieden kan deze ontdektijd mogelijk worden verkort. Plaats tijdelijke kasten bijvoorbeeld zo dicht mogelijk bij de oorspronkelijke verblijfplaats. In de soortenstandaarden (Dienst Regelingen 2011a,b,c) worden voor verschillende soorten verschillende maximum afstanden genoemd.

Het ontdekken van een vervangende kast kan worden versneld door de kast naast de oorspronkelijke invliegopening te plaatsen. De kast hangt dan in de zwermruimte van de vleermuizen, waardoor de kans op ontdekking, verkenning en gebruik wordt vergroot. Is de kast ontdekt en in gebruik dan is de kans groter dat soortgelijke kasten

op andere nabije locaties ook worden ontdekt. Ook is het mogelijk om de kast in fases verder van de oorspronkelijke verblijfplaats te verplaatsen naar een andere plek, om zo de benodigde werkruimte te creëren (Beck & Schelbert 1999).

Wanneer mitigatie op korte afstand van de oorspronkelijke verblijfplaats niet mogelijk is, kunnen vleermuiskasten op andere netwerklocaties ook in de benodigde vervangende verblijfplaatsen voorzien. Het gaat dan om het plaatsen van kasten aan bomen of gebouwen met verblijfplaatsen die tot het netwerk van dezelfde populatie of kraamgroep behoren. Duits onderzoek laat zien dat vleermuiskasten aan gebouwen waar al vleermuizen verbleven vaker en sneller in gebruik werden genomen dan vleermuiskasten aan gebouwen waar niet eerder vleermuizen werden waargenomen. (Simon *et al.* 2004). De spreiding van verblijfplaatsen neemt dan weliswaar (tijdelijk) af, maar er kan wel worden voorzien in voldoende aantal en diversiteit van verblijfplaatsen.

6.7.4 Gewenningsperiode

Vleermuizen moeten voldoende tijd hebben om de kast te ontdekken en functioneel in gebruik te nemen. Deze benodigde acceptatietijd verschilt per soort vleermuizen en is afhankelijk van de mate waarin de soort nieuwe verblijfplaatsen verkend. Soorten met een groot netwerk aan verblijfplaatsen verhuizen regelmatig en zijn vaker bezig met het verkennen van potentiële verblijfplaatsen. De soortenstandaarden geven per soort en functie van de verblijfplaats de benodigde gewenningsperiode of acceptatietijd aan (Dienst Regelingen 2011a,b,c). Deze kan variëren van één maand tot zes maanden voor zomerverblijfplaatsen van kleine groepen dieren en paarplaatsen. Deze gewenningsperiode is exclusief de winterslaapperiode. Voor kraamverblijfplaatsen van gewone dwergvleermuizen wordt bijvoorbeeld een gewenningsperiode aanbevolen van minimaal één volledig kraamseizoen (begin mei tot en met eind juli) waarin de oude en de nieuwe kraamverblijfplaats beiden aanwezig zijn.

Wanneer in (her)ontwikkelings- en renovatieprojecten te laat aan vleermuizen wordt gedacht kunnen vanuit het vleermuisprotocol en de soortenstandaarden vereiste perioden voor onderzoek en acceptatie van mitigerende maatregelen een project flink vertragen. Dit is te voorkomen door eerder in het planproces vleermuizenonderzoek te laten uitvoeren, maar ook door *tijdens* het onderzoek sneller tot mitigerende maatregelen over te gaan. In plaats van eerst alle onderzoek af te ronden kan bij het vaststellen van bijvoorbeeld een kraamverblijfplaats direct een vleermuiskast als passende tijdelijke verblijfplaats worden aangeboden, zodat deze al tijdens het kraamseizoen aanwezig is. Bij onderzoeken op locaties waar al aanwijzingen zijn voor de aanwezigheid van vleermuizen, maar dit nog verder onderzocht moet worden, is het zelfs mogelijk om meteen vleermuiskasten op te hangen. Wanneer tijdens het onderzoek vervolgens blijkt dat de kasten voor dezelfde functies worden gebruikt als het gebouw of de boom die in het geding is dan is al aangetoond dat de kasten effectief zullen zijn. De kans dat voor het onderzoek aangebracht kasten binnen één jaar vleermuizen aanlokken die niet op die locatie aanwezig waren, is zeer gering.

6.7.5 Zorgvuldig handelen

Hoe goed de gekozen kasten ook aansluiten bij de eigenschappen van de oorspronkelijke verblijfplaats, het biedt nog geen garantie voor een succesvolle mitigatie of compensatie. Om te voorkomen dat het kind uiteindelijk toch met het badwater wordt weggegooid, moet het mitigatieproces ook zorgvuldig worden uitgevoerd.

Dit betekent dat in de eerste plaats moet worden voorkomen dat de betreffende vleermuizen toch nog bij de ingreep omkomen. Hiervoor is het vereist dat rekening wordt gehouden met de kwetsbare perioden van vleermuizen. Dat betekent meestal dat ingrepen aan kraam- en winterverblijven niet in de kraamperiode en winterslaapperiode uitgevoerd mogen worden. Tenzij die verblijfplaatsen al voor die perioden ongeschikt zijn gemaakt en/of zeker is dat er geen dieren meer aanwezig zijn. Ook buiten die perioden moet voorkomen worden dat dieren door werkzaamheden omkomen. Zorgvuldig gefaseerd slopen (strippen) en het buitensluiten van vleermuizen behoren dan tot de mogelijkheden. De soortenstandaarden geven richtlijnen voor deze vormen van zorgvuldig handelen. Kennis over de exacte locatie waar vleermuizen zich in een gebouw bevinden, zoals aangegeven in § 6.6.2, is daarbij belangrijk.

Bij renovaties of verbouwingen kan het voorkomen dat de vervangende verblijfplaats voor de vleermuizen zich op een andere locatie in het gebouw bevindt dan de oorspronkelijke verblijfplaats. Het komt dan vaak voor dat vleermuizen toch nog proberen de oude verblijfplaats te gebruiken. Wanneer dit een groot risico op overlast van vleermuizen geeft of de vleermuizen zelf schade kunnen oplopen (bijvoorbeeld ingesloten raken) is het belangrijk de oude verblijfplaats ontoegankelijk te maken.

Begeleid ook het plaatsen van de kasten zo goed mogelijk. Zorg ervoor dat ze op de juiste plekken komen te hangen. Kleine foutjes ten aanzien van bijvoorbeeld de kompasrichting van de kast, de ondergrond, de hoogte en de locatie ten opzichte van lichtbronnen kunnen een goede kast toch nog ongeschikt maken. Communicatie problemen zijn vaak de oorzaak van het slecht of niet uitvoeren van mitigatie (Bouma, 2012). Communiceer in korte lijnen met de uitvoerders van het project en maak ze duidelijk hoe belangrijk het is dat de kast op de juiste plek komt te hangen. Begeleid ze waar nodig ter plekke bij de werkzaamheden.

6.6.6 Monitoren en publiceren

Als vleermuiskasten worden toegepast als mitigerende of compenserende maatregelen is in principe monitoring aan de orde. De mitigatie en compensatie is immers alleen geslaagd als de kast door de beoogde soorten wordt gebruikt voor de zelfde functie als de oorspronkelijke verblijfplaats.

Bij het verkrijgen van een ontheffing van de Flora- en faunawet wordt meestal ook een verplichte monitoringsperiode opgelegd. De lengte en aard van die monitoring is

afhankelijk van de impact van het project en kan variëren van één tot vijf jaar, soms zelfs tien jaar. Die monitoring moet in principe al plaatsvinden gedurende de looptijd van het project. Wanneer al tijdens het project blijkt dat met de kasten niet het beoogde effect wordt behaald kan het nodig zijn aanpassingen of aanvullende maatregelen te treffen.

Monitoring is niet alleen nodig om niet goed functionerende mitigatiemaatregelen bij te sturen. In dit rapport is herhaaldelijk genoemd dat weinig informatie beschikbaar is over de inzet van vleermuiskasten als mitigerende maatregel. Door vleermuiskasten in mitigatieprojecten te monitoren en over de resultaten te publiceren, of op andere manieren met vakgenoten te delen kunnen we veel over de succesfactoren van vleermuiskasten leren. Als vleermuiskasten steeds betere vervangende verblijfplaatsen bieden wordt rekening houden met vleermuizen ook steeds eenvoudiger.

7 Hoe nu verder?

Vleermuiskasten bieden in potentie veel mogelijkheden. Enerzijds voor de vleermuizen zelf, anderzijds voor ons als onderzoekers. Ook kunnen kasten een belangrijke rol spelen bij het zichtbaar maken van vleermuizen in het kader van educatie en draagvlak. Daarmee zijn vleermuiskasten onmisbaar geworden in de praktijk van vleermuisonderzoek en vleermuisbescherming.

Het inzetten van vleermuiskasten als onderzoeksmethode kan vragen beantwoorden die in Nederland onbeantwoord of onderbelicht bleven. Waaronder verspreidingsonderzoek, dat in Nederland voor een belangrijk deel op de schouders van vrijwilligers rust. Kasten bieden daarbij een laagdrempelige manier om betrouwbare waarnemingen van soorten te verzamelen die met andere methoden moeilijker te verzamelen zijn. Weliswaar kan dat ook met het vangen van vleermuizen met mistnetten of met de steeds geavanceerdere technieken voor detectoronderzoek, maar die methoden zijn door hun techniek, vereiste training, arbeidsintensiteit en nachtelijke karakter niet voor iedereen weggelegd. Met het gebruik van kasten voor vleermuisonderzoek krijg je er meestal een hele nieuwe groep onderzoekers bij. Kasten bieden daarnaast veel inzicht in de ecologie van soorten en kunnen een rol spelen bij bescherming en educatie. Over het belang van vleermuiskasten als vervangende leefruimte bij ruimtelijke ingrepen is in dit rapport veel aandacht besteed.

Waar we met zijn allen echter nog hard aan moeten werken, is onderzoek naar de functionaliteit van vleermuiskasten. We kunnen niet vaak genoeg benadrukken dat onderzoek noodzakelijk is om vast te stellen wat het belang is van kasten voor onze vleermuizen. Zeker wanneer kasten worden ingezet ter vervanging van verblijfplaatsen die we verliezen door ruimtelijke ingrepen, zoals nu op grote schaal plaatsvindt in Nederland. Het blijft dan ook van belang kritisch te blijven voordat je met kasten aan de slag gaat. Ga altijd het volgende na:

- past de kast bij de functie en de soort die ik moet mitigeren / compenseren?
- klopt de claim van de kastenbouwer / verkoper. Heeft hij genoeg voorbeelden van de werking, bij voorkeur in de vorm van evidence-based artikelen
- wat is er over een type kast bekend, hoe is dat onderzocht, wat zit er achter de uitspraak over functioneel gebruik van een kast
- publiceer kritisch over je project. Natuurlijk wil jij of je opdrachtgever over een slimme oplossing publiceren. Wanneer doe je dat?

Samenwerking op het gebied van ontwerp, onderzoek en publicatie is belangrijk. Laten we met zijn allen het gebruik van vleermuiskasten in Nederland naar een hoger niveau tillen.

6 Literatuur

- Agnelli, P. & G. Maltagliati, L. Ducci, S. Cannicci. 2011. Artificial roosts for bats: education and research. The "be a bat's friend" project of the Natural History Museum of the University of Florence. *Hystrix. It J. Mamm.* (n.s.) 22(1) 2011: 215-223
- Baranauskas, K. 2009. The use of bat boxes of two models by *Nathusius pipistrelle* (*Pipistrellus nathusii*) in Southeastern Lithuania. *Acta Zoologica Lituania*. Vol. 19, N. 1: 3-9.
- Baranauskas, K. 2010. Diversity and abundance of bats (Chiroptera) found in Bat Boxes in East Lithuania. *Acta Zoologica Lituania*. Vol. 20, N. 1: 39-44.
- Baranauskas, K. et al. 2011. Breeding bat colonies found in bat boxes in Eastern Lithuania in 2010. In: XII European Bat Research Symposium. August 22-26, 2011, Vilnius, Lithuania : abstracts: p. 24-25
- Bartonicka, T. & Z. Rehak. 2007. Influence of the microclimate of bat boxes on their occupation by the soprano pipistrelle *Pipistrellus pygmaeus*: possible cause of roost switching. *Acta Chiropterologica*, 9(2): 517-526
- Beck, A. & B. Schelbert. (1999). Fledermauskästen als Ersatz für zerstörte Quartieren anbauten. Aargau. Naturf. Ges. Mitt. Bd. 35: 115-127
- Bekker, J.P. 1990. Ervaringen met vleermuiskasten. *Zoogdier*. Nr. 4: p. 26-30
- Bihari Z. 2004. The roost preference of *Nyctalus noctula* (Chiroptera, Vespertilionidae) in summer and the ecological background of their urbanization. *Mammalia* 68 (4): 329-336.
- Boerrigter, D., D. Meriën, M. Rekers & M. Weterings. *In voorbereiding*. Bat box micro climate : field situation and the effect of exposition and shade cover. University of Applied Sciences van Hall Larenstein, Leeuwarden
- Boshamer, J. 2003-2011. Voortgang Vleermuiskastenproject in De Kop van Noord-Holland, in terreinen van Staatsbosbeheer, Stichting Landschap Noord-Holland, Gemeente Den Helder en Vereniging 's Heerenloo. *Uitgave eigen beheer*. Den Helder (serie jaarlijkse verslagen)
- Boshamer, J. 2012. Workshop Vleermuiskasten in de Kop van Noord-Holland 31 augustus t/m 2 september 2012, in terreinen van Staatsbosbeheer, Stichting Landschap Noord-Holland, Gemeente Den Helder en Vereniging 's Heerenloo. *Uitgave eigen beheer*. Den Helder
- Bouma, M. 2012. 'Slecht zicht' op mitigatie bij vleermuizen. *Vlen-Nieuwsbrief*. Jrg 24, nr 67: 17-20
- Boyles, J.G., P. M. Cryan, G.F. McCracken & Th. Kunz. 2011. Economic Importance of Bats in Agriculture. *Science*, Vol. 332, no. 6025: 41-42
- Brittingham, M.C. & L.M. Williams. 2000. Bat boxes as alternative roosts for displaced bat maternity colonies. *Wildlife Society Bulletin*. 28 (1): p. 197-207
- Deschka, C. 200x. bau, Montage und Kontrolle von Fledermausbrettern. http://www.fledermaus-bayern.de/content/upload/archiv/fledermausbretter_deschka.pdf. (11 oktober 2012)
- Dienst Regelingen, 2009. Uitleg aangepaste beoordeling ontheffing ruimtelijke ingrepen Flora- en faunawet. Gepubliceerd op 31 augustus 2009. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselveiligheid.
- Dienst Regelingen, 2011a. Soortenstandaard gewone dwergvleermuis *Pipistrellus pipistrellus*. Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie :

Dienst Regelingen, Utrecht

Dienst Regelingen, 2011b. Soortenstandaard ruige dwergvleermuis *Pipistrellus nathusii*. Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie : Dienst Regelingen, Utrecht

Dienst Regelingen, 2011c. Soortenstandaard gewone grootoorvleermuis *Plecotus auritus*. Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie : Dienst Regelingen, Utrecht

Dieterich J & H. Dieterich. 1991 Untersuchungen an baumlebenden Fledermausarten im Kreis Plön. *Nyctalus*. 4, Heft 2: 153-167

Dieterich, H. 1998. Zum einsatz von Holzbeton-Großhöhlen für waldbewohnende Fledermäuse und zur Bestandentwicklung der Chiropteren in einem Schleswig-Holsteinischen Revier nach 30 jährigen Erfahrungen. *Nyctalus* 6: 456-467

Dietz, M. & M. Weber. 2000. Baubuch Fledermäuse : Eine Ideensammlung für fledermausgerechtes Bauen. Arbeitskreis Wildbiologie an der Justus-Liebig-Universität Gießen e.v.

Dubos, T. 2002?. Guide technique pour accueillir des chauves-souris dans le bâti et les jardin, Groupe Mammalogique Breton, Sizun.

DVL (Deutscher Verband für Landschaftpflege). 2000. Fledermausschutz im Siedlungsbereich : hinweise zur Biotop- und Landschaftpflege

Elling, H. von, 2010. Fledermäuse als lebende Glanzpunkte in der Umweltbildung. *Nyctalus*. 15, Heft 1: 59-63

Flaquer, C. et al. 2011. Bats and pest control in rice paddy landscapes of southern Europa. In: XII European Bat Research Symposium. August 22-26, 2011, Vilnius, Lithuania : abstracts: p. 24-25

Flaquer, C., I. Torre & R. Ruiz-Jarillo. 2006. The value of bat-boxes in the conservation of *Pipistrellus pygmaeus* in wetland rice paddies. *Biological Conservation*. Vol. 128. (2006): 223-230

Föhr, G., B. Föhr, B & A. Hinkel. 2002. Zur Geschichte künstlicher Bruthöhlen und ausstellung von Fledermaus-Ansiedlungshilfen im ersten Nistkasten- und Vogelschutzmuseum in Biberach-Ringschnait (Bayern). *Nyctalus*. 8, Heft 3: 223-230

Frömert, J. 2012. Sanierung eines Reproduktionsquartiers der Breitflügelfledermaus : vortrag der Tagung Ersatzquartiere für Fledermäuse: Rückblick und Perspektiven baulicher Maßnahmen. 16-18 März 2012, Rossla. Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt e.V., Stolberg

Gelhaus, M. & A. Zahn. 2010. Roosting ecology, phenology and foraging habitat of a nursery colony of *Pipistrellus nathusii* in the southwestern part of its reproduction range. *Vespertilio* 13-14: 93-102

Gerell, R. 1985. Tests of boxes for bats. *Nyctalus* (N.F.) 2, Heft 2; 181-185

Gloger, C. 1865. Die Hegung der Höhlenbrüter mit besonderer Rücksicht auf die Nachteile des Vogelfangens für Land- und Forstwirtschaft. Allgemeine Deutsche Verlags-Anstalt, Berlin

Haarsma, A-J. (2011). De meervleermuis in Nederland. Rapport nr. 2011.40. Zoogdiervereeniging, Nijmegen.

Haensel, J. & M. Näfe. 1982. Anleitungen zum Bau von Fledermauskästen und bisherige Erfahrungen mit ihrem Einsatz. *Nyctalus*. 1. Heft 4/5: 327-348

Harbusch, Chr. & P. Racey 2006. The sessile serotine: the influence of roost temperature on philopatry and reproductive phenology of *Eptesicus serotinus*.

- Acta Chiropterologica 8(1):213-229. 2006
- Heerdt, P.F. van & J.W. Sluiter. 1958. Over de verblijfplaats van de rosse vleermuis in de provincie Utrecht. De Levende Natuur. Vol. 61. Nr. 11 :252-255
- Heise, G. 1983. Interspezifische Vergesellschaftungen in Fledermauskästen. Nyctalus. 1, Heft 6: 518-520
- Heise, G. 1983b, Ergebnisse sechsjähriger Untersuchungen mittels Fledermauskästen im Kreis Prenzlau, Uckermark. Nyctalus. 1. Heft 6, p.504-512
- Heise, G. 1989. Ergebnisse reproduktionsbiologischer Untersuchungen am Abendsegler (*Nyctalus noctula*) in der Umgebung von Prenzlau / Uckermark. Nyctalus. 3. Heft 1: 17-32
- Heise, G. 2009. Zur Lebensweise uckermärkischer Mückenfledermäuse, *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825). Nyctalus. 14. Heft 1-2: 69-81
- Heise, G. und Schmidt, A. 1989. Beiträge zur sozialen Organisation und Ökologie des Braunen Langohrs (*Plecotus auritus*). Nyctalus. 2. Heft 5: 445-465
- Hermanns, U., H. Pommeranz & E. Ott. 2002. Erste Ergebnisse der Wiederanlage von Fledermausquartieren im Rahmen von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen an Gebäuden in der Hansestadt Rostock. Nyctalus. 8. Heft 4: 321-333
- Hoffmeister, U. 2012. Ersatzmaßnahmen für den Verlust von Winterquartieren des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in und an Plattenbauten. Vortrag der Tagung Ersatzquartiere für Fledermäuse: Rückblick und Perspektiven baulicher Maßnahmen. 16-18 März 2012, 1010ssla. Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt e.V., Stolberg
- Horn, J. 2009. Abendsegler (*Nyctalus noctula*) wärmt sich in der Sonne auf. Nyctalus 14. Heft 1-2: 174 (mitteilung)
- Hübner, G. 2001a. Phänologische beobachtungen an einem Wochenstubenstandort der Kleinen Bartfledermaus (*Myotis mystacinus*). Nyctalus. 7. Heft 6: 603-610
- Hübner, G. 2001b. Spaltenstrukturen and Jagdkanzeln als Fledermausquartiere – einde Dokumentation mit Anmerkungen zu weitere Quartiernutzern. Nyctalus. 8. Heft 1: 21-27
- Issel, W. & W. Issel. 1955. Versuche zur Ansiedlung von „Waldfledermäusen“ in Fledermauskästen. Forstwirtsch. Centralbl. 74(7-8): 193-204.
- Janssen, R. 2011. Nieuwelingen op de rode lijst : vondst van een kraamkolonie Bechsteins vleermuis. Zoogdier. Jrg 22, nr. 3 (winter 2011): p. 13-16
- Kerth, G. & K. Reckardt, 2003. Information transfer about roosts in female Bechstein's bats: an experimental field study. Proceedings of the Royal Society of London: Biological Sciences. Vol 270. P. 511-515
- Kerth, G. C. Ebert & C. Schmidtke. 2006. Group decision making in fission-fusion societies: evidence from two field experiments in Bechstein's bats. Proceedings of The Royal Society of London: Biological Sciences. Vol. 273. p. 2785-2790.
- Kiser, M. & S. Kiser, 2004. A Decade of Bat House Discovery. The Bat House Researcher. Vol. 12, No. 1: 1-7
- Kiser, M. & S. Kiser. 2002. Bat houses for integrated pest management : benefits for bats and organic farmers : phase I (final report). Bat Conservation International, Austin
- Kiser, M. & S. Kiser. 2004a. Heated bat houses. The Bat House Researcher. Vol.

12, No. 1: 11

- König, H. & W. König, 2011. Rückgang der Flughautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in Durchzugsgebieten am Nördlichen Oberrhein (Bundesrepublik Deutschland, Rheinland-Pfalz). *Nyctalus*. 16, Heft 1-2: 58-66
- Kooij, J. van der. 2007. Amerikanske flaggermuskasser – noe for Norge? *Fauna*. Vol. 60, nr. 3-4: 194-199
- Korsten, E. & H. Limpens, 2011. Vleermuisvriendelijk bouwen : handreiking voor huiseigenaar, architect en beleidsmedewerker. Landschapsbeheer Flevoland, Lelystad.
- Korsten, E. 2010. Monitoring van compenserende maatregelen voor vleermuizen op de voormalige MOBcomplexen Heesch, Schaijk en Baarle-Nassau : monitoringjaar 2010. Zoogdierverseniging-rapport 2010.43. Zoogdierverseniging, Nijmegen.
- Korsten, E. & J. Marcelissen. 2006. Onderzoek met vleermuiskasten in de gebieden Bergh- of Galgeven en Dennenhoef in 2005 : met een overzicht van de periode 2003-2005. Vleermuiswerkgroep Noord-Brabant, Tilburg
- Korsten, E. & J. Regelink, 2010. Herkennen van potentiële vleermuizenwaarden: in het kader van quickscans en ander ecologisch vooronderzoek. Zoogdierverseniging-rapport 2010.44. Zoogdierverseniging, Nijmegen.
- Korsten, E. 2006. A bigger bat house for the Netherlands : a Dutch conservationist puts BCI plans to the test. *Bats*. Vol. 26, no 3 (fall 2006): 12-13
- Korsten, E. 2006. Een grote meervoudige vleermuiskast als alternatieve verblijfplaats voor een kolonie gewone dwergvleermuizen (*Pipistrellus pipistrellus*). *Vlen-Nieuwsbrief*. Jrg. 18, Nr 50: p.6-12
- Kuil, R. van der. 2008. Vleermuisinventarisatie Vleermuiskasten Voorburg. *Vlen-Nieuwsbrief*. Jrg. 20, Nr 54: p.17-19
- Kuil, R. van der. 2010. Aanvullend onderzoek vleermuizen landgoederen Rust en Vreugd, Juliana Bernard park, Arendsburch/Hoekenburch te Voorburg 2010.I Stichting Zoogdierverseniging Zuid-Holland.
- Limpens, H., K. Mostert, W. Bongers, 1997, Atlas van de Nederlandse vleermuizen. K.N.N.V., Utrecht.
- Linton, D. 2012. Wytham Woods : Boxes, Bats and Rings. Presentation at the 1st Annual European Bat House Meeting, 18-19 October 2012, Utrecht, The Netherlands.
- Lourenço, S.I. & J.M. Palmeirim. 2004. Influence of temperature in roost selection by *Pipistrellus pygmaeus* (Chiroptera): relevance of design of bat boxes. *Biological Conservation* 119 (2004): 237-243
- Lucan, R.K. & V. Hanák. 2011. Population structure of Daubenton's bats is responding to microclimate of anthropogenic roosts. *Biologia* 66/4: 690—695
- Meschede, A. & B.U. Rudolph. 2004. Fledermäuse in Bayern. Ulmer, Stuttgart
- Meschede, A., K.G. Heller & R. Leith. 2000. Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern unter besonderer Berücksichtigung wandernder Arten. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- Michaelsen, T.C. 2011. BCI bat houses pay off in Norway. *Bats*. Vol. 29, nr. 3: p. 9-11
- Michaelsen, T.C., K.J. Grimstad, O. Olsen & K.M. Soot. 2007. Erfaringer med store flaggermuskasser (= Notes on the use of bat houses in Norway). *Fauna* 60 (3-4): 200-207
- Mitchell-Jones, A.J. & A.P. McLeish, 2004. Bat Workers' Manual. 3rd ed. Joint

- Nature Conservation Committee. Peterborough
- Mitchell-Jones, A.J. 2004. Bat mitigation guidelines. English Nature. Sheffield
- Morris, C. 2012. Castles in the air : the comparative results of a 10 year study at one site using two styles of bat box; followed by the results on the use by bats to 10 styles of box and a Summary of Major findings. Presentation at the 1st Annual European Bat House Meeting, 18-19 October 2012, Utrecht, The Netherlands.
- Murphi, M. 1989. Dr. Campbell's malaria-eradicating, guano-producing bat roosts. *Bats*. Vol. 7, no. 2 (1989): p. 10-13
- Natuschke, G. 1960. Heimische Fledermäuse. Neue Brehm-Büch., Bd. 269. Wittenberg-Lutherstadt.
- Netwerk Groene Bureaus. 2012. Vleermuisprotocol 2012 : het protocol voor vleermuisinventarisaties. <http://www.netwerkgroenebureaus.nl/werken-aan-kwaliteit/vleermuisprotocol>.
- Ohlendorf, B. M., M. Fritze & J. Schatz. 2010 Winterbeobachtungen von Zwergfledermäusen (*Pipistrellus pipistrellus*) und Kleinabendseglern (*Nyctalus leisleri*) in Fledermauskästen im Naturschutzgebiet Bodetal/NO-Harz (Sachsen-Anhalt). *Nyctalus*. 15, Heft 2-3: 235-243
- Patriquin, K.J. 2012. The causes and consequences of fission-fusion dynamics in female northern long-eared bats (*Myotis septentrionalis*). Phd study fort he Dalhousie University. Halifax, Nova Scotia
- Poulton, S.M.C. 2006. An analysis of the usage of batboxes in England, Wales and Ireland for The Vincent Wildlife Trust. BioEcoSS Ltd.
- Raynor, R. 2006. A review of the succes of bat boxes in houses. Scottish natural Heritage Commissioned Report No. 160. SNH, Inverness
- Reiter, G. & A. Zahn. 2006. Bat roosts in the alpine area: guidelines for the renovation of buildings. INTERREG IIIB Project Habitat Network.
- Ridder, R.M. 1981. Vleermuiskasten. Ministerie van CRM, Rijswijk : Laboratorium voor Zoölogische Ecologie en Taxonomie, Utrecht.
- Schmidt, A. & H. M. Miethe (2004): Bisherige Ergebnisse zur Nutzung von „Fledermaus-Groß- und Überwinterungshöhlen 1FW“ durch Abendsegler (*Nyctalus noctula*) in Ost-Brandenburg und zu Überwinterungsversuchen der Art. *Nyctalus* (N.F.). 9, 365-371
- Schmidt, A. 2002. Veränderungen bei Erst- und Letztbeobachtung von Abendseglern (*Nyctalus noctula*) und Rauhhautfledermäusen (*Pipistrellus nathusii*) in den letzten drei Jahrzehnten in Ostbrandenburg. *Nyctalus*. 8. Heft 4: 339-344
- Schmidt, A. 2008. Zur Gruppenbildung von adulten Manchen des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) vor, während und nach der Paarrungszeit. *Nyctalus*. 13. Heft 1: 35-41
- Schmidt, A. 2009. Die Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) in Fledermauskästen von Kastenrevereiren in Ost-Brandenburg. *Nyctalus*. 14. Heft 3-4: 367-371
- Schmidt, A. 2010a. Weitere Ergebnisse zum Ortsverhalten der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellis pipistrellus*) aus Ost-Brandenburg. *Nyctalus*. 15, Heft 1: 41-50
- Schmidt, A. 2010b. Zum Überwinterungsverhalten des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Ost-Brandenburg. *Nyctalus*. 15, heft 2-3: 223-234
- Schulenburg, J., A. Günther & Schmidt, C. 2001. Gestaltung von

- Fledermausquartieren. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden.
- Schwarting, H. 1994. Erste ervaringen mit Fledermaus-Überwinterungs/Koloniekästen in einer Hessischen Region. *Nyctalus*. 5, Heft 1: 59-70 5.
- Simon, M., S. Hüttenbügel & S. Smit-Viergutz. 2004. Ecology and conservation of bats in villages and towns. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bades Godesberg.
- Spoelstra, K. Th. Douma, D. Tuitert, R. Janssen & A. Douma. 2007. De Bechsteins vleermuis (*Myotis bechsteinii*) en de franjestaart (*Myotis nattereri*) op en rond het landgoed Eerde
- Spoelstra, K. et al. 2007. De Bechsteinsvleermuis (*Myotis bechsteinii*) en de franjestaart (*Myotis nattereri*) op en rond het landgoed Eerde. VZZ Rapport 2007.29. Zoogdiervereniging VZZ, Arnhem
- Stapel, J.P. 2001. Praktischer Fledermausschutz an Plattenbauten der Stadt Neubrandenburg (1993-1999). *Nyctalus*. 8. Heft1: 53-59
- Stebbing, R. E. & S.T. Walsh (1991) Bat boxes: a guide to the history, function, construction and use in the conservation of bats. The Bat Conservation Trust. London
- Steffens, R., U. Zöphel & D. Brockmann. 2007. 40th Anniversary bat marking Centre Dresden – Evaluation of methods and overview of results. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden
- Stratmann, B. 2008. Zur Entwicklung temperierbare Großraumhöhlen als Starkfrost-Ersatzhabitate für Fledermäuse. *Nyctalus*. 13. Heft 1: 61-82
- Swift, S.M. 2005 What central heating does for bats – the effect on occupancy of artificial heating in bat houses. In Xth European Bat Research Symposium: abstract book: p. 64
- Tost-Hötzel, S. 2009. Leitfaden Fledermausquartiere an Gebäuden: zur Diplomarbeit "Fledermaussommerquartiere an ausgewählten Gebäudetypen". Fachhochschule Eberswalde.
- Tuttle, M.D & D.L. Hensley, 2003. The Bathouse Builder's Handbook. Revised ed. Bat Conservation International, Austin
- Twisk, P. & H. Limpens. 2006. Een thuis voor de vleermuis. Beschermingsplan voor vleermuizen in Noord-Brabant. Provincie Noord-Brabant, 's-Hertogenbosch
- Twisk, P. 2006. Monitoring van de ruige dwergvleermuis met behulp van vleermuiskasten. *Vlen-Nieuwsbrief*. Jrg. 18, Nr 50: p.15-21
- Twisk, P. 2008. Handleiding netwerk Noord-Brabant voor meldingen van vleermuizen en steenmarters in gebouwen. [Eigen uitgave i.s.m. Landschapsbeheer Noord-Brabant, Haaren & de Zoogdiervereniging, Nijmegen.
- Verheggen, L. & J. Pöschkens. 1995. Vleermuistellingen in nest- en vleermuiskasten in het Rimburbos in 1994. *Nieuwsbrief Vleermuiswerkgroep VZZ*, Jrg 7 (1):7-13
- Verheggen, L. & J. Pöschkens. 1996. Vleermuistellingen in nest- en vleermuiskasten in het Rimburbos in 1995. *Nieuwsbrief Vleermuiswerkgroep VZZ*, Jrg 8 (4):9-13
- Voûte, A.M. & P.Lina. 1986. Bescherming van vleermuizen. KNNV, Hoogwoud.
- Vreugdenhil, S., E. Korsten. H. Limpens & F. Brekelmans. *In voorbereiding*.

Mitigatie en compensatie onder de Flora- en faunawet: vleermuiskasten als casestudy.

- Vreugdenhil, S.J, W.G. Overman & H.J.G.A. Limpens, 2011. Monitoring van compenserende maatregelen voor vleermuizen op de voormalige MOB-complexen Heesch, Schaijk en Baarle-Nassau : monitoringjaar 2011. Zoogdiervereniging-rapport 2011.32 Zoogdiervereniging, Nijmegen.
- Williams, C. 2010. Biodiversity for low and zero carbon buildings a technical guide for the new build. RiBa Publishing, London
- Williams, L.M. & M.C. Brittingham. 2006. A homeowner's guide to northeastern bats and bat problems. Pennsylvania State University; College of Agricultural Sciences, Pennsylvania
- Windeln, H-J. 2010a. Achtjährige Untersuchungen an Fransenfledermäusen (*Myotis natterri*) im Gelderland/Kreis Kleve (Nordrhein –Westfalen). *Nyctalus*. 15, Heft 4: 299-308
- Windeln, H-J. 2010b. Quartierwechsel bei Fledermäusen in der Schwangerschaft und Wochenstubezeit sowie Mitteilungen zur gemeinsamen Quartiernutzung von Abendseglern (*Nyctalus noctula*) und Wasserfledermausen (*Myotis daubentonii*). *Nyctalus*. 15, Heft 4: 271-275

Bijlage 1: Overzicht van modellen

Bolle vleermuiskasten



Schwegler 2F



Schwegler 2FN



Schwegler 1FD



Schwegler 1FS



Vivara Hongarije



Vivara Georgië



Model Ridder



Model Bekker (Wedge)



Bat Box SW



Hasselfelt

Platte Kasten



Schwegler 1FF



Schwegler 1FQ



Vivara Roemenië



Vivara Armenië



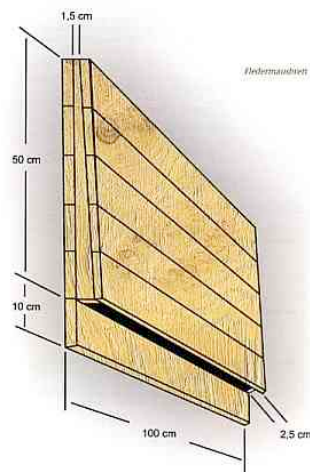
Vivara Ukraïne



Model Boshamer



Model Bloemhof



Model Fledermausbrett

Overwinteringskasten



Schwegler 1FW



Schwegler 1WQ

Grote vleermuiskasten met meervoudige compartimenten



Schwegler 1FTH



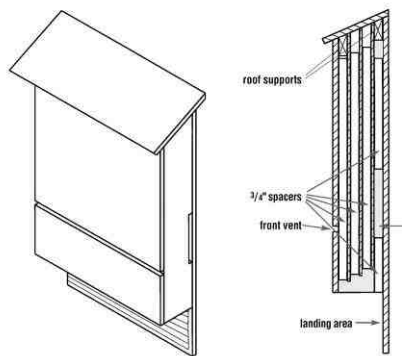
Schwegler 1FFH



Vivara Vleermuizenkraamkast



Strobel Sommerröhre



BCI Nursery House



Grote kraamkast 'Korstenkast'

Inbouwkasten



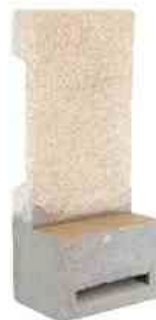
Schwegler 1FR



Schwegler 1W1



Schwegler 1FE



Vivara Pro Inbouwkast



Habibat Bat Box



Ströbel Großraumeinbaustein



Bureau Waardenburg bv

Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg

Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849

E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl