

FLAGERMUS OG HAVVIND



FEBRUAR 2023

Projekt navn	Flagermus og havvind
Kunde	Energistyrelsen
Projektleder	Morten Christensen
Projekt nummer	2202446
Til	Søren Keller
Udarbejdet af	Morten Christensen og Birte Hansen
Kvalitetssikret af	Mette Dalgaard Agersted
Godkendt af	Lea Bjerre Schmidt
Version	01
Versionsdato	23-02-2023

INDHOLD

1	INDLEDNING	4
2	GENERELT OM FLAGERMUSTRÆK.....	5
3	LOVGIVNING OG BESKYTTELSE AF FLAGERMUS PÅ TRÆK	11
4	PARAMETRE DER STYRER TIMINGEN AF FLAGERMUSTRÆK OVER HAVET .	12
5	VIDEN FRA DANMARK OG OMKRINGLIGGENDE LANDE.....	20
6	METODER TIL VIDENSINDSAMLING .	27
7	MULIGE AFVÆRGEFORANSTALTNINGER	33
8	MANGLENDE VIDEN OG FORSLAG TIL INDSATSER I DANMARK	35
9	REFERENCER	37

1 INDLEDNING

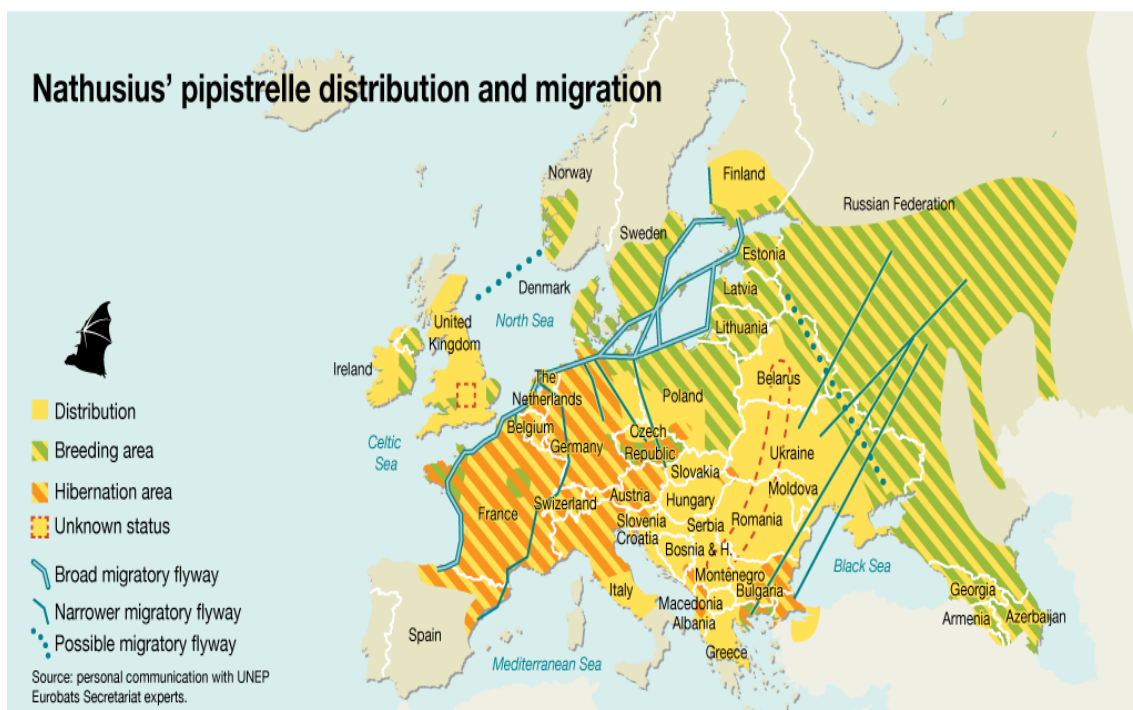
En stigende opmærksomhed og faktisk viden om flagermus' risiko for kollision med vindmøller har i de senere år ført til krav om driftsjusteringer af landmøller for at reducere antallet af kollisionsofre. For møller placeret på havet er den generelle viden om forekomsten af flagermus og deres risiko for at kolliderer med møllerne langt mere sparsom.

Det er velkendt, at nogle arter af flagermus, ligesom trækfuglene, trækker fra ynglepladser i Nordeuropa til overvintringspladser i varmere dele af kontinentet og registreringer på skibe og boreplatforme har i mange år indikeret, at visse flagermusarter i perioder flyver over havet. Dette er i de senere år bekræftet af undersøgelser af flagermus foretaget i forbindelse med etablering af havvindmølleparker i både Danmark og udlandet, hvilket betyder at der er en potentiel risiko for, at trækkende arter af flagermus kolliderer med havmøller placeret langt fra kysterne.

Set i lyset af den planlagte udbygning af havvind i de kommende år og Danmarks forpligtelse til at sikre en streng beskyttelse af alle arter af flagermus har Energistyrelsen bedt WSP opsummere den eksisterende viden om flagermus i forhold til etablering af havvind i farvandene omkring Danmark.

2 GENERELT OM FLAGERMUSTRÆK

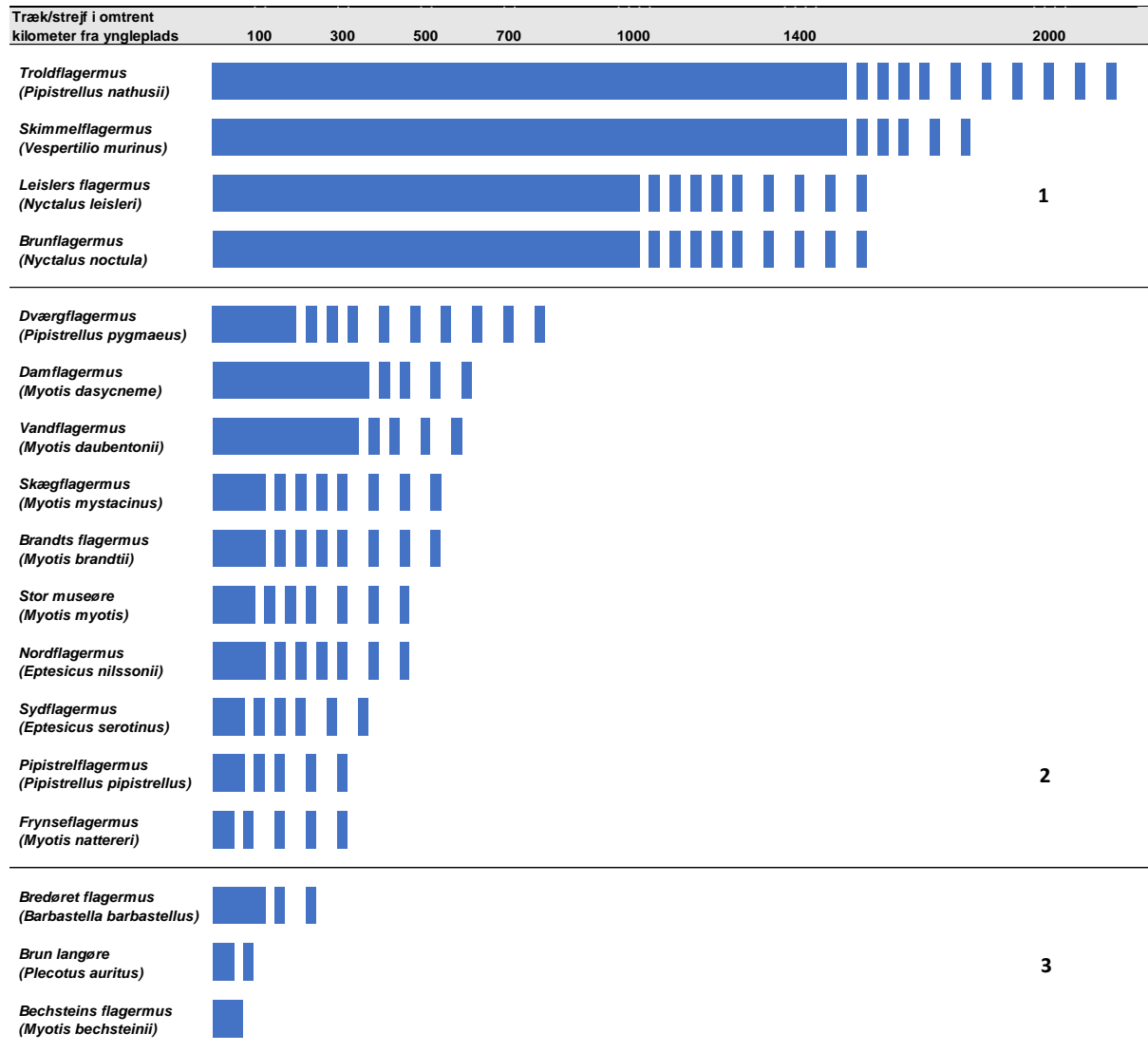
Lige som der findes trækfugle og standfugle, findes der flagermus der trækker og flagermus der overvintrer lokalt. Man kan inddеле flagermusene i Nordeuropa i tre grupper: 1. langdistance trækkerne, der typisk trækker flere hundrede kilometer mellem deres yngleområder i sommerperioden og deres overvintringsområder i vinterperioden; 2. flagermus der trækker op til omkring 100 kilometer mellem et ynglested og et overvintringssted; 3. den sidste gruppe er flagermus, der er knyttet til det samme sted hele året, og kun sjældent bevæger sig mere end få kilometer imellem deres yngleområde og det rasteområde, de anvender til overvintring.



Figur 1 – Trækket af troldflagermus med sommer og vinterudbredelse, samt formodede trækruter (Figur fra Eurobat).

De langdistance trækkende flagermus inkluderer troldflagermus (Figur 1), skimmelflagermus, leislers flagermus og brunflagermus (Tabel 1). Det længste dokumenterede flagermustræk i Europa er en troldflagermus mærket i Letland, der blev genfundet i det nordlige Spanien, 2.224 km i lige luftlinje fra udgangspunktet (Alcalde et al. 2021).

Tabel 1 – Opdeling af de danske flagermus i forhold til længden af arternes træk og strejf. Gruppe 1 er de langdistancetrækkende arter, som alle er dokumenteret som arter, der optræder offshore, Gruppe 2 er arter, der typisk trækker eller strejfer over kortere og mellemlange afstande og som kan forekomme offshore, Gruppe 3 er arter, der kun bevæger sig i kort afstand fra ynglepladserne, typisk over land og som ikke forventes at optræde offshore. Sammenhængende blå bar angiver den typiske afstand, mens den stiplede signatur angiver enkelte dokumenterede fund)



Kilder: Baagøe 2001, Pētersons 2004, Hutterer et al. 2005, Dietz et al. 2007, Baagøe & Jensen 2007, Alcalde et al. 2021 m.fl.

Især de langdistancetrækkende flagermus er i søgelyset i forhold til udbygningen af havvindmølleparker i områderne omkring Danmark (Rydell et al. 2010, Voigt et al. 2012, Lehnert et al. 2014, Arnett et al. 2016, Kruszynski et al. 2020, Gaultier et al. 2020).

Modsat fuglene, er vores viden om flagermusenes trækstrategier begrænset og basale informationer om timing og trækruter i området omkring Danmark, er kun beskrevet på et overordnet niveau (Ahlén 1997, Hutterer et al. 2005, Ahlén et al. 2009, Rydell et al. 2014, Seebens-Hoyer et al. 2021). Det er generelt antaget, at flagermus kun passerer over åbent hav, når andre muligheder er mindre attraktive (Seebens-Hoyer et al. 2021). Således antages det, at havområder generelt krydses på

steder med kort afstand og kun i tilfælde af, at den tilsvarende rute ikke kan tilbagelægges over land. Årsagen til at flagermus foretrækker ikke at flyve over havet er sandsynligvis forbundet med en relativ stor risiko for prædatorer. Særligt når det er lyst, vil måger og andre prædatorer på havet nemt kunne se og fange flagermus. Derfor formodes flagermus kun at trække over havet, når det er mørkt. Alle europæiske flagermusarter bruger ekkolokalisering til navigation, detektion af genstande og fødesøgning, hvilket betyder at de kan flyve i fuldstændigt mørke.

Det vurderes, at en troldflagermus der trækker over havet, kan flyve med en gennemsnitshastighed på omkring 30 km/t (Seebens-Hoyer et al. 2021), hvilket betyder, at der er grænser for, hvor langt en flagermus kan krydse over vandet i de mørke timer af natten.

2.1 HAVMØLLERS POTENTIELLE PÅVIRKNING AF FLAGERMUS

Havvindmølleparker kan udgøre en risiko for flagermus, idet de potentielt kan kolliderer med roterende møllevinger eller fordi de kommer så tæt på møllevingerne, at de udsættes for barotraume på grund af ændringer i lufttryk (Baerwald et al. 2009). Det vurderes, at flagermus ikke kan registrere hurtigt bevægende rotorblade ved ekkolokalisering på tilstrækkeligt lange afstande til at undgå den nærliggende fare i tide, og at spidserne af store vindmøllevinger kører med hastigheder, som flagermus antageligt ikke kan registrere på tilstrækkelig lang afstand til at undgå kollisioner (Therkildsen & Elmeros, 2017).

Ligeledes kan havmølleparker og lyset på disse måske være med til at forvirre flagermusene under træk og u hensigtsmæssigt tiltrække eller skræmme dyrene (Voigt et al. 2017). Det sidste kan i nogle tilfælde medføre en barriereeffekt, hvor flagermus tvinges til at flyve uden om møllerne med den ekstra energi og risiko dette medfører (Voigt et al. 2017).

2.2 FLAGERMUSARTER OBSERVERET PÅ TRÆK I DANSKE FARVANDE

Træk af flagermus er forskellige alt efter hvilke dele af de danske farvande, der behandles. Man kan groft opdele de danske farvande i Nordsøen (inkl. Skagerrak), Kattegat, Bælthavet (inkl. Lillebælt, Storebælt, Øresund og Femernbælt) og Østersøen (Figur 2 og Tabel 2).



Figur 2 – Opdeling af farvandene omkring Danmark.

Tabel 2 – Flagermusarter observeret offshore i delområderne (antallet af X'er indikerer den relative hyppighed). Registreringerne stammer fra observationer på skibe og boreplatforme, fra detektorer på skibe, detektorer på bøjer, samt ud fra registreringer på småøer uden faste flagermus.

Art	Nordsøen	Kattegat	Bælthavet	Østersøen
Leislers flagermus (<i>Nyctalus leisleri</i>)	X			X
Brunflagermus (<i>Nyctalus noctula</i>)	X	XX	XXX	XX
Skimmelflagermus (<i>Vespertilio murinus</i>)	X	X	XX	X
Nordflagermus (<i>Eptesicus nilssonii</i>)	X	X		X
Sydflagermus (<i>Eptesicus serotinus</i>)		X	X	X
Troldflagermus (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	XX	XX	XXX	XXX
Dværgflagermus (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)		X	X	X
Pipistrellflagermus (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)			X	X
Damflagermus (<i>Myotis dasycneme</i>)			X	X
Vandflagermus (<i>Myotis daubentonii</i>)			X	X

Kilder: **Nordsøen:** Petersen et al. 2014; **Kattegat:** Upublicerede data fra Offshore projekter i Kattegat, inkl. oplysninger fra Anholt og Hirsholmene; **Bælthavet:** Seebens-Hoyer et al. 2021, Femern projektet, samt upublicerede oplysninger fra Sprogø; **Østersøen:** Seebens-Hoyer et al. 2021, Upublicerede data fra Energjø Bornholm projektet og Christiansø.

De største antal af flagermus passerer uden tvivl igennem Bælthavet, særligt i den østlige del hvor hovedtræktruten om efteråret for flere af de trækkende arter går fra det sydlige Sverige over Sjælland og videre over Falster og Lolland til Femern, eller via Storebælt og Langeland til Slesvig-Holsten. Registreringer på Christiansø og Bornholm tyder på, at der også er et betydeligt antal flagermus, der fra det østlige Sverige tager turen over Østersøen via Bornholm til Rügen (upublicerede data fra baselineundersøgelser ifm. Energjø Bornholm projektet). Krydsningen over Kattegat er sandsynligvis størst om foråret, som det også ses for rovfugletrækket. Dele af Nordsøen er næppe en vigtig trækroute for flagermus. Det er dog sandsynligt, at norske flagermus fra det sydvestlige Norge krydser

Nordsøen til Storbritannien (Petersen et al. 2014) og at flagermus i den sydlige del krydser Nordsøen på vej fra Danmark og Tyskland mod Holland og Belgien (Seebens-Hoyer et al. 2021).

2.3 FØDESØGENDE FLAGERMUS UDEN FOR TRÆKPERIODER

Om sommeren befinder de fleste flagermus sig i deres yngleområder, og forekomst langt til havs antages at være mindre sandsynlig. Især de store arter søger dog ofte føde i et stort geografisk område og dele af dette kan inkludere kystområder. Således er det ikke usædvanligt at se flere arter af flagermus søge føde langs kysten i Danmark på nætter med stille vejr i sommerperioden.

For de mindre arter af flagermus begrænser fødesøgningen sig antageligt til de inderste få kilometer fra kysten, da fødesøgningen sjældent foregår mere end 1-2 kilometer fra yngle- og rastestederne (Baagøe og Jensen 2007). Dog kan især brunflagermus og skimmelflagermus søge føde op til 15-20 km fra kysterne (upublicerede observationer fra Kriegers Flak Havvindmøllepark og planlagte vindmølleparker i det nordlige Kattegat).

Også sommerobservationer fra øer langt fra kysten, som eksempelvis Christiansø, tyder på at flagermus kan søge føde op til omkring 20 km fra land (upublicerede data fra Energiø Bornholm projektet). Foreløbige undersøgelser fra bl.a. Kriegers Flak tyder dog på, at fødesøgning langt fra kysten kun forekommer få nætter i sommer/sensommeren og primært, når vinden er meget svag (dvs. <3 m/s).

Omfanget af fødesøgende flagermus i sommerperioden er dårligt belyst og der er behov for at indsamle yderligere information, særligt i forbindelse med planlagte havvindmølleprojekter der ligger tæt ved kysterne.

2.4 KLIMAÆNDRINGER OG FLAGERMUSTRÆK

Tidspunktet for flagermusenes træk er sandsynligvis forbundet med forekomsten af de typer insekter, som er den vigtigste fødekilde for den enkelte flagermusart. Ændringer og variation i vintertemperaturen og i temperaturerne i forår og efterår kan påvirke både mængde og forekomst af insekterne. Hvordan dette præcist påvirker tidspunktet for flagermustræk, og hvor hurtigt flagermusene tilpasser sig ændringer i klimaet, vides ikke. Data fra en 8-års serie af flagermusregistreringer fra Falsterbo i det sydligste Sverige indikerer dog en ændring i træktiden for trolldflagermus fra en median af efterårstrækket i slutningen af august i 2012 til slutningen af september i 2019 (Bach 2021).

Det er sandsynligt, at efterårstrækket for flagermus er meget følsomt over for især temperaturændringer i august, september og oktober. Det er sandsynligt, at flagermusene vil blive længere i deres yngleområder, hvis der er rigeligt med insekter at spise. Ligeledes er det muligt, at ændrede vintertemperaturer kan føre til, at trækket helt undlades og at flagermusene overvintrer i yngleområderne i stedet for at trække. Således er der de seneste år observeret tilsyneladende overvintrende trolldflagermus i Finland (Blomberg et al. 2020).

Ændringer i trækket om foråret er vanskeligt at forudsige. Dette skyldes at flagermusene om foråret ikke kender forholdene i slutdestinationen (ynglepladserne), og tidspunktet for udrejsen fra overvintringsområderne derfor må være styret af andre parametre end insektmængderne.

3 LOVGIVNING OG BESKYTTELSE AF FLAGERMUS PÅ TRÆK

Alle de danske arter af flagermus er omfattet af EU's Habitatdirektivs Bilag IV og er dermed strengt beskyttede, uanset om de forekommer inden for et udpeget habitatområde eller udenfor. Der skal derfor tages særlige hensyn, hvis der er risiko for, at bestande af flagermus kan påvirkes negativt af infrastrukturbyggeri, industrianlæg eller vindmøller.

For dyrearter omfattet af Bilag IV indebærer beskyttelsen et forbud mod: 1) forsætlig indfangning eller drab, 2) forsætlig forstyrrelse, især når de yngler eller overvintrer, 3) opbevaring, 4) transport m.m. og 5) at yngle- og rasteområder beskadiges eller ødelægges.

Yngleområder omfatter områder, som er nødvendige for dyrenes parring eller kurtisering, fødsel, eller opvækst af unger. Definitionen dækker også arealer i nærheden af selve yngleområdet, hvis afkommet er afhængigt af disse arealer. Rasteområder defineres som områder, som er vigtige for at sikre overlevelsen af enkelte dyr eller bestande, når de er i hvile.

Rasteområder er således områder, hvor dyrene i eller uden for yngletiden opholder sig for at hvile, sove eller overvintrere, opholder sig i skjul i større koncentrationer eller opholder sig for at opfylde vigtige livsfunktioner. For både yngle- og rasteområder gælder, at områder, der benyttes løbende hvert år eller med års mellemrum, skal beskyttes, selv når de ikke aktuelt benyttes af de pågældende arter.

Beskyttelsen indebærer, at yngle- eller rasteområder for Bilag IV-dyrearter som udgangspunkt ikke må beskadiges eller ødelægges af aktiviteter, som der ansøges om eller planlægges for. Områderne er dog kun beskyttet i det omfang, de er nødvendige for bestandene af de pågældende arter, dvs. når de vurderes at have betydning for opretholdelsen af den bestand, der kan berøres af en given aktivitet.

I forhold til trækkende flagermus er beskyttelsen primært rettet imod en mulig påvirkning af de relevante bestande og den generelle økologiske funktionalitet for arterne. Bestandestimater for flagermus er usikre (se f.eks. Limpens et al. 2017), og derfor er det ofte vanskeligt præcist at angive hvor stort et tab af individer, der er acceptabelt i forhold til en påvirkningsrisiko. I forhold til havvindmølleparker er det dog af stor betydning at vide hvilke bestande, der potentielt er risiko for at påvirke, da bestandstørrelserne i forskellige dele af udbredelsesområderne er meget forskellige.

4 PARAMETRE DER STYRER TIMINGEN AF FLAGERMUSTRÆK OVER HAVET

Kendskabet til flagermustræk over havet og risikoen for kollision med havvindmølleparker er stadig dårligt forstået (Browning et al. 2018).

Vores foreløbige forståelse af flagermusenes træk over havet tyder på, at sandsynligheden for at finde en trækkende flagermus på et givent sted primært bestemmes af en kombination af følgende faktorer:

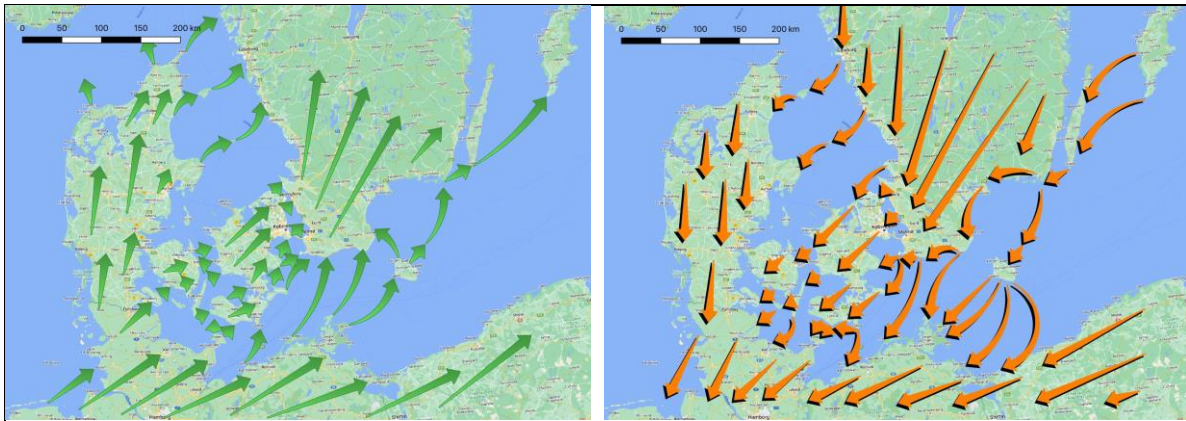
- Stedet (inkl. afstand fra land samt placering ift. yngle- og overvintringsområde)
- Tiden på året
- Tiden på døgnet
- Vindhastighed
- Vindretning
- Temperatur
- Nedbør
- Vejrhistorie

I det følgende beskrives parametrene enkeltvist. Men det er vigtigt at huske, at sandsynligheden for forekomst af flagermus bestemmes af en kombination af alle faktorer, og at ingen af dem alene vil kunne bruges til at forudsige dyrenes forekomst.

4.1 STEDET

Ikke alle dele af de danske farvande besøges lige hyppigt af trækkende flagermus. Indtil videre har vi kun brudstykkerne til et egentligt kort over hvilke dele af farvandene omkring Danmark, hvor trækkende flagermus forekommer hyppigst. Der er dog næppe tvivl om, at især området omkring Sjælland, Møn, Falster og Lolland hører til blandt de vigtige områder, mens især den ydre del af den danske Nordsø hører til blandt de områder, der relativt sjældent besøges af trækkende flagermus. Kattegat og store dele af Østersøen må forventes at ligge i "mellem"-kategorien (Figur 3).

Selvom trækruterne forår og efterår i et vist omfang følger samme ruter, er der også forskelle. F.eks. må det forventes, at trækket over Nordjylland og Kattegat er vigtigere under forårstrækket end om efteråret. Dette skyldes primært landområdernes udformning, der om foråret forventes at lede flagermusene imod Skagen, ligesom det gælder for rovfugle.



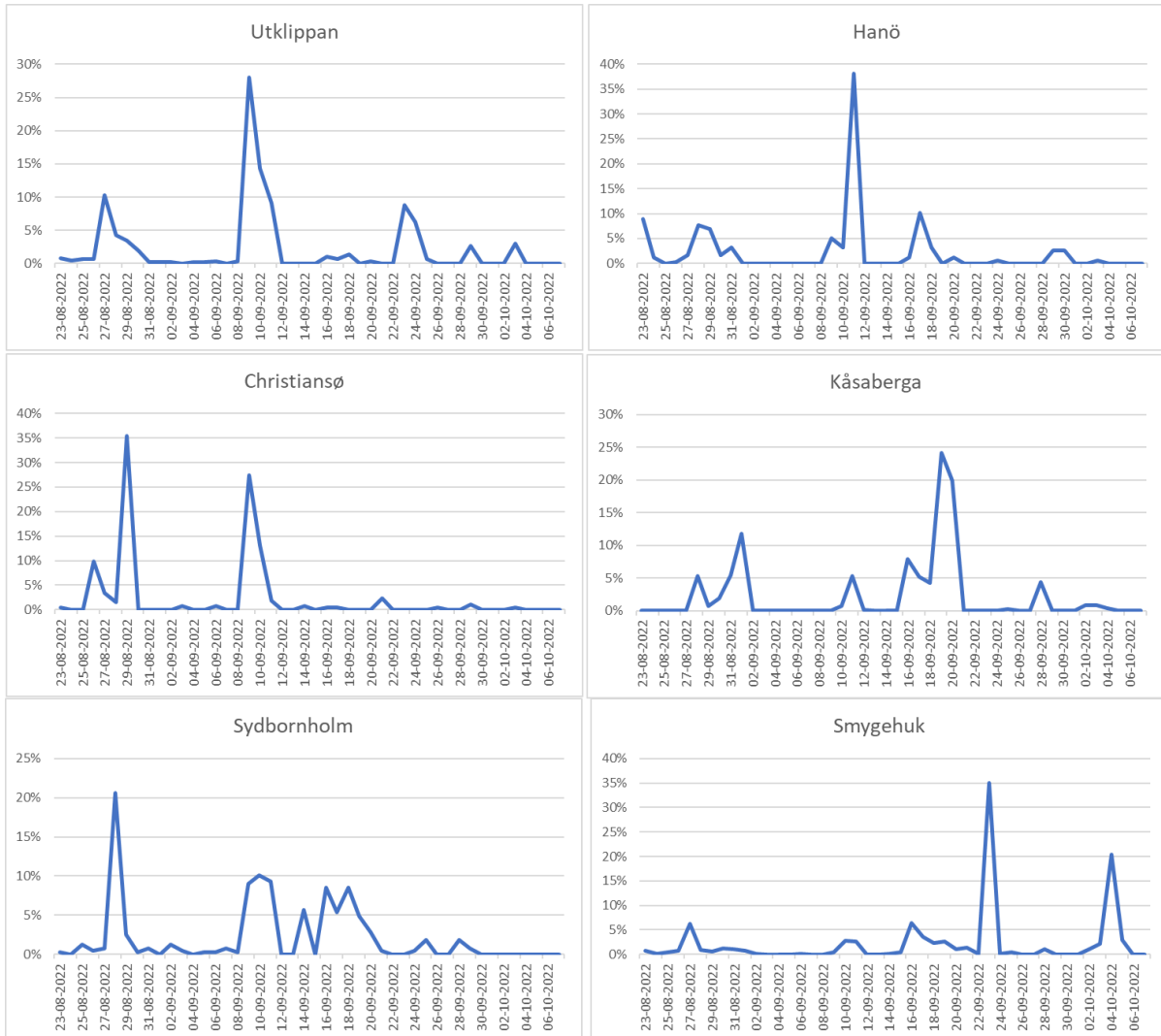
Figur 3 – Overordnede ruter for flagermustræk om foråret (venstre) og om efteråret (højre) primært baseret på information om træk af troldflagermus og brunflagermus (Kilder: Seebens-Hoyer et al. 2021 m.fl.).

4.2 TIDEN PÅ ÅRET

Forståelse af hvilke tidspunkter trækket foregår, er af største betydning i forhold til arbejdet med at afbøde potentielle konflikter. Størstedelen af forårstrækket begynder i starten af april og slutter sidst i maj. Foreløbige data tyder på, at forårstrækket generelt er relativt kortvarigt for de fleste arter. Efterårstrækket starter for nogle arter allerede i midten af august og strækker sig for nogle arter helt hen til starten af november. Det ser ud til, at trækket starter tidligst i Østersøen ved Bornholm og i det nordlige Kattegat, mens det primære træk i Bælthavet generelt er senere.

Den relative sene ankomst til ynglepladserne og en relativ tidlig afrejse fra overvintringsstederne svarer meget godt til det mønster, der ses hos mange af de insektædende fugle. Især i den nordlige del af flagermusenes udbredelsesområde er det sandsynligt, at det netop er insektforekomsterne, der i høj grad styrer den overordnede timing af trækket.

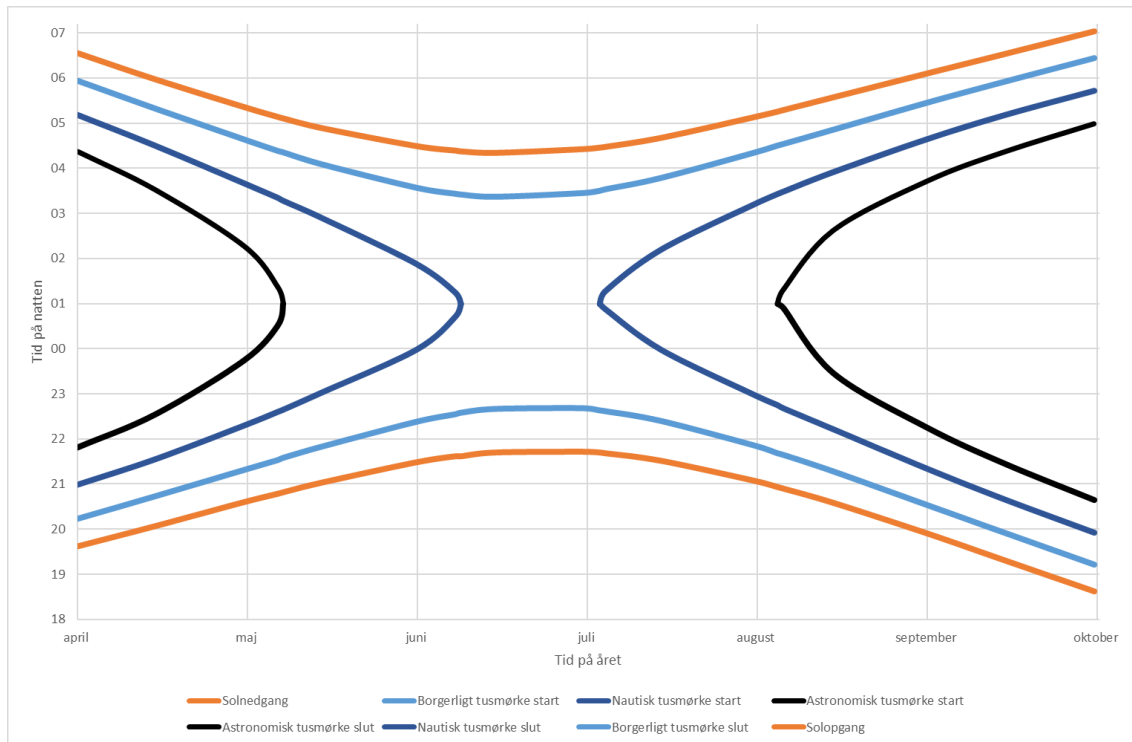
Men forholdene kompliceres yderligere af, at der for flere arter ser ud til at være flere bølger af trækkende dyr (Figur 4). Det vides ikke med sikkerhed hvad dette skyldes, men der kan f.eks. for troldflagermus være tale om, at hannerne trækker før hunner og unger.



Figur 4 – Eksempel på efterårstræk af trolldflagermus omkring den sydlige del af Østersøen. Lokalteterne fordeler sig fra Utklippan i det østligste Blekinge, Hanö i det vestlige Blekinge, Kåsabergera i det østlige Skåne, Smygehuk i det vestlige Skåne, samt Christiansø og Sydvestkysten af Bornholm. Bemærk data er foreløbige, da der forsat vil blive samlet data ind i 2023 ifm. Energiø Bornholm projektet.

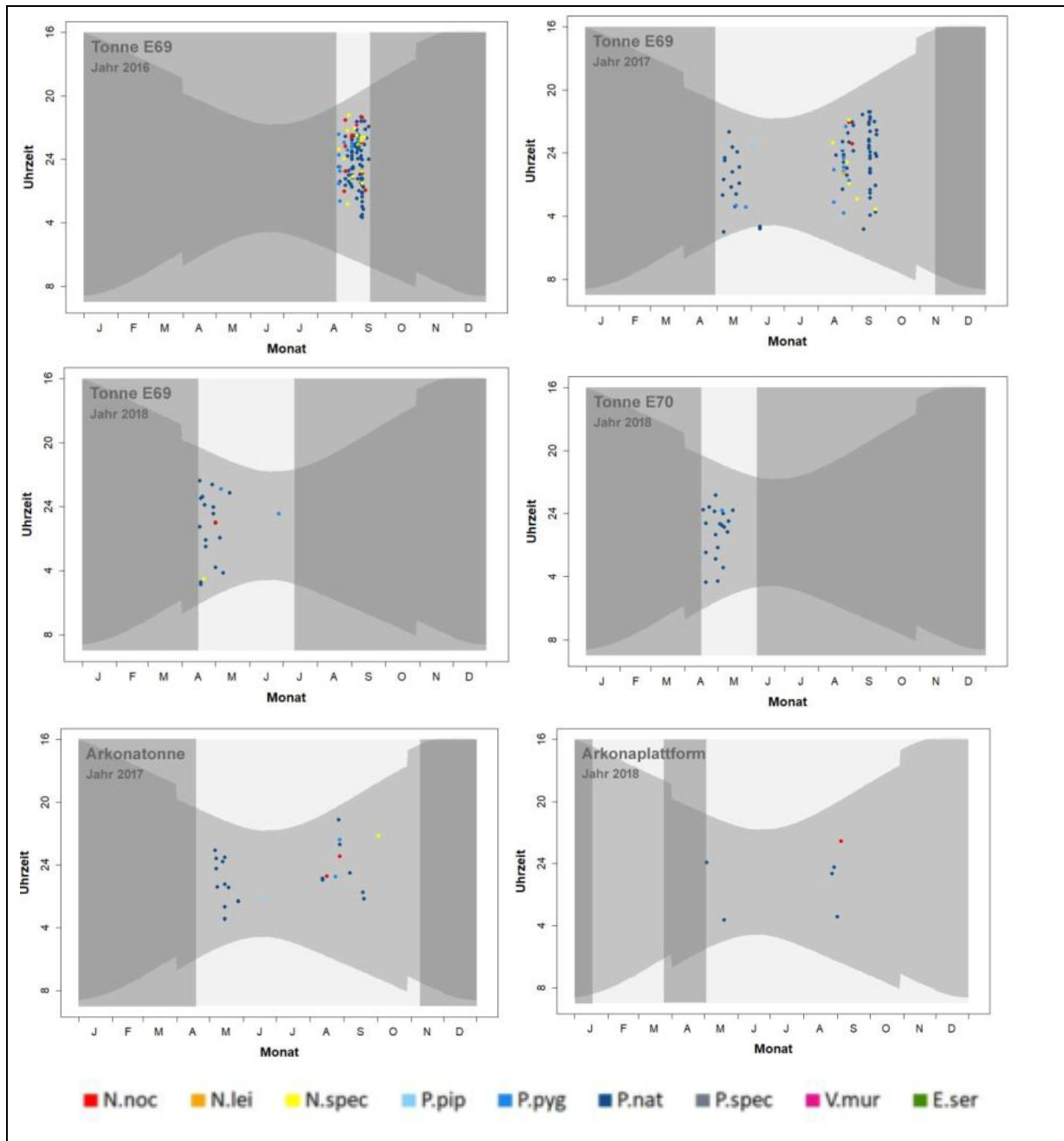
4.3 TID PÅ DØGNET

Især under forårstrækket i maj og i den tidlige del af efterårstrækket i august, er den mørke del af natten meget kort og risikoen for flagermus er, at de ikke når den modsatte kyst inden lyset kommer tilbage. En analyse i Seebens-Hoyer et al (2021) baseret på data fra Seebens et al. (2013) fra den lille ø Greifswalder Oie i Østersøen, ses en tendens til at brunflagermus under forårstrækket i maj ankommer senere og senere i forhold til solnedgang i løbet af maj måned. Dette kan skyldes at mørket kommer hurtigere i starten af maj, end i slutningen af maj (Figur 5).



Figur 5 – Skematisk præsentation af nattens længde på Bornholm, inkl. forskellige grader af tussmørke (information fra www.suninfo.dk). Hvis man antager, at flagermus næppe flyver længere ud over havet i forhold der er lysere end borgerligt tussmørke, betyder det at flagermusene højst har 4 timer til at flyve i om sommeren.

Det er sandsynligt, at flagermus ikke flyver længere stræk over havet, når det ikke er helt mørkt, da risikoen for at blive taget af primært måger er for stor. Præcis hvilke grænser, der er kritisk for flagermusene, afhænger antageligt også af de konkrete vejrforhold og f.eks. forekomsten af måne. Men resultaterne fra tyske undersøgelser i Østersøen (Figur 6) tyder på, at tidsrummet angivet som 'borgerligt tussmørke' (dvs. når solen er mindre end 6 grader under horisonten) på Figur 5, er omtrent den grænse, som flagermusene optræder ved i Østersøen. Undersøgelser med flere tidsfæstede registreringer vil kunne præcisere disse antagelser.

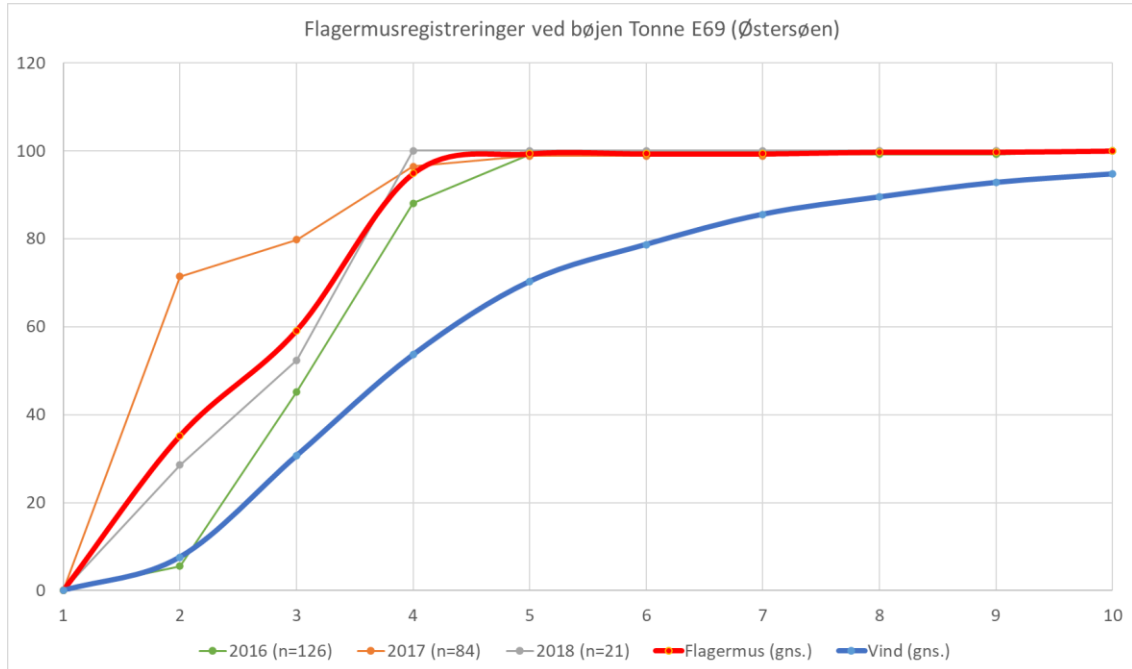


Figur 6 – Eksempler på tidspunkter for flagermusregistreringer i løbet af natten registreret på bøjler og platforme i Østersøen (Figurer fra Seebens-Hoyer et al. 2021). For placering af bøjler og platform, se afsnit 5.4 under Tyskland.

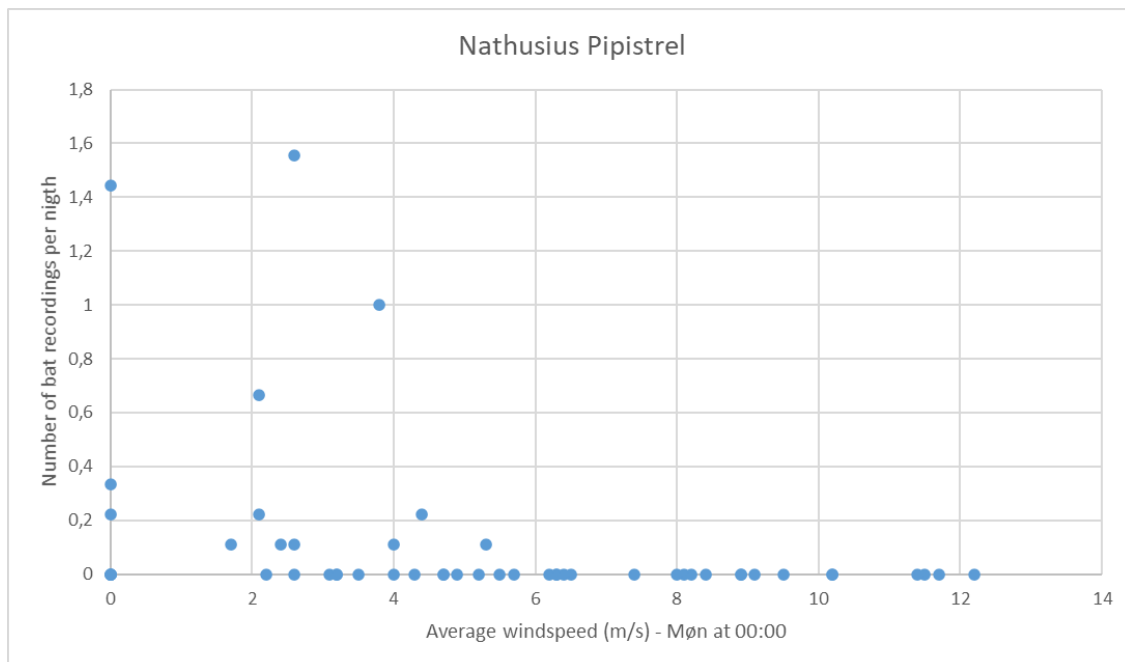
4.4 VINDHASTIGHED

Flagermus's flyvning over havet foregår normalt ved relativt lave vindhastigheder. Kraftig vind vil øge risikoen for afdrift og kraftig modvind vil kræve mange kræfter. Undersøgelser fra tyske bøjler i Østersøen tyder på, at meget få flagermus flyver over åbent hav ved vindhastigheder over 5 m/s

(Figur 7). Et mønster, der også ser ud til at gælde for forekomsterne af troldflagermus ved møllerne i Kriegers Flak Havvindmøllepark (Figur 8).



Figur 7 - Kumulativ frekvens af antallet af minutintervaller med flagermus i forhold til middelvindhastighed ved bøjne E69 i Østersøen (se kort i afsnit 5.4). Den tykke røde kurve angiver gennemsnittet af de tre års undersøgelser, mens den tykke blå kurve angiver den kumulative frekvens af vindhastighed i undersøgelsesperioden. Figur baseret på data fra Seebens-Hoyer et al. 2021.



Figur 8 – Antal registreringer af troldflagermus ved 9 møller ved Kriegers Flak i efteråret 2022. Y-aksen viser antallet af registreringer per nat i forhold til middelvinden (m/s) ved midnat målt på DMI's station på det sydlige Møn (Figur fra Christensen 2022).

4.5 VINDRETNING

Vindretningen er uden tvivl også af stor betydning for flagermusenes træk over havet. Troldflagermus ser således ud til at foretrække let medvind ved krydsning af Østersøen ved Bornholm (upublicerede data fra Energiø Bornholm projektet). Samme mønster er fundet ud for kysten i Holland (Lagerveld et al. 2021). Her fandt man om efteråret en klar sammenhæng imellem østlige vinde og forekomsten af troldflagermus.

4.6 TEMPERATUR

Temperaturen spiller også en rolle i forbindelse med flagermustrækket. Om forår kan koldt vejr stoppe trækket, mens perioder med varmt vejr vil sætte gang i insektproduktionen og gøre det attraktivt for flagermusene at søge imod ynglepladserne.

Om efteråret vil kolde perioder i september kunne presse flagermusene til at starte trækket, mens lange milde perioder i efteråret kan føre til at flagermusene udsætter trækket.

I en analyse fra den Hollandske del af Nordsøen fandt Lagerveld et al. (2021) en stigende sandsynlighed for troldflagermus ved højere temperaturer.

4.7 NEDBØR

Der er principielt ikke noget til hinder for, at flagermus kan flyve i regnvejr. Men nedbør er ikke godt for trækkende flagermus over havet, da det koster mere energi at flyve i regnvejr (Voigt et al. 2011). Ud over at flagermusene bliver våde og kolde, er nedbør også ofte kombineret med ustabile vejrforhold og risiko for pludselige ændringer i vindforholdene.

4.8 VEJRHISTORIE

Det er ikke alene det aktuelle vejr, der bestemmer sandsynligheden for forekomst af flagermus over havet. Vejret i dagene før er helt afgørende for den pulje af dyr, der er klar på kysten, og derfor vil en nat efter et par andre stille nætter typisk være noget mindre travl, end en nat hvor vejret de foregående nætter har været blæsende og ikke attraktiv for de trækkende flagermus. Derfor er en vigtig brik i forståelsen af flagermustrækket en registrering af flagermusaktiviteten på den kyst, hvor flagermusene forventes at starte deres krydsning af havet.

4.9 FLYVEHØJDE

Der er meget begrænset viden om hvilke højder flagermus passerer over havet på træk. Observationer af troldflagermus tyder på relativt lave flyvehøjder, men det må forventes, at store flagermus, som brundflagermus og skimmelflagermus, kan flyve væsentligt højere.

Studier fra den amerikanske østkyst angiver, at flagermus kan flyve så højt som 200 m over havet (Hatch et al. 2013). Dette rejser et potentielt registreringsproblem i forbindelse med forundersøgelser, hvor der ofte kun lyttes i op til 100 meter over havoverfladen, og hvor flagermus der flyver over 100 m over havet, slet ikke vil blive registreret. Sammen med en stødt stigende møllehøjde, der på moderne møller kan nå højder på omkring 350 m, er forståelsen af flyvehøjderne et presserende spørgsmål.

I forbindelse med forundersøgelser for havvind er registrering af højtflyvende flagermus vanskelig. Mest oplagt vil det være at lave studier i f.eks. høje tv-master i kystnære områder hvorfra flagermus forventes at trække, hvor man vil kunne få et billede af fordelingen af flagermus i forhold til højde. Efter etablering af havmøller kan detektorer placeret på nacellerne være med til at belyse relationen i forholdet mellem lavtflyvende og højtflyvende arter på havet.

5 VIDEN FRA DANMARK OG OMKRINGLIGGENDE LANDE

Overblikket over viden om flagermustræk igennem det nordvestlige Europa er udfordret af nationale grænser, der betyder, at mange studier er begrænset til primært at dække nationale territorier uden at inddrage viden fra nabolandene. Også sproglige udfordringer gør, at en del studier ikke når ud til et bredere internationalt publikum.

I forhold til havvindmølleparker er der ofte kun gennemført kortlægning og overvågning af flagermus (hvis overhovedet) i et relativt begrænset område omkring projekterne. Dette gør det vanskeligt at sætte resultaterne ind i en større sammenhæng. Desuden er de anvendte undersøgelsesmetoder ikke standardiserede, hvilket betyder at mange studier ikke er mulige at sammenligne direkte.

I nedenstående er givet en oversigt over de vigtigste studier set i forhold til danske forhold. Bemærk at oversigten ikke er komplet, og at der især i områderne længere fra Danmark kun er medtaget referencer af mere generel interesse.

5.1 DANMARK

Nordsøen

Der er ikke gennemført egentlige kortlægninger af flagermus i forbindelse med de tidlige havvindmølleprojekter i den danske del af Nordsøen (Horns Rev 1, 2 og 3) eller de projekter, som nu er planlagte og/eller under etablering (Vesterhav Syd og Nord og Thor). I forbindelse med baselineundersøgelserne for Energiø Nordsø projektet udføres registreringer af flagermus; resultater forventes offentligt tilgængelige i januar 2024 (ref. <https://ens.dk/en/our-responsibilities/energy-islands/preliminary-site-investigations-energy-islands/publication>).

Kattegat

Der ligger kun ganske få oplysninger om flagermus i den danske del af Kattegat. I forbindelse med miljøundersøgelserne for de to kystnære havmølleprojekter ved Sæby og i Sejerøbugten blev der i begrænset omfang samlet data ind omkring flagermus på Hirsholmene og på Sejerø (DHI 2015a, 2016). Supplerende undersøgelser er i 2021 lavet på Hirsholmene (Niras 2021).

Desuden er der (ikke systematisk) registreret troldflagermus rastende på møllerne i Anholt Havmøllepark mellem Anholt og Djursland i forbindelse med service og drift af møllerne (personlig komm. Ørsted).

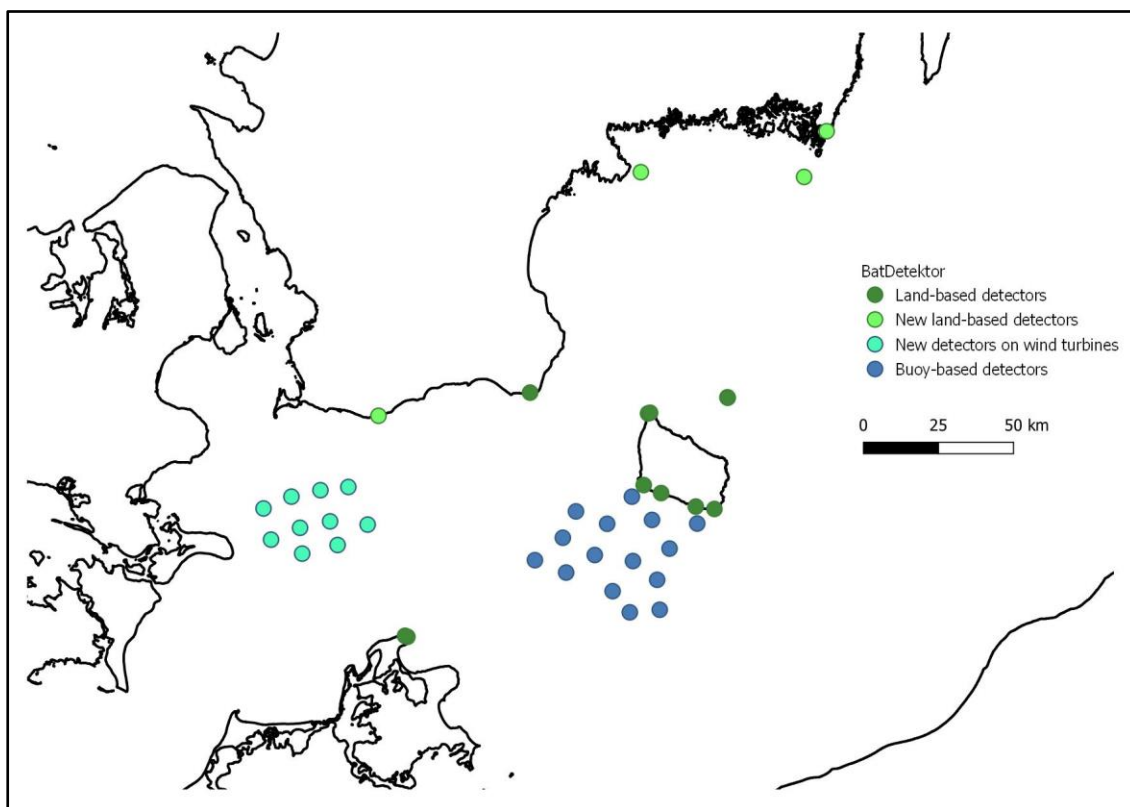
Derudover er der i forbindelse med en række svenske havmølleprojekter i Kattegat også indsamlet data om flagermus i Danmark, inkl. på Anholt og i Skagen. Data herfra er dog endnu ikke offentliggjorte.

Bælthavet

I området omkring Lillebælt, Storebælt, Femernbælt og Øresund er der lavet en række flagermusundersøgelser i forbindelse med diverse havmølleprojekter (FEBI 2013, DHI 2015b). Data fra disse studier er i de fleste tilfælde kun indsamlet på kysterne og er tilgængelige i opsummeret version. Femern projektet har ligeledes gennemført en mindre undersøgelse med detektorer på færgerne mellem Rødby og Putgarden (FEBI 2013).

Østersøen

I Østersøen er der lavet overvågning af flagermus med en enkelt detektor på en platform ved Kriegers Flak i forbindelse med miljøvurderingen i 2015 for den kommende havmøllepark (Skov et al. 2015). I 2021 er der i forbindelse med Energjø Bornholm igangsat overvågning af flagermus i Østersøen og på kysterne i det sydlige Sverige, på Bornholm, Christiansø og i Tyskland (Figur 9). I efteråret 2022 er der ligeledes igangsat overvågning af flagermus på 10 møller i Kriegers Flak Havmøllepark (Christensen 2022).



Figur 9 – Flagermusdetektorer opsat i forbindelse med Energjø Bornholm.

På trods af at Kriegers Flak Havmøllepark ligger omkring 15 km fra land, optræder de store flagermus (brun- og skimmelflagermus) relativt hyppigt omkring møllerne. Der ses en tydelig tendens til, at det er den del af mølleområdet, der ligger nærmest land (Møn), som besøges hyppigst. På de møller, der ligger mere end 20 km fra land, er der kun registreret ganske få skimmel- og brunflagermus.

Af mindre flagermus er det kun troldflagermus, der er registreret i væsentligt omfang ved Kriegers Flak Havmøllepark. Umiddelbart tyder forekomsten på, at dette er relateret til træk over Østersøen, da der ikke er observeret særlig præference for møllerne nærmest land.

Langt de fleste af flagermusregistreringerne ved møllerne på Kriegers Flak er på nætter med svag vind. Der er endnu ikke lavet en detaljeret analyse i forhold til vindretninger og temperatur, men det forventes, at også disse parametre har væsentlig betydning for forekomsten af flagermus.

5.2 SVERIGE

Kattegat

Der er indsamlet data i forbindelse med mindst tre forskellige havmølleprojekter i den svenske del af Kattegat, men data herfra er endnu ikke offentliggjorte.

Østersøen

Der er lavet enkelte studier af flagermus over havet og langs kysten af Skåne og Blekinge og på Öland (Ahlén 1997, Baagøe 2001, Ahlén et al. 2007, Ahlén et al. 2009, Rydell & Wickman 2015, Bach et al. 2015, 2017).

Især langtidsstudier ved Falsterbo i det sydvestlige Skåne (Bach et al 2015, Bach 2021) har relevans i forhold til at forstå trækket af flagermus i den danske del af Østersøen, herunder Kriegers Flak. Egentlig overvågning i forbindelse med planlægning af havmølleprojekter i den svenske del af Østersøen er gennemført siden 2020, men data fra disse er endnu ikke offentliggjorte.

5.3 NORGE

Vi har ikke kendskab til undersøgelser af trækkende flagermus offshore ved Norge.

5.4 TYSKLAND

Nordsøen

Forekomsten af flagermus er undersøgt i 2017 og 2018 via detektorer på en bøje og en platform i den nordlige del af den tyske del af Nordsøen tæt ved grænsen til Danmark (Nordseeboje II og FINO 3). Kun ganske få flagermus er registreret på de to offshore installationer (Seebens-Hoyer et al 2021). Troldflagermus er registreret to gange på Nordseebøjen og fire gange på FINO 3 platformen, desuden er leislere eller brunflagermus registreret to gange på Nordseebøjen. Disse data tyder ikke på, at denne del af Nordsøen er et væsentligt område for flagermus.

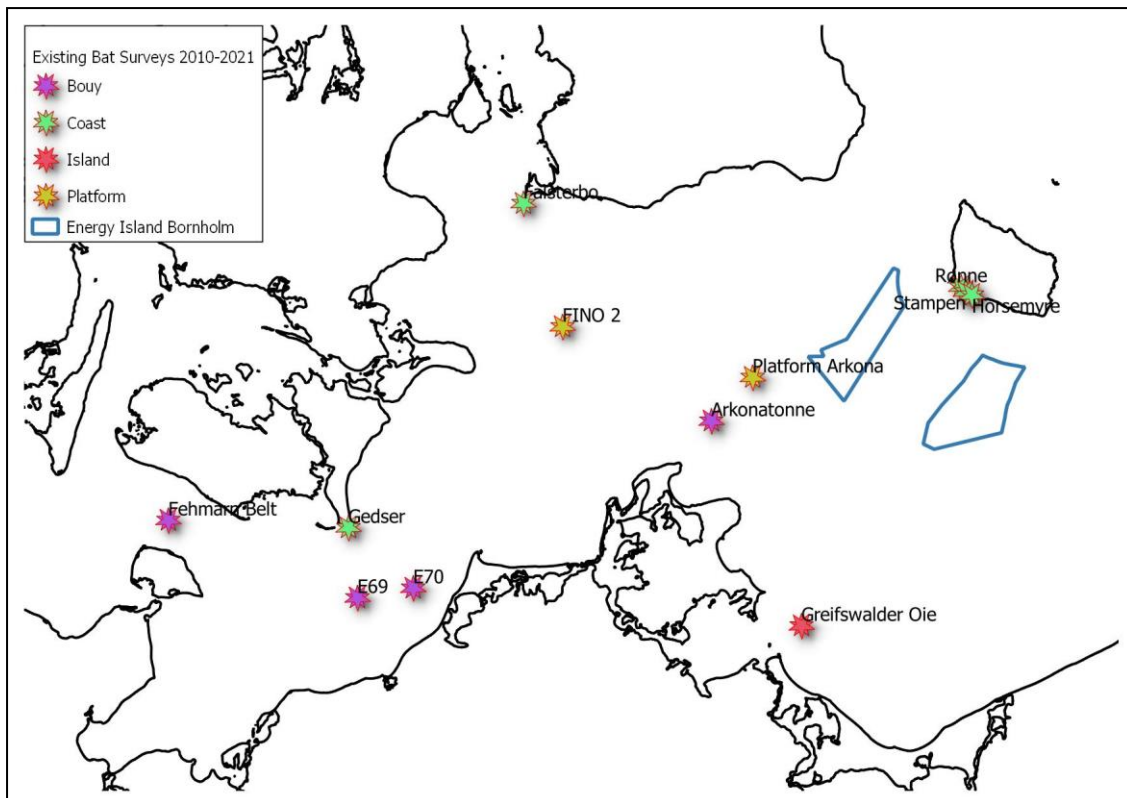
Helt anderledes ser det ud på øen Helgoland og på to offshore installationer tættere på den tyske kyst (Seebens-Hoyer et al 2021). Her er der registreret et betydeligt antal flagermusarter, inkl. brunflagermus, leislere flagermus, pipistrelflagermus, dværgflagermus, troldflagermus,

skimmelflagermus, sydflagermus og nordflagermus. Det er dog også i denne del af Nordsøen at kun troldflagermus optræder i stort antal.

Østersøen

Langs den tyske Østersøkyst er der en del studier af flagermus inkl. et studie fra den lille ø Greifswalder Oie øst for Rugen (Seebens et al. 2013). Et større litteraturstudie af undersøgelserne i den tyske del af Østersøen findes i Walter et al. (2007) og Seebens-Hoyer et al. (2021).

Adskillige offshore-undersøgelser af flagermus er gennemført i den sydlige Østersø i det sidste årti. De fleste undersøgelser er i den tyske del af området, hvor der er brugt to marine platforme og fire marine bøjer (Figur 10). Resultaterne fra offshore-undersøgelserne på bøjer og platform er suppleret med undersøgelser fra færger og skibe.



Figur 10 – Flagermusovervågningsprojekter i den sydlige del af Østersøen (Information fra Seebens-Hoyer et al 2021).

Mindst otte arter af flagermus er registreret offshore i Østersøen. Troldflagermus er i alle undersøgelser den hyppigste art med 70-90% af alle registreringer. Brunflagermus, dværgflagermus og pipistrellflagermus er også registreret i de fleste offshore undersøgelser. Tabel 3 giver et overblik over registreringen af flagermusarter i seks offshore-undersøgelser i den tyske del af Østersøen.

Tabel 3 – Relativ fordeling af flagermusregistreringer på fem offshore installationer i den tyske del af Østersøen (kilde: Seebens-Hoyer et al. 2021).

	Brunflagermus	Leislers flagermus	Brun eller Leislers	Skimmelflagermus	Syflagermus	Pipistrelflagermus	Dværgflagermus	Troldflagermus	Pipistrellus sp.
Tonne E69 (n=231)	6%	<1%	10%	<1%	<1%	1%	11%	71%	
Tonne E70 (n=20)							5%	95%	
FINO 2 (n=289)	4%		4%			16%	<1%	73%	3%
Arkonatonne (n=78)	5%	3%	8%	4%		3%	3%	76%	
Plattform Arkona (n=6)	17%							83%	

Note: n = Antal flagermusregistreringer.

5.5 FINLAND, POLEN OG DE BALTISKE LANDE

Flagermustrækket i Østersø-regionen er også studeret i Polen (Ciechanowski et al. 2016), Estland (Masing 2011), Letland (Pētersons 2004, Šuba et al. 2012) og i Finland (Ijäs et al. 2017). Særlig vigtige er undersøgelserne i Letland, hvor man i mange år har ringmærket flagermus på fuglestationen Pape ved Østersøkysten. Data herfra har givet vigtige informationer om trækkende flagermus.

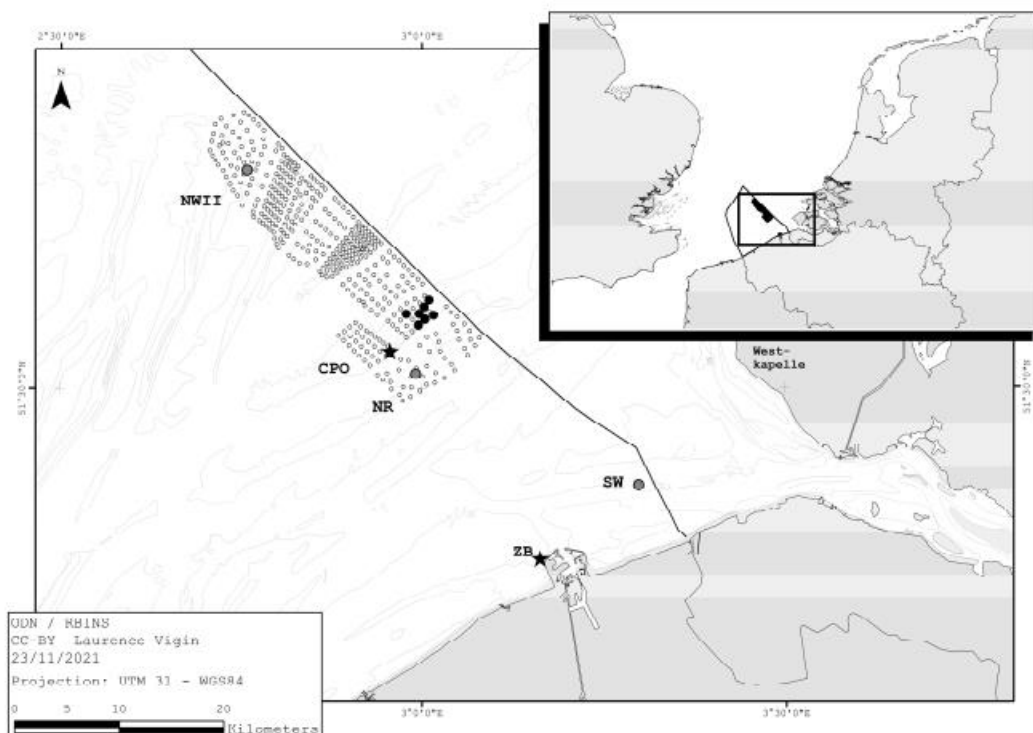
5.6 HOLLAND OG BELGIEN

Der er mange forskellige arter af flagermus i Holland, hvoraf en række arter er dokumenteret flyvende over Nordsøen, herunder troldflagermus og brunflagermus. De krydser Nordsøen forskellige steder under den årlige migration til og fra Storbritannien, og søger undertiden også efter føde (sværme af insekter) over Nordsøen. Undersøgelser udført i regi af det hollandske nationale miljøovervågningsprogram for havvind (wozep) har vist, at flagermus afhængigt af årstid, temperatur, vindstyrke og vindretning i større eller mindre grad flyver over Nordsøen.

Siden 2015 er der således genereret en betydelig mængde information om flagermusaktivitet i de hollandske havvindmølleparker gennem akustisk overvågning (bl.a. Lagerveld et al. 2016, 2017a-c;

2021; Limpens et al. 2017). Disse oplysninger er blevet brugt til at definere en strategi for regulering af driften af vindmølleparken samt – i takt med at viden om flagermusforekomsten er blevet udbygget og mere detaljeret – at optimere reguleringen med mindst muligt driftstab fra møllerne til følge (Boonman 2018), se afsnit **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**

Ligeledes er der i Belgien foretaget studier af flagermustræk over den sydlige del af Nordsøen i relation til udbygning af havvind (Brabant et al. 2019 og 2021). Resultater efter 2 års akustiske observationer på forskellige offshore lokationer (Figur 11) viste, at troldflagermus var den hyppigst registrerede art, men også brunflagermus, skimmelflagermus og Leislers flagermus blev observeret. Undersøgelserne fandt en positiv sammenhæng mellem migrationsaktivitet for troldflagermus og omgivelsestemperatur og atmosfærisk tryk, og en negativ sammenhæng i forhold til vindhastighed. Aktiviteten var højest med en vindretning mellem NØ og SØ, hvilket kan favorisere offshore migration mod Storbritannien. Desuden blev der fundet et klart negativt forhold mellem antallet af detektioner og afstanden fra kysten. På det kystnære undersøgelsessted, var antallet af detektioner op til 24 gange højere sammenlignet med offshore-lokaliteterne (Brabant et al. 2021). Resultaterne er sammenlignelige med de hollandske studier og antages i Belgien ligeledes at indgå som grundlag for fastlæggelse af eventuelle afværgestrategier ift. at reducere havvindmølleparkers påvirkning på flagermus og guide placering af nye havvindmølleparker.



Figur 11 - Placering af flagermusdetektorer fra undersøgelserne i 2017 og 2020 i den belgiske del af Nordsøen. Vindmøller er vist som små cirkler. 7 detektorer installeret i 2017 på forskellige vindmøller (sorte prikker). 3 detektorer installeret i 2020 på transformatorplatforme (grå prikker). Meteorologiske data indsamlet på transformatorplatform og i Zeebrugge (ZB) havn (stjerner).

5.7 ØVRIGE DEL AF VERDEN

Det er ikke kun i Nordeuropa, at der er fokus på udfordringerne med trækkende flagermus over havet og udbygningen af havvind. Bl.a. er der i USA, især på østkysten, lavet en del studier af flagermus i de få områder med eksisterende parker samt i store områder planlagt til havvind.

Blandt andet er der foretaget studier af flagermusaktivitet ud for den midtatlantiske kyst ved hjælp af ultralydsdetektorer monteret på skibe i foråret og efteråret 2009 og 2010, samt undersøgt sammenhæng mellem natlig flagermusaktivitet og vejrvariabler, herunder vindhastighed, lufttemperatur og barometertryk. Her blev det fundet at flagermusaktiviteten aftog i takt med stigende vindhastighed, men aktiviteten forandrede sig ikke ift. afstanden fra kysten selvom den maksimale detektionsafstand fra kysten var 21,9 km. Den gennemsnitlige afstand i studiet var 8,4 km (Sjollema et al. 2014).

Et litteraturstudie fra 2021 (Solick & Newman 2021) sammenfattede ældre og nylige akustiske registreringer af flagermus observeret på havet ud for den nordamerikanske kyst med det formål, at fastslå den areal- og tidsmæssig fordeling af flagermus der flyver ud over havet. Desuden blev det, med udgangspunkt i undersøgelser af flagermusadfærd og kollisioner ved landmøller, vurderet hvordan udviklingen af havvind forventes at påvirke nordamerikanske flagermusbestande. Det blev sammenfattende fundet, at der var flest observationer af flagermus over havet om efteråret og hovedsageligt af arter, der trækker over lange distancer. Med udgangspunkt i observationer fra landvindprojekter, hvor de fleste kollisioner er registeret i forbindelse med efterårstrækket, antages det, at flagermus på træk sandsynligvis tiltrækkes af havmøller, hvilket øger deres eksponering for kollisionsrisiko. Dog vil de højere vindhastigheder på havet sammenlignet med på land, potentielt reducere tiden hvor flagermus på havet reelt udsættes for risiko, a de grundet de højere vindhastigheder vil undgå at flyve over havet (Solick & Newman 2021).

6 METODER TIL VIDENSINDSAMLING

Flagermus flyver altovervejende om natten, når det er mørkt. Dette gælder i udpræget grad når flagermus passerer over havet, antageligt fordi risikoen for at blive præderet (primært af måger) er for stor i døgnets lyse timer. Dette kombineret med at alle europæiske flagermusarter bruger ekkolokalisering til navigation, detektion af genstande og fødesøgning betyder, at den mest velegnede måde at registre flagermus på over havet, ligesom på land, er ved lytning med specielt ultralydsudstyr (flagermusdetektor).

6.1 MANUEL LYTNING FRA SKIB

De tidligste undersøgelser af flagermus over havet blev lavet ved manuelle lytninger fra skib i det sydlige Øresund og ved Bornholm Kystnære Havmøllepark (Ahlen et al. 2007, Ahlen et al. 2009, AmphiConsult 2014). Selvom metoden giver mulighed for observationer af flagermusenes adfærd mv., er chancerne for at møde flagermusene over havet lille og ofte vil det kræve mange time på havet for at sikre tilstrækkelige data. Derfor vurderes metoden at være uforholdsmæssigt tidskrævende og dyr i forhold til de data der indsamles, og anbefales kombineret eller erstattet af passivt lytteudstyr aktiveret over længere tidsperioder.

6.2 LYTTEBOKSE MONTERET PÅ SKIBE OG FÆRGER

Som hel eller delvis erstatning af den manuelle lytning på skibe kan det være effektivt at montere en såkaldt lytteboks (en vejrrobust boks indeholdende en flagermusdetektor), der lytter konstant og derved giver en bedre dækning af flagermusaktiviteten i området, se Figurerne 12-14). En lytteboks kan således også monteres på skibe, hvor der ikke udføres manuelle observationer af flagermus, f.eks. skibe, der foretager undersøgelser af andre miljøforhold omkring planlagte havmøller.

Fordelen ved denne metode er, at man får dækket en længere tidsperiode og et større geografisk område. Men ofte vil skibets position og datoer for undersøgelserne være hængt op på andre formål og derfor ikke nødvendigvis være optimale i forhold til registrering af flagermus. Således har flagermusundersøgelser med lyttebokse lavet i forbindelse med omfattende fugleundersøgelser udført fra skib i Østersøen – uden tidsmæssigt overlap med de primære trækperioder for flagermus i hhv. forår og sensommer - kun givet få registreringer af flagermus (ikke offentliggjorte resultater).

Lyttebokse monteret på færger, der regelmæssigt passerer igennem relevant dele af f.eks. Kattegat og Østersøen kan være relevante i forhold til at indsamle data om flagermus. Fordelen er at færgerne normalt følge den samme rute og derfor er på de samme steder på samme tidspunkt, f.eks. hver nat. Undersøgelser med lyttebokse fra færger har f.eks. indgået i miljøvurderingen af Femern projektet (FEBI 2013).

WSP har i 2023 indgået aftaler med DFDS og Stena Line omkring montering af flagermusdetektorer på natfærgerne mellem København og Oslo samt mellem Göteborg og Kiel. Data fra færgernes flagermusdetektorer forventes at bidrage med vigtig information omkring forekomst af flagermus i relation til såvel eksisterende og planlagte havvindmølleparker ved Kriegers Flak samt i Kattegat og

vil supplere igangværende og kommende målrettede undersøgelsesprogrammer af flagermus i områderne.

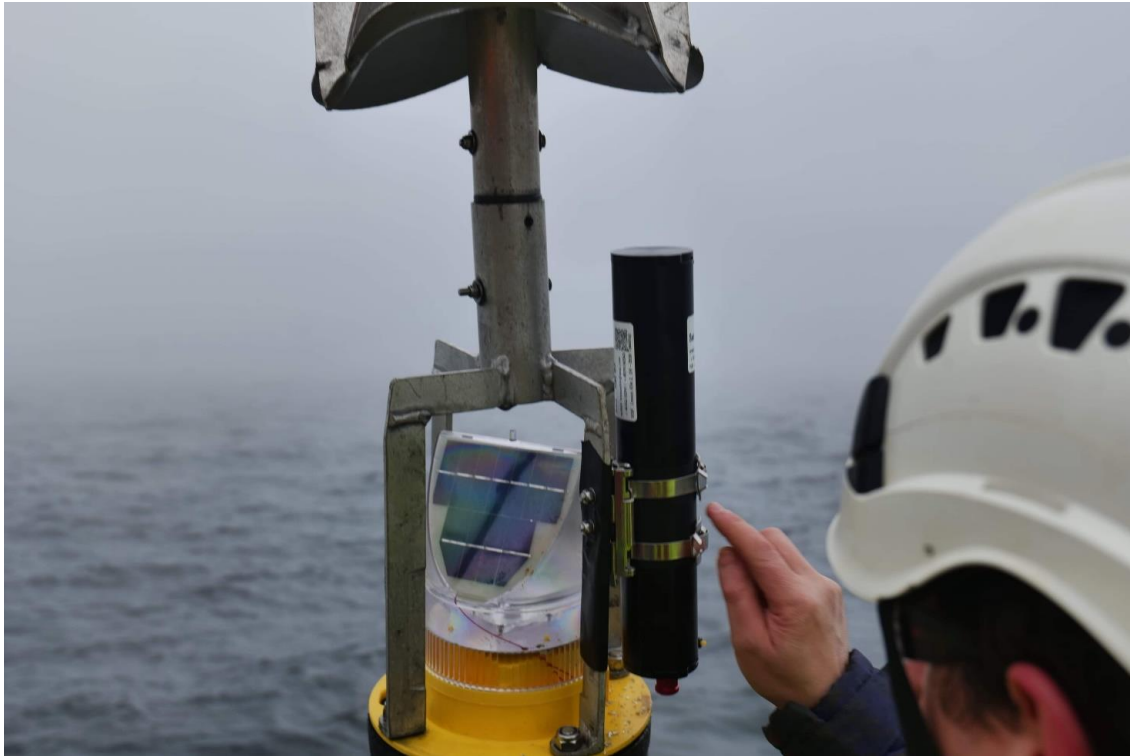
6.3 LYTTEBOKS MONTERET PÅ PLATFORME OG FYR

Især i Tyskland har man i en del år haft tradition for i forbindelse med miljøvurderinger af havmølleparker mv., at montere flagermusdetektorer/lyttebokse på forskningsplatforme og fyr på søterritoriet (se Seebens-Hoyer et al 2021 og afsnit 5.4). I det omfang det er muligt, er denne slags strukturer velegnede til langtidsovervågning. Der har ikke været opsat forskningsplatforme i forundersøgelserfasen i forbindelse med danske havmølleprojekter, og fyr har hidtil ikke været benyttet til denne type af overvågning i danske farvande.

Montering af flagermusdetektorer på transformatorplatforme i havmølleparker til monitorering af flagermus i driftsfasen har været anvendt i blandt andet Holland og Belgien.

6.4 LYTTEBOKS MONTERET PÅ BØJER

I forbindelse med forundersøgelser af planlagte havmølleparker er der ofte ingen faste strukturer i projektområderne og installation af platforme er meget omkostningsfuldt. Derfor er der f.eks. i forbindelse med forundersøgelserne for Energjø Bornholm lavet en overvågning med lyttebokse monteret på bøjer (Figur 12). Bøjerne er i denne sammenhæng de samme bøjer, der anvendes til markering af C-PODs (lytteudstyr), der overvåger havpattedyr (marsvin og andre hvalarter). Ved at kombinere disse to overvågningsprogrammer til havs, herunder udlægning, løbende servicering samt sluttelig optagning af det udlagt udstyr, er det muligt at reducere undersøgelsesudgifterne.



Figur 12 - Eksempel på Lytteboks (SeaBat detektor) monteret på bøje ved Energjø Bornholm.

6.5 LYTTEBOKSE INSTALLERET PÅ VINDMØLLER

Detektorer monteret på eksisterende havmøller kan bidrage med vigtig viden om flagermusforekomsten, og kan også indsamle viden, der kan bruges til eventuelt at tilpasse driften af møllerne i forhold til at reducere risikoen for flagermus-kollisioner med vindmøller. Typisk monteres detektorerne ved basis af møllen (overgangen mellem fundament og mølletårn), men principielt kan man også lave målinger af flagermusaktiviteten omkring nacellerne, omend montering og drift af lytteudstyret forventeligt vil være mere krævende. Detektorerne er monteret med strømforsyning fra batterier og installation kræver derfor ingen forbindelse til møllerne (Figur 13).

Undersøgelserne med installation af udstyr på møllerne skal udføres i samarbejde med ejerne af møllerne, og typisk står disse også for installation, løbende drift og nedtagning af udstyr.



Figur 13 – Lyttebokse i form af 'SeaBat 2.0 detektorer' udviklet til offshore brug monteret på gelænderet på møllerne ca. 8 meter over havet ved Kriegers Flak i 2022.

I forbindelse med lytning omkring vindmøller både på havet og på land, er det vigtigt at resultaterne ikke direkte sidestilles med risikoen for kollisioner. Detektorernes mikrofoner har alle en begrænset rækkevidde, hvilket betyder at målinger ved basis af møllen ikke dække aktiviteten omkring rotoren og nacellen, og målinger omkring nacellen ikke dækker hele rotorarealet (Voigt et al. 2021).

6.6 LYTTEBOKSE PÅ KYSTEN

I undersøgelser af trækkende flagermus over havet, er det værdifuldt at forstå, hvad der sker på kysten. Ofte vil flagermusene samles langs kysten før trækket, og derfor vil en registrering på kysten kunne bruges til at forudsige, hvornår trækket over havet vil forgå. Derfor er langtidsovervågning med detektorer (Figur 14) på kysten og på små øer ud for kysten en vigtig del af undersøgelserne i forhold til mange havvindmølleprojekter.



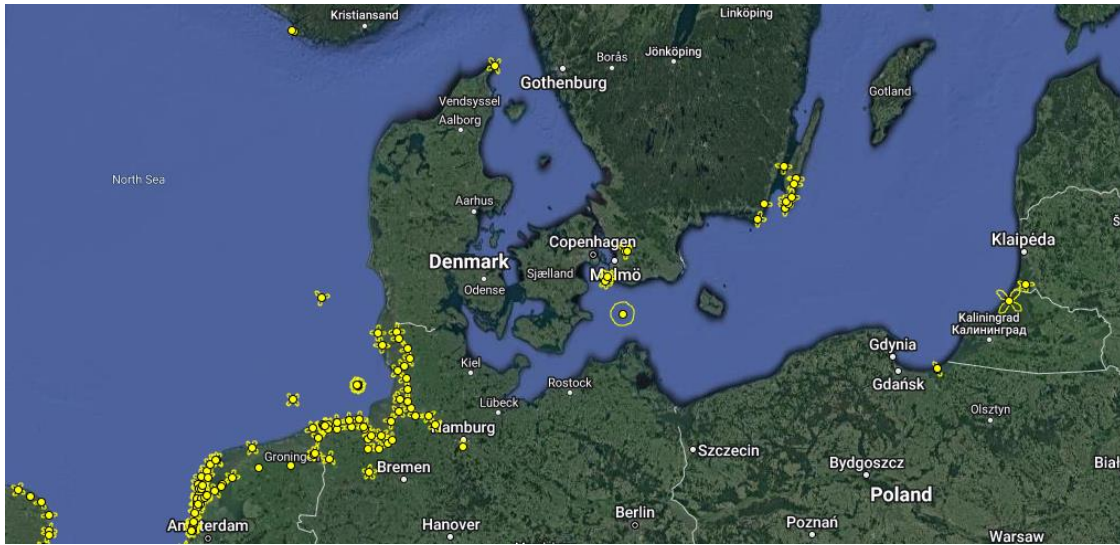
Figur 14 - Lytteboks monteret ved sydkysten af Bornholm i forbindelse med Energiø Bornholm projektet.

6.7 RADAR

Radar anvendes primært til fugle. Men især de store arter af flagermus kan også ses på radarene. Problemet er at adskille fugle fra flagermus. Der arbejdes med at løse dette, men indtil videre er teknikken ikke god nok til at anvende radar i overvågning af trækkende flagermus.

6.8 RADIOMÆRKNING AF FLAGERMUS

Et canadisk/hollandsk projekt, MOTUS, har siden 2016 mærket flagermus med små radiotags (www.motus.org). Fordelen ved disse tags er, at de er så små, at de kan sættes også på de mindste arter af flagermus. Foreløbigt er et antal især troldeflagermus mærket i Holland. Systemet anvendes også til fugle, og forudsætter, at der opsættes antenner på land og evt. også på offshore-installationen, som f.eks. vindmøller. Antennerne skal stå med ca. 20 km afstand hvis man ønsker en god opløsning i forhold til trækkende flagermus. I Tyskland og Holland har man etableret et relativt tæt netværk af antenner langs kysterne (Figur 15), og de første resultater viser, hvordan individer bevæger sig langs Nordsøen (Bach et al. 2022). I Danmark og Sverige er der kun etableret ganske få antenner til registrering af MOTUS-mærkede dyr.



Figur 15 – Netværket af antenner opsat til MOTUS-systemet (kilde: www.motus.org).

7 MULIGE AFVÆRGEFORANSTALTNINGER

Som redegjort for i foregående afsnit, arbejdes der i flere lande på at tilvejebringe mere viden om de specifikke forhold, hvorunder og hvorfor flagermus flyver ud på havet, og om hvordan flagermus opfører sig i havvindmølleparker (flyver de forbi og/eller over dem, opholder de sig i nærheden af møller, tiltrækker møller specifikt flagermus osv.) med henblik på at vurdere de mulige påvirkninger af tilstedeværelsen af havvindmølleparker. Disse oplysninger kan bruges til at udarbejde specifikke afværgeforanstaltninger, for at reducere antallet af flagermus der potentielt dræbes som følge af direkte kollisioner med roterende møllevinger eller af barotraume.

7.1 PLANLÆGNING AF HAVVINDMØLLEPARKER

Først og fremmest er det vigtigt, at havmølleparker ikke placeres uhensigtsmæssigt i forhold til trækruter for flagermus. Derfor bør der laves en indledende screening af den potentielle risiko for at en placering kan give konflikter i forhold til kendte trækruter, eller om der kan være væsentlige ukendte trækruter i området.

Hvis det på baggrund af den indledende screening vurderes, at der er en risiko, bør undersøgelser af flagermus indgå i arbejdet med miljøvurdering af projektet. Efterfølgende bør projektet så vidt muligt justeres, således at risikoen for en konflikt med trækkende flagermus minimeres. Denne praksis anvendes almindeligvis i forbindelse med planlægning af danske vindmøller på land.

7.2 DRIFTJUSTERINGER AF HAVVINDMØLLEPARKER

Midlertidigt stop af vindmøller har i flere årtier været implementeret i mølleparker på land i en række lande, herunder i USA, og regnes stadig for det mest effektive middel i forhold til at undgå flagermuskollisioner med roterende møllevinger (Adams et al 2021).

Driftstilpasninger af havvindmølleparker grundet flagermus er (så vidt vides) hidtil kun implementeret i Holland, hvor der i tilladelserne for de statsligt udbudte havvindmølleparker siden 2016, har været et vilkår om, at mølleparkejeeren skal foretage en nedjustering af møllernes drift i perioder, hvor flagermustrækket er størst med det formål at forebygge kollisioner.

Baseret på undersøgelser af flagermusaktiviteten i den hollandske del af Nordsøen kombineret med data om vejforhold er der således opstillet et vilkår i mølleparkens driftstilladelse, der klart definerer, hvornår og under hvilke forhold møllernes rotation skal reduceres. Indtil videre har en forøgelse af møllernes såkaldte cut-in hastighed¹ vist sig at være en foranstaltning, der effektivt reducerer antallet af kollisionsofre (Eurobats 2014). Derfor skal tilladelsesindehaveren (mølleparkejeeren) hvert år

¹ "Cut-in vindhastighed" er den laveste vindhastighed, hvor turbinen begynder at producere energi. Cut-in varierer afhængigt af vindmølletypen, men er normalt omkring 3,5 m/s. Cut-in hastigheden kan øges ved hjælp af et indgreb i møllens styrings- og kontrolsystem (SCADA).

mellem den 25. august og den 10. oktober justere cut-in hastigheden i rotorhøjde i overensstemmelse med temperatur og vindretning om natten (mellem solnedgang og solopgang). Se formulering af vilkåret i Figur 16 (RVO 2022).

Measures to prevent victims of collision amongst bats at rotor level:

- a) At night (between sunset and sunrise), during the period from 25 August to 10 October, the cut-in wind speed of turbines at hub height must (also) be adjusted to the temperature and wind direction, in accordance with the table below

Temperature (degrees Celsius)	Adjusted cut-in windspeed [m/s] at different wind directions and temperatures											
	Wind direction											
	N	NNE	NEE	E	SEE	SSE	S	SSW	SWW	W	NWW	NNW
<11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11-15	3.5	4.5	5.5	6	5.5	5.5	3.5	3.5	3.5	3	3	3
>15	3.5	4.5	5.5	6	5.5	5.5	4.0	3.5	3.5	3	3	3

- b) In case of wind speeds lower than the cut-in wind speed as referred to in subparagraph a, during the nights referred to in subparagraph a, the permit holder will reduce the number of rotations per minute per wind turbine to less than two;
- c) Measurements of wind speed, wind direction, and temperature and calculations of sunset/sunrise times will be conducted for each turbine in time intervals (for measurements) of 20 minutes at most, and each time, the measurement conducted in the most recent time interval will determine the application of the measures referred to in subparagraphs a and b;
- d) Within two months after the end of the period as referred to in a), the permit holder shall submit a report outlining how this regulation has been implemented to the Minister of Economic Affairs.

Figur 16 - Oversigt over vilkår om justering af møllernes cut-in hastighed til forebyggelse af kollision mellem flagermus med mølletoren. Fra tilladelse til etablering og drift af den seneste havvindmølle park i Holland, Holland Coast West (RVO 2022).

I praksis justeres cut-in hastigheden ved hjælp af et særligt software (afhængig af mølletype) i møllernes styrings- og kontrolsystem (SCADA), der kan programmeres, så der tages højde for parametre som blandt andet tidspunkt (f.eks. datoer og periode på døgnet som solopgang - solnedgang) og vejrforhold (f.eks. temperatur og vindretning). Mølleejeren skal, som dokumentation for at vilkåret er overholdt, aflevere en årlig driftsrapport til den ansvarlige myndighed, der viser hvordan det er implementeret (Figur 16, litra d). Dette kan eksempelvis være i form af en log fra SCADA-systemet med oplysninger om mølle ID, 'time off', 'time on' samt varighed.

Siden introduktion af vilkåret om driftsjusteringer i havvindmøllertiladelseerne i 2015 er det blevet justeret (en gang) baseret på faktiske observationer af flagermus i hollandske havmølleparker. Det nuværende vilkår som vist i Figur 16 er således optimeret i forhold til at reducere både dødelighed af flagermus og tab af energiproduktion (Boonman 2018).

8 MANGLENDE VIDEN OG FORSLAG TIL INDSATSER I DANMARK

8.1 GENEREL FORSTÅELSE AF FLAGERMUSTRÆKKET

Som beskrevet ovenfor er der store huller i vores viden om, hvor og hvornår flagermus trækker over havet omkring Danmark. For at udfylde disse huller er det væsentligt, at der foretages en koordineret indsamling af data på de forestående havmølleprojekter.

Fremadrettet bør det sikres, at data indsamles ved sammenlignelige metoder, og som minimum bør der, i forbindelse med offentliggørelsen af projekternes miljøkonsekvensrapport, stilles krav om, at grunddata også offentliggøres i en form, hvor andre kan anvende disse til videre analyse.

8.2 MILJØVURDERING AF KONKRETE PROJEKTER

Flagermusundersøgelser bør indgå som en del af miljøvurderingsarbejdet for projekter planlagt i de indre danske farvande, dvs. projekter i Kattegat, Bælthavet og Østersøen. I Nordsøen tyder meget på, at risikoen for konflikter er væsentlig mindre, og derfor skal det for det enkelte projekt vurderes, om det er nødvendigt at gennemføre detaljerede flagermusundersøgelser. Grundet vores generelt begrænsede viden om flagermusene i Nordsøen, vil det dog være hensigtsmæssigt med mere ekstensive overvågninger, der kan bidrage til mere viden.

I de fleste miljøvurderinger der ligger til grund for eksisterende havmølleparker og havmølleparker der er i sidste dele af planlægningen, er vurdering af den potentielle påvirkning af flagermusene kun foretaget på basis af eksisterende data og generelle informationer fra litteraturen. Med en stigende viden om flagermus og havmølleparker i landene omkring Danmark, vil en sådan overfladisk behandling næppe være tilstrækkelig fremadrettet. Det forventes at der på projekter i Østersøen, Bælthavet og Kattegat vil blive stillet krav om specifikke undersøgelser på de konkrete placeringer for de planlagte havmølleparker. Vælger man ikke at undersøge forholdene på de konkrete placeringer vil man, grundet forsigtighedsprincipperne i EU-lovgivningen, potentielt kunne blive pålagt restriktioner på driften baseret på overordnede informationer om mønstre og timing af trækkende flagermus. Da der, som det fremgår af nærværende notat, er betydelige usikkerheder omkring flagermusenes forekomst over havet, vil generelle restriktioner for driften ofte være lang mere omfattende end restriktioner der er baseret på data indsamlet på den konkrete lokalitet.



Figur 17 – Troldflagermus på skib i Østersøen.

9 REFERENCER

- Adams, E.M.; Gulka, J.; Williams, K.A. 2021. A review of the effectiveness of operational curtailment for reducing bat fatalities at terrestrial wind farms in North America. *PLoS ONE* 2021, 16, e0256382.
- Ahlén, I 1997. Migratory behaviour of bats at south Swedish coasts. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 62: 375–380.
- Ahlén, I, Baagøe, H & Bach, L 2009. Behavior of scandinavian bats during migration and foraging at sea. *Journal of Mammalogy* 90 (6): 1318-1323.
- Ahlén, I.; Bach, L.; Baagøe, H.J. & Pettersson, J. 2007. Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Report (Nr. 5571) to the Swedish Environmental Protection Agency.
- Alcalde, J.T., Jiménez, M., Brila, I., Vintulis, V., Voigt, C.C. & Pētersons, G. 2021. Transcontinental 2200 km migration of a *Nathusius' pipistrelle* (*Pipistrellus nathusii*) across Europe. *Mammalia* 85: 161–163.
- Amphi Consult 2014. Marine forekomster af flagermus – Bornholms Havmøllepark - VVM-redegørelse - baggrundsrapport
- Arnett E.B., Baerwald E.F., Mathews F., Rodrigues, L., Rodriguez-Durán, A., Rydell, J., Villegas-Patraca, R. & Voigt, C.C. 2016. Impacts of wind energy development on bats: A global perspective. In: *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World* (Springer) pp. 295- 323.
- Arnett, E.B., Huso, M.M., Schirmacher, M.R. & Hayes, J.P. 2011. Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities. *Front. Ecol. Environ.* 9, 209–214.
- Baagøe, H. & Jensen, T. 2007. *Dansk pattedyratlas*. Gyldendal, Copenhagen.
- Baagøe, H. 2001. Danish bats (Mammalia: Chiroptera): Atlas and analysis of distribution, occurrence, and abundance. *Steenstrupia*, 26 (1): 1-117.
- Bach, L., Bach, P., Ehnbohm, S. & Karlsson, M. 2017. Flyttande fladdermös vid Måkläppen, Falsterbo. *Fauna och Flora* 112: 37-45.
- Bach, L. Bach, P., Ehnbohm, S. & Karlsson, M. 2015. Bat migration at Måkläppen (Falsterbo) 2010 – 2014. Falsterbo Report no. 292
- Bach, P 2021. Flyttande fladdermöss på Måkläppen. Presentation – Bat Life Sweden
- Bach, P., Voigt, C. C., Göttsche, M., Bach, L., Brust, V., Hill, R., Hüppop, O., Lagerveld, S., Schmaljohann, H., & Seebens-Hoyer, A. 2022. Offshore and coastline migration of radio-tagged *Nathusius' pipistrelles*. *Conservation Science and Practice*, 4(10), e12783.
- Baerwald, E.F.; Edworthy, J.; Holder, M.; Barclay, R.M.R. 2009. A Large-Scale Mitigation Experiment to Reduce Bat Fatalities at Wind Energy Facilities. *J. Wildl. Manag.* 73: 1077–1081.
- Blomberg, A.S, Vasko, V., Salonen, S., Pētersons, G. & Lilley, T.M. 2020. First record of a *Nathusius' pipistrelle* (*Pipistrellus nathusii*) overwintering at a latitude above 60°N. *Mammalia* 85: 74-78.
- Boonman, M. 2018. Mitigerende maatregelen voor vleermuizen in offshore windparken. Evaluatie en verbetering van stilstandvoorziening. Bureau Waardenburg Rapportnr. 18-278. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Brabant, R., Laurent, Y., Jonge Poernik, B. & Degraer, S. 2021. The Relation between Migratory Activity of *Pipistrellus* Bats at Sea and Weather Conditions Offers Possibilities to Reduce Offshore Wind Farm Effects. *Animals* 11: 3457.

- Browning, E., Barlow, K.E., Burns, F., Hawkins, C. & Boughey, K. 2021. Drivers of European bat population change: a review reveals evidence gaps. *Mammal Review* 51: 353-368.
- Christensen, M. 2022. Flagermus ved Krieger Flak. Notat til Energistyrelsen.
- Ciechanowski, M, Jakusz-Gostomska, A & Źmihoski, M 2016. Empty in summer, crowded during migration? Structure of assemblage, distribution pattern and habitat use by bats (Chiroptera: Vespertilionidae) in a narrow, marine peninsula. *Mammal Research* 61: 45-55.
- DHI 2015a. Sæby Offshore Wind Farm - Birds and bats - Baseline and impact assessment for EIA.
- DHI 2015b. Smålandsfarvandet Offshore Wind Farm - Birds and bats - Baseline and impact assessment in relation to birds and bats for EIA.
- DHI 2016. Sejerø Bugt Offshore Wind Farm - Birds and bats - Technical Background report to EIA.
- Dietz, C., von Helversen, O. & Nill, D. 2011 *Bats of Britain, Europe & Northwest Africa*.
- Eurobats 2014. EUROBATS.MoP7. Record. Annex 8. 7th Session of the Meeting of the Parties Brussels, Belgium, 15 – 17 September 2014 Resolution 7.5 Wind Turbines and Bat Populations.
- FEBI 2013. Fehmarnbelt Fixed Link EIA. Fauna and Flora – Bats - Bats of the Fehmarnbelt Area – Baseline Volume I. Report No. E3TR0016.
- Gaultier, S.P., Blomberg, A.S., Ijäs, A., Vasko, V., Vesterinen, E.J., Brommer, J.E. & Lilley, T.M. 2020. Bats and wind farms: the role and importance of the Baltic Sea Countries in the European context of power Transition and biodiversity conservation. *Environmental Science & Technology* 54 (17): 10385–10398.
- Hatch, S.K., Connelly, E.E., Divoll, T.J., Stenhouse, I.J., Williams, K.A. 2013. Offshore Observations of Eastern Red Bats (*Lasiurus borealis*) in the Mid-Atlantic United States Using Multiple Survey Methods. *PLoS ONE* 8: e83803.
- Hutterer R, Ivanova T, Meyer-Cords C, Rodrigues LL. *Bat Migrations in Europe: A Review of Banding Data and Literature*; 2005.
- Ijäs, A., Kahilainen, A.; Vasko, V.V. & Lilley, T.M. 2017. Evidence of the migratory bat, *Pipistrellus nathusii*, aggregating to the coastlines in the northern Baltic Sea. *Acta Chiropterologica* 19(1): 127.
- Kruszynski C., Bailey L.D., Courtiol A., Bach, I., Bach, P., Götttsche, M., Götttsche, M., Hill, R., Lindecke, O., Matthes, H., Pommeranz, H., Popa-Lisseanu, A.G., Seebens-Hoyer, A., Tichomirowa, M. & Voigt, C.C. 2020. Identifying migratory pathways of *Nathusius' pipistrelles* (*Pipistrellus nathusii*) using stable hydrogen and strontium isotopes. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 35: e9031.
- Lagerveld, S., Janssen, R., Manshanden, J., Haarsma, A.-J., de Vries, S., Brabant, R. & Scholl, M. 2017a. Telemetry for migratory bats – a feasibility study (Nr. C011/17) Wageningen University & Research, 58 pp.
- Lagerveld, S., Limpens, H.J.G.A., Schillemans, M.J. & Scholl, M. 2016. Bat 1: Estimate of bat populations at the southern North Sea (WU& Research Nr. C014/17, DMS Nr. 2017.08) Supporting note to ZDV (Nr. 2016.031, Migration bats at the southern North Sea), Wageningen University & Research and DMS, 15 pp.
- Lagerveld, S., Kooistra, G., Otten, G., Meesters, L., Manshanden, J., de Haan, D., ... Scholl, M. 2017b. Bat flight analysis around wind turbines –a feasibility study(Nr. C026/17), Wageningen Marine Research, 41 pp.
- Lagerveld, S., Gerla, D., van der Wal, J.T., de Vries, P., Brabant, R., Stienen, ... Scholl, M. 2017c. Spatial and temporal occurrence of bats in the southern North Sea area (Nr. C090/17), Wageningen Marine Research, 54 pp.

- Lagerveld, S., Jonge Poerink, B. & Geelhoed, S.C.V. 2021. Offshore Occurrence of a Migratory Bat, *Pipistrellus nathusii*, Depends on Seasonality and Weather Conditions. *Animals* 11: 3442.
- Lehnert, L.S., Kramer-Schadt, S., Schönborn, S., Lindecke, O., Niermann, I., Voigt, C.C. 2014. Wind farm facilities in Germany kill noctule bats from near and far. *PLoS ONE* 9(8): e103106.
- Limpens, H.J.G.A., Lagerveld, S., Ahlén, I., Anxionnat, D., Aughney, T., Baagøe, H.J., ... Schillemans, M.J. (2017a). Migrating bats at the southern North Sea - Approach to an estimation of migration populations of bats at southern North Sea (Nr. 2016.031), Zoogdierverseniging (Dutch Mammal Society), Nijmegen/ Wageningen Marine Research, 76 pp.
- Masing, M. 2011. How many bats migrate along Estonian coasts during late summer? In: Hutson, M & Lina, P. XII European Bat Research Symposium, Vilnius, Lithuania, 22–26 August 2011. Lithuanian Society for Bat Conservation, Vilnius, Lithuania: 37.
- Niras 2021. Frederikshavn Havvindmøllepark – Flagermusundersøgelse.
- Petersen, A., Jensen, J.K., Jenkins, P., Bloch, D. & Ingimarsson, F. 2014. A review of the occurrence of bats (Chiroptera) on islands in the North East Atlantic and on North Sea installations. *Acta Chiropterologica* 16: 169–195.
- Pētersons G. 2004. Seasonal migrations of north-eastern populations of Nathusius' bat *Pipistrellus nathusii* (Chiroptera). *Myotis* 41–42: 29-56.
- RVO (2022): Hollandse Kust (west) Wind Farm Zone. Appendix A: Applicable Law Part of Project and Site Description. Netherlands Enterprise Agency (RVO), March 2022.
- Rydell, J. & Wickman, A. 2015. Bat activity at a small wind turbine in the Baltic Sea. *Acta Chiropterologica* 17: 359-364.
- Rydell, J., Bach, L., Bach, P., Diaz, L., Furmankiewicz, J., Hagner-Wahlsten, N., Kyheröinen, E.-M., Lilley, T., Masing, M., Meyer, M., Pētersons G., Šuba, J., Vasko, V., Vintulis, V. & Hendenström, A. 2014. Phenology of migratory bat activity across the Baltic Sea and the south-eastern North Sea. *Acta Chiropterologica* 16(1): 139-147.
- Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, M.-J., Green, M., Rodrigues, L., Hendenström, A. 2010. Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12(2): 261-274.
- Seebens, A., Fuß, A., Allgeyer, P, Pommeranz, H, Mähler, M, Matthes, H, M. Götsche, M, Götsche, M, Bach, L & Paatsch, C 2013. Fledermauszug im Bereich der deutschen Ostseeküste. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie.
- Seebens-Hoyer, A, Bach, L, Bach, P, Pommeranz, H, Götsche, M, Voigt, C, Vardeh, S, Götsche, M & Matthes, H 2021. Fledermausmigration über der Nord- und Ostsee Abschlussbericht zum F+E-Vorhaben „Auswirkungen von Offshore-Windparks auf den Fledermauszug über dem Meer“ (FKZ 3515 82 1900, Batmove). Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
- Sjollema, A.L., Gates, J.E., Hilderbrand, R.H. & Sherwell, J. 2014. Offshore Activity of Bats along the Mid-Atlantic Coast. *Northeast. Nat.* 21, 154–163.
- Solick, D.I. & Newman, C.M. 2021. Oceanic records of North American bats and implications for offshore wind energy development in the United States. *Ecology and Evolution.* 2021: 14433–14447
- Skov, H., Desholm, M, Heimänen, S., Johansen, T., & Therkildsen, O. 2015. Kriegers Flak offshore wind farm. Environmental impact assessment. Technical background report. Birds and bats. Energinet.dk.
- Šuba, J, Petersons, G & Rydell, J 2012. Fly-and-forage strategy in the bat *Pipistrellus nathusii* during autumn migration. *Acta Chiropterologica* 14: 379-385.

- Therkildsen, O.R. & Elmeros, M. (Eds.). 2017. Second year post-construction monitoring of bats and birds at Wind Turbine Test Centre Østerild. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 142 pp. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 232.
- Voigt, C.C., Popa-Lisseanu, A.G., Niermann, I. & Kramer-Schadt, S. 2012. The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. *Biol Conserv.* 153: 80-86.
- Voigt, C.C., Russo, D., Runkel, V., & Goerlitz, H.R. 2021. Limitations of acoustic monitoring at wind turbines to evaluate fatality risk of bats. *Mam. Rev.* 2021, 51, 559–570.
- Voigt, C.C., Roeleke, M., Marggraf, L., Pētersons, G. & Voigt-Heucke, S.L. 2017. Migratory bats respond to artificial green light with positive phototaxis. *PLoS ONE* 12(5): e0177748.
- Voigt, C.C., Schneeberger, K.; Voigt-Heucke, S.L. & Lewanzik, D.2011. Rain increases the energy cost of bat flight. *Biological Letters* 7: 793–795.
- Walter, G., Matthes, H & Joost, M 2007. Fledermauszug über Nord- und Ostsee – Ergebnisse aus Offshore-Untersuchungen und deren Einordnung in das bisher bekannte Bild zum Zugeschehen. *Nyctalus* 12: 221-233.