

Rabies hos flaggermus

En oversiktsrapport

Revidert utgave av NINA Rapport 76

Trond Willa Hansen
Torill Mørk
Morten Tryland
Jon M. Arnemo
Kjell Isaksen
Jeroen van der Kooij
Reidar Andersen



LAGSPILL



ENTUSIASME



INTEGRITET



KVALITET

NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Norsk institutt for naturforskning

Rabies hos flaggermus

En oversiktsrapport

Revidert utgave av NINA Rapport 76

Trond Willa Hansen

Torill Mørk

Morten Tryland

Jon M. Arnemo

Kjell Isaksen

Jeroen van der Kooij

Reidar Andersen

Hansen, T.W., Mørk, T., Tryland, M., Arnemo, J.M., Isaksen, K., Kooij, J. van der & Andersen, R. 2007. Rabies hos flaggermus. En oversiktsrapport. Revidert utgave av NINA Rapport 76. – NINA Rapport 290. 51 s.

Trondheim, juli 2007

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1852-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Inga E. Bruteig

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Inga E. Bruteig (sign.)

OPPDRAAGSGIVER(E)

Direktoratet for naturforvaltning

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Terje Bø

NØKKEWORD

flaggermus, Europa, utbredelse, spredning, diagnostikk, overvåking, klimaeffekter

KEY WORDS

rabies, bats, Europe, distribution, dispersal, diagnostics, monitoring, climate effects

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Polarmiljøsenteret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkelgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Hansen, T.W., Mørk, T., Tryland, M., Arnemo, J.M., Isaksen, K., Kooij, J. van der & Andersen, R. 2007. Rabies hos flaggermus. En oversiktsrapport. Revidert utgave av NINA Rapport 76. – NINA Rapport 290. 51 s.

Rabies hos flaggermus er utbredt over store deler av verden og er også registrert i mange områder i Europa. Fjorten av Europas rundt 40 arter er rapportert å ha vært eksponert for rabiesvirus enten ved påvisning av viruset eller ved funn av antistoffer i blod. Rabiesvirus som forekommer hos flaggermus i Europa kalles European Bat Lyssavirus (EBLV) og finnes i to varianter, EBLV1 og EBLV2 (også kalt Lyssavirus genotype 5 og 6). I perioden 1977-2000 ble det rapportert totalt 630 tilfeller av rabies hos flaggermus i Europa, hovedsakelig lokalisert i Danmark, Nederland og Nordvest-Tyskland, og smitte fra flaggermus har siden 1977 forårsaket tre eller fire menneskers død i Europa. Rabies hos flaggermus i Europa synes å skille seg fra rabies hos flaggermus i Amerika, der det klassiske rabiesviruset (genotype 1) sirkulerer hos ulike flaggermusarter og hvor smitteoverføring til andre dyrearter og mennesker skjer mer frekvent. Det er ingen bevis for at EBLV har tilpasset seg til nye verter, og det er kun rapportert om enkeltstående tilfeller av smitte til andre dyrearter. Derimot skjer antagelig smitte mellom forskjellige flaggermusarter relativt ofte, og det er også nylig oppdaget nye lyssavirusvarianter hos flaggermus i Russland. Ved undersøkelser av flaggermuskolonier over lengre tid har det vist seg at viruset kan være svært utbredt i kolonier i perioder, men kun forårsaker mild, ikke-dødelig sykdom. Overvåkingen av rabies hos flaggermus i Europa har vært foretatt kun i et begrenset omfang. Flaggermus er en sårbar dyregruppe som er fredet i de fleste europeiske land. En rekke arter er truet og står oppført på nasjonale og internasjonale rødlistor. Ved å slutte seg til Den europeiske flaggermusavtalen (EUROBATS) har dessuten mange land (blant annet Norge) forpliktet seg til å ta særlige hensyn til flaggermus i sin forvaltning. Det er derfor nødvendig å ta spesielle hensyn ved innsamling av prøvemateriale. Testmetoder som har vært utprøvd i Spania og i Storbritannia har vist at overvåking av flaggermuskolonier er mulig uten å skade dyrene, og dette har åpnet for muligheten for en mer omfattende screening av flaggermuspulasjoner.

Selv om det verken i Norge (fastlandet) eller Sverige er registrert rabiestilfeller de siste hundre år, kan rabies hos flaggermus finnes uoppdaget, slik det inntil nylig var i Storbritannia. Et lite antall flaggermus har vært undersøkt i Norge uten funn av viruset. I Sverige er antall undersøkte dyr noe høyere, men heller ikke her er viruset påvist. Det finnes lite informasjon om trekkrutene til de flaggermusartene vi har i Norge. I Europa trekker noen arter i en nordøstlig til sørvestlig retning mellom faste sommer- og vintertilholdssteder. Langs trekkrutene deler ofte ulike arter hvileplasser og har sosial kontakt. Kolonidannelse vil i noen tilfeller kunne virke forsterkende på spredningen av viruset på grunn av høy sosial kontakt og høy tetthet. Enkelte studier har vist at flaggermus kan skille ut virus i spytt uten å vise tegn på klinisk sykdom. Dette kan vanskeliggjøre oppdagelsen av EBLV. På grunn av den forventede klimaforandringen de neste hundre år er det sannsynlig at den nordlige utbredelsen av noen flaggermusarter vil forandres. Sannsynligheten for at flaggermusarter som vanligvis oppholder seg lengre sør vil spre seg nordover er høy, noe som kan øke sjansen for spredning av rabies til Norge.

Reidar Andersen, Norsk institutt for naturforskning/Biologisk institutt, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet – reidar.andersen@vm.ntnu.no
 Trond Willa Hansen, Biologisk institutt, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
 Jon M. Arnemo og Morten Tryland, Seksjon for arktisk veterinærmedisin, Institutt for mattrygghet og infeksjonsbiologi, Norges veterinærhøgskole
 Torill Mørk, Veterinærinstituttet, Tromsø
 Kjell Isaksen og Jeroen van der Kooij, Norsk Zoologisk Forenings Flaggermusgruppe

Abstract

Hansen, T.W., Mørk, T., Tryland, M., Arnemo, J.M., Isaksen, K., Kooij, J. van der & Andersen, R. 2007. Rabies in bats. A review. Revised version of NINA Report 76. – NINA Report 290. 51 pp.

Rabies in bats has established itself over vast areas in the world and is found in many parts of Europe. Exposure to rabies virus has been reported in 14 of Europe's approximately 40 bat species either by isolation of rabies virus or by detection of rabies-neutralising antibodies in blood. Rabies virus infecting European bat species are called European bat lyssavirus (EBLV) and are found in two variants: EBLV1 and EBLV2 (also called Lyssavirus genotype 5 and 6). During the period 1977-2000, 630 bat rabies cases were reported in Europe, mainly from Denmark, the Netherlands and north-west Germany. Since 1977 there have been three or four fatal human rabies cases, the virus being acquired from bats in Europe. Rabies infection of bats in Europe seems to differ from rabies infection in bats in America, where the classical rabies virus (Lyssavirus genotype 1) circulates among bats, where spill-over infections to wildlife and livestock are more regular, and where new host adaptation has occurred. There is no evidence of new host adaptation of EBLVs and only isolated cases of infection in other animals have occurred. On the other hand, infection among several species of bats is probably frequent. New lyssavirus variants have recently been isolated from bats in Russia. By examining bat colonies over extended periods of time, rabies virus has been found to be widespread within colonies, but only causing mild, non-lethal disease. Surveillance of rabies in bats in Europe has been relatively limited. Bats are vulnerable mammals and are protected in most European countries. A number of species are threatened and listed on national and international red lists. By becoming parties to The Agreement on the Conservation of Populations of European Bats (EUROBATS) a number of countries (including Norway) have committed themselves to protect bats. These issues must be taken into consideration when planning collection of samples for rabies testing. New test methods, tried out in Spain and the UK, have made it possible to sample live bats, which makes larger screenings of bat populations possible.

Even though no rabies cases have been recorded on the mainland of Norway or in Sweden during the last hundred years, rabies in bats can exist undetected, as until recently was the case in the UK. A small number of Norwegian bats has been examined for rabies with negative results. In Sweden more bats have been analysed, but the virus hasn't been detected here either. Further, little information exists on the migration patterns of the bat species found in Norway. In continental Europe several species migrate in a Northeast to Southwest direction. Some species share migration routes as well as resting and mating areas, enabling a possible transmission of rabies virus between species and individuals. The formation of colonies may in some cases enhance the spread of virus (due to the gregarious behaviour of bats and high density of individuals). Some studies have shown that bats may shed virus without any signs of clinical disease. This can cause difficulties in detecting EBLV. The expected climatic changes for the next hundred years may change the northern distribution limits of certain bat species. Southern bat species may thus to a greater extent inhabit northern regions, with the possibility of bringing rabies virus to Norway and other regions.

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Sykdommen rabies	9
2.1 Rabiesvirus	10
2.2 Rabies-epizootier	11
3 Rabies hos flaggermus	14
3.1 Utbredelse på verdensbasis	14
3.2 Rabies hos flaggermus i Europa	15
3.2.1 Spredningsmekanismer	19
3.2.2 Kliniske symptomer	20
3.2.3 Humane dødsfall forårsaket av European Bat Lyssavirus (EBLV)	20
3.3 Diagnostikk	20
3.3.1 Fluorescens antistoff-test	20
3.3.2 Museinokulasjon	20
3.3.3 Serologiske metoder	21
3.3.4 Molekylærbiologiske metoder	21
3.4 Immunologi	22
3.5 Profylakse og behandling	23
3.6 Overvåking	24
4 Vinterdvale og kuldetoleranse hos flaggermus	26
4.1 Endringer i klima de neste 50 år	26
5 Diskusjon	28
6 Referanser	31
Vedlegg	
Oversikt over flaggermusarter i Sentral- og Nord-Europa registrert med rabies	38

Forord

Den forventede klimaendringen vil kunne endre miljøbetingelsene for en rekke dyrearter. Et mildere klima vil antagelig påvirke flaggermusarters nordlige utbredelse og dermed øke risikoen for spredning av rabiesvirus til Norge. Viruset er påvist hos flaggermus over store deler av verden, og flere av artene i Europa er kjent med trekkavstander på over 1000 km og vil kunne trekke til Norge under gunstige forhold.

Kunnskap om rabies hos flaggermus er begrenset, men har fått økt oppmerksomhet både nasjonalt og internasjonalt de senere årene. Kunnskap om situasjonen hos våre flaggermuspopulasjoner er viktig for å kunne oppdage en eventuell forekomst av virus på et tidlig tidspunkt. Økt kunnskap om denne svært varierte dyregruppen er også nødvendig for å sikre overlevelsen til truende arter.

Denne rapportens mål er å gi en oversikt over flaggermusarter som kan være vektorer for rabiesvirus, og deres økologi, samt å gi informasjon om epidemiologien til rabies hos flaggermus som et kunnskapsgrunnlag for undersøkelser i Norge.

Vi vil takke Knut Kringstad ved NINA for hjelp med utarbeiding av kart. Per Ole Syvertsen ved Helgeland museum, naturhistorisk avdeling, Tore Christian Michaelsen og Norsk Zoologisk Forenings Flaggermusgruppe takkes for nyttige innspill til denne reviderte rapporten.

NINA rapport 76 ble utarbeidet i et samarbeid mellom NINA (RA), Biologisk institutt, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (TWH, RA), Seksjon for arktisk veterinærmedisin, Institutt for mattrygghet og infeksjonsbiologi, Norges veterinærhøgskole (JMA, MT) og Veterinærinstituttet, Tromsø (TM). I denne reviderte rapporten har Kjell Isaksen og Jeroen van der Kooij ved Norsk Zoologisk Forenings Flaggermusgruppe bidratt med oppdateringer og rettelser.

Trondheim, juli 2007
Reidar Andersen

1 Innledning

Rabies er en av de eldste kjente sykdommene i verden og har forekommet hos ville og tamme hunder i tusener av år. Det finnes beskrivelser av rabieslignende symptomer hos hunder fra Demokrit, Aristoteles og Hippokrates 2000 år f.kr., og sykdommen er gjennom historien kjent fra store deler av verden. De første beretninger om rabieslignende sykdom hos flaggermus finnes i nedtegnelser fra de spanske conquistadorer i Sør-Amerika på 1500-tallet. I det 16. til 18. århundre ble det gjort registreringer av rabiestilfeller hos hunder og ulv i Europa fra Tyrkia til England. Viktige utviklingstrinn i diagnosen av rabies ble gjort av Zinke i 1804 og Pasteur i 1881. Pasteur utviklet den første effektive vaksinen mot rabies i 1884 (King & Turner 1993, Beran 1994).

Rabies og rabiesrelaterte virus tilhører slekten *Lyssavirus* i familien *Rhabdoviridae*. Det klassiske rabiesviruset, som gir rabies hos dyr i ordenen rovdyr (*Carnivora*), og spesielt i familien hundedyr (*Canidae*), mårdyr (*Mustelidae*) og hos noen flaggermusarter (*Chiroptera*), er det viruset som har vært den største trusselen mot mennesker verden over (King & Turner 1993). Ifølge estimater fra WHO mottar 10 millioner mennesker hvert år behandling mot rabies etter å ha blitt eksponert for rabiesvirus, og mellom 40 000 og 70 000 mennesker dør årlig som følge av rabies etter bitt fra dyr. Barn er noe mer utsatt enn voksne, og 30–60 % av humane tilfeller forekommer hos barn under 15 år (Rupprecht et al. 1995, Weekly Epidemiological record 2002). I USA er 10–15 % av rabiestilfellene hos mennesker og dyr knyttet til en gruppe dyr som tidligere ikke har vekket særlig oppmerksomhet i Europa, nemlig flaggermus (King & Turner 1993). I Europa har rabiessmitte fra flaggermus forårsaket fire menneskers dødsfall.

Rabies hos flaggermus forekommer over store deler av verden, og det er også hos denne ordenen av vertsdyr vi finner det største mangfoldet av rabiesrelaterte genotyper av virus. I Europa er det registrert rundt 40 arter flaggermus, og rabiesrelaterte virus er påvist hos 14 av disse (**Tabell 2**). Rabiesrelaterte virus er genotyper/serotyper innen slekten *Lyssavirus* som ligner det klassiske viruset og som er i slektskap med dette. De rabiesrelaterte virustypene som er isolert hos flaggermus i Europa har vist seg å være forskjellig fra virus isolert fra flaggermus fra andre områder (Bourhy et al. 1993, Amengual et al. 1997, Echevarria et al. 2001). Den europeiske virusvarianten som forekommer hos flaggermusarter i Europa, European Bat Lyssavirus (EBLV), ble ikke betraktet som egen virustype før i 1990 (Montaño-Hirose et al. 1990, Bourhy et al. 1992) og er nå registrert som to genotyper (EBLV1) og (EBLV2), trolig med ulik opprinnelse (Amengual et al. 1997, Serra-Cobo et al. 2002). Det er registrert over 600 tilfeller av rabies hos flaggermus i Europa fra 1977 til 2000. Til tross for dette har det vært vanskelig å påvise aktive kliniske infeksjoner hos flaggermus (Whitby et al. 1996, Echevarria et al. 2001, Serra-Cobo et al. 2002).

I de siste 50 år er det registrert en endring i den klimatiske situasjonen i verden, og middeltemperaturen har steget med 0,6 °C i løpet av de siste 100 år (Houghton et al. 2001). Klimatiske endringer påvirker mange arters utbredelse, trekkruer og atferd (Coppack & Both 2002, Post 2003, Root et al. 2003). Den antatte utviklingen i klimaet vil føre til at gjennomsnittstemperaturen øker med 1,4–5,8°C i løpet av de neste 100 år (Crowley 2000, Houghton et al. 2001). Kritiske faktorer for nordlig utbredelse av ulike flaggermusarter er kuldetoleranse under overvintning og evne til fettlagring (Altringham 1996, Humphries et al. 2002). Hos trekkende arter er trekkene forklart med at dyrene velger å overvintre under mildere klima, slik at de ikke trenger å lagre mye fett til oppfostring av avkom (Gerell 1987, Altringham 1996). Dersom flaggermusarter som er utsatt for rabies lengre sør i Europa etablerer seg i Norge, vil dette kunne øke risikoen for spredning av flaggermusrabies til Norge.

Flaggermus utgjør den nest mest artsrike pattedyrordenen (etter gnagere), med over 1100 arter på verdensbasis (Wilson & Reeder 2005). Det finnes flaggermus over store deler av jorda, og det er stor variasjon i artenes biologiske tilpasninger (Altringham 2003). Flaggermus er en sårbar dyregruppe, og nesten en fjerdedel av artene er truet på globalt nivå (Mickleburgh et al. 2002). Også i Norge er flaggermusene utsatt for en rekke trusler, og seks av de minst elleve

flaggermusartene som er påvist i Norge er oppført på Norsk Rødliste 2006 (Kålås et al. 2006). Det er imidlertid betydelig mangel på kunnskap om bestandsutviklingen for en rekke arter både i Norge og i resten av verden. Ved å slutte seg til Den europeisk flaggermusavtalen, EUROBATS (www.eurobats.org), har Norge forpliktet seg til å ta spesielle hensyn til denne artsgruppa i forvaltning og gjennom informasjon til allmennheten. I arbeidet med saksfeltet rabies hos flaggermus, er biologisk kunnskap om de enkelte artene viktig, og man må ta hensyn til at dette dreier seg om en sårbar dyregruppe.

Målet med denne rapporten er å gi en oversikt over rabies hos flaggermus, epidemiologiske forhold i Europa og utbredelse av langt-trekkende arter som kan være bærere av rabiesviruset. Dette vil bli sett i forhold til forventede klimatiske endringer. Rabies kan imidlertid komme til Norge uavhengig av klimaendringer, og vi kan i dag heller ikke med sikkerhet slå fast at vi ikke allerede har rabiesvirus hos flaggermus her i landet.

2 Sykdommen rabies

For at rabiesviruset skal overleve i en dyrebestand må et infisert dyr overføre viruset til minst ett annet mottakelig dyr, og forekomsten vil øke ved tettere bestander (MacDonald 1980, Anderson et al. 1981). Alle pattedyr regnes som mottakelige for rabies, men i noe varierende grad. Rev regnes for å være ekstremt mottakelig for rabies, og eksperimentelle infeksjoner har vist at rev utvikler sykdommen ved lavere infeksjonsdoser av virus enn flere andre arter som fungerer som reservoar for viruset (Wandeler et al. 1994).

Selve overføringen av rabiessmitte skjer vanligvis via spytt i et bittsår fra et rabiesinfisert dyr. Inkubasjonstiden er vanligvis 1–2 måneder, men kan variere fra 7 dager til opptil 6 år (Hemachudha & Phuapradit 1997). Man regner med at lengden på inkubasjonstiden påvirkes av mengde virus som deponeres, dybde og størrelse på bitt, avstand fra bittsted til sentralnervesystemet og innervasjonen av det aktuelle hudområdet. Dette innebærer at dype bitt, bitt i hode/hals og bitt i godt innerverte hudområder som hender og armer, vil gi en kortere inkubasjonstid. Barn har vanligvis en kortere inkubasjonstid enn voksne. Utviklingen av sykdommen skjer ved at viruset oppholder seg i vevet rundt såret en kort periode, og muligens skjer det her en begrenset oppformering i muskelceller. Deretter går viruset inn i nervebanene og følger disse opp til sentralnervesystemet og hjernen hvor det meste av oppformeringen av viruset skjer. Deretter spres viruset fra hjernen via nervebaner ut til hele kroppen. I første del av infeksjonsprosessen oppholder rabiesviruset seg i nervebanene og er derfor ikke tilgjengelig for immunsystemet. Først etter at viruset er oppformert i hjernen, dannes det målbare mengder antistoffer mot viruset, men immunresponsen har da som regel ingen beskyttende effekt for individet (King & Turner 1993).

Man deler ofte sykdomsforløpet til rabies inn i 3 faser. Den innledende fasen er hos dyr karakterisert av en viss atferdsendring og kan lett overses. Hos mennesker er det beskrevet en irritasjon rundt bittstedet og influensalignende symptomer. Den neste fasen betegnes som den aggressive fasen. Spesielt hunde- og kattedyr kan her vise dramatiske og skremmende symptomer som umotivert aggressivitet, ekstrem eksitasjon og overdreven respons på stimuli. Svelglammelse og sikling er også typiske symptomer. Det er hovedsakelig i denne fasen at smitteoverføring skjer. Som et eksempel kan nevnes en rabid hund på Filippinene som i løpet av 4 timer bet 40 mennesker og ni hunder før den ble avlivet (Beran 1994). Mennesker kan også vise dramatiske symptomer som overdrevne reaksjoner, angst og voldsomme kramper som utløses av det minste stimuli. Vannskrekk (hydrofobi) er en spesiell reaksjon hos mennesker som skyldes at vann i munnhulen kan utløse en overdreven pusterefleks og kramper som antagelig oppleves som svært skremmende. I den siste og avsluttende fasen opptrer lammelser og død. Hos flaggermus er det beskrevet symptomer som problemer med å fly, lammelser i beina, hypersensitivitet for lyd, anorexi og sterk tendens til å bite (McColl et al. 2000, Bruyn 2003).

Symptomene kan være svært varierende, og de ulike fasene kan være mer eller mindre tydelige. Et sykdomsforløp hvor de aggressive symptomene er tydelige, kalles gjerne en aggressiv form av sykdommen. Når forløpet er dominert av lammelser, uten aggressive symptomer, snakker man om en paralytisk form. Smitteforsøk med ulike lyssavirus tyder på en relativt lik sykdomsutvikling hos hundedyr og mårdyr, men det er gjort få studier på patogenesen av ulike lyssavirusinfeksjoner hos flaggermus (McColl et al. 2000).

Det har lenge vært antatt at rabies er nærmest 100 % dødelig. Det er imidlertid beskrevet tilfeller hos hund hvor rabiesinfiserte individer har overlevd en infeksjon og enkelt dyr har skilt ut virus i spytt i lang tid etter infeksjonen (Fekadu et al. 1981, Fekadu 1983), men dette har vært betraktet som helt spesielle unntak. En nyere undersøkelse av hyener i Serengeti nasjonalpark i Tanzania har derimot vist at økologien til rabies kanskje er mer kompleks enn tidligere antatt. En hyenebestand ble overvåket gjennom flere år. På et tidspunkt ble det funnet anti-rabies-antistoffer hos 37 % av dyrene og virus-RNA i spytt hos omkring halvparten av disse, uten at det over en periode på 13 år var registrert klinisk rabies i populasjonen. Gjentatte påvisninger

av virus-RNA i spytt tyder på at enkelte individer er bærere av rabiesvirus i denne populasjonen (East et al. 2001). Dette er sammenlignbart med funn gjort hos flaggermus. Overvåking av flaggermuspopulasjoner har vist at rabies hos denne dyregruppen ikke nødvendigvis er dødelig, og det er beskrevet populasjoner hvor lyssavirus er endemisk (forekommer i populasjonen over tid), men tilsynelatende gir liten dødelighet (Echevarria et al. 2001, Serra-Cobo et al. 2002, Wellenberg et al. 2002).

2.1 Rabiesvirus

Familien *Rhabdoviridae* består i dag av over 175 ulike virus som er utbredt både hos dyr (inkludert fugler og fisk), insekter og planter. Familien er delt opp i ulike slekter, hvorav slekten *Lyssavirus* inneholder rabiesvirus og rabies-relaterte virus, som alle kan forårsake rabies eller rabieslignende sykdom hos mennesker og/eller dyr.

Virus innen slekten *Lyssavirus* kan deles inn i 5 serotyper basert på karakterisering ved hjelp av monoklonale antistoffer. De er også klassifisert i 7 genotyper basert på gensekvenser i N-proteinet (nucleoprotein) og G-proteinet (glycoprotein) (**Tabell 1**). (Bourhy et al. 1993, Heaton et al. 1997).

Tabell 1. Oversikt over klassifiseringen av rabiesvirus (Woldehiwet 2002)

Serotype	Lyssavirus	Genotype
Serotype 1	Klassisk rabiesvirus	Genotype 1
Serotype 2	Lagos bat 1, 2 og 3	Genotype 2
Serotype 3	Mokola 1, 2, 3 og 5	Genotype 3
Serotype 4	Duvenhage 1, 2 og 3	Genotype 4
Serotype 5	European bat lyssavirus (EBLV) subtype 1 og 2	Genotype 5 og 6
	Australian bat lyssavirus (ABLV)	Genotype 7

I tillegg til de virustypene som er listet her, kommer det stadig rapporter om nye virusvarianter som ikke faller inn under de oppsatte sero- og genotypene (Arai et al. 2003; Botvinkin et al. 2003).

Alle virusvariantene har forårsaket klinisk dødelig sykdom hos mennesker og andre pattedyr, unntatt genotype 2 som kun har gitt sykdom hos dyr (McColl et al. 2000, Fooks et al. 2003b). Alle bortsett fra genotype 3 (Mokola) er isolert fra flaggermus (Rupprecht et al. 2002).

Rabiesvirus er et kappevirus som er relativt lite motstandsdyktig og overlever derfor ikke lenge i miljøet, utenfor et vertsdyr. Det er varmeømfindlig, hvor infektiviteten har en halveringstid på 30 min. ved 54 °C og 35 sek. ved 60 °C, og det inaktiveres raskt ved tørking, UV-lys, røntgenstråler samt ved bruk av såpe og visse kjemikalier. Rabiesvirus blir ustabil ved pH < 3 og > 11, men tåler derimot kulde og kan antageligvis holde seg infektivt i frosne kadavre gjennom flere år (Folkehelsa 1995).

Karakterisering og sammenligning av ulike virusisolater har vist at ulike virusvarianter sirkulerer hos ulike hovedverter innenfor bestemte geografiske områder. Dette styrker teorien om at virus tilpasser seg ulike hovedverter og dermed kan opprettholdes i vertspopulasjonen (Wandeler et al. 1994). Sammenligning av ulike rabiesvirus-isolater er således et viktig epidemiologisk verktøy som gir informasjon om spredning og utbredelse.

Genotype 1

Rabiesvirus genotype 1, også kalt klassisk rabiesvirus, ble første gang isolert i 1882 (Beran 1994) og er den mest utbredte og omtalte. Genotype 1 er isolert hos en rekke dyrearter verden

over, blant annet hos nektaretende, insektetende og blodetende flaggermus på den vestlige halvkule, coyoter og stinkdyr (skunk; flere arter) i USA, hunder i Asia og rødrev og mårhund i Europa (King & Turner 1993, Beran 1994). Den arktiske virusvarianten, som fjellrev (*Alopex lagopus*) er hovedvert for, er også funnet hos ulv, mårhund og rødrev i arktiske og subarktiske strøk. Virusvarianten er påvist i Finland, Russland og Canada og på Grønland og Svalbard (Mørk & Prestrud 2001, Leisner 2002).

Genotype 2

Genotype 2 kalles også for Lagos bat virus. Denne genotypen finnes hos fruktetende flaggermus i Nigeria, Sør-Afrika og Zimbabwe (Kuzmin et al. 2003).

Genotype 3

Genotype 3 kalles også Mokola virus, og det er identifisert fire varianter. Denne genotypen er funnet utelukkende i Afrika, blant annet hos spissmus i Nigeria og katter i Zimbabwe og Sør-Afrika (Beran 1994, Kuzmin et al. 2003).

Genotype 4

Genotype 4 kalles Duvenhage-virus (DUV). Duvenhage-virus ble isolert i Sør-Afrika i 1970 hos tre mennesker som trolig var bitt av flaggermus. Viruset ble også registrert i 1981 hos flaggermus i slekten *Miniopterus* i Sør-Afrika (Amengual et al. 1997, Badrane et al. 2001) og er i tillegg funnet i den østlige delen av Europa (Selimov et al. 1991). Det var lenge trodd at det var denne typen som fluktuerte i flaggermus i Europa (King et al. 1990).

Genotype 5

Lyssavirus genotype 5 kalles European Bat Lyssavirus 1 (EBLV 1) og er delt opp i to ulike genetiske varianter, a og b (Amengual et al., 1997). Viruset er hovedsakelig funnet hos sørflaggermus (*Eptesicus serotinus*) i Europa. EBLV1a har en vest–øst-utbredelse, mens EBLV1b ser ut til å ha en nord–sør-utbredelse. EBLV 1 ser ut til å ha nærmest slektskap til Genotype 4 (Botvikin et al. 2003).

Genotype 6

Genotype 6 kalles European Bat Lyssavirus 2 (EBLV 2) og er også delt opp i to forskjellige varianter, a og b (Amengual et al. 1997). EBLV 2 er hovedsakelig rapportert hos arter av slekten musøre (*Myotis* sp.) i Europa (Amengual et al. 1997), men det er funnet for få tilfeller til å definere en egen hovedvert og til at opprinnelse eller utbredelse kan stedfestes.

Genotype 7

Genotype 7, Australian Bat Lyssavirus (ABLV), er isolert hos flyvende hunder (*Pteropus alecto*, *P. poliocephalus*) og "Sheath-tailed bat" (*Taphozous flaviventris*), og ble første gang rapportert i Australia i 1996 (Hooper et al. 1997). Viruset er nært beslektet med genotype 1 (Badrane et al. 2001, Kuzmin et al. 2003).

2.2 Rabies-epizootier

Epizootier er betegnelsen på større sykdomsbrudd av smittsom sykdom hos dyr, på linje med epidemier hos mennesker. Rabiesepizootier kjennetegnes ved en kraftig økning i antall syke og døde dyr. Modeller og simuleringer av spredning av rabies hos rødrev i Europa viser at parametere som tetthet, kontaktrate (overføring av smitte mellom dyr), vekstpotensial (reproduksjonsrate) og inkubasjonstid er avgjørende for spredningen og opprettholdelsen av rabies (Anderson et al. 1981, Bacon 1985). Videre er økningen i antall mottakelige individer etter yngling og spredningen av juvenile individer til nye områder om høsten viktige økologiske faktorer i modellene (Preston 1973, Allen et al. 2002). Rabiesepizootier hos rødrev i Europa er tetthetsavhengige og tetthetsregulerende og kan vare i flere år og redusere en bestand kraftig (Wandeler et al. 1988, MacDonald 1980, Kantorovich 1964).

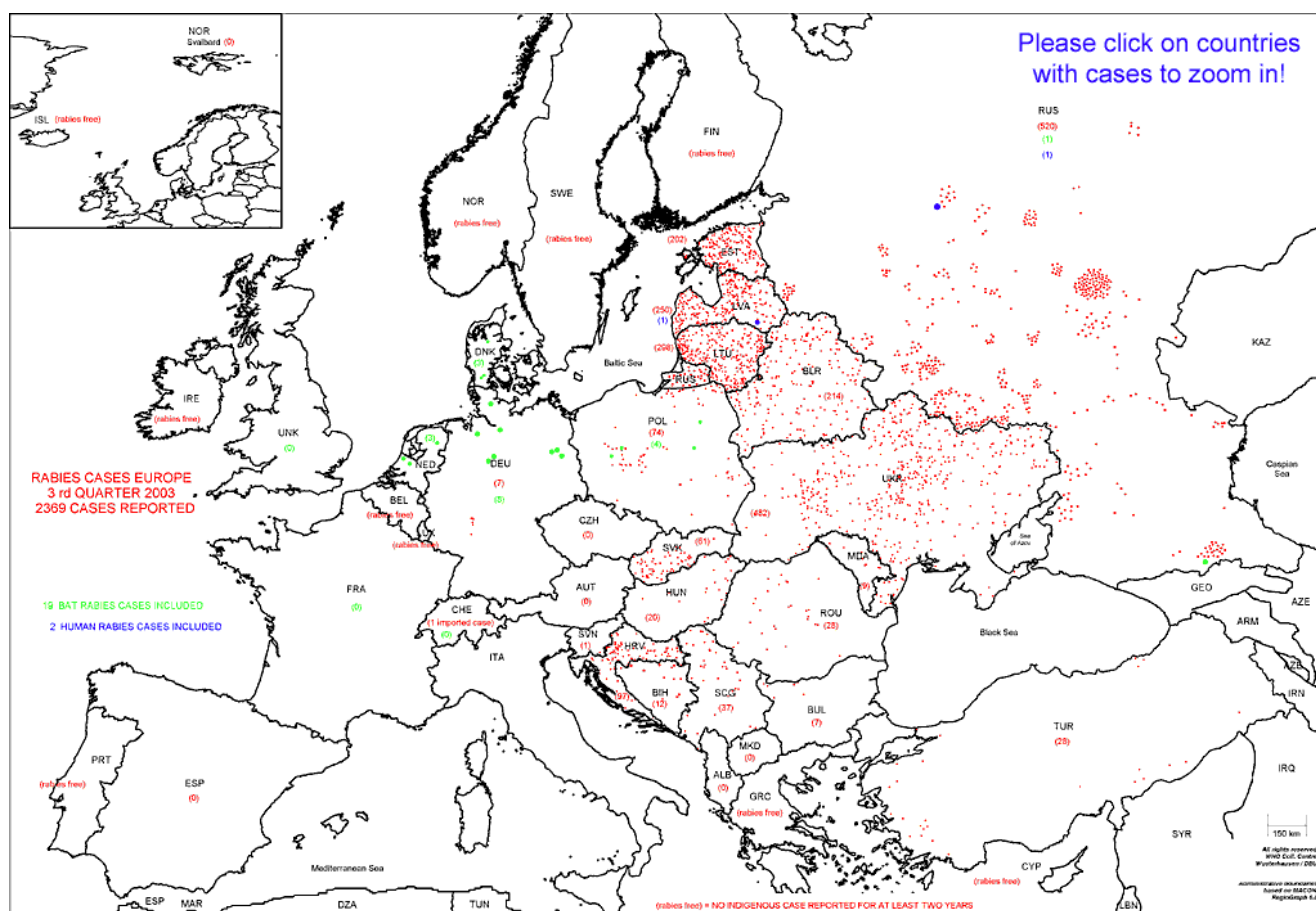
En av de mest omfattende rabies-epizootier i nyere tid startet i Europa under andre verdenskrig og varte helt fram til 1970/80-tallet. Rabies hos rødrev var kjent i Europa allerede på 1500-tallet, og det ble rapportert om sporadiske tilfeller og mindre utbrudd i flere områder. Den viktigste vektoren for viruset var likevel hund på denne tiden (Blancou et al. 1991). Den omfattende epizootien hos rødrev synes å ha startet ved den polsk-russiske grensen rundt slutten av 1930-årene (Anderson et al. 1981). Rollen som hovedreservoar for viruset endret seg i dette området fra hund til rødrev i løpet av få år. Som mulige forklaringer på dette er det foreslått at sykdommen kan ha blitt spredd fra fjellrev eller at viruset har endret tilpasning fra hund til rødrev (Bourhy et al. 1999). Rabiesepizootien hos rødrev spredte seg i perioden 1940–1980 i alle retninger, med en hastighet på rundt 40 km/år. Den nådde Jugoslavia og Italia i sør, spredte seg inn i Frankrike i vest, og nådde til Nederland og nordlige deler av Tyskland i nord (Steck & Wandeler 1980, MacDonald 1980, Blancou et al. 1991). Rabiesepizootien i Europa pågår fortsatt, men er redusert eller eliminert ved hjelp av større åtevaksineringsprogrammer i flere land, som Tyskland, Frankrike, Tsjekkia og Sveits (**figur 1**).

Man regner med at høy tetthet av rev, stor mottakelighet for viruset og høy kontaktrate var viktige faktorer som bidro til den raske spredningen. På 1970-tallet avtok epizootiens styrke, og i noen områder stoppet den opp. Grunnen til dette er i hovedsak lite forstått, men både nedskyting og åtevaksinerings av rev bidro nok vesentlig etter hvert (Blancou et al. 1991). Åtevaksineringsprogrammet kom skikkelig i gang på 1980-tallet og ble gjennomført i Sveits, Frankrike, Belgia og Tyskland. Bortsett fra noen spredte rabiestilfeller i Tyskland hvert år, er Vest-Europa i dag i praksis fri for rabies av den klassiske varianten (genotype 1) (Swiss Rabies Center: http://www.cx.unibe.ch/ivv/Swiss_Rabies_Center/swiss_rabies_center.html, 8. april 2005).

Fjellrev er reservoar for rabiesviruset i Arktis, og viruset regnes som endemisk i de fleste arktiske regioner. En omfattende epizooti hos fjellrev spredte seg i 1940/50-årene i Nord-Amerika og gav også opphav til nye epizootier hos rødrev og stinkdyr (skunk) i midtre og sørlige områder av Canada (Tabel et al. 1974). I Nordvest-Russland ble det også rapportert om en større epizooti hos fjellrev i samme tidsperiode (Kantorovich 1964). På 1980-tallet spredte viruset seg på nytt fra fjellrev nord i Canada og førte til introduksjon av rabies i sørøstlige områder (Tabel et al. 1974). På Svalbard var det et utbrudd i fjellrevpopulasjonen i 1980 (Ødegård & Krogsrud 1981), men siden har det kun vært rapportert sporadiske tilfeller (Mørk og Prestrud 2001).

Mårhund (*Nyctereutes procyonoides*) har blitt en stadig viktigere reservoarart for rabies i Øst-Europa, spesielt i Polen. Det har trolig nylig skjedd en vertstilpassing av viruset fra rev til mårhund, og viruset opptrer nå enzootisk hos mårhund (Bourhy et al. 1999). Det siste rabiesutbruddet i Finland, på slutten av 1980-tallet, var forårsaket av den arktiske virusvarianten, og mårhund ble regnet som hovedvert. Det er antatt et viruset ble introdusert med vandrende ulv fra Estland (Sihvonen 2001, Nyberg et al. 1992).

Rabiesepizootier hos vaskebjørn (*Procyon lotor*) ble første gang registrert i Florida på 1940-tallet. På slutten av 1970-tallet utviklet det seg en epizooti hos vaskebjørn i Virginia som siden har spredd seg hovedsakelig mot nordøst, og som i 1999 nådde så langt nord som til Canada. Denne epizootien er en av de mest omfattende som har vært dokumentert blant ville dyr i nyere tid, og over 50 000 tilfeller av rabies hos vaskebjørn ble rapportert fra 1980 til 2000 (Childs et al. 2000). Vaskebjørn finnes som ville bestander i deler av Europa, blant annet i Tyskland, Ukraina og Litauen, og noen rabiestilfeller er registrert hos vaskebjørn i disse landene (Tyskland 2000: 1, Ukraina 2001: 7, 2002: 12, 2003: 27, 2004: 12 og i Litauen 2004: 2). Oversikten er hentet fra <http://www.who-rabies-bulletin.org>, 18.05.05).



Figur 1. Rapporterte tilfeller av rabies i Europa hos tamme og ville dyr, tredje kvartal 2003; røde markeringer: tilfeller hos ville dyr og husdyr, grønne markeringer: tilfeller hos flaggermus, blå markeringer: humane tilfeller (WHO rabies bulletin Europa 2003. vol. 27(3), www.who-rabies-bulletin.org. 8.4.2005).

3 Rabies hos flaggermus

Ordenen flaggermus er den nest største av pattedyrordenene og er like utbredt som gnagere, som utgjør den største pattedyrordenen. Diversiteten av flaggermus er svært stor, fra verdens minste pattedyr til flygehunder med vingspenn på 1,5 meter. Det finnes totalt over 1100 flaggermusarter, hvorav bare rundt 40 lever i Europa (Whitby et al. 1996, Wilson & Reeder 2005), og 14 av disse er registrert med rabies. I Norge er det registrert minst 11 arter, hvorav noen antas å trekke sørover fra Norge om vinteren.

3.1 Utbredelse på verdensbasis

Hos rødrev, fjellrev og ulv har overvåking av rabies blitt basert delvis på jakt og fangst, samt innsamling av syke og selvdøde dyr. Over store deler av verden er flaggermus i dag fredet, og det tillates derfor ikke innsamling og avliving av friske dyr. Registreringer av rabiesinfiserte flaggermus har derfor vært basert på innsamling, ofte fra publikum, av syke og selvdøde dyr. De fleste flaggermusarter er relativt små, og de hviler på plasser som kan være svært vanskelig å finne. Dette har medført at overvåking og kartlegging av utbredelsen av rabiesvirus hos flaggermus har vært vanskelig.

I USA og Sør-Amerika synes rabies hos flaggermus å være svært utbredt. Dette er det kontinentet hvor det blir gjort flest og hyppigst registreringer av rabies hos flaggermus. Rapporter fra 1400-tallet om dødsfall blant spanske conquistadorer og dyrene deres etter kontakt med små flygende dyr, indikerer at rabies var der før europeisk kolonisasjon (Rupprecht et al. 2002). Rabies ble først registrert hos insektetende flaggermus i 1920-årene i Brasil og i Trinidad i 1930-årene (Fooks et al. 2003a). Flaggermus har siden 1953 jevnlig blitt registrert med rabies og rabiesrelaterte virus i USA (Constantine 1990, King & Turner 1993, Echevarria et al. 2001).

I Nord- og Sør-Amerika fluktuerer det klassiske rabiesviruset (Genotype 1) hos over 60 flaggermusarter spredd fra Argentina til Canada (Constantine 1990). I USA er det de tre artene "Big brown bat" (*Eptesicus fuscus*), "Eastern pipistrelle" (*Pipistrellus subflavus*) og "Silver-haired bat" (*Lasiurus noctivagans*) som er rapportert med flest tilfeller av rabies (Childs et al. 1994, Mondul et al. 2003). I Sør-Amerika er det vampyrflaggermusene (underfamilie *Desmodontinae*) som utgjør den største trusselen for mennesker og husdyr (Greenhall et al. 1993), og i perioden 1999–2001 forårsaket rabiessmitte fra vampyrflaggermus tap av mellom 2000 og 7000 storfe i Brasil (OIE 2003). Mayen (2003) konkluderer med at det økende antallet tilfeller av rabies hos mennesker i Brasil skyldes en stadig invadering av vampyrflaggermusenes leveområder og få preventive tiltak. Det ser ut til at rabiesepizootier i dette området er avhengig av populasjonstørrelsen av "Common vampire bat" (*Desmodus rotundus*). Hos denne arten oppstår det utbrudd med 4 års mellomrom og med en varighet på opptil 18 måneder (Delpietro & Nader 1989, Mayen 2003). I USA ble det i 2002 rapportert 1373 rabiestilfeller hos flaggermus (Krebs et al. 2003), og siden 1980 er det registrert 26 dødsfall hos mennesker forårsaket av rabiessmitte fra flaggermus. Noen av disse tilfellene har opptrådt kryptisk, det vil si at offeret ikke kan huske noen form for kontakt med flaggermus i forkant av sykdommen (Jackson & Fenton 2001). Et flertall av de humane tilfellene er forårsaket av en rabiesvariant funnet hos Silver-haired bat, som ikke er den arten som hyppigst er funnet infisert med rabiesvirus (Pape et al. 1999). I et eksperimentelt forsøk viste det seg at et rabiesvirus isolert fra Silver-haired bats replikerte (oppformerte seg) langt mer effektivt i celletyper som finnes i hud (fibroblaster og epiteliale celler) og spesielt ved 34 °C, sammenlignet med en rabiesvirus-variant isolert fra coyote (Morimoto et al. 1996). Resultatene kan tyde på at viruset fra flaggermus er bedre tilpasset til å replikere i celler i hud, noe som kan være essensielt i forbindelse med smitteoverføring til mennesker selv ved små overfladiske bitt (McColl et al. 2000). Nylig ble det rapportert om et studium som viste at rabiesvirus fra Silver-haired bat brukte kortere tid for å nå hjernen, og infeksjonsdosen som var nødvendig for å initiere en infeksjon, var lavere enn for andre virusvarianter (Biocompare news 2004 <http://biocompare.com/e.asp?e=2746>, 25.05.05).

I Australia eksisterer en egen genotype av rabiesviruset hos flaggermus, kalt Australian Bat Lyssavirus (ABLV) (Kuzmin et al. 2003, Guyatt et al. 2003). Viruset ble første gang oppdaget i forbindelse med et overvåkningsprogram for morbillivirus hos flyvende hunder (fruktetende, fam. *Pteropodinae*). Det er siden funnet hos de fire viktigste fruktetende flaggermusartene i Australia og også hos én insektetende art (McColl et al. 2000).

I Afrika er det registrert flere virustyper, Lagos bat-virus (genotype 2) og Duvenhage-virus (genotype 4). Disse er stort sett blitt isolert fra fruktetende flaggermus (*Eidolon* og *Epomophorus* sp.) og insektetende flaggermus (*Miniopterus* og *Nycteris* sp.) (Swanepoel et al. 1993, Badrane et al. 2001, Kuzmin et al. 2003).

I Asia er det ikke i samme grad blitt gjennomført registreringer av rabies hos flaggermus, antagelig grunnet nedprioritering da det i mange områder er til dels store problemer med urban hunderabies (Kuzmin et al. 2003). På Filippinene ble det gjennomført en screening av flaggermus for rabiesvirus hvor 231 individer fra ulike arter og lokaliteter ble testet. Det ble funnet antistoffer mot ABLV hos 22 individer, men det ble ikke påvist virus i hjernevev. Schreibersflaggermus (*Miniopterus schreibersii*) ble foreslått som mulig vektor (Arguin et al. 2002). I Omsk, vest i Sibir, er det funnet en skimmelflaggermus (*Vespertilio murinus*) med en variant av det klassiske rabiesviruset (King et al. 1990). I flere områder i det tidligere Sovjetunionen har det vært isolert rabiesvirus fra flaggermus som sannsynligvis må defineres som nye genotyper. I 1991 ble det i Kirgisistan isolert en mulig ny genotype av rabiesvirus, kalt Aravan-virus, hos liten musøre (*Myotis blythii*), og i 2001 ble det i Tadsjikistan isolert en annen mulig ny type virus, kalt Khujand, fra skjeggflaggermus (*M. mystacinus*) (Arai et al. 2003, Kuzmin et al. 2003). I Russland er det også isolert nye lyssavirus, kalt Irkut-virus og West Caucasian Bat-virus (Botvinkin et al. 2003). Nylig ble det publisert en undersøkelse av flaggermus i Thailand hvor det ble funnet antistoffer mot Aravan-, Khjuand- og Irkutvirus samt mot ABLV (Lumlertdacha et al. 2005).

3.2 Rabies hos flaggermus i Europa

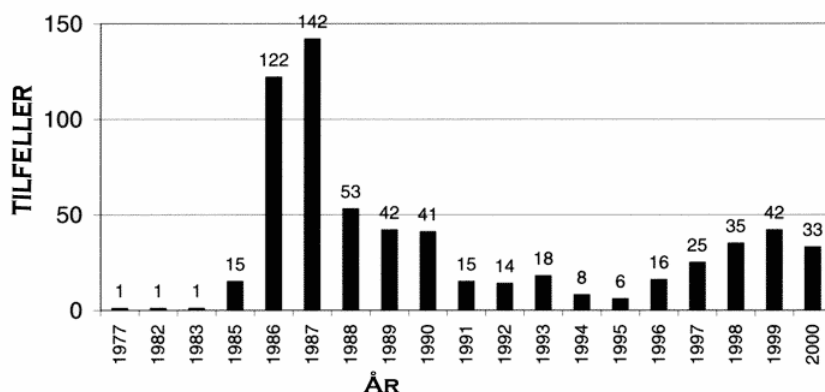
I Europa ble rabies første gang rapportert hos en flaggermus i 1954 uten nærmere identifisering, verken av viruset eller flaggermusen (Mohr 1957). I 1968 ble det diagnostisert rabies hos en flaggermus som ble funnet syk i Tyskland, og for første gang ble det identifisert et virus som skilte seg fra det klassiske viruset som sirkulerte hos rødvov (Werschling & Schneider 1969). Fram til 1980-tallet ble det rapportert om enkelttilfeller av rabies hos flaggermus over store deler av Europa (Schneider & Cox 1994). I 1986 døde en forsker i Finland av flaggermusrabies. Dødsfallet satte fokus på problemet, og i perioden 1986–87 ble det analysert mange innsendte flaggermus i ulike europeiske land. Flere hundre dyr var rabiesinfisert, og det var særlig mange fra Danmark, Nord-Tyskland og Nederland. I 1988 var antall rapporterte tilfeller halvert, og det sank ytterligere i årene etter (**figur 2**). Senere har dette blitt oppfattet som en epizooti av noen. Antall påviste rabiestilfeller har imidlertid stått i direkte sammenheng med antall innsendte dyr, og andelen rabiesinfiserte dyr i Nederland har vært konstant i to tiår (van der Poel 2004, se også van der Poel et al. 2005). Heller ikke datamaterialet fra Danmark for perioden 1985–2002 eller fra Tyskland for 1985–2005 (Müller & Freuling 2006) gir noen sikre holdepunkter for at det var noen epizooti på 1980-tallet (se Danmarks Veterinærinstitutt 2003).

Det var lenge trodd at det var Duvenhage-viruset (DUV) som sirkulerte hos flaggermus i Europa (King et al. 1990). Senere studier viste at viruset var forskjellig fra DUV, og det ble tilordnet egne genotyper kjent som European Bat Lyssavirus 1 og 2 (EBLV1 og EBLV2) (Bourhy et al. 1992). Disse genotypene forekommer hos forskjellige flaggermusarter i ulike områder av kontinentet og har ulikt opphav (Brosset 1990, Constantine 1990, King & Turner 1993, Whitby et al. 1996, Amengual et al. 1997, Echevarria et al. 2001, Serra-Cobo et al. 2002). **Tabell 2** gir en oversikt over arter som er funnet med rabies eller rabiesnøytraliserende antistoffer i Europa, i hvilke områder de er funnet, i hvilket år og hvilken genotype som ble identifisert.

EBLV1 (genotype 5): Denne genotypen forekommer hyppigst hos sørflaggermus (*E. serotinus*), som sannsynligvis er vektor for denne genotypen i nordlige deler av Sentral-Europa (Amengual et al. 1997, Müller 2000). Arten er registrert infisert med viruset over store deler av sitt utbredelsesområde. EBLV1 er også registrert hos artene stor musøre (*Myotis myotis*), børsteflaggermus (*Myotis nattereri*), schreibersflaggermus (*Miniopterus schreibersii*) samt hos stor hesteskone (*Rhinolophus ferrumequinum*) i Spania (Serra-Cobo et al. 2002). Det er definert to ulike typer av EBLV1, a og b, som har forskjellig utbredelse. EBLV1a synes å ha en vest-øst-utbredelse og EBLV1b en nord-sør-utbredelse. Begge stammer forekommer hos sørflaggermus (*E. serotinus*). Serra-Cobo et al. (2002) fremsetter en hypotese om at de to artene schreibersflaggermus og bulldoggflaggermus (*Tadarida teniotis*) kan ha medvirket til en mulig spredning av EBLV1 fra Afrika til sørlige deler av Europa. Brosset (1990) foreslår at trollflaggermus (*Pipistrellus nathusii*) kan ha fungert som smittereservoar og medvirket til spredningen av rabiesvirus fra Danmark til Tyskland, Nederland og Frankrike. Denne flaggermusarten kan trekke over svært lange avstander (1900 km), og trekkruten fra sommeroppholdssteder i Danmark til vinteroppholdssteder lengre sørvest sammenfaller med spredningsbildet av EBLV1 hos sørflaggermus. Forfatteren mener også at trollflaggermusa bruker samme dagly som sørflaggermusa og dermed kan ha smittet flere populasjoner på sitt trekk om høsten i sørvestlig retning (Brosset 1990). Flere fakta taler imidlertid imot denne hypotesen. For det første skal rabies ha blitt påvist hos trollflaggermus kun én gang (**Tabell 2**) (av 256 trollflaggermus som er undersøkt i Nederland i perioden 1984–2003 testet ingen positivt for rabies). For det andre er direkte trekk av denne arten fra Danmark til Sør-Europa ikke påvist. Trekkrutene som er kartlagt så langt går fra de baltiske landene over Tyskland til bl.a. Nederland og Frankrike (Hutterer et al. 2005). Kartlagte trekkruter er imidlertid sterkt knyttet til ringmerkingsaktivitet i de enkelte landene. For det tredje kan sørflaggermus og trollflaggermus sikkert forekomme på samme tilholdssted, men dette skjer forholdsvis sjelden. Trollflaggermusa holder for det meste til i trær, mens sørflaggermus er knyttet til bygninger (Krapp 2001, 2004). Serra-Cobo et al. (2002) hevder dessuten at trollflaggermusa ikke har medvirket til spredningen i Spania fordi den er svært sjelden på Den iberiske halvøya.

EBLV2 (serotype 6): EBLV2, som også forekommer i to typer, a og b, synes å forekomme hovedsakelig hos arter av slekten *Myotis*, men det er foreløpig for lite data til å indikere noen hovedvert for viruset. EBLV2 er ikke registrert hos sørflaggermus, men er funnet hos damflaggermus (*Myotis dasycneme*) i Nederland og hos vannflaggermus (*Myotis daubentonii*) i England, Skottland og Sveits. Denne genotypen er ikke funnet i Spania (Echevarria et al. 2001).

I Europa ble det rapportert totalt 630 tilfeller av rabiesinfiserte flaggermus i perioden 1977–2000 (Müller 2000) (**figur 3**). De aller fleste tilfellene, ca 95 %, ble registrert hos sørflaggermus, hovedsakelig konsentrert til nordlige deler av Sentral-Europa (Danmark, Nord-Tyskland og Nederland). Det er verdt å merke seg at den geografiske fordelingen av antall påviste tilfeller naturlig nok har en sammenheng med hvor det er foretatt analyser. På samme måte gjenspeiler ikke nødvendigvis de påviste tilfellene den faktiske frekvensen av rabiessmitte hos de enkelte artene.

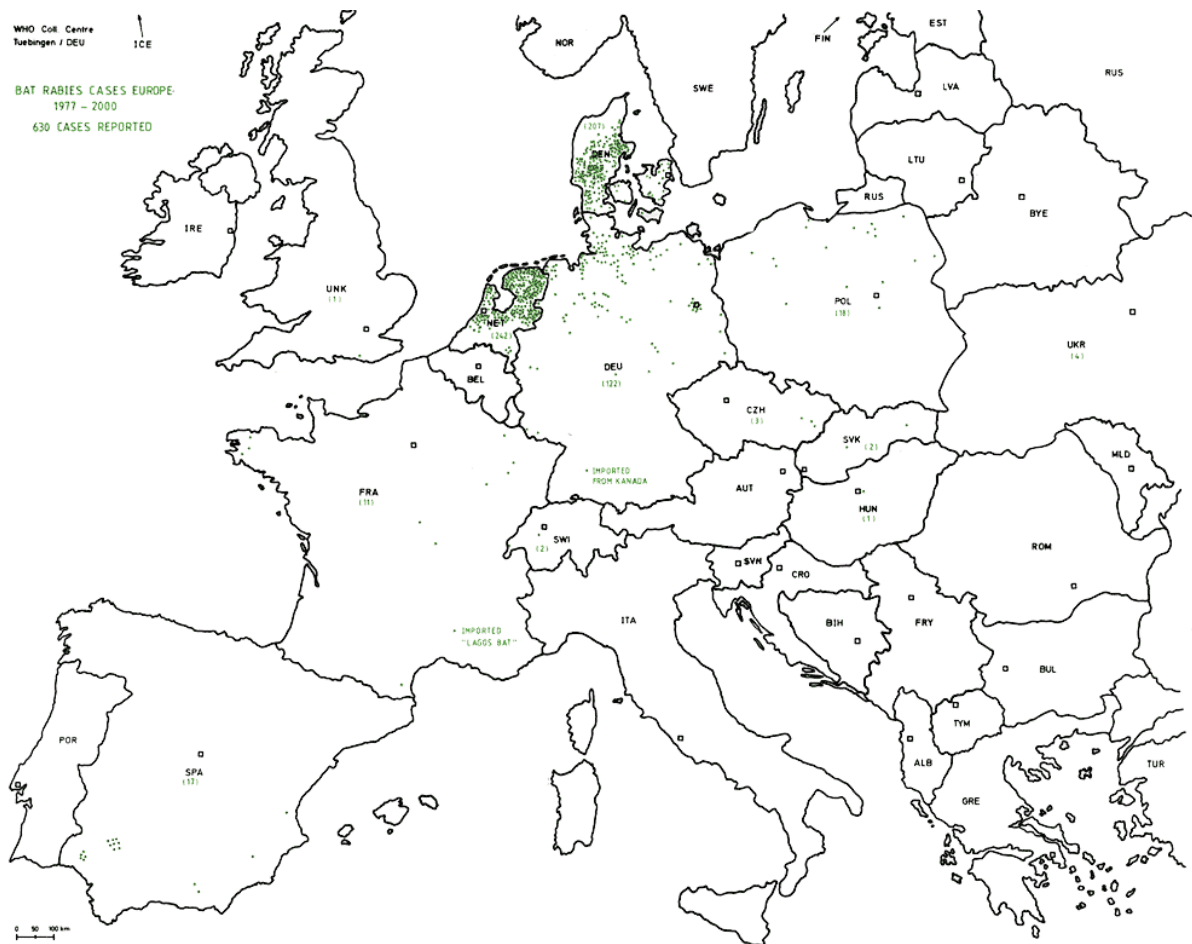


Figur 2. Registrerte tilfeller av rabies hos flaggermus i Europa (Müller 2000).

Tabell 2: Oversikt over flaggermusarter registrert med rabies i Europa.

art	fins i Norge	vand- ringer (km) ¹	sesong- trekk	område	når	rabies- type	referanse
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> , stor hesteskonese	nei	320	nei	Tyrkia Spania	1956, 63 1999	Ikke kjent EBL1	Brass 1994 Serra-Cobo et al. 2002
<i>Myotis blythii</i> , liten musøre	nei	488	ja, delvis	Kirgisistan (Asia)	1991	Aravan	Arai et al. 2003, Brass 1994
<i>Myotis myotis</i> , stor musøre	nei	436	ja, delvis	Tyskland Spania	1973 2000	Ikke kjent EBLV1	Schneider et al. 1994 Serra-Cobo et al. 2002
<i>Myotis dasycneme</i> , damflaggermus	nei	350	ja	Danmark Nederland	1985 1987, 89, 93	EBLV2a EBLV2a	Amengual et al. 1997 Amengual et al. 1997
<i>Myotis daubentonii</i> , vannflaggermus	ja	304	nei	England Skottland England Danmark Sveits	1996 2002 2002, 03, 04 1986, 87 1993	EBLV2a EBLV2a EBLV2a EBLV2b	Whitby et al. 2000 Fooks et al. 2003b Bat Conserv. Trust 2004 Amengual et al. 1997
<i>Myotis nattereri</i> , børsteflaggermus	?	327	nei	Spania	2000	EBLV1b	Serra-Cobo et al. 2002
<i>Myotis mystacinus</i> , skjeggflaggermus	ja	240	nei	Tadsjikistan	2001	Khujand	Kuzmin et al. 2003
<i>Pipistrellus nathusii</i> , trollflaggermus	ja	1905	ja	Tyskland	ikke kjent	Ikke kjent	Müller 2000
<i>Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus</i> , «dvergflaggermus»	?/ja	1123/ 6	ja, antatt	Frankrike	2000	Ikke kjent	Bruyere & Janot 2000
<i>Nyctalus noctula</i> , storflaggermus	ja	1546	ja	Jugoslavia Ukraina	1956 1991	Ikke kjent DUV	Schneider et al. 1994 Selimov et al. 1991
<i>Eptesicus serotinus</i> , sørflaggermus	nei	330	nei	Nederland Danmark Tyskland Polen	1987, 89, 92, 93 1985, 87, 99, 2000, 01, 02 1968, 70, 82, 85, 86, 87, 88, 89, 90 1985, 90, 94	EBLV1a EBLV1a EBLV1a EBLV1a	Amengual et al. 1997 Amengual et al. 1997 Amengual et al. 1997
<i>Vespertilio murinus</i> , skimmelflaggermus	ja	1787	ja	Ukraina	1987, 1991	EBLV1a, DUV	Amengual et al. 1997, Selimov et al. 1991
<i>Miniopterus schreibersii</i> , schreibersflaggermus	nei	833	ja	Spania	1997	EBLV1	Serra-Cobo et al. 2002
<i>Tadarida teniotis</i> , bulldoggflaggermus	nei	NA	nei	Spania	1999	EBLV1	Serra-Cobo et al. 2002

¹ De oppgitte forflytningsdistansene er de lengste som er kjent i Europa, jf. Hutterer et al. (2005).



Figur 3. Oversikt over alle tilfeller av rabies registrert hos flaggermus i Europa i løpet av perioden 1977-2000 (www.who-rabies-bulletin.org, 8.5.2005).

Ifølge Fooks et al. (2003a) er det nærliggende å tro at patogeniteten til de to genotypene av EBLV i Europa er forskjellig, hvor EBLV2 synes å være mindre patogen (sykdomsfremkallende) enn EBLV1 i en ny vert. Bakgrunnen for denne påstanden er få funn av EBLV2 i flaggermus og ingen i andre dyrearter. De to humane tilfellene forårsaket av EBLV 2 hadde en forhistorie med multiple bitt fra flaggermus. Til sammenligning nevner forfatteren at det er rapportert om mange tilfeller av bitt fra EBLV-infiserte flaggermus i Europa uten smitteoverføring. I England og Skottland arbeides det med et prosjekt hvor man prøver å etablere kunnskap om omfanget og frekvensen av EBLV ved å teste for antistoffer i levende flaggermus. I Skottland fant man i 2003 antistoffer i blodet til fra 0,05 % til 3,8 % av de undersøkte vannflaggermusene (95 % konfidensintervall, n=198), men det ble ikke påvist rabies-spesifikt arvestoff (RNA) i svabere fra munnhulen (n=218) (Brookes et al. 2005). I en sammenstilling av resultatene fra Skottland og England for 2003–2004, fant man at 3–8 % av vannflaggermusene hadde antistoffer i blodet, men det ble ikke funnet virus i dyrenes spytt. Det ble også funnet antistoffer i blodet til én av 51 undersøkte sørflaggermus (Harris et al. 2005). Disse funnene indikerer at en begrenset andel av bestanden har vært eksponert for viruset.

Artsbestemmelse av flaggermus krever ofte spesialkunnskap. Karakterene man må studere for å kunne skille de ulike artene fra hverandre kan være tannstrukturen, senemønsteret i vingene, penisformen, lengden på femte finger, toppfrekvensen til ekkolokaliseringssignalene m.m. Taksonomien forandrer seg stadig. Nye karakterer beskrives og gamle revideres. De siste tiårene

har det blitt oppdaget en rekke kryptiske flaggermusarter i Europa. Det man tidligere betraktet som arten dvergflaggermus har vist seg å være to arter, *Pipistrellus pygmaeus* og *Pipistrellus pipistrellus* (ICZN 2003), og også i slektene *Plecotus* og *Myotis* har flere arter blitt splittet opp (Mayer & von Helversen 2001, Spitzenberger et al. 2006). Man bør ha disse forholdene i tankene når man leser særlig eldre publikasjoner om rabies hos flaggermus. I mange tilfeller er verken dyrene eller vevsprøver ivaretatt. Artsbestemmelsen kan dermed ikke verifiseres, særlig ikke i de artsgruppene der det er kryptiske arter.

3.2.1 Spredningsmekanismer

Det ser ikke ut til at rabiesvirus hos flaggermus har spredd seg på samme måte som det man har sett hos rødrev og andre terrestriske rovdyr. Det er lenge blitt fokusert på å overvåke flaggermus for å få en oversikt over omfanget av rabies, men bortsett fra den økte mengden rabiestilfeller i 1985-86 har man påvist relativt få tilfeller i Europa.

Som ved klassisk rabies hos rødrev, smitter rabiesrelaterte virus hos flaggermus primært via bitt og overføring av spytt. Avkom fra rabiesinfiserte mødre, så langt kjent, vil ikke smittes med rabiesvirus i fosterlivet, men kan bli smittet ved slikking og biting fra mordyret (Constantine 1986). Selv om viruset har vært isolert fra en rekke ulike vev og kroppsvæsker, er det kun spytt og nervevev fra sentralnervesystemet som regnes som infektivt (Gibbons 2002). Det har vært hevdet at det kan være en fare for smitte via aerosoler ved store konsentrasjoner av flaggermus i huler. To menn døde etter å ha vært i en flaggermushule i Texas på slutten av 1950-tallet på ulike tidspunkt. Det ble anslått å være mer enn 1 million flaggermus i hula, og ved mekanisk å samle inn lufta fra denne hula, påviste man rabiesvirus (genotype 1 – som ikke er påvist hos europeiske flaggermus) i aerosoler (Constantine 1990). Disse to humane kasusene har lenge vært omtalt som tilfeller av naturlig aerogen smitte, men ved å gå nærmere inn i anamnesen har det vist seg at de også kan ha vært smittet via sår eller bitt (Gibbons 2002). Flaggermus er sosiale dyr, og sosial atferd som territoriehevdning, paring, oppfostring og kolonisering (dagoppholdssted og overvintring) fremmer kontakt som biting og slikking. Flere arter parer seg om vinteren under dvale, da hannene kryper rundt og prøver å vekke hunnene ved å bite dem i nakken (Frislid & Jensen 1994, Fooks et al. 2003a).

Det er kun registrert få såkalte "spill-over"-infeksjoner (smitteoverføring til en annen dyreart enn hovedverten) av EBLV til ville eller tamme dyr. I 1998 ble tre sauer fra tre ulike buskaper i Danmark funnet infisert med EBLV1, og i 2001 ble EBLV isolert fra en steinmår (*Martes foina*) i nordre del av Tyskland (Brandenburg) (Müller et al. 2001). Steinmår er sterkt knyttet til bebygde strøk og er kjent for å fange og spise flaggermus (både i kolonier og på overvintringslokalteter). I 2002 ble det igjen isolert EBLV1a i en sau fra en av de samme buskapene som 4 år tidligere (Rønsholdt 2002). I Canada er det et eksempel på at en rabiesvariant fra flaggermus (genotype 1 – som ikke er påvist hos europeiske flaggermus) ser ut til å ha etablert seg i en revpopulasjon (Daoust et al. 1996, McColl et al. 2000).

Spredningsbildet for EBLV i Europa er svært komplekst og i liten grad forstått. Flere flaggermusarter deler regelmessig oppholdssted, og frekvensen av kontakt er høy. Eksempler på overvintringssteder med et stort antall flaggermus av ulike arter er de store kalkgruvene i Danmark og festningsanleggene i Polen (Urbańczyk 1989, Degn et al. 1995). I Spania deler flere arter regelmessig både sommer- og vintertilholdssted, og de flytter også mellom ulike kolonier, noe som vil kunne fremme spredning av en eventuell rabies-smitte (Serra-Cobo et al. 2002). Til tross for at potensialet for spredning mellom arter synes høyt, er rabiesrelaterte virus så langt kun påvist hos 14 av de totalt rundt 40 flaggermusartene som forekommer i Europa, og for de fleste artene er bare ett eller noen få tilfeller kjent (**Tabell 2**).

3.2.2 Kliniske symptomer

Ved aktiv rabiesvirusinfeksjon hos flaggermus er det registrert lammelser av fram- og bakbein og ekstrem følsomhet overfor lyd og lys. De tidlige symptomene hos flaggermus i fangenskap har vært dårlig appetitt etterfulgt av pareser og død uten aggressiv atferd. Det er lite informasjon om hvordan symptomer arter seg hos de forskjellige arter av flaggermus, men det er indikasjoner på at det er variasjon, både med hensyn på ulike flaggermusarter og type virus. I Russland ble det i 1992 foretatt en eksperimentell infeksjon av 100 vannflaggermus og 11 brandtflaggermus (*Myotis brandtii*) med EBLV1 og en "uvanlig" virusvariant av genotype 1, isolert fra skimmelflaggermus. Halvparten av de flaggermusene som ble inokulert intramuskulært med EBLV1 viste aggressiv atferd og krampetrekninger, mens alle som ble inokulert med den spesielle genotype 1-varianten utviklet den paralytiske formen (Fooks et al. 2003a). I en film fra Nederland vises en rabid sørflaggermus som er ekstremt lydsensitiv og aggressiv og viser tydelig irritasjon over lyder ved å kaste seg rundt med åpent gap (Bruijn 2003).

3.2.3 Humane dødsfall forårsaket av European Bat Lyssavirus (EBLV)

Det er til nå rapportert om 4 humane kasus forårsaket av EBLV i Europa. Alle tilfellene hadde en sykehistorie som involverte bitt fra flaggermus og ingen behandling i form av immunisering mot rabies. Det første tilfellet var en 15 år gammel jente som ble bitt i fingeren av en ukjent flaggermusart i Voroshilovgrad, Ukraina i 1977. Viruset som ble isolert fra hjernen var EBLV1. Det andre tilfellet var i Russland i 1985 hvor en 11 år gammel jente ble bitt i leppa av en flaggermus. Jenta døde etter 4-5 uker, og EBLV1 ble isolert fra hjernen. Det tredje tilfellet var en 33 år gammel sveitsisk flaggermusbiolog som ble innlagt i Helsinki, Finland etter smerter i armen og økende lammelse. Han hadde blitt bitt av flaggermus gjentatte ganger i Malaysia fire år tidligere og i Sveits ett år tidligere. Han døde 20 dager senere, og det ble isolert EBLV2b. I Skottland døde en 55 år gammel flaggermusinteressert mann som hadde hatt nærkontakt med dyrene av infeksjon med EBLV2a i 2002 (Fooks et al. 2003b).

3.3 Diagnostikk

Den tidligere diagnostiske metode for påvisning av rabies var funn av såkalte Negri-legemer i neuroner ved histologisk undersøkelse av bestemte hjerneavsnitt. Metoden er relativt usikker da disse inklusjonslegemene ikke alltid er tilstede.

3.3.1 Fluorescens antistoff-test

Den standardiserte metoden som benyttes mest i dag, er fluorescens antistoff-test (FAT). Ved denne metoden påvises virusantigen direkte i utstryk av hjernevev ved hjelp av fluorochrommerket anti-rabies antistoffer med påfølgende undersøkelse i et fluorescensmikroskop. Sensitiviteten til denne metoden regnes som god, men avtar dersom materialet er dårlig bevart (Echevarria et al. 2001). Metoden kan altså kun brukes på vev fra døde dyr og er godt egnet for diagnostikk på dyr som har dødd av rabies. Metoden identifiserer både levende og inaktivert virus, men skiller ikke mellom ulike virusvarianter. Metoden regnes som sikker og er ikke veldig kostnadskrevende.

3.3.2 Museinokulasjon

Intracerebral inokulasjon (innsprøytning av levende virus i hjernen) hos mus blir hovedsakelig benyttet for å bekrefte eller avkrefte en negativ immunfluorescenstest, spesielt når det er mistanke om human eksponering, og det er avgjørende å ha en så sikker diagnose som mulig.

Vev som mistenkes å være infisert med rabies inokuleres i mus og eventuelt rabiesvirus vil da oppformerer hos musa, som siden avlives og undersøkes med FAT. Et alternativ til denne metoden er oppformering av virus i cellekultur. Disse metodene vil kun påvise infektivt (levende) virus.

3.3.3 Serologiske metoder

Ulike serologiske metoder benyttes for påvisning av antistoffer i serum, hovedsakelig for å bekrefte en immunrespons etter vaksinerings, for å bekrefte eksponering for rabiesvirus ved ikke dødelige tilfeller og i forbindelse med ulike patogenesestudier (Beran 1994). Det stilles i dag krav til testing av antistoff-titer hos vaksinerte hunder og katter ved import til Norge og etter midlertidig opphold i et land som defineres som rabiessmittet. Dette gjøres ved at det tas en blodprøve 4 måneder etter vaksinerings og mengde antistoffer måles. Flaggermus infisert med lyssavirus ser ut til å serokonvertere (danne antistoffer) uten å utvikle dødelig sykdom oftere enn andre pattedyr, og serologiske tester er derfor aktuelle verktøy i forbindelse med undersøkelser av flaggermus.

Virus-nøytralisasjonstest

Dette er den metoden som er mest brukt for undersøkelser av serum for rabies-antistoffer. Metoden går i hovedsak ut på å inkubere test-serum med en kjent mengde rabiesvirus for deretter å inokulere (infisere) cellekulturer. Hvis serum inneholder antistoffer mot rabiesvirus, vil disse binde seg til viruspartiklene og nøytralisere disse slik at de ikke er i stand til å infisere cellene. Mengden av virusinfiserte celler kan måles med immunofluorescens som i FAVN-testen (fluorescens antibody virus neutralisation) og RFFIT-testen (modified rapid fluorescens focus inhibition test) som begge er mye brukt. Metoden krever spesielle laboratoriefasiliteter for å kunne håndtere levende rabiesvirus og cellekulturer. Den er ikke godt egnet for å teste serum fra kadavre da blod fra disse som regel vil inneholde komponenter som kan virke toksisk på celler i en cellekultur og dermed gi feil resultater. Metoden benyttes mye for testing av antistoff-titer etter vaksinerings av hunder og katter. Den er ikke etablert i Norge, men gjøres rutinemessig ved flere laboratorier i Europa.

ELISA

ELISA (enzyme linked immunosorbent assay) er en annen serologisk metode som også benyttes for undersøkelse for rabies-antistoffer i blod (serum). Hovedprinsippet ved denne metoden er å tilsette test-serum til en plastbrønn som er dekket av rabiesvirus-proteiner (antigen). Hvis serumet inneholder rabiesantistoffer bindes disse, og disse igjen påvises ved å tilsette enzymmerkede artsspesifikke antistoffer, for eksempel kanin-anti-flaggermus immunoglobulin. Ved deretter å tilsette et substrat for enzymet vil man påvise den opprinnelige bindingen av rabies-antistoffer i testserumet i form av et fargeomslag. Metoden er enkel og rask å utføre når den først er etablert, men har vært mindre brukt enn virus-nøytralisasjonstest på grunn av dårligere spesifisitet. Den krever ikke spesielle laboratoriefasiliteter da man ikke håndterer levende virus. I Frankrike har man sammenlignet en relativt nylig etablert rabies-ELISA med virus-nøytralisasjonstest. De har konkludert med at denne ELISA-testen er godt egnet for å teste antistoffmengder (titer) hos åtevaksinert rødrev hvor blodprøver innhentes i felt (Cliquet et al. 2000).

3.3.4 Molekylærbiologiske metoder

Polymerase chain reaction (PCR; polymerase kjedereaksjon) er en metode som går ut på å oppformere genetisk materiale som i utgangspunktet kun er tilstede i ikke-påvisbare mengder. PCR-teknikken blir brukt både som diagnostisk hjelpemiddel og for å karakterisere ulike virusvarianter (Nadin-Davis et al. 1998, Black et al. 2002). Fordi rabiesviruset er et RNA-virus, må

en benytte revers transkriptase PCR (RT-PCR), der RNA først omdannes til komplementært DNA (cDNA) for deretter å oppformes til påvisbare mengder. Metoden er svært følsom og er egnet til å diagnostisere også lav forekomst av genetisk materiale fra virus i alle typer vev. Ved undersøkelse av vev som er dårlig bevart, kan dette være den absolutt best egnede metoden. Metoden krever noe kostbart utstyr og er derfor ikke like utbredt som for eksempel FAT. Den kan identifisere både levende og inaktivt virus og er for eksempel benyttet til å identifisere virus i spytt og i arkiverte vevsprøver innstøpt i parafin for histologi (Kulonen et al. 1999). I Spania og Skottland er svaberprøver tatt fra nese og svelg på levende flaggermus undersøkt med PCR (Echevarria et al. 2001, Brookes et al. 2005).

3.4 Immunologi

Rabiesviruset sin affinitet til nervevev (neurotropisme) gjør at viruset under mesteparten av infeksjonsprosessen ikke er tilgjengelig for immunsystemet. Tilstedeværelse av antistoffer hos et dyr som ikke er vaksinert, har derfor blitt tolket som at individet har gjennomgått en infeksjon og overlevd.

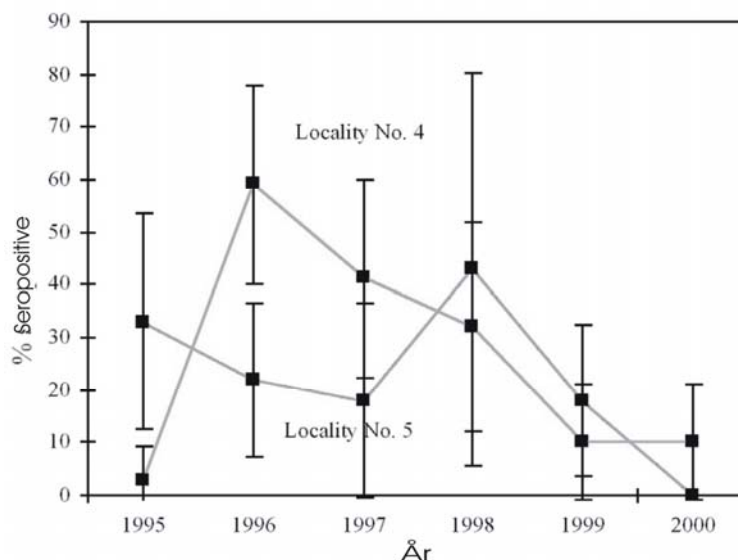
Flere undersøkelser har vist at naturlig rabiesinfeksjon hos flaggermus kan være subklinisk og dermed ikke dødelig (Rønsholdt et al. 1998, Echevarria et al. 2001, Serra-Cobo et al. 2002), og det synes som om flaggermusarter verden over kan ha høy overlevelsessevne ved rabiesvirusinfeksjoner. Dette kan indikere en langvarig tilpasning mellom virus og vert i ulike populasjoner over lang tid (Amengual et al. 1997, Serra-Cobo et al. 2002, Pounder 2003). Den påviste forekomsten av rabies hos flaggermus er sterkt påvirket av lokale forhold, blant annet hvor observant publikum er, om populasjonene lever i nærheten av folk, og av ulike overvåkningsmetoder (Rupprecht et al. 2002). I en tiårig studie (1985–1995) i Storbritannia ble døde flaggermus testet for forekomst av rabiesvirus i hjernen ved hjelp av FAT (Fluorescens antistoff test). Totalt 1882 flaggermus ble testet hvorav ingen testet positivt (Whitby et al. 1996). Andre studier fra USA og Spania har vist at prevalensen av viruspositive flaggermus kan ligge fra 0,1 % til 3 % (Trimarchi et al. 1977, Pybus 1986, Steece et al. 1989, Serra-Cobo et al. 2002), men at prevalensen av antistoffer i perioder hos enkelte kolonier kan være mye høyere (**figur 4**). Det har også vært spekulert i om kliniske utbrudd kan ses i sammenheng med ulike stressfaktorer (Rønsholdt et al. 1998). Disse stressfaktorene er ikke kjent, men en hypotese går ut på at dyrene kan ha en svekkelse av immunsystemet under graviditet og fødsel og dermed være mer mottagelig for sykdom (Fooks et al. 2003a, Altringham 1996). Videre har eksperimentelle studier vist at flaggermus i dvale tilsynelatende ikke blir infisert, men dersom de allerede er infisert kan dvalen forsinke utviklingen av klinisk sykdom (McColl et al. 2000).

Resultater fra Spania og USA har vist at andelen seropositive flaggermus i en populasjon etter eksponering for rabiesvirus kan øke til mer enn 60 % i løpet av et år, for deretter å synke gradvis i en femårsperiode (Serra-Cobo et al. 2002, Steece et al. 1989, Baer 1991, Arguin et al. 2002). Serra-Cobo et al. (2002) fant i en omfattende undersøkelse av ulike flaggermuspopulasjoner i Spania en lav prevalens av aktiv rabiesinfeksjon, men en relativt høy forekomst av dyr som tilsynelatende hadde en lav-produktiv infeksjon. Hos 91 døde dyr ble det ikke påvist rabiesvirus-antigen i hjernevev ved hjelp av FAT. Ved bruk av RT-PCR ble det imidlertid påvist virus-RNA spesifikt for EBLV1 i små mengder i ulike typer vev. Dette tyder på at dyrene ikke døde av rabiesinfeksjon, men at de likevel var infisert med rabiesvirus og at virusproduksjonen var svært lav. I den samme undersøkelsen ble det funnet høy prevalens av antistoffer. Flere av de seropositive flaggermusene var merket og ble gjenfanget etter flere år, noe som tyder på at infeksjonen med EBLV 1 ikke var dødelig for disse individene (Serra-Cobo et al. 2002).

I en annen undersøkelse i Spania ble flaggermus fanget levende og svabret i munnhule/svelg. Det ble påvist RNA fra EBLV1 i spytt fra 13 av 33 flaggermus, men hos kun 5 av disse ble det funnet virus i hjernen etter avlivning. Forfatteren antyder at infeksjon med EBLV1 hos flaggermus kan arte seg som en mild, ikke dødelig og ikke-neurologisk sykdom (Echevarria et al. 2001).

Det har vært diskutert om flaggermus kan opptre som kroniske smittebærere. Dette innebærer at infeksjonen går over i en kronisk form etter en akutt infeksjon, med en forlenget periode med virusutskillelse, eller at viruset reaktiveres etter en latent periode, men foreløpig finnes det ikke sikre data som kan bekrefte dette (McColl et al. 2000, Warrel & Warrel 2004).

Figur 4: Andelen seropositive flaggermus (stor musøre, *M. myotis*) fra to kolonier i Spania i perioden 1995–2000 (95 % konfidensintervall vist) (med tillatelse fra Serra-Cobo et al. 2002).



3.5 Profylakse og behandling

Det finnes i dag ikke noen kjent effektiv behandling for rabies når sykdommen først har utviklet seg. Det aller første menneske som er rapportert å ha overlevd en rabiesinfeksjon skjedde helt nylig, da en 15 år gammel jente fra USA gjennomgikk et eksperimentelt behandlingsopplegg og ble skrevet ut av sykehuset i januar 2005. Jenta var smittet av en flaggermus i september 2004, men oppsøkte ikke lege før det var for sent å behandle med vaksine (Biocompare news 2004). At piken likevel overlevde er en sensasjon og et viktig framskritt i den medisinske utviklingen.

Fordi rabies har en lang inkubasjonstid er det effektivt å vaksinere etter eksponering så framtidig dette gjøres raskt etter smitteoverføring. Kroppen rekker da å produsere antistoffer før sykdommen utvikler seg. I tillegg behandles det med immunglobulin omkring bittstedet for å nøytralisere viruset før det når nervesystemet. Vask og desinfeksjon av såret er også svært viktig, og eksperimentelle forsøk har vist at vask med såpe og vann kan øke overlevelsen med 50 % (Kaplan & Cohen 1962). Det behandles vanligvis med rabies-immunglobulin og vaksine fra første dag til ca 4 uker etter eksponering. Behandlingen kan variere noe avhengig av type eksponering, om personen er vaksinert eller ikke, om rabies er eller kan bekreftes hos smitekilden mm. WHO har utarbeidet anbefalinger for behandling basert på en risikovurdering (Rupprecht et al. 2002). Behandlingen benyttes kun på mennesker. Dyr med reell mistanke om rabies blir avlivet for å hindre videre smittespredning og for å få en diagnose så raskt som mulig. Også dyr som en mistenker kan ha vært eksponert for rabies vil i de fleste tilfeller også bli avlivet. Alternativt kan de isoleres i en periode dersom mistanken kan bekreftes eller avkreftes. Dette avgjøres av veterinærmyndighetene i det aktuelle land.

Ved eksponering for rabiesvirus fra flaggermus følges hovedsakelig det samme opplegget. Det har imidlertid vist seg at den klassiske rabiesvaksinen som er basert på virus med genotype 1,

muligens ikke er like effektiv mot EBLV, og i eksperimentelle forsøk har beskyttende effekt variert avhengig av vaksinstamme (Warrel & Warrel 2004).

Forebyggende vaksinerings av hunder og andre husdyr har vært utført med god effekt i mange år og har begrenset omfanget av rabies hos mennesker betraktelig. Åtevaksinerings av ville dyr har også vært vellykket hos blant annet dyrearter som rødrev og mårhund, og rabies hos rødrev har blitt vesentlig redusert, men ikke helt eliminert i vestlige deler av Europa. Videre ser det ut til å ha hindret reintroduksjon av rabies fra østlige områder. Utbruddet av rabies hos mårhund i Finland i 1988 ble stoppet med åtevaksinerings. Finnene satte i gang et omfattende program hvor åter både ble lagt ut av frivillige jegere og sluppet fra fly. I løpet av få dager ble det distribuert 38 400 åter, det ble gjort flere observasjoner i etterkant av åte-distribuerings, og kadavre ble samlet inn for undersøkelse med hensyn på opptak av vaksiner. Noe seinere ble det foretatt enda en runde med åteutleggelse (Nyberg et al. 1992). Finnene gjorde en omfattende innsats og klarte å eliminere rabiesviruset før det spredte seg og ble et større problem.

For å lykkes med åtevaksinerings er man avhengig av å ha god kjennskap til etologi og økologi hos den aktuelle arten samt at en viss andel av den aktuelle populasjonen blir vaksinert. I Tsjekkia ble oral vaksinasjon av rev startet i 1989, og det har tatt mer enn ti år og et omfattende utlegg av 19 millioner vaksineåter fram til 2002 for å få kontroll med rabiestilfellene. I 1995 hadde det pågående rabiesprogrammet i USA hatt en estimert total kostnad på mellom \$230 millioner og \$1 milliard pr. år (Rupprecht et al. 1995).

Bekjempelsesstrategier som er brukt på rødrev og mårhund i Europa kan ikke overføres direkte til flaggermus. På grunn av egenarten til EBLV er det ikke mulig å utrydde denne hos flaggermus. EBLV er derfor en sykdom som vi mennesker må lære å akseptere at finnes (Anonym 2004). 25 års erfaring med flaggermusrabies i Nederland har vist at flaggermus (sørflaggermus) i kolonier tilsynelatende bygger opp motstand mot EBLV. Antall hunner i kolonier der det er påvist smitte forblir konstant. Dersom EBLV blir konstatert hos flaggermus i et bolighus, anbefaler man beboere å la kolonien være i fred såfremt dyrene ikke kan komme inn i selve boligarealeet. I de aller fleste tilfeller går beboerne med på en slik løsning (van der Poel 2004, Lina 2005). En tilsvarende praksis følger man i Danmark (Anonym 2004).

3.6 Overvåking

Det er registrert svært få smitteoverføringer fra flaggermus til andre dyr, og EBLV har ikke utgjort noen stor trussel for folk eller husdyr. Dødsfallene i Finland i 1986 og i Skottland i 2002 har ført til økt fokus på flaggermusrabies i Europa. Siden 1980-tallet har fokuset først og fremst vært på mer eller mindre tilfeldig innsamlede døde eller syke flaggermus. Metodeutvikling i Spania har gjort det mulig å undersøke levende dyr ved innsamling av spytt- og blodprøver (Echevarria et al. 2001, Serra-Cobo et al. 2002). Slike undersøkelser er nylig også gjennomført i Storbritannia (Brookes et al. 2005, Harris et al. 2005).

De mest omfattende studiene har hittil blitt gjennomført i Vest-Europa. I Nederland ble det i perioden 1984–2003 undersøkt 3873 flaggermus, hvorav 256 testet positivt for rabies (van der Poel et al. 2005). For Tyskland er tallene henholdsvis 793 og 176 for perioden 1985–2005 (Müller & Freuling 2006). For Frankrike er tallene 747 og 17 for perioden 1988–2004 (Fooks et al. 2004a). I Storbritannia er tallene henholdsvis 5030 og 4 for perioden 1987–2004 (Brookes et al. 2005). Dødsfallet av en skotsk flaggermusentusiast i 2002 har ført til en sterk økning i antall undersøkte flaggermus i Storbritannia.

I Danmark ble det bare i 1986 undersøkt 550 flaggermus, hvorav 102 testet positivt (Zoffmann et al. 1987). I Sverige ble 408 flaggermus undersøkt for rabies i perioden 1986–2004. De fleste dyrene kom fra Sør-Sverige (Götaland og Svealand), men enkeltdyr ble også sendt inn lengre nordfra (Statens Veterinärmedisinska Anstalt, www.sva.se, 01.10.2006). Ingen av disse testet positivt for EBLV.

I Norge har det vært gjennomført flere større undersøkelser av rabies hos fjellrev på Svalbard (Prestrud et al. 1992, Mørk et al. 2004), men det har ikke vært gjennomført noen systematisk undersøkelse av dyr på fastlands-Norge. Veterinærinstituttet i Oslo har undersøkt et tjuetalls dvergflaggermus, én trollflaggermus og to skimmelflaggermus for forekomst av rabies (Reidar Mehl og Jorunn Tharaldsen pers. medd.).

Det er viktig å påpeke at man ikke utelukkende må fokusere på hvor mange individer, men også på hvilke arter av flaggermus som har blitt undersøkt.

4 Vinterdvale og kuldetoleranse hos flaggermus

Europeiske flaggermus lever nesten utelukkende av insekter og andre virvelløse dyr (undersøkelser av flaggermusavføring tyder på at en art som lever i middelhavsområdet spiser trekken- de småfugler). Tilgjengeligheten av insekter varierer sterkt gjennom året, og dette er noe flaggermusene har måttet tilpasse seg. Ved å senke kroppstemperaturen og gå inn i «torpor» eller vinterdvale vil flaggermusa kunne senke metabolismen til et minimum og overleve lengre perioder uten mat ved lave temperaturer. Også i sommerhalvåret kan flaggermusene senke kroppstemperaturen for å spare energi i perioder med lav aktivitet. Under torpor eller vinterdvale kan flaggermusa senke kroppstemperaturen til omkring 1 °C til 2 °C høyere enn lufttemperaturen, og stoffskifte, hjerterefrekvens og blodtilførsel til ikke-vitale organer synker drastisk. I tillegg kan flaggermusa våkne aktivt ved å øke hjerterefrekvens og blodgjennomstrømningen til opplagret brunt fett som er spesialisert for varmeproduksjon. Under oppvarming begynner hele flaggermusa å skjelve for å produsere mer varme til resten av kroppen, og den kan våkne i løpet av 10-30 minutter (Altringham 2003).

For å overleve dvaletiden er flaggermus avhengig av å samle tilstrekkelig opplagsnæring i løpet av høsten for å overleve vinteren. Den nordamerikanske arten *Myotis thysanoides* kan legge på seg 0,2 g fett per dag ved å spise om natten og spare energi ved hjelp av oftere og dypere torpor på dagtid. En flaggermus vil vanligvis gå inn i vinterdvale med 20–30 % av kroppsvekten som fett (Ewing et al. 1970), men sjelden mer enn 40 % (Humphries et al. 2002). Tuttle (1991) fant at en Grey bat (*Myotis grisescens*) som veide 8 gram kunne legge på seg 8,6 gram fett før den la ut på vandring til et overvintringssted i grotter opptil 203 km unna. De fleste arter trives i en dvaletemperatur mellom 0 °C og 10 °C (Altringham 1996, Altringham 2003), og ved 2 °C er energikostnadene under dvale lavest (Humphries et al. 2002). Kuldetoleransen hos flaggermus avhenger derfor av mengden fett den kan lagre i løpet av høsten, hvor ofte den må våkne og kroppsstørrelse. Kuldetoleransen er igjen direkte koblet til artens nordlige utbredelse og de lokale temperaturforhold. Modellen presentert av Humphries et al. (2002) kobler overlevelsessevne til vinterlengde, lufttemperatur og evnen til å lagre fett. Denne modellen forutsier den nordligste utbredelsen arter kan ha og hvordan utbredelse kan påvirkes av en stadig økende global temperatur.

Vår nordligste flaggermusart, nordflaggermusa (*Eptesicus nilssonii*), finnes fra Sentral-Europa til Troms fylke og østover til Japan (Mitchell-Jones et al. 1999). Flaggermus er avhengig av temperatur som indikator for når de skal gå i dvale og ikke daglengde som hos en del andre dyregrupper, men de baserer seg imidlertid på daglengde for å starte opplagring av fettreserver (Altringham 1996). En annen strategi for å overleve i kalde vinteromgivelser er å trekke til områder med mildere klima og færre vintermåneder som også kanskje kan tillate vinterjakt (Gerell 1987). Det er en sammenheng mellom valg av overvintringssted og tendens til å trekke. Arter som overvintrer i hule trær trekker som regel sørover fordi trestammer ikke har nok isolasjonsevne til å holde en stabil passende temperatur igjennom vinteren i kalde områder (Altringham 1996). Storflaggermus (*N. noctula*) og trollflaggermus (*P. nathusii*) er arter som hovedsakelig overvintrer i hule trær og som kan trekke langt for overvintring. Andre arter som vannflaggermus (*M. daubentonii*) og damflaggermus (*M. dasycneme*) trekker kortere distanser for å overvintre i gruver, grotter og huler.

4.1 Endringer i klima de neste 50 år

De prognosene man har i dag, forteller om en forventet økning av den globale middeltemperaturen med 3,6 °C (+ 1,4–5,6 °C) i de neste 100 år (Crowley 2000), og den forventede klimaendringen skjer raskere nå enn den naturlige forandringen i de forrige 1000 år. Å forutse hvordan et eventuelt varmere klima vil påvirke flaggermusenes økologi og utbredelse er vanskelig. En modell utviklet av Humphries et al. (2002) forutsier at den nordlige grensen for hvor Little brown myotis (*Myotis lucifugus*) i Nord-Amerika vil kunne overvintre, vil flyttes drastisk løpet av

de neste 80 år. En global klimamodell utviklet av the Canadian Climate and Scenarios (<http://www.cics.uvic.ca>, 09-04-2005) forutsier en økning i gjennomsnittstemperaturen globalt på mellom 6°C og 8°C i løpet av de neste 80 år. Effektene av økende vårtemperaturer på trek-kende fugler i midlere til høye breddegrader vises som tidligere vårtrekk, tidligere yngling, se-nere trekk om høsten og kortere trekkavstander eller avtagende trekkatferd (Coppack & Both 2002). Root et al. (2003) gjennomførte en analyse av forskjellige grupper av dyr og planter for å se om det er samsvar mellom endringer i temperatur og forandring i forhold til kjente fysiske begrensinger til artene. De fant at 80 % av de undersøkte artene viste en forandring i forventet retning. Disse forandringene vil være sterkest der hvor temperatur har stor innvirkning, dvs. i høyereliggende områder og for økende breddegrad. Den globale gjennomsnittstemperaturen har i de siste 100 år økt med 0,6 °C.

5 Diskusjon

Det finnes rundt 40 arter av flaggermus i Europa i dag, hvor alle er under beskyttelse av internasjonale avtaler og nasjonale lover. De er fredet og er svært viktig for et fungerende økosystem. Mange av artene er truet av utryddelse, og det trengs tiltak for at disse fortsatt skal kunne eksistere som levedyktige bestander i fremtiden. Flaggermus er normalt ikke farlig for mennesker eller husdyr verken i Norge eller ellers i Europa. De er alle insektetende og flyr langs skogkanter, parker, elver og bygninger i skumringen og på natta og byr på en hyggelig opplevelse i mørket. For mennesker som ikke oppsøker og håndterer flaggermus, finnes det liten risiko for å bli bitt. For folk som håndterer flaggermus er det anbefalt å bruke hansker for å unngå bitt og kloring som kan penetrere huden. Selv i områder der rabies hos flaggermus er enzootisk synes det å være liten risiko for å bli smittet med rabies. Den største risikogruppen er flaggermusbiologer og flaggermusinteresserte som jevnlig håndterer flaggermus. I England er det anbefalt at alle som skal håndtere flaggermus, vaksineres og bruker bitesikre hansker. Vaksineprogrammet er betalt av myndighetene (Fooks et al. 2003a).

Hvorfor situasjonen rundt rabies hos flaggermus og smitterisiko til mennesker og andre dyr i Europa er så forskjellig fra den i USA er ikke kjent, men skyldes sannsynligvis egenskaper til de ulike typene av rabiesvirus hos flaggermus i de ulike områdene. Det ser ikke ut til at det er noen stor risiko for overføring av EBLV til andre dyregrupper, da det kun er registrert enkelttilfeller av "spill-over"-infeksjoner i Europa. Det kan virke som om andre pattedyr (inkludert mennesker) er mindre følsomme for de europeiske variantene av viruset. Det har blitt hevdet at dette også kan forklares med at det finnes kun små mengder av EBLV i spyttet til flaggermusene (Peter Lina pers. medd. til Jeroen van der Kooij under European Workshop on Bat Rabies i Vilnius 2004).

Verdens dyrehelseorganisasjon (World Organisation for Animal Health), som spiller en verdensomfattende koordinerende rolle i bekjempelsen av dyresykdommer, har nylig endret sine anbefalinger angående sykdommen rabies i sin "Terrestrial Animal Health Code". I artikkel 2.2.5.2 settes det frem fem krav til land for at de skal kunne defineres som rabiesfrie. Punkt fire lyder som følger: "No case of indigenously acquired rabies infection has been confirmed in man or any animal species during the past 2 years; however, this status would not be affected by the isolation of a European Bat Lyssavirus (EBLV1 or EBLV2)." Funn av flaggermusrabies (EBLV) anses altså som langt mindre alvorlig enn forekomst av det klassiske rabiesviruset.

Rabiesvirus gjennomgår kontinuerlig genetiske endringer og seleksjon (Holmes et al. 2002). Det er imidlertid ikke holdepunkter for å hevde at EBLV er spesielt tilpasset andre arter av vertedyr enn flaggermus, og det er sannsynlig at EBLV har høy artsspesifisitet (Amengual et al. 1997, Fooks et al. 2003a). For å øke kunnskapen om virus/vert-forhold hos insektetende flaggermus kreves det imidlertid videre forskning.

I Europa i dag er det sørflaggermus og vannflaggermus som er registrert med flest tilfeller av rabiesrelaterte virus, henholdsvis med EBLV1 og EBLV2. Sørflaggermusa regnes som hovedvert for EBLV1 og er den arten hvor det er rapportert om flest rabiestilfeller. Arten finnes ikke i Norge, men den er vanlig i deler av Danmark (Baagøe 2001). I Sør-Sverige gjøres det årlig noen få registreringer av sørflaggermus, men det er ikke kjent at den yngler (Ahlén 2004). Vannflaggermus rapporteres å ha blitt en mer vanlig forekommende art i Europa enn tidligere og finnes også i Norge så langt nord som til Trøndelag. Det er kun rapportert om få rabiestilfeller hos denne arten.

Langt-trekkende arter er foreslått som langdistansespredere av rabies (Serra-Cobo et al. 2002). Flere flaggermusarter i Europa er langdistanseflygere og trekker årlig mellom vinter- og sommeroppholdssted, oftest i en sørvestlig–nordøstlig retning. Dette gjelder både for storflaggermus og trollflaggermus. Selv om det foreligger få og svært spredte funn av rabiesrelaterte virus hos de langt-trekkende artene i Europa, vil det være nærliggende å tro at både geografisk utbredelse og prevalens av rabiesvirus hos disse artene kan være større enn undersøkelser

hittil har påvist, i og med at kun et svært begrenset materiale er undersøkt til nå. Kontakt mellom ulike arter av flaggermus er svært vanlig og kan fremme en rask og geografisk omfattende spredning av virus og andre sykdommer.

Ved en stadig høyere gjennomsnittstemperatur som fører til tidligere vår og varmere vintre, vil dette kunne føre til at arters utbredelse forskyves nordover. Dette kan også føre til at vi får introdusert nye flaggermusarter som i dag har sin nordlige utbredelse i Danmark, Sør-Sverige og Storbritannia. Arter som allerede oppholder seg i Norge vil kunne få en kortere dvaleperiode enn i dag (Park et al. 2000) og føde tidligere på året. Hos stor hesteskone (*Rhinolophus ferrumequinum*) i Storbritannia er det vist at en varmere vår fører til tidligere fødselstidspunkt, med påfølgende økt populasjonsvekst (Ransome & McOwat 1994). Trollflaggermusa har i senere tid blitt registrert oftere på De britiske øyer. Det er imidlertid usikkert om dette skyldes en reell økning i forekomsten, eller om det skyldes en økning i antall flaggermusinteresserte og økt oppmerksomhet omkring og kunnskap om å gjenkjenne denne arten (Russ et al. 2001). De nordligste bestandene av storflaggermus lever muligens under suboptimale forhold, og en tidligere vår og senere varm høst kan gjøre lokale forhold gunstigere for bestandene.

Ikke bare temperatur, men også andre miljømessige faktorer som lys, vegetasjon, byttedyrtilgang, tilgang til egnede yngle- og overvintringslokaliteter, tilstedeværelse av andre arter m.m. er med på å begrense utbredelsen til flaggermus og andre dyrearter. Ofte er det vanskelig for oss mennesker å se hvilke faktorer som er avgjørende. Slik har for eksempel Tore Christian Michaelsen (pers. medd.) funnet en sammenheng mellom utbredelse til vann- og dvergflaggermus i Møre og Romsdal og lysinnstråling til ulike tider av døgnet. Utbredelsen til sørflaggermusa i Danmark og England er videre tydelig avgrenset til bare deler av landene til tross for et mildt klima, mens den lengre øst forekommer i et mer kontinentalt og kjølig klima (Baagøe 2001, Mitchell-Jones et al. 1999). Det er derfor ikke nødvendigvis slik at artene sprer seg nordover selv om klimaet blir varmere.

Samtidig er det viktig å understreke at vi ikke kan utelukke at EBLV eksisterer i norske flaggermus. I flere tiår trodde man at Storbritannia, i likhet med Norge og Sverige, var fri for flaggermusrabies og at en eventuell påvist smitte måtte komme fra utlandet. Da en rabiesmittet vannflaggermus ble funnet i Newhaven, East-Sussex i 1996, lanserte man en høyst spekulativ og tvilsom hypotese om at dyret måtte komme fra det nærmeste området med kjent smitte, nemlig grenseområdet mellom Frankrike og Sveits (Whitby et al. 2000), og dette til tross for at det ikke dreide seg om samme virustype (jf. **Tabell 2**).

Alle flaggermusarter regnes som mottakelige for rabies, men opprettholdelse av viruset i populasjoner over tid er avhengig av populasjonstetthet, hvilke arter de har jevnlig kontakt med og grad av kolonidannelse. Det kan som nevnt ikke utelukkes at norske og svenske bestander har vært, er eller kommer til å være utsatt for smitte med rabiesrelaterte virus. Tidligere rapporter har konkludert med at insektetende flaggermus kan være infisert med EBLV i lengre perioder uten å vise tegn på kliniske symptomer (Rønsholdt et al. 1998, Serra-Cobo et al. 2002). Ved å studere flaggermuskolonier over en lengre periode har det vist seg at smitte med EBLV1 kan spre seg raskt i en populasjon. Sosial atferd, hvor gjensidig stelling, krangling om plass, omsorg for avkom og biting under paringsakten forekommer hyppig, kan bidra til at virus spres raskt i kolonien (Steece et al. 1989, Serra-Cobo et al. 2002). Det er lite trolig at en slik smittespredning skyldes aerogen smitte (Fooks et al. 2003a).

Hvilke arter er det så mest aktuelt å overvåke i Norge? Av de arter vi har i Norge, er de fleste trolig forholdsvis stedfaste. Det er stor usikkerhet tilknyttet de langt-trekkende artene i Norge, og vi har ingen oversikt over verken trekkruter eller oppholdssteder i sør. Områder i Danmark, Tyskland eller Nederland er sannsynlig, og her er det også mulighet for at disse flaggermusartene kommer i kontakt med rabiesvirus. **Trollflaggermus**, **storflaggermus** og **skimmelflaggermus** er derfor arter det i Norge utfra et slikt perspektiv bør vektlegges å overvåke. Få sikkert artsbestemte **dvergflaggermus** (*Pipistrellus pygmaeus*) har blitt undersøkt hittil. Vandring hos denne arten kan ikke utelukkes. Dersom man er åpen for at smitte allerede kan fin-

nes i Norge, bør også **vannflaggermus** inkluderes i overvåkningen. Videre kan det være aktuelt å undersøke arter som er nært beslektet med arter der EBLV er påvist. For vannflaggermus er dette **skjegg-** (*Myotis mystacinus*) og **brandtflaggermus** (*Myotis brandtii*). Og for sørflaggermus er dette arten **nordflaggermus** (*Eptesicus nilssonii*). Det som er tilfelles for sistnevnte tre arter er at få individer i Europa har blitt undersøkt og at de er forholdsvis utbredt i Norge. Det bør også vektlegges å overvåke ynglekolonier hvor spredning har høyest sannsynlighet og hvor det er størst sannsynlighet for å finne døde flaggermus. Det bør i tillegg gjennomføres en aktiv overvåking ved hjelp av de nyere overvåkingsteknikkene tatt i bruk i Spania og Storbritannia, som muliggjør overvåking av flaggermuskolonier uten å måtte avlive dyr (Echevarria et al. 2001, Serra-Cobo et al. 2002, Brookes et al. 2005, Harris et al. 2005). Ut fra tidligere undersøkelser i Storbritannia av døde og døende individer, ble det konkludert med at undersøkelser av slike individer alene sannsynligvis ikke ville kunne avdekke rabiesvirusinfeksjoner i flaggermuskolonier (Whitby et al. 1996, Fooks et al. 2003).

Vi har en internasjonal plikt til å bidra til kunnskapen om EBLV for å minimere helserisikoen for folk. Det bør etableres et samarbeid mellom helsevesen, veterinærmyndigheter og viltforvaltningen og ikke minst miljøet av flaggermusinteresserte, slik at en mulig tilstedeværelse av rabies hos flaggermus kan håndteres på korrekt måte og slik at implikasjonene både for mennesker og for våre sårbare flaggermusarter blir minimale.

6 Referanser

- Ahlén, I. 1997. Migratory behaviour of bats at south Swedish coasts. - *Z. Säugetierkunde*. 62 (6): 375-380.
- Ahlén, I. 2004. Fladdermusfaunan i Sverige. Arternas utbredning och status. Kunskapsläget 2004. - *Fauna och Flora*. 99 (2): 2-11.
- Ahlén, I. og Gerell, R. 1989. Distribution and status of bats in Sweden. - S. 319-325 i: Hanák, V., Horáček, I. og Gaisler, J. (red.). *European Bat Research 1987*. Charles University Press, Praha.
- Ahlén, I., Bach, L. og Burkhardt, P. 2002. Bat migration in Southern Sweden. - Poster, IXth European Bat Research Symposium, 26.-30. august 2002, Le Havre, Frankrike.
- Allen, L. J. S., Flores, D. A., Ratnayake, R. K. & Herold, J. R. 2002. Discrete-time deterministic and stochastic models for the spread of rabies. - *Applied mathematics and computation*. 132: 271-292.
- Altringham, J. D. 1996. *Bats, biology and behaviour*. - Oxford University Press, Oxford.
- Altringham, J. D. 2003. *British bats*. - Harper Collins Publisher, London.
- Amengual, B., Whitby, J.E., King, A., Serra-Cobo, J. & Bourhy, H. 1997. Evolution of European bat lyssaviruses. - *Journal of General Virology*. 78: 2319-2328.
- Anderson, R. M., Jackson, H. C., May, R. M. & Smith, A. M. 1981. Population dynamics of fox rabies in Europe. - *Nature* 289: 765-771.
- Anonym, 2004. European Workshop on Bat Rabies, Vilnius, Lithuania, 16 May 2004. - Eurobats Report. 33 s. (http://www.eurobats.org/documents/Bat_Rabies_Workshop.htm).
- Arai, Y. T., Kuzmin, I. V., Kameoka, Y. & Botvinkin, A. 2003. New Lyssavirus Genotype from the lesser Mouse-eared bat (*Myotis blythii*), Kyrgyzstan. - *Emerging Infectious Diseases*. 9 (3): 333-337.
- Arguin, P. M., Murray-Lilbridge, K., Miranda, M. E. G., Smith, J. S., Calaor, A. B. & Rupprecht, C. 2002. Serologic Evidence of Lyssavirus infections among bats, the Philippines. - *Emerging Infectious Diseases*. 8(3): 258-262.
- Bacon, P. J. 1985. Discrete time temporal models of rabies. -In Bacon, P. J. (ed.). *Population Dynamics of Rabies in Wildlife*. Academic Press, New York. 147-196.
- Badrane, H., Bahhloul, C., Perrin, P. & Tordo, N. 2001. Evidence of two Lyssavirus Phylogroups with Distinct Pathogenicity and Immunogenicity. - *Journal of Virology*. 75(7): 3268-3276.
- Baer, G. M. 1991. *The natural history of rabies*. - Boca Raton (FL), CRC Press.
- Bat Conservation Trust 2004.
http://www.bats.org.uk/downloads/news_and_events/EBLV041104.pdf
- Beran, G. W. (ed.) 1994. Rabies and infections by rabies-related viruses. - In *handbook of zoonoses*. CRC press, USA: 307-333
- Black, E. M., Lowings, J. P., Smith, J., Heaton, P. R. & McElhinney, L. M. 2002. A rapid RT-PCR method to differentiate six established genotypes of rabies and rabies-related viruses using TaqMan technology. - *J Virol Methods*. 105: 25-35.
- Blancou, J., Aubert, M. F. A. & Artois, M. 1991. Fox Rabies. - In Baer, G. M. (ed). *The Natural History of Rabies*, second edition, CRC Press, New York: 291-306.
- Bourhy, H., Kissi, B., Lafon, M., Sacramento, D. & Tordo, N. 1992. Antigenic and molecular characterization of bat rabies virus in Europe. - *J Clin Microbiol*. 30: 2419-2426.
- Bourhy, H., Kissi, B. & Tordo, N. 1993. Molecular Diversity of the Lyssavirus genus. - *Virology*. 194(1): 70-81.
- Bourhy, H., Kissi, B., Audry, L., Smreczak, M., Sadowska-Todys, M., Kulonen, K., Tordo, N., Zmudzinski, J. F. & Holmes, C. 1999. Ecology and evolution of rabies virus in Europe. - *Journal of General Virology*. 80: 2545-2557.
- Botvinkin, A. D., Poleschuk, E. M., Kuzmin, I. V., Borisova, T. I., Gazaryan, S. V., Yager, P. & Rupprecht, C. 2003. Novel Lyssaviruses isolated from bats in Russia. - *Emerging infectious Diseases*. 9 (12): 1623-1625.
- Brass, D. A. 1994. *Rabies in bats: Natural history and public health implications*. - Ridgefield. Livia press.
- Brookes, S. M., Aegerter, J. N., Smith, G. C., Healy, D. M., Jolliffe, T. A., Swift, S. M., Mackie, I. J., Pritchard, J. S., Racey, P. A., Moore, N. P. & Fooks, A. R. 2005. European bat lyssavirus in Scottish bats. *Emerging Infectious Diseases* 11(4): 572-578.
- Brosset, A. 1990. Les migrations de la pipistrelle de Nathusius, *Pipistrellus nathusii*, en France. Ses incidences possibles sur la propagation de la rage. - *Mammalia*. 54(2): 207-212.

- Bruyere, V. & Janot, C. 2000. Rabies surveillance France. - WHO Rabies Bulletin Europe. 24 (4).
- Bruijn, Z. 2003. Behavioural observations in some rabid bats. - WHO Rabies Bulletin Europe. 27(3).
- Baagøe, H. J. 1973. Taxonomy of two sibling species of bats in Scandinavia *Myotis mystacinus* and *Myotis brandtii* (Chiroptera). - Vidensk. Meddr dansk naturh. Foren. 136: 191-216.
- Baagøe, H. 1991. Flagermus. - In Muus, B. (ed)., Danmarks Pattedyr, bind 1, Gyldendal. Pp. 47-89.
- Baagøe, H. 2001. Danish bats (Mammalia: Chiroptera): Atlas and analysis of distribution, occurrence and abundance. - Steenstrupia. 26 (1): 1-117.
- Childs, J. E., Trimarchi, C. V. & Krebs, J. W. 1994. The epidemiology of bat rabies in New-York-State, 1988-92. - Epidemiology and Infection 113 (3): 501-511.
- Childs, J. E., Curns, A. T., Dey, M. E., Real, L. A., Feinstein, L., Bjørnstad, O. N. & Krebs, J. W. 2000. Prediction of the local dynamics of epizootic rabies in the United States. -PNAS. 97 (25): 13666-13671.
- Cliquet, F., Sagné, L., Schereffer, J. L. & Aubert, M. F. A. 2000. ELISA test for rabies antibody titration in orally vaccinated foxes sampled in the fields. - Vaccine. 18: 3272-3279.
- Constantine, D. D. 1986. Absence of Prenatal Infection of Bats with Rabies Virus. - Journal of Wildlife Diseases. 22(2): 249-250.
- Constantine, D. G. 1990. Health Precautions for bat Researchers. - In Kunz, T.H., ed. Ecological and Behavioral Methods for the study of Bats. Whashington D.C., Smithsonian Institution Press. Pp. 491-526.
- Constantine, D. G. 2003. Geographic Translocation of bats: known and Potential problems. - Emerging Infectious Diseases. 9(1): 17-21.
- Coppack, T. & Both, C. 2002. Predicting life-cycle adaptation of migratory birds to global climate change. - In Both, C. & Piersma, T., ed. The Avian calendar: exploring biological hurdles in the annual cycle. Proc. 3rd Conf. European Orn. Union, Aug. 2001. Ardea 90(3) special issue: 369-378.
- Crowly, T. J. 2000. Causes of climate change over the past 1000 years. - Science. 289: 270-277.
- Danmarks Veterinærinstitut. 2003. Danmarks Veterinærinstituts digitale årsberetning 2002. (<http://beretning.vetinst.dk/2002.aspx>).
- Daoust, P. Y., Wandeler, A. I. & Casey, G. A. 1996. Cluster of rabies cases of probable bat origin among red foxes in Prince Edward Island, Canada. - J Wildl Dis. 32: 403-406.
- Degn, H. J., Andersen, B. B. & Baagøe, H. 1995. Automatic registration of bat activity through the year at Mønsted Limestone mine, Denmark. - Z. Säugetierkunde. 60(3): 129-135.
- East, M. L., Hofer, H., Cox, J. H., Wulle, U., Wiik, H. & Pitra, C. 2001. Regular exposure to rabies and lack of symptomatic disease in Serengeti spotted hyenas. - Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 98: 15026-15031.
- Echevarría, J. E., Avellón, A., Juste, J., Vera, M. & Ibáñez, C. 2001. Screening of Active Lyssavirus Infection in Wild Bat Populations by Viral RNA Detection on Oropharyngeal Swabs. - Journal of Clinical Microbiology 39: 3678-3683.
- Ewing, W. G., Studier, E. H. & O'Farrell, M. J. 1970. Autumn fat deposition and gross body composition in three species of *Myotis*. - Comp. Biochem. Physiol. 36: 119-129.
- Fekadu, M., Shaddock, J. H. & Baer, G. M. 1981. Intermittent excretion of rabies virus in the saliva of a dog two and six months after it had recovered from experimental rabies. - Am. J. Trop. Med. Hyg. 30: 1113-1115.
- Fekadu, M. 1983. Rabies virus in the tonsils of a carrier dog. - Arch. Virol. 78: 37-47.
- Folkehelse. 1995. Forhåndsregler mot rabies hos menneske. Oslo.
- Fooks, A. D., Brookes, S. M., McElhinney, L. M. & Hutson, A. M. 2003a. European bat lyssaviruses: an emerging zoonosis. - Epidemiol. Infect. 131: 1029-1039.
- Fooks, A. D., McElhinney, L. M., Pounder, D. J., Finnegan, C. J., Mansfield, K., Johnson, N., Brookes, S. M., Parsons, G., White, K., McIntyre, P. G. & Nathwani, D. 2003b. Case report: Isolation of a European bat lyssavirus type 2a from a fatal human case of rabies encephalitis. - Journal of medical virology. 71 (2): 281-289.
- Fooks, A. D., Bourhy, H., Picard-Meyer, E. & Poel, W. van der. 2004. Virus testing, datamanagement and public health. Working group report at the European Workshop on Bat Rabies, Vilnius, Lithuania, 16 May 2004.
- Frislid, R. & Jensen, B. 1994. - Norsk pattedyrhåndbok. Aschehoug, Oslo.
- Gerell, R. 1987. Flyttar svenska fladdermöss? - Fauna och flora. 82: 79-83.
- Gibbons, R. V. 2002. Cryptogenic rabies, bats, and the question of aerosol transmission. - Annals of Emergency Medicine. 39(5): 528-536.

- Greenhall, A. M., Artois, M. & Fekadu, M. 1993. Rabies and Bats. - Edition Foundation Marcel Mérieux. 3-50.
- Guyatt, K. J., Twin, J., Davis, P., Holmes, E. C., Smith, G. A., Smith, I. L., MacKenzie, J. S. & Young, P. L. 2003. A molecular epidemiological study of Australian bat lyssavirus. - *Journal of General Virology*. 84: 485-496.
- Harris, S., Morris, P., Wray, S. & Yalden, D. 1995. A review of British mammals: population estimates and conservation status of British mammals other than cetaceans. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- Harris, S., Brookes, S., Jones, G., Jolliffe, T., McElhinney, L., Aegerter, J., Smith, G., Moore, N., Mackie, I., Swift, S. M., Racey, P. A. & Fooks, A. 2005. European Bat Lyssavirus active surveillance in the U.K. (2003-04). Abstract Tenth European Bat Research Symposium, Galway, Irland 21.– 26. august 2005.
- Hemachudha, T. & Phuapradit, P. 1997. Rabies. - *Curr. Opin. Neurol.* 10(3): 260-267.
- Heaton, P. R., Johnstone, P., McElhinney, L. M., Cowley, R., Osullivan, E. & Whitby, J. E. 1997. Heminested PCR assay for detection of six genotypes of rabies and rabies-related viruses. - *Journal of Clinical Microbiology*. 35(11): 2762-2766.
- Holmes, E. C., Woelk, C. H., Kassis, R. & Bourhy, H. 2002. Genetic Constraints and Adaptive evolution of rabies virus in nature. - *Virology*. 292: 247-257.
- Hooper, P. T., Gould, A. R., Samartunga, H., Hyatt, A. D., Gleeson, L. J., Rodwell, B. J., Rupprecht, C. E., Smith, J. S. & Murray, P. K. 1997. A new lyssavirus – the first endemic rabies-related virus recognized in Australia. - *Bull. Inst. Pasteur*. 95: 209-218.
- Houghton, J. T., Ding, Y., Griggs, D. J., Nouger, M., van der Linden, P.J. & Xiaosu, D. (ed). 2001. Climate change 2001: The scientific basis. Contribution of Working Group I to the third assessment report of Intergovernmental Panel on climate Change (IPCC). - Cambridge University Press, Cambridge.
- Humphries, M. M., Thomas, D. W. & Speakman, J. R. 2002. Climate-based energetic constraints on the distribution of hibernating mammals. - *Nature*. 418: 313-316.
- Hutterer, R., Ivanova, T., Meyer-Cords, C. & Rodrigues, L. 2005. Bat migrations in Europe. A review of banding data and literature. - *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 28. Bundesamt für Naturschutz, Bonn. 162 s.
- Isaksen, K. 2003. Kartlegging av flaggermus i Sør-Trøndelag i 2002 og 2003. - Strix Miljøutredning, rapport 3/2003. 26 s.
- Isaksen, K. 2005. Kartlegging av flaggermus i Oppland. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernvedlingen, rapport 6/2005. 86 s.
- Isaksen, K., Syvertsen, P. O., van der Kooij, J. & Rinden, H. (red). 1998. Truede pattedyr i Norge: faktaark og forslag til rødliste. - Norsk Zoologisk Forening. Rapport 5.
- ICZN 2003. *Vespertilio pipistrellus* Schreber, 1774 and *V. pygmaeus* Leach, 1825 (currently *Pipistrellus pipistrellus* and *P. pygmaeus*; Mammalia, Chiroptera): neotypes designated. - *Bulletin of Zoological Nomenclature* 60 (1): 85–87.
- Jackson, A. C. & Fenton, M. B. 2001. Human and bat bites. - *The Lancet*. 357: 1714.
- Johnson, N., Selden, D., Parsons, G., Healy, D., Brookes, S. M., McElhinney, L. M., Hutson, A. M. & Fooks, A. R. 2003. Isolation of a European Bat Lyssavirus type 2 from a Daubenton's bat in the United Kingdom. - *Veterinary Record* 152: 383–387.
- Kantorovich, R. A. 1964. Natural Foci of a Rabies like Infection in the far North. *Journal of Hygiene, Epidemiology and Immunology*. 8: 100-110.
- Kaplan, M. M., & Cohen, D. 1962. Studies on the local treatment of wounds for the prevention of rabies. - *Bull World Health Organ*. 765-775.
- King, A. A. & Turner, G. S. 1993. Rabies: A Review. - *J. Comp. Path.* 108: 1-39.
- King, A. A., Davies, P. & Lawrie, A. 1990. The rabies viruses of bats. - *Veterinary microbiology* 23: 165-174.
- Krapp, F. (red.). 2001. *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 4: Fledertiere. Teil I: Chiroptera I. - AULA-Verlag, Wiebelsheim.
- Krapp, F. (red.). 2004. *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 4: Fledertiere. Teil II: Chiroptera II. - AULA-Verlag, Wiebelsheim.
- Krebs, J. W., Wheeling, J. T. & Childs, J. E. 2003. Public veterinary medicine: Public health-Rabies surveillance in the United States during 2002. - *Journal of the American veterinary medical association*. 223: 1736-1748.

- Kronwitter, F. 1988. Population structure, habitat use and activity patterns of the Noctule bat, *Nyctalus noctula* Schreb., 1774 (Chiroptera: Vespertilionidae) revealed by radio-tracking. - *Myotis*. 26: 23-85.
- Kulonen, K., Fekadu, M., Whitfield, S., & Warner, C. K. 1999. An evaluation of immunofluorescence and PCR methods for detection of rabies in archival carnoy-fixed, paraffin-embedded brain tissue. - *Journal of Veterinary Medicine B* 46:151-155.
- Kuzmin, I. V., Orciari, L. A., Arai, Y. T., Smith, J. S., Hanlon, C. A., Kameoka, Y. & Rupprecht, C. E. 2003. Bat lyssaviruses (Aravan and Khujand) from Central Asia: phylogenetic relationships according to N, P and G gene sequences. - *Virus Research*. 97: 65-79.
- Kålås, J.A., Viken, Å. & Bakken, T. (red.) 2006. Norsk Rødliste 2006. Artsdatabanken.
- Leisner, K. 2002. Rabies in Greenland, 1975-2001. - WHO, Rabies Bulletin Europe, 26(2).
- Limpens, H. J. G. A., Lina, P. H. C. & Hutson, A. M. 2000. Action Plan for the Conservation of the pond bat in Europe. - *Nature and environment*, No. 108. Council of Europe Publishing, Strasbourg.
- Lumlertdacha, B., Boongird, K., Wanghonsa, S., Wacharapluesadee, S., Chanhom, L., Khawplod, P., Hemachudha, T., Kuzmin, I. & Rupprecht, C. 2005. Survey for bat lyssaviruses, Thailand. - *Emerg Infect Dis*. 11(2): 232-236.
- Lina, P. 2005. Rabiës bij vleermuizen. - *VLEN-Nieuwsbrief* 47 (1): 3-6.
- MacDonald, D. W. 1980. Rabies and Wildlife, a biologist's perspective. - Oxford Univ. Press, London.
- Mayen, F. 2003. Haematophagous Bats in Brazil, Their Role in Rabies Transmission, Impact on Public Health, Livestock Industry and Alternatives to an Indiscriminate Reduction of Bat Population. *Journal of Veterinary Medicine Series B*. 50(10): 469-472.
- Mayer, F. & von Helversen, O. 2001. Cryptic diversity in European bats. - *Proc. R. Soc. Lond. B* 268: 1825-1832.
- Mayer, F., Schlotterer, C. & Tautz, D. 2000. Polymorphic microsatellite loci in vespertilionid bats isolated from the noctule bat *Nyctalus noctula*. - *Mol. Ecol*. 9(12): 2208-2212.
- McColl, K. A., Tordo, N. & Aguilar Setién, A. 2000. Bat lyssavirus infections. - *Rev. sci. tech*. 19: 177-196.
- Messenger, S. L., Smith, J. S., Orciari, L. A., Yager, P. A. & Rupprecht, C. E. 2003. Emerging pattern of rabies deaths and increased viral infectivity. - *Emerg. Inf. Dis*. 2: 151-154.
- Michaelsen, T. C., Grimstad, K. J. & Anonby, J. E. 2004. Noen interessante funn av dagoppholdssteder for flaggermus. - *Fauna* 57 (2): 54-61.
- Mickleburgh, S. P., Hutson, A. M. & Racey, P. A. 2002. A review of the global conservation status of bats. *Oryx*. 36 (1): 18-34.
- Mitchell-Jones, A. J., Amori, G., Bogdanowicz, W., Krystufek, B., Reijnders, P. J. H., Spitzenberger, F., Stubbe, M., Thissen, J. B. M., Vohralík, V. & Zima, J. 1999. The atlas of European Mammals. - Academic press, London.
- Mohr, W. 1957. Die Tollwut. *Med. Klin*. 24: 1057-1060.
- Mondul, A., Krebs, J. W. & Childs, J. E. 2003. Trends in National surveillance for rabies among bats in the United States (1993-2000). - *Journal of the American Veterinary medical Association*. 222(5): 633-639.
- Montaño-Hirose, J. A., Bourhy, H. & Lafon, M. 1990. A reduced panel of anti-nucleocapsid monoclonal antibodies for bat rabies virus identification in Europe. - *Res. Virol*. 141: 571-581.
- Morimoto, K., Patel, M., Corisdeo, S., Hooper, D. G., Fu, Z. F., Rupprecht, C. E., Koprowski, H. & Dietzschold, B. 1996. Characterization of a unique variant of bat rabies virus responsible for newly emergin human cases in North America. - *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 93: 5653-5658.
- Müller, T., Cox, J., Peter, W., Schäfer, R., Bodamer, P., Wulle, U., Burow, J. & Müller, W. 2001. Infection of a Stone Marten with European Bat Lyssavirus (EBL1). - WHO, Rabies Bulletin Europe, 25(3).
- Müller, T. & Freuling, C. 2006. Zur Frage der Fledermaustollwut. - *Nyctalus* 11 (2-3): 190-197.
- Müller, W. W. 2000. Review of reported rabies cases data in Europe to the WHO Collaborative Center Tübingen from 1977 to 2000. - WHO, Rabies Bulletin Europe, 24: 11-19.
- Murray, J. D. & Seward, W. L. 1992. On the spatial spread of rabies among foxes with immunity. - *J. Theor. Biol*. 156: 327-348.
- Mørk, T. & Prestrud, P. 2001. Rabies i arktiske områder, aktualitet for Norge. - *Norsk veterinærtidskrift*, 113(6): 361-367.

- Mørk, T., Fuglei, E., Åsbakk, K., Tryland, M. & Oksanen, A. 2004. Polarrev fra Svalbard - rabiesdiagnostikk, kartlegging av aktuelle infeksjøsse agens, miljøgifter, populasjonsstudier og genetiske undersøkelser. - Rapport til JD, LD, MD og Sysselembetjenten på Svalbard.
- Nadin-Davis, S. A. 1998. Polymerase chain reaction protocols for rabies virus discrimination. *Journal of Virological Methods* 75: 1-8.
- Nedinge, M. 2003. Agreement on the conservation of bats in Europe. National Implementation report from Sweden. - Eurobats, <http://www.eurobats.org>.
- Nyberg, M., Kulonen, K., Neuvonen, E., Ek-Kommonen, C., Nuorgam, M. & Westerling, B. 1992. An Epidemic of Sylvatic Rabies in Finland. Descriptive Epidemiology and Results of Oral Vaccination. - *Acta. Vet. Scand.* 33: 43-57.
- Office International des Epizooties (OIE) 2003. Situation Zoosanitaire Pluriannuelle. - Handistatus II, Rage, Brésil.
- Olsen, K. M. 1996. Kunnskapsstatus for flaggermus i Norge. - Norsk Zoologisk Forening, Rapport 2.
- Pape, W. J., Fitzsimmons, T. D. & Hoffman, R. E. 1999. Risk for rabies transmission from encounters with bats, Colorado, 1977-1996. - *Emerging Infectious Diseases* 5(3): 433-437.
- Park, K. J., Jones, G. & Ransome, R. D. 2000. Torpor, arousal and activity of hibernating Greater Horseshoe Bats (*Rhinolophus ferrumequinum*). - *Functional ecology* 14(5): 580- 588.
- Pauza, D. H. & Pauziene. 1998. Bats of Lithuania: distribution, status and protection. - *Mammal Rev.* 28(2): 53-67.
- Perez-Jorda, J. L., Ibanez, C., Munozcervera, M. & Tellez, A. 1995. Lyssavirus in *Eptesicus serotinus* (Chiroptera, Vespertilionidae). - *Journal of wildlife diseases.* 31(3): 372-377.
- Petersen, Æ. 1994. Leðurblökur á Íslandi.- Náttúrufræðingurinn 64(1): 3-12. (Engelsk sammen- drag).
- Petit, E. & Mayer, F. 1999. Male dispersal in the noctule bat (*Nyctalus noctula*): where are the limits? - *Proceedings of the Royal Society of London series B-Biological Sciences.* 266(1430): 1717-1722.
- Petit, E. M. & Mayer, F. 2000. A population genetic analysis of migration: the case of the noctule bat (*Nyctalus noctula*). - *Molecular Ecology.* 9: 683-690.
- Poel, W. van der. 2004. European Bat Lyssaviruses in the Netherlands. - Presentation held at the European Workshop on Bat Rabies, Vilnius, Lithuania, 16 May 2004.
- Poel, W. H. M. van der, Heide, R. van der, Verstraten, E. R. A. M., Takumi, K., Lina, P. H. C. & Kramps, J. A. 2005. European Bat Lyssaviruses, the Netherlands. - *Emerging Infectious Diseases* 11 (12):1854-1859.
- Pounder, D. J. 2003. Rabies, Lyssaviruses and Bats. - *Scottish Medical Journal.* 48(4): 99-100.
- Post, E. 2003. Climate-vegetation dynamics in the fast lane. *Trends in Ecology and Evolution.* 18: 551-553.
- Prestrud, P., Krogsrud, J., Gjertz, I. 1992. The occurrence of rabies in the Svalbard islands of Norway. - *J. Wildl. Dis.* 28: 57-63.
- Preston, E. M. 1973. Computer simulated dynamics of a rabies-controlled fox population. - *J. Wildl. Dis.* 13: 131-134.
- Pybus, M. J. 1986. Rabies in insectivorous bats of Western Canada, 1979 to 1983. - *J. Wildl. Dis.* 22: 303-313.
- Ransome, R. D. & McOwat, T. P. 1994. Birth timing and population-changes in greater horseshoe bat colonies (*Rhinolophus ferrumequinum*) are synchronized by climatic temperature. - *Zoological journal of the Linnean Society.* 112(3): 337-351.
- Roer, H. 1995. 60 years of bat-banding in Europe – results and tasks for future research. - *Myotis.* 33: 251-261.
- Root, T. L., Price, J. T., Hall, K. R., Schneider, S. H., Rosenzweig, C. & Pounds, J. A. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. - *Nature.* 421(2): 57-60.
- Rupprecht, J., Smith, S., Fekadu, M. & Childs, J. E. 1995. The ascension of wildlife rabies: a cause for public health concern or intervention? - *Emerging Infect. Dis.* 1: 107-114.
- Rupprecht, C.E., Hanlon, C.A. & Hemachundha, T. 2002. Rabies re-examined. - *Infectious Diseases.* 2: 327-343.
- Russ, J. M., Hutson, A. M., Montgomery, W. I., Racey, P. A. & Speakman, J. R. 2001. The status of Nathusius' pipistrelle (*Pipistrellus nathusii* Keyserling & Blasius, 1839) in the British Isles. - *J. Zool., Lond.* 254: 91-100.
- Rydell, J. & Baagøe, H. 1994. *Vespertilio murinus*. - *Mammalian species.* 467: 1-6.
- Rønsholdt, L. 2002. A new Case of European Bat Lyssavirus(EBL) Infection in Danish Sheep. - *WHO, Rabies Bulletin Europe.* 26(2).

- Rønsholt, L., Sorensen, K. J. & Bruschke, C. J. 1998. Clinically silent rabies infection in (zoo) bats. - Vet. Rec. 142: 519-520.
- Schneider, L. G. & Cox, J. H. 1994. Bat Lyssaviruses in Europe. - Curr. Top. Microbiol. Immunol. 187: 207-218.
- Schober, W. & Grimmberger, E. 1998. Die Fledermäuse Europas: kennen – bestimmen – schützen. (2. revidierte utg.). - Kosmos, Stuttgart.
- Selimov, M. A., Smekhov, A. M., Antonova, L. A., Shablovskaya, E. A., King, A. A. & Kulikova, L. G. 1991. New Strains of Rabies-related viruses isolated from bats in the Ukraine. - Acta Virologica. 35(3): 226-231.
- Serra-Cobo, J., Amengual, B., Abellán, C. & Bourhy, H. 2002. European Bat Lyssavirus Infection in Spanish Bat Populations. - Emerging Infectious Diseases. 8(4): 413-420.
- Sihvonen, L. 2001. Documenting freedom from disease and re-establishing a free status after a breakdown rabies. - Acta Vet. Scand. 94: 89-91.
- Speakman, J. R., Racey, P. A., Catto, C. M. C., Webb, P. I., Swift, S. M. & Burnett, A. M. 1991. Minimum summer populations and densities of bats in NE Scotland, near the Northern borders and their distributions. - J. Zool., Lond. 225: 327-345.
- Spitzenberger, F., Strelkov, P. P., Winkler, H. & Haring, E. 2006. A preliminary revision of the genus *Plecotus* (Chiroptera, Vespertilionidae) based on genetic and morphological results. - Zoologica Scripta 35: 187-230.
- Stebbins, R. E. 1988. Conservation of European Bats. - Christopher Helm, London.
- Steck, F. & Wandler, A. 1980. The epidemiology of fox rabies in Europe. - Epidemiologic Reviews. 2: 71-96.
- Steece, R. & Altenbach, I. S. 1989. Prevalence of rabies specific antibodies in the Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis mexicana*). - Journal of Wildlife Diseases. 25: 490- 496.
- Steffens, R., Zöphel, U. & Brockmann, D. 2004. 40 Jahre Fledermausmarkierungszentrale Dresden – methodische Hinweise und Ergebnisübersicht. - Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. Dresden.
- Swanepoel, R., Barnard, B. J. H., Meredith, C. D., Bishop, G. C., Bruckner, G. K., Foggin, C. M. & Hubschle, O. J. B. 1993. Rabies in Southern Afrika. - Onderstepoort journal of Veterinary Research. 60(4): 325-346.
- Syvrtsen, P. O., Stormark, T. A., Nordseth, M. & Starholm, T. 1995. A tentative assessment of bat diversity and distribution in Norway. Myotis. 32-33: 183-191.
- Syvrtsen, P. O. 1999. Dvergflaggermus er to arter. - Fauna 52 (4): 200-207.
- Tabel, H., Corner, A. H., Webster, W. A. & Casey, C. A. 1974. History and epizootiology of rabies in Canada. - Can. Vet. Jour. 15(10): 271-281.
- Tuttle, M. D. 1991. How North America's bats survive the winter. - BATS. 9(3): 7-12.
- Trimarchi, C. V., Debbie, J. G. 1977. Naturally occurring rabies virus and neutralizing antibody in 2 species of insectivorous bats of New York State USA. - J. Wildl. Dis. 13: 366-369.
- Urbańczyk, Z. 1989. Results of the winter census of bats in Nietoperek 1985-1989. Myotis. 27: 139-145.
- Værnesbranden, P. I. 2003. Flaggermus i Levanger kommune. Statusrapport 2003. - Rapport til Levanger kommune.
- Wandeler, A. I., Capt, S., Gerber, H., Kappeler, A. & Kipfer, R. 1988. Rabies epidemiology, natural barriers and fox vaccination. - Parasitologia. 30: 45-47.
- Wandeler, A. I., Nadin-Davis, S. A., Tinline, R. R. & Ruprecht, C. E. 1994. Rabies Epidemiology: Some Ecological and Evolutionary Perspectives. - Currents Topics in Microbiology and Immunology. 297-324.
- Webb, P. I., Racey, P. & Speakman, J. R. 1996. How hot is a hibernaculum? A review of the temperatures at which bats hibernate. - Can. J. Zool. 74: 1-34.
- Weekly Epidemiological Record. 2002. Rabies Vaccines. - <http://www.who.int/wer>. 77(14): 109-120.
- Wellenbeg, G. J., Audry, L., Rønsholt, L., van der Poel, W. H. M., Bruschke, C. J. M. & Bourhy, H. 2002. Presence of European bat lyssavirus RNA in apparently healthy *Rousettus aegyptiacus* bats. - Arch. Virol. 147: 349-361.
- Wersching, S. & Schneider, L. G. 1969. Ein weiterer Fall von Tollwut bei einer Fledermaus in Hamburg. - Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr. 82: 293-295
- Whitby, J. E., Johnstone, P., Parson, P., King, A. A. & Hutson, A. M. 1996. Ten-year survey of British bats for the existence of rabies. - Veterinary record. 139: 491-493.

- Whitby, J. E., Heaton, P. R., Black, E. M., Woolderidge, M., McElhinney, L. M. & Johnstone, P. 2000. First isolation of a rabies-related virus from a Daubenton's bat in the United Kingdom. - The Veterinary Record. 30: 385-387.
- WHO 2001. - <http://globalatlas.who.int/globalatlas/interactivemap/rabies/>
- Wilson, D. E. & Reeder, D. M. (red.). 2005. Mammal species of the World. Johns Hopkins University Press.
- Woldehiwet, Z. 2002. Rabies: recent developments. - Research in Veterinary Science. 73: 17-25.
- Zoffmann, H., Baagøe, H., Makonnen Fekadu, Grauballe, P.C. & Westergaard, J.M. 1987. Rabies hos flagermus i Danmark. - Ugeskrift for læger 149 (24): 1643-1647.
- Ødegaard, Ø. A. & Krogsrud, J. 1981. Rabies in Svalbard: infection diagnosed in arctic fox, reindeer and seal. - Vet. Rec. 109: 141-142.

Ytterligere informasjon om rabies

Swiss Rabies Center http://www.cx.unibe.ch/ivv/Swiss_Rabies_Center

Bat Conservation Trust <http://www.bats.org.uk>

Centers for Disease Control and Prevention <http://www.cdc.gov/ncidod/dvrd/rabies/>

Folkehelseinstituttet <http://www.folkehelsa.no>

Rabies Bulletin Europe <http://www.who-rabies-bulletin.org>

Rabnet <http://www.who.int/GlobalAtlas/home.asp>

Ytterligere Informasjon om flaggermus

NZF, Norsk Zoologisk Forening <http://www.zoologi.no>.

NIFF, Nordisk Informasjonssenter for Flaggermus <http://flaggermus.no/>

Eurobats <http://www.eurobats.org>

Bat Conservation Trust <http://www.bats.org.uk>

Bat Conservation International <http://www.batcon.org/>

Vedlegg: Oversikt over flaggermusarter i Sentral- og Nord-Europa registrert med rabies

I denne oversikten er det beskrevet 9 arter som finnes i Norge eller Sverige, og som er registrert med rabiesvirus i Europa eller Asia.

Sørflaggermus, *Eptesicus serotinus*

Sosiale systemer

Denne arten lever i små kolonier, vanligvis 20–60 dyr (noen ganger over 100) (Mitchell-Jones et al. 1999). Hannene lever som regel alene eller i små grupper om sommeren. Paringen foregår sannsynligvis om høsten. Hunnene samles i ynglekolonier fra mai og utover. Vanligvis viser sørflaggermus høy grad av trofasthet til ynglekolonier og andre tilholdssteder. Ungene fanger mat selv etter ca 6 uker, og ynglekoloniene løser seg opp i august–september (Krapp 2001).

Sørflaggermus er sterkt knyttet til bygninger i Europa. Det er ikke uvanlig at det også holder til andre flaggermusarter i de samme bygningene (f.eks. "dvergflaggermus", *P. pipistrellus/pygmaeus*), men i slike tilfeller holder vanligvis artene avstand til hverandre (Schober & Grimmberger 1998, Krapp 2001).

Sørflaggermus er mer varmekjær enn de artene vi finner hos oss, og trives best om høsten i temperaturer mellom 5 og 11 °C og om vinteren mellom 0,5 og 6,5 °C (Webb et al. 1996).

Sørflaggermus vandrer ikke over lange avstander, vanligvis opp til 50 km, men er registrert med forflytninger på 330 km (Mitchell-Jones et al. 1999, Hutterer et al. 2005). Man vet forholdsvis lite om vinterøkologien til arten, men det er antatt at den hovedsakelig overvintrer i sprekker og små hulrom i bygninger (Krapp 2001).

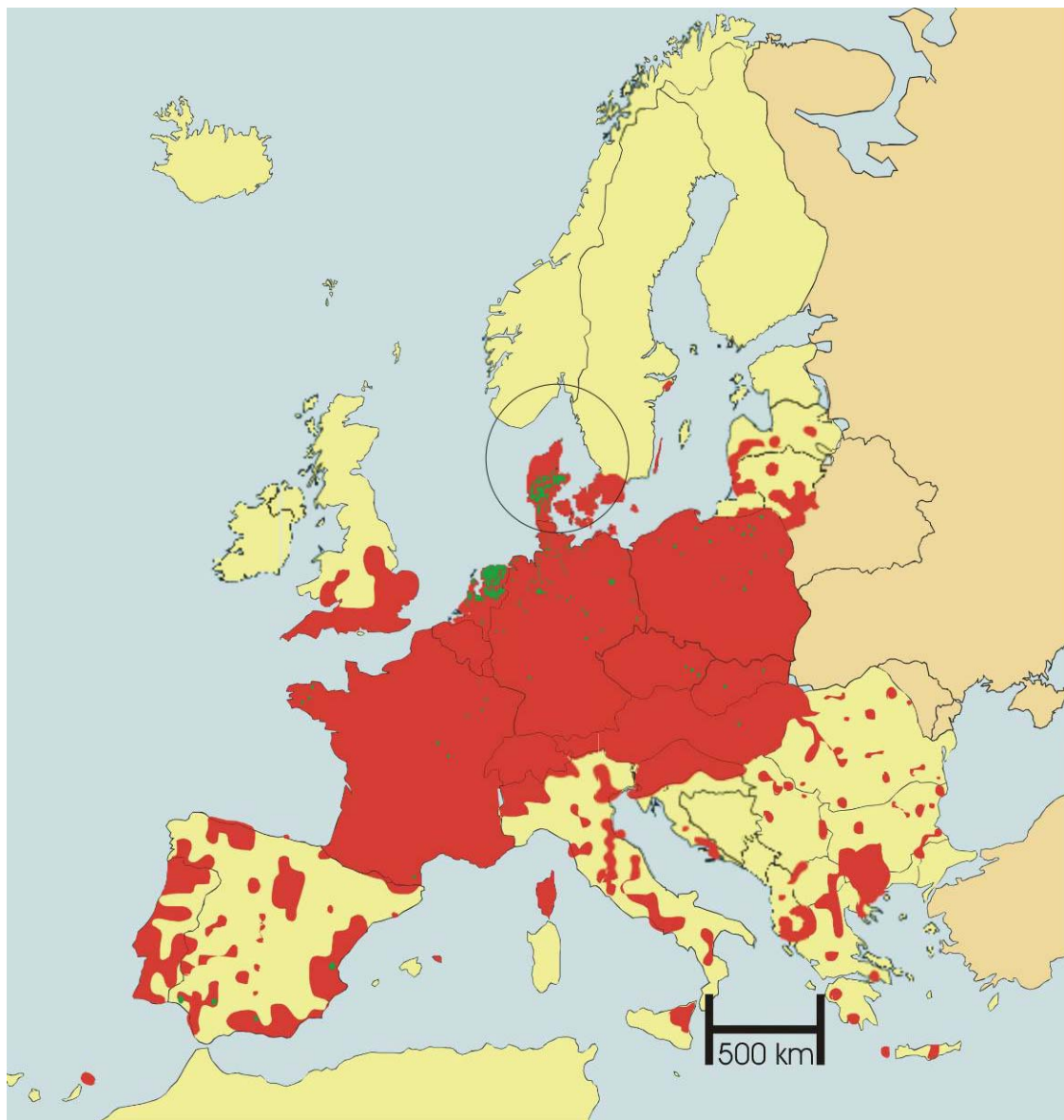
Utbredelse

Arten er utbredt i Vest- og Sentral-Europa (fra 30°N til 58°N) samt i deler av Afrika og Asia. Den finnes ikke i Norge. De nærmeste lokalitetene i forhold til Norge er Sør-Sverige og Danmark. I Sverige er det ikke kjent noen ynglekolonier av sørflaggermus, men arten registreres årlig i Skåne, og det er også gjort noen få spredte registreringer andre steder i Sør-Sverige (Ahlén 2004). Det er mulig at sørflaggermusa har etablert seg i Danmark i løpet av de siste århundrene, og den er i dag forholdsvis vanlig i store deler av landet, med unntak av nordøst på Sjælland og nord på Jylland (Baagøe 2001). I Storbritannia finnes den bare i et begrenset område i Sør-England, og både her og i enkelte andre områder er det tegn som tyder på at arten kan være i tilbakegang (Krapp 2001, Altringham 2003).

Rabiestilfeller

Denne arten er hovedvektor for EBLV 1 i Europa, og det er påvist over 500 tilfeller av sørflaggermus med EBLV 1. Dette utgjør ca 95 % av alle registrerte tilfeller av flaggermus med rabiesvirus i Europa (**figur 5**).

De fleste tilfellene er funnet i Nederland, Tyskland, Danmark og Polen, men det er registrert tilfeller andre steder der arten finnes; Spania og Russland. Sverige har pågående passiv overvåking av flaggermus, men det er så langt ikke funnet infiserte dyr (Statens Veterinärmedicinska Anstalt, <http://w3.sva.se>, 29.06.2005).



Figur 5. Utbredelse av sørflaggermus (*Eptesicus serotinus*) i Europa (rødt), påviste tilfeller med rabiesvirus (grønt) og lengste kjente spredningsdistanse for sørflaggermus i Europa (radius i sirkel). Kilder: Mitchell-Jones et al. 1999 (utbredelse).

Vannflaggermus, *Myotis daubentonii*

Sosiale systemer

Dette er en mellomstor art med en vekt på ca 10 gram. Som hos flere andre flaggermusarter lever hanner og hunner av vannflaggermus for det meste adskilt (Altringham 1996), og kjønnene har forskjellige dagtilholdssteder og jaktområder. Sommerkolonier bestående av hanner på opptil 60 individer er funnet i England (Altringham 2003). Paringen skjer på høsten og i løpet av dvaleperioden om vinteren. Vannflaggermusa overvintrer normalt på steder med temperaturer mellom – 2,0 og 10,4 °C (Webb et al. 1996), i gruver, grotter og bunkre, og kryper gjerne inn i sprekker og mellom steiner. Kan overvintrer enkeltvis, men har en tendens til å krype sammen når temperaturen er under 5 °C. Dyrene kan være aktive under vintersesongen. Dette gjelder spesielt hannene som oppsøker hunner for paring (Frislid & Jensen 1994). I en kalksteinsgruve i Danmark, der 4000-6000 flaggermus vanligvis overvintrer, er opptil 90 % av individene vannflaggermus. Her opptrer arten hele året med det høyeste antallet i mars og lavest antall i juni-juli (Degn et al. 1995). Lengste registrerte trekkdistanse er 304 km (Hutterer et al. 2005).

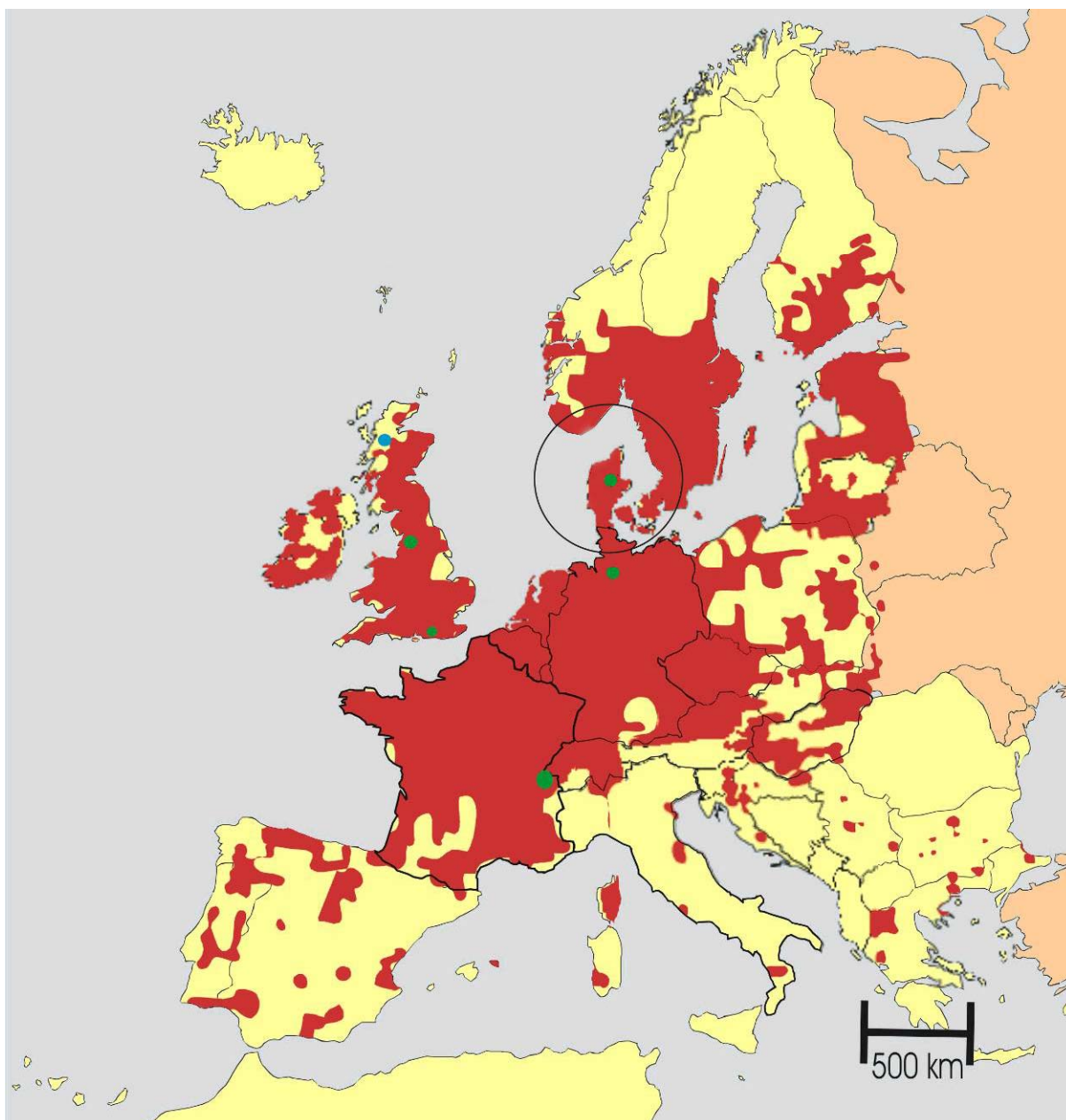
Om høsten løser ynglekoloniene seg opp. Hvilket kjønn som sprer seg mest er ikke kartlagt, men det er sannsynlig at det er hannene (Altringham 2003). Dagtilholdssted finner arten i hulrom i trær, i bruer og i bygninger i nærheten av vann.

Utbredelse

Vannflaggermusa er utbredt fra Storbritannia, Frankrike og Den Iberiske halvøy til Stillehavskysten og det nordlige Japan (Altringham 2003). Den lever hovedsakelig i skog og parker i nærheten av innsjøer, dammer og elver, men finnes også langs kysten. I Norge finnes den på Øst-, Sør- og Vestlandet. Nylig er den også registrert i Trøndelag, nord til Levanger (Isaksen 2003, Værnesbranden 2003). I Norge er denne den mest påtreffne arten i gruver vinterstid (Norsk Zoologisk Forening upublisert). Arten har blitt vanligere i deler av sitt utbredelsesområde i Europa, muligens på grunn av varmere klima og eutrofiering (Mitchell-Jones et al. 1999).

Rabiestilfeller

I East-Sussex i England ble et sykt individ av arten funnet 30. mai 1996 i en kjeller (Whitby et al. 1996). Det ble konstatert at den hadde rabiesvirus av typen EBLV2 (Whitby et al. 2000) (**figur 6**). En mann døde i Skottland i 2002, trolig etter å ha blitt bitt av en vannflaggermus (Fooks et al. 2003b). Det ble i Storbritannia utført en omfattende testing av flaggermus for rabiesvirus i perioden 1986-1995, hvor flaggermus-skrotter ble innlevert hovedsakelig av publikum samt fra et utbredt nettverk av flaggermusentusiaster og testet for rabies antigen. Av 1882 undersøkte individer var alle negative for rabies. Av disse var det kun 22 vannflaggermus som var undersøkt, mens 1258 dvergflaggermus (*P. pipistrellus*) ble testet (Whitby et al. 1996). **Tabell 3** oppsummerer registrerte rabiestilfeller hos vannflaggermus i Europa.



Figur 6: Utbredelse (rødt), påviste tilfeller med rabiesvirus (grønt), rabiestilfeller på mennesker (blått) og lengste trekkavstand (radius i sirkel) for vannflaggermus (*Myotis daubentonii*). Kilder: Mitchell-Jones et al. 1999 (utbredelse), rabiestilfeller, se Tabell 3.

Tabell 3: Oversikt over påviste tilfeller med rabiesvirus hos vannflaggermus (*Myotis daubentonii*).

Sted	år	Virus type	Ref
Danmark	1986/87	Ukjent	Brass 1994
Tyskland, Lüneberg	1986	Ukjent	Brass 1994
Sveits, Versoix	1993	EBLV2b	Amengual et al. 1997
UK, Sussex	1996	EBLV2a	Whitby et al. 2000
UK, Skottland	2002	EBLV2a	Fooks et al. 2003b
UK, Lancashire	2002	EBLV2a	Johnson et al. 2003
UK, Lancashire	2003	EBLV2	Bat Conservation Trust 2004
UK, Surrey	2004	EBLV2	Bat Conservation Trust 2004

Damflaggermus, *Myotis dasycneme*

Sosiale system

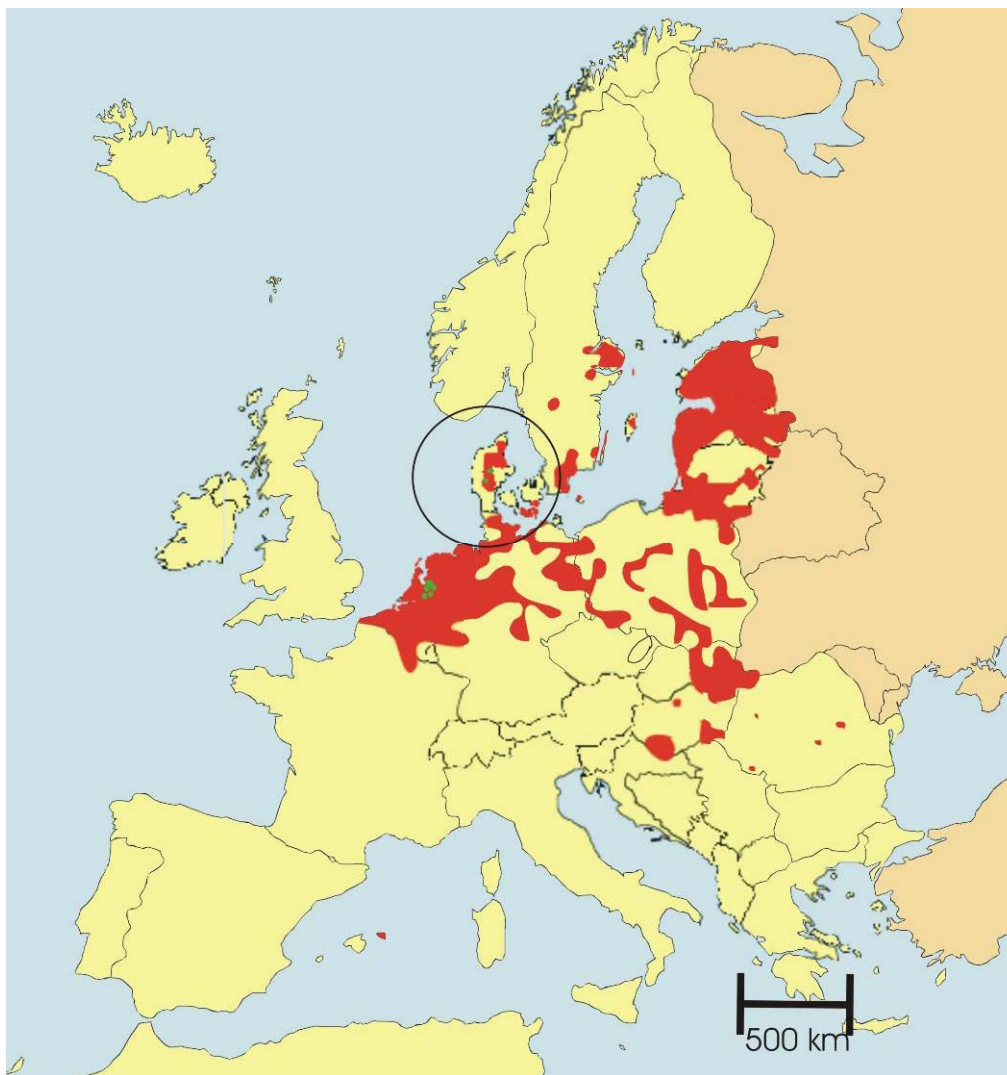
Hvilesteder og ynglekolonier lokaliseres ofte til større bygninger, men damflaggermus overvintrer også i grotter, gruver og kjellere. Kan overvinstre klumpvis sammen med andre arter, men henger også alene. I Nederland er det kjent at arten trekker fra sommeroppholdsstedene i nordvest til overvintring i gruver noen hundre kilometer unna i Sørøst-Nederland og Tyskland (Krapp 2001). Hunner samler seg i ynglekolonier på ti til flere hundre, mens hannene er solitære om sommeren. Om vinteren kan de samle seg i blandede kolonier på flere hundre. Arten overvintrer ofte sammen med brandtflaggermus, i temperaturer mellom 2,5 og 10,6 °C (Webb et al. 1996). Damflaggermus trekker regelmessig over avstander på opptil 330 km (Mitchell-Jones et al. 1999).

Utbredelse

Damflaggermus er ikke påvist i Norge. I Sverige er den svært sjelden, men registreres nesten årlig i Sør- og Sørøst-Sverige (Ahlén 2004). Den er relativt sjelden i Danmark, men på Jylland er det funnet flere ynglekolonier i bygninger og større ansamlinger av overvintrende dyr i kalksteinsgruver (Baagøe 2001). Hovedutbredelsen er fra Nederland og Vest-Tyskland, spredt gjennom Polen og de baltiske statene til Sentral-Sibir (Mitchell-Jones et al. 1999, Pauza & Pauziene 1998) (**figur 7**). Man trodde tidligere at det bare fantes rundt 7000 damflaggermus i verden, men nyere informasjon tyder på at det kan være så mange som mellom 100.000 og 200.000 individer (Limpens et al. 2000).

Rabiestilfeller

Damflaggermus med EBLV2 er påvist i Danmark og Nederland ved 6 tilfeller (Amengual et al. 1997, van der Poel et al. 2005).



Figur 7. Utbredelse (rødt), påviste tilfeller med rabiesvirus (grønt) og lengste kjente trekkavstand (radius i sirkel) for damflaggermus (*Myotis dasycneme*). Kilder: Mitchell-Jones et al. 1999 (utbredelse), Amengual et al. 1997 og van der Poel et al. 2005 (rabiestilfeller).

Skjeggflaggermus, *Myotis mystacinus*

Sosiale systemer

Skjeggflaggermusa er knyttet til åpne partier i skog og opptre ofte nær næringsrike sjøer. Hanner og hunner lever i stor grad atskilt om sommeren, og funn av kolonier på denne årstiden representerer stort sett ynglekolonier bestående av hunner og unger (Isaksen et al. 1998). Arten overvintrer i grotter, gruver og kjellere (Frislid & Jensen 1994). Skjeggflaggermusa er en relativt stasjonær art, men det er påvist forflytninger på 165 km og kanskje også mer (Hutterer et al. 2005). Skjeggflaggermusa er funnet overvintrende i temperaturer mellom 0,0 og 10,3 °C (Webb et al. 1996).

Utbredelse

Skjeggflaggermusa forekommer over store deler av Europa, bortsett fra blant annet Island og det nordlige Fennoskandia (Mitchell-Jones et al. 1999). Skjegg- og brandtflaggermus (*Myotis brandtii*), som begge finnes i Sør-Norge, er "tvillingarter", og ble ikke skilt som egne arter før på 1970-tallet (Baagøe 1973). De er vanskelige å skille fra hverandre og dermed vanskelige å kartlegge, og kunnskapen om de to artenes status er mangelfull.

Rabiestilfeller

Det er registrert ett tilfelle av skjeggflaggermus med rabiesrelatert virus i Tadsjikistan i 2001 (Kuzmin et al. 2003). Dette er langt unna Norge, men arten er ikke vektlagt under overvåking noe som kan gjøre at tilfeller er oversett. Forøvrig gjenstår det å se om dette funnet faktisk dreier seg om samme art som den vi har i Norge. Taksonomien er fortsatt i forandring og flere kryptiske arter forekommer i denne artsgruppen.

Stor musøre, *Myotis myotis*

Sosiale systemer

Lengste registrerte trekk hos stor musøre er 436 km. I Mellom-Europa trekker den mellom sommer- og vinteroppholdsstedene (Hutterer et al. 2005). Den overvintrer i grotter, gruver og kjellere (Schober & Grimmberger 1998), og er funnet overvintrende i temperaturer mellom 4,0 og 12,0 °C (Webb et al. 1996).

Utbredelse

Arten har størst utbredelse og tetthet i Sentral-Europa. Den er ikke funnet i Norge. I Danmark er den heller ikke påvist (Baagøe 2001), men i Sverige er det gjort ett funn av et overvintrende individ i ei gruve i Skåne i 1985 (Ahlén 2004). I Sør-England ble det oppdaget en liten bestand på 1950-tallet, men det siste dyret der forsvant trolig i 1990 (Harris et al. 1995).

Rabiestilfeller

Det er registrert ett tilfelle med rabiesvirus hos stor musøre i Tyskland (Berlin) i 1973, hvor genotypen var ukjent (Brass 1994). EBLV1-arvestoff ble funnet i hjerne og blod til fire individer fra én lokalitet i Spania, og seropositive individer er påvist i to kolonier i Spania. Det ble funnet at 25 % av individene i de to koloniene hadde EBLV1-spesifikke nøytraliserende antistoffer i blodet. Dette er tolket som et tegn på at arten i dette området er infisert med EBLV1 (Serra-Cobo et al. 2002).

Storflaggermus, *Nyctalus noctula*

Sosiale systemer

Storflaggermusa opptreer først og fremst i områder med gammel løvskog (for kolonier og dagleie) og åpne, insektrike jakthabitater som over innsjøer, enger og sumper. Dagtilholdsstedene er i hull i gamle løvtrær eller eventuelt i bygninger eller opphengte kasser, og hannene skifter hyppig tilholdssted (Kronwitter 1988). Denne arten blir kjønnsmoden etter 1-2 år, og kan bli minst 12 år gammel (Schober & Grimmberger 1997).

Det er ikke kjent om storflaggermusa forplanter seg i Norge, og det er sannsynlig at de forlater landet på høsten for overvintring i Mellom-Europa (Isaksen et al. 1998). I Sør-Sverige er den ved noen få tilfeller sett trekkende i store flokker (opptil ca 1000 individer) (Ahlén & Gerell 1989). Hunnene er sterkt filopatriske og finner etter overvintring tilbake til fødestedet, mens hannene har en mer tilfeldig spredning, noe som bidrar til å begrense innavl. En studie gjennomført av Petit og Mayer (2000) tyder på at den skandinaviske og nord-europeiske bestanden er genetisk forskjellig fra de mellom- og øst-europeiske bestandene, og at mønsteret i den genetiske variasjonen er samsvarende med vilkårlig spredning av hanner på tvers av migrasjonsrutene for hunner. Hannene er stort sett solitære om sommeren, men danner territorier og harem av hunner om høsten (Schober & Grimmberger 1998).

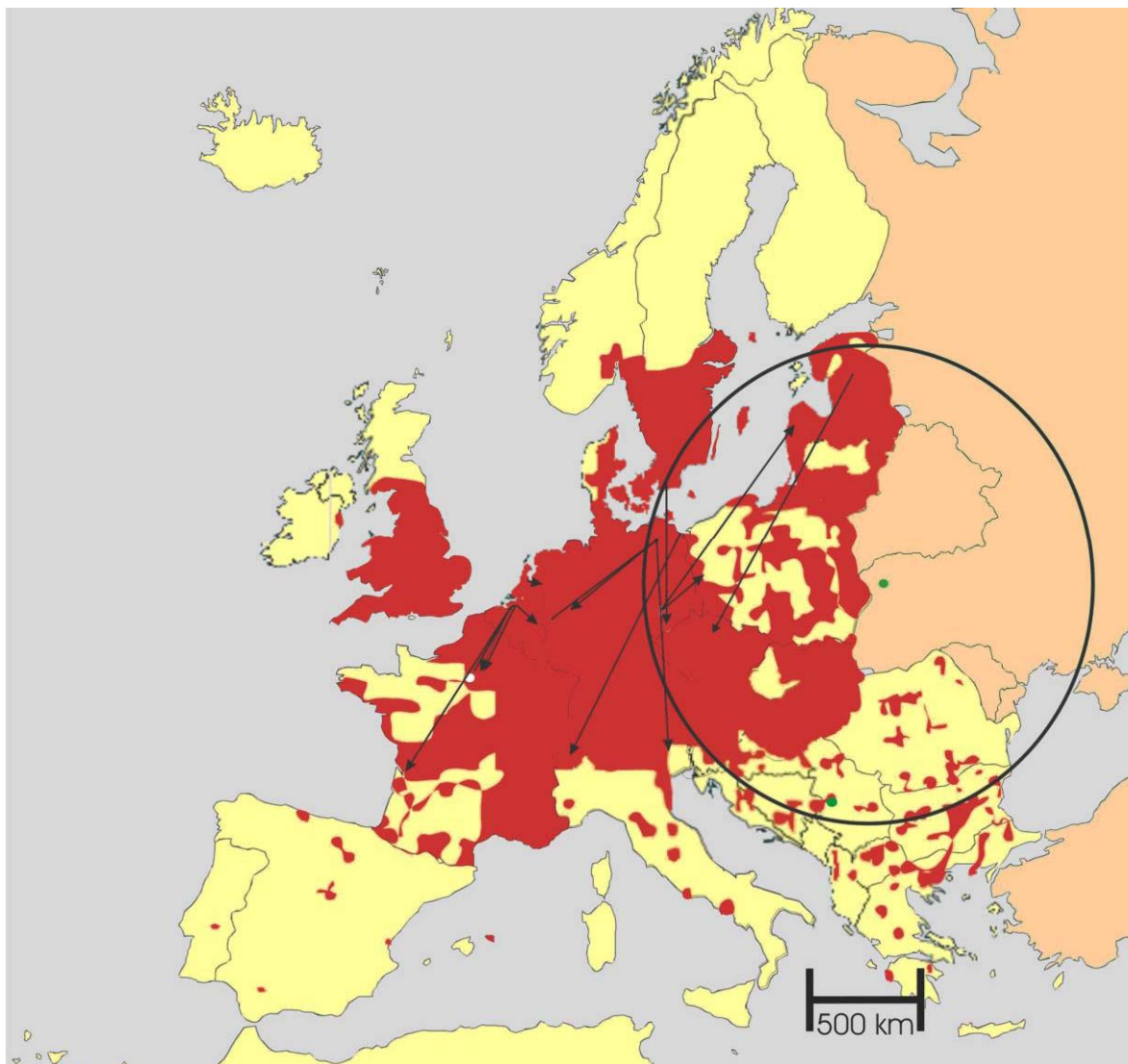
Utbredelse

Storflaggermus er en palearktisk art, og finnes fra øst i Spania til Kina, Nord-Vietnam og Taiwan. Den finnes i store deler av Europa, men ikke i Irland, Skottland, Island og den nordlige del av Fennoskandia. Østover til Japan, Taiwan og Kina finnes den i sammenhengende populasjoner. Sørøver grenser utbredelsen til Middelhavet og Midtøsten (Stebbing 1988, Mitchell-Jones et al. 1999). Utbredelsen sammenfaller i stor grad med forekomsten av løvskog og blandingsskog (Petit & Mayer 1999). Den finnes i Sør-Norge rundt Oslofjorden og nordover på la-vereliggende deler av Østlandet, og er dessuten registrert én gang i Rogaland og på to lokaliteter i Møre og Romsdal (Isaksen et al. 1998, Michaelsen et al. 2004, Isaksen 2005). Storflaggermusa har en ujevn og flekkvis utbredelse i Sør-Sverige (Ahlén 2004), men forekommer over store deler av Danmark (Baagøe 2001). Noen bestander trekker (hovedsakelig i en sørvestlig retning), mens andre er stasjonære. I Tyskland er de fleste overvintringslokalitetene i vest og sørvest, mens de fleste ynglekoloniene er kjent fra Øst-Tyskland. Det er påvist forflytninger på nesten 1600 km i Europa (Roer 1995, Hutterer et al. 2005).

I Sverige ble 700 individer merket av Gerell (Gerell 1987, Hutterer et al. 2005), og ett individ merket i Skåne høsten 1983 ble gjenfunnet i Nord-Tyskland i februar halvannet år senere (240 km i luftlinje). En ring ble dessuten gjenfunnet i Sørøst-Tyskland, nær den tsjekkiske grensen (Steffens et al. 2004). Arten observeres jevnlig på trekk langs kysten av Gotland, Öland og Skåne om høsten, men arten overvintrer også i Sør-Sverige (Gerell 1987, Ahlén 1997, Ahlén et al. 2002).

Rabiestilfeller

Storflaggermus er sjelden registrert med rabiesvirus, men i 1991 ble det i Ukraina isolert rabiesrelatert virus av Duvenhage-typen (serotype 4) hos denne arten (Selimov et al. 1991). Det er også isolert rabiesvirus hos storflaggermus ved fire tilfeller i det tidligere Jugoslavia i perioden 1954-57 (Brass 1994) (figur 8).



Figur 8. Utbredelse (rødt), kjente trekkruiter (piler), lengste spredningsavstand (radius i sirkel) og påviste tilfeller med rabiesvirus (grønt) for storflaggermus (*Nyctalus noctula*). Kilder: Mitchell-Jones et al. 1999 (utbredelse), Selimov et al. 1991 og Brass 1994 (rabiestilfeller).

Skimmelflaggermus, *Vespertilio murinus*

Sosiale systemer

Skimmelflaggermus opptrer i mange forskjellige habitattyper, og er en opportunistisk insektjeger. Den trives i åpent terreng, men også over skog og vann (Rydell & Baagøe 1994). Sørover i Europa er det beskrevet sommerkolonier med ca 300 individer, som sannsynligvis kun er hanner. Ynglekoloniene er ikke så store og består oftest av mellom 10 og 100 hunner. Oppfost-ring av unger foregår mellom mai og august. Om sommeren har hanner og hunner tilsynelatende kolonier hver for seg. Arten er om vinteren for det meste funnet i store bygninger i byer. Om sommeren treffes den oftest på landet, men også da med dagtilholdssteder i bygninger (Krapp 2001, Rydell & Baagøe 1994).

Hittil er det for få data til å fastslå en sesongbetont vandring for skimmelflaggermusa, men det har blitt registrert en del spredte lange vandringer, blant annet fra Estland til Østerrike (Hutterer et al. 2005). Den er påtruffet på oljeinstallasjoner i Nordsjøen (Rydell & Baagøe 1994), og den

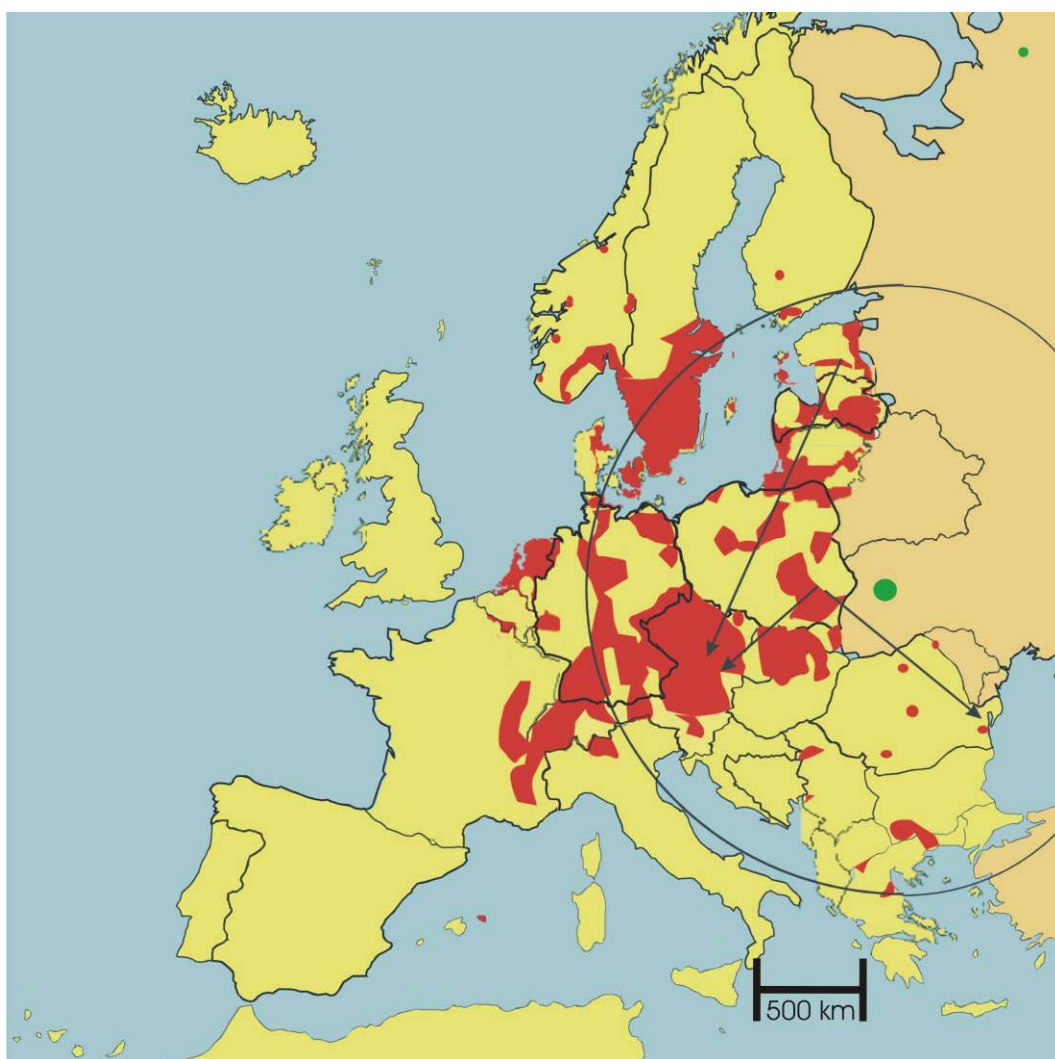
er også påtruffet på Færøyene (Baagøe & Bloch 1994). Isaksen et al. (1998) skriver at man ikke kan se bort ifra at individer fra norske bestander trekker for overvintring lengre sør.

Utbredelse

Skimmelflaggermusa er utbredt fra Frankrike, Nederland og Sør-Skandinavia og østover i Europa og Sentral-Asia (Mitchell-Jones et al. 1999) (**figur 9**). I Sverige har den en flekkvis utbredelse i den sørlige delen av landet, og det er registrert trekkende skimmelflaggermus på kysten av Skåne og Öland (Ahlén 2004). Arten er vanlig nordøst på Sjælland, men fåtallig i resten av Danmark (Baagøe 2001). I Norge er den først og fremst registrert i Oslofjord-området om høsten, da hannene har en karakteristisk sangflukt ved høye bygninger i byer og ved bergvegger. Det er også gjort spredte registreringer i andre deler av Sør-Norge (Isaksen et al. 1998).

Rabiestilfeller

Skimmelflaggermus med EBLV1a er påvist i Ukraina i 1987 (Amengual et al. 1997), med serotype 4 (Duvenhage) i 1991 i Ukraina (Selimov et al. 1991) og med serotype 1 (klassisk rabiesvirus) i Omsk i Russland (King et al. 1990) (**figur 9**).



Figur 9. Utbredelse (rødt), kjente forflytninger til enkeltindivider (piler), lengste kjente trekkavstand (radius i sirkel) og påviste tilfeller med rabiesvirus (grønt) for skimmelflaggermus (*Vespertilio murinus*). Kilder: Mitchell-Jones et al. 1999 (utbredelse), Amengual et al. 1997, Selimov et al. 1991 og King et al. 1990 (rabiestilfeller).

Trollflaggermus, *Pipistrellus nathusii*

Sosiale systemer

Trollflaggermus er en utpreget trekkende art med kjente trekkdistanser på opptil 1905 km mellom tilholdssteder om sommeren i Baltikum og vinterlokaliteter i Vest-Europa (Mitchell-Jones et al. 1999, Hutterer et al. 2005). Det er dokumentert trekk mellom Sverige og Mellom-Europa, blant annet ved gjenntunn av to svenskmerkede individer i henholdsvis Vest-Tyskland og Belgia. Gjenntunet i Tyskland avslørte en gjennomsnittlig fart på 53 km pr. døgn. Det finnes ingen funn av overvintrende trollflaggermus i Sverige, og en sørvestlig trekkroute er antatt (Gerell 1987). Trekkende individer er også registrert en rekke steder på kysten i Sør-Sverige (Ahlén 1997, 2004). Trollflaggermushunner blir kjønnsmodne som ettåringer, hannene først som toåringer (Scober & Grimmberger 1998). Arten er sterkt knyttet til skog om sommeren og yngler i hule trær, flaggermuskasser og bygninger. Arten overvintrer i hule trær, vedstabler og i sprekker i bergvegger, grotter og bygninger (Schober & Grimmberger 1998, Altringham 2003).

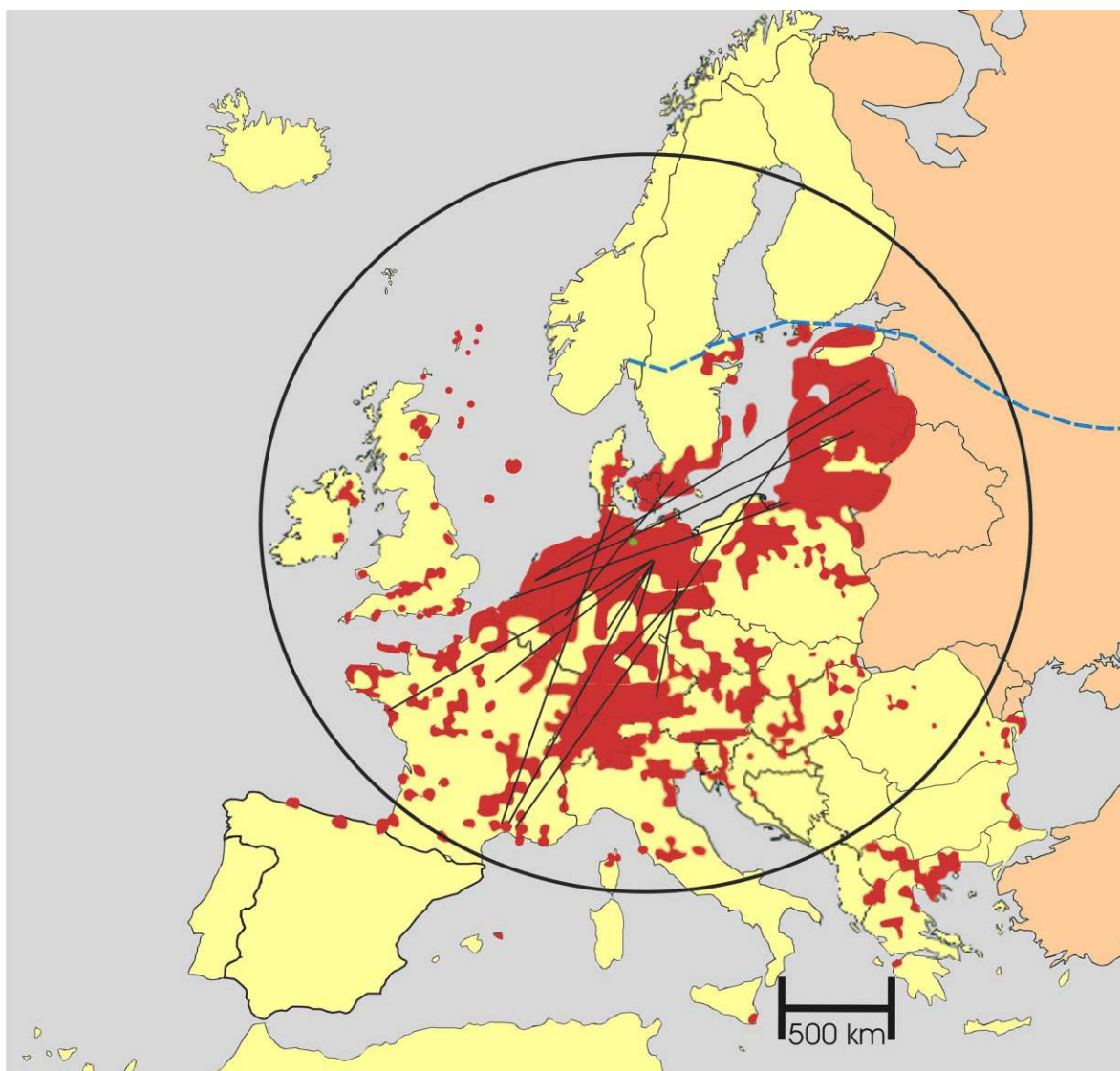
Utbredelse

Trollflaggermus finnes i spredte forekomster fra Pyrenéhalvøya og Storbritannia, nord til Sør-Skandinavia og Sør-Finland, og øst til Ural og Kaukasus. I Norge er den karakterisert som sjelden og er nylig oppdaget på Vestlandet (Syvertsen et al. 1995, Olsen 1996). I Sverige er den også sjelden, men med fast forekomst i en del områder i sørøstre deler av landet, der det er kjent noen ynglekolonier. Artens forekomst i Sverige har vist seg å være større enn tidligere antatt, og den har etablert seg på Gotland i løpet av de siste 25 årene (Ahlén 2004). Den er forholdsvis sjelden i Danmark, men vanligere enn antatt. Den er også funnet på Island (Petersen 1994), Færøyene (Baagøe & Bloch 1994), Shetland, Orknøyene, Irland, Skottland og på oljeinstallasjoner i Nordsjøen øst for Storbritannia (Russ et al. 2001) (**figur 10**).

I Storbritannia har arten tilsynelatende økt i forekomst, og det er nå kjent noen få ynglekolonier. Det er imidlertid uklart i hvilken grad økningen i den kjente forekomsten er reell. Økningen i antall registreringer kan også skyldes en økning i antall flaggermusinteresserte og økt oppmerksomhet omkring og kunnskap om å gjenkjenne denne arten (Russ et al. 2001).

Rabiestilfeller

Det er registrert kun ett tilfelle med rabiesvirus hos trollflaggermus, i Hagen-Bremen, Tyskland 1986 (Müller 2000).



Figur 10. Utbredelse (rødt), kjente trekkruiter (piler), lengste kjente trekkdistanse (radius i sirkel) og påvist tilfelle med rabiesvirus (grønt) for trollflaggermus (*Pipistrellus nathusii*). Blå stiplet linje er antatt nordlig utbredelse (Russ et al. 2001). Kilder: Mitchell-Jones et al. 1999 (utbredelse), Müller 2000 (rabiestilfeller).

”Dvergflaggermus”, *Pipistrellus pipistrellus*/*P. pygmaeus*

Det er nylig blitt kjent at det man tidligere så på som arten dvergflaggermus *P. pipistrellus*, faktisk er to ulike arter. Den arten som er vanlig i deler av Norge er dvergflaggermus *P. pygmaeus*, mens det er usikkert om den andre arten, *P. pipistrellus*, forekommer i Norge (Syvertsen 1999). Det er ofte vanskelig å vite hvilken art som omtales i eldre litteratur, da de to artene delvis overlapper i utbredelse. I det følgende er artsnavnet dvergflaggermus brukt om *P. pygmaeus*.

Sosiale systemer

Dvergflaggermusa lever i mange forskjellige områder, men er særlig knyttet til åpen løvskog. Hannene etablerer territorier i paringstida på seinsommeren og forsøker å jage bort andre hanner og tiltrekke seg hunner. Dvergflaggermusa har en tendens til å opptre i større ynglekolonier enn andre flaggermusarter i Norge (fra noen titall opptil 1000 individer). Slike kolonier påtreffes ofte i bygninger hvor de lett blir lagt merke til, og huseiere ønsker i en del tilfeller å bli kvitt dem (Isaksen et al. 1998).

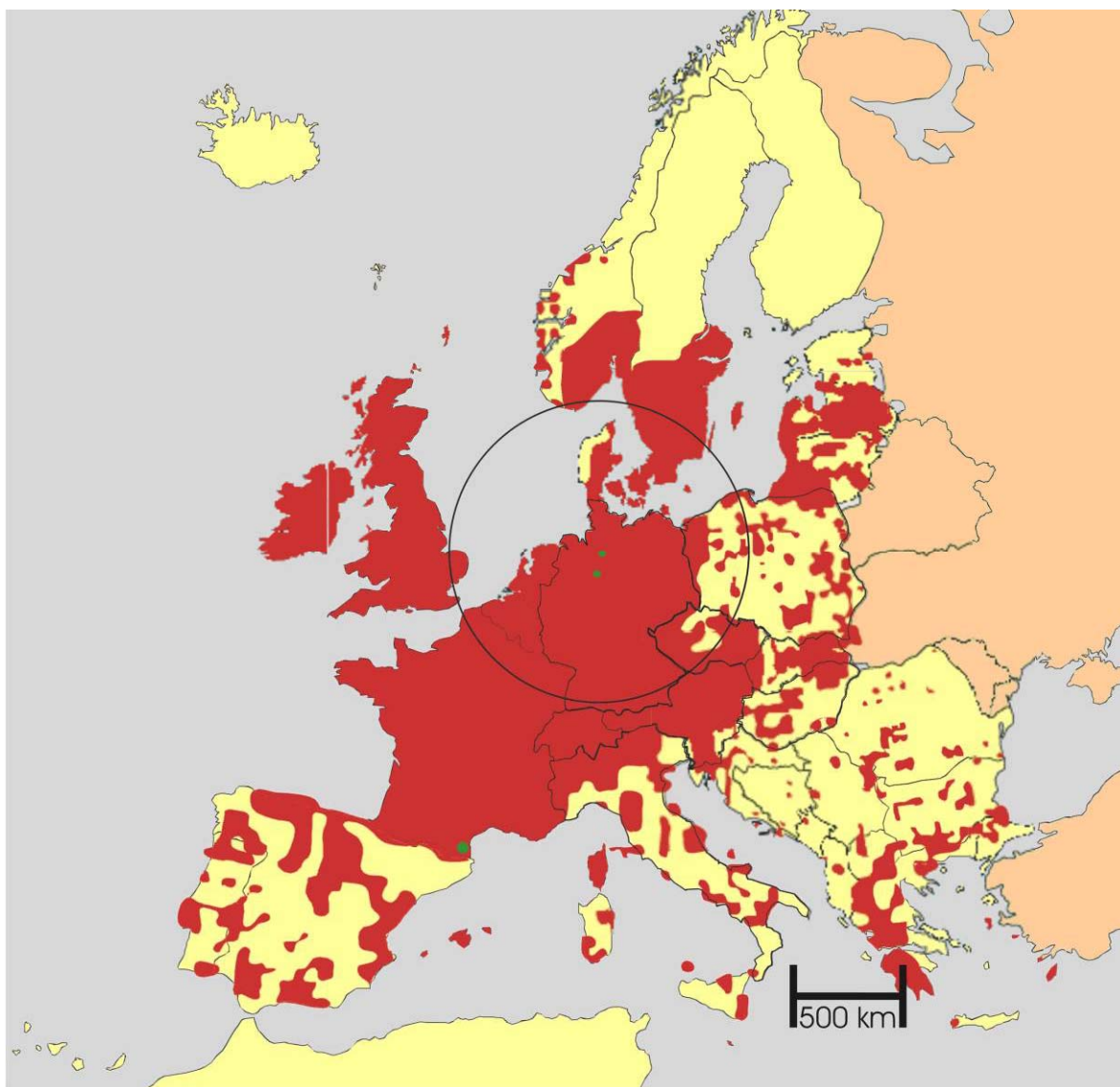
Paringen skjer i august–september, og hunnene samler seg i ynglekolonier i mai–juni. Dvergflaggermus i vid forstand er funnet overvintrende blant annet i sprekker i bygninger, i huler og i kjellere (Schober & Grimmberger 1998). Vi vet lite om hvor norske dvergflaggermus oppholder seg om vinteren (Isaksen et al. 1998). *P. pipistrellus* er funnet overvintrende i temperaturer mellom – 5,0 og 12,0 °C (Webb et al. 1996). Lengste registrerte forflytning for *P. pipistrellus* er 1123 km, mens man vet svært lite om dvergflaggermusas forflytninger (Hutterer et al. 2005) Altringham (2003) antar at økologien for disse to artene er relativt lik og at de ikke trekker fra England til det kontinentale Europa. I Sverige er det registrert ansamlinger av dvergflaggermus på enkelte lokaliteter langs kysten, og noen er sett fly ut over havet (Ahlén 1997).

Utbredelse

I Norge finnes dvergflaggermusa hovedsakelig i lavlandet i et belte langs kysten fra Østlandet opp til Trøndelag (Isaksen et al. 1998, Isaksen 2003). Forekomsten av *dvergflaggermus* i Europa er ennå noe uklar på grunn av sammenblandingen med *P. pipistrellus*, men den ser ut til å ha en vid utbredelse (**figur 11**). Den er vanlig i Sør-Sverige (Ahlén 2004) og i deler av Danmark (Baagøe 2001).

Rabiestilfeller

Rabiesvirus er påvist hos dvergflaggermus/*P. pipistrellus* ved ett tilfelle i Frankrike i 2000 (Bruyere & Janot 2000) og ved to anledninger i Tyskland i 1987 (Brass 1994), men her er det uvisst hvilken av de to artene det gjaldt.



Figur 11. Utbredelse (rødt), lengste kjente trekkavstand (radius i sirkel) og påviste tilfeller med rabiesvirus (grønt) for "dvergflaggermus" (*Pipistrellus pipistrellus*/*P. pygmaeus*). Kilder: Mitchell-Jones et al. 1999 (utbredelse), Bruyere & Janot 2000 og Brass 1994 (rabiestilfeller).

NINA Rapport 290

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-1852-8



Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no