

# Sundhedstilstanden hos rugende ederfuglehunner i Danmark

Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 6. februar 2020 | 15



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

# Datablad

Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Titel: Sundhedstilstanden hos rugende ederfuglehunner i Danmark

Forfattere: Christian Sonne, Thomas Kjær Christensen & Ole Roland Therkildsen

Institution: Institut for Bioscience

Faglig kommentering: Aage Kristian Olsen Alstrup, Institut for Klinisk Medicin, Aarhus Universitet  
Kvalitetssikring, DCE: Jesper Fredshavn

Rekvirent: Miljøstyrelsen

Bedes citeret: Sonne, C., Christensen, T.K. & Therkildsen, O.R. 2020. Sundhedstilstanden hos rugende ederfuglehunner i Danmark. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 22 s. - - Notat nr. 2020|15  
[https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notatet\\_2020/N2020\\_15.pdf](https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notatet_2020/N2020_15.pdf)

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Foto forside: Ole Roland Therkildsen

Sideantal: 22

# Indhold

<b>Forord</b>	<b>4</b>
<b>1 Indledning</b>	<b>5</b>
<b>2 Metoder</b>	<b>6</b>
2.1 Feltarbejde	6
2.2 Analyser	7
<b>3 Resultater</b>	<b>8</b>
3.1 Biometri, fødegrundlag og blodkemiske profiler	8
3.2 Blodkemiske profiler	12
3.3 Kviksølv	13
3.4 Bly	14
3.5 PCB, PFOS og klorerede paraffiner på Christiansø	14
3.6 Heterophil:Lymphocyte Stress Index	15
3.7 Fugleinfluenza i de tre kolonier	15
3.8 Metabolisk profil (eng. <i>metabolomics</i> )	16
3.9 Obduktioner og anskydninger	17
3.10 Adfærd under rugeperioden	17
3.11 DNA-skader i rugeperioden på Christiansø	17
3.12 Golde æg på Christiansø	18
<b>4 Konklusioner og anbefalinger</b>	<b>19</b>
<b>5 Referencer</b>	<b>21</b>

## Forord

Den samlede flyway bestand af ederfugle, som omfatter ynglefugle fra Baltikum, Sydnorge, Danmark, Tyskland og Holland, er gået kraftigt tilbage med op mod 50 % i perioden 1990-2010 til det nuværende niveau på 930.000 (AEWA 2018). Årsagerne til tilbagegangen er ukendte, men fødemangel, næringsstofmangel, sygdomsudbrud og prædation fra havørne er blandt de faktorer, der vurderes at have indflydelse på bestandens trivsel.

I perioden fra 2015-2017 er der i projekter støttet af Danmarks Jægerforbund og 15. Juni Fonden indsamlet værdifulde data på 80 rugende hunners sundhedstilstand samt taget fæces-, blod- og ægprøver i kolonien på Christiansø. Disse indgår i nærværende projekt, hvor vi med finansiering fra Miljøstyrelsen, har kunnet indsamle og analysere supplerende materiale fra yderligere to kolonier.

Her præsenterer vi resultaterne af analyserne på det samlede prøvemateriale. Vi har således foretaget omfattende analyser, der inkluderer blodkemiske parametre, sporstoffer og stabile isotoper, som er vigtige i forhold til at belyse sundhedstilstanden hos rugende ederfuglehunner i Danmark.

Projektet er gennemført som en del af et større internationalt samarbejde under BONUS BaltHealth, der har tilvejebragt analysemuligheder som ellers ikke var hverken praktisk eller økonomisk mulige inden for rammerne af de danske projekter alene.

Vi kan dermed præsentere den hidtil mest omfattende analyse af rugende ederfuglehunners sundhedstilstand i Danmark. Analysen er et væsentligt bidrag til en bedre forståelse af fuglenes biologi og deres følsomhed overfor blandt andet sygdomme og fødemangel på dette kritiske tidspunkt af årscyklus.

Tak for hjælp til Jens Jensen, opsynsmand på Hou Røn, for sejlads og praktisk hjælp. Alle de frivillige på Christiansø takkes for det enorme arbejde med at planlægge og udføre indsamlingen af blodprøver og biometri. Ligeledes takkes specialestuderende Maël Charbonneau, Esteban Iglesias Rivas, Brenley Noori og Molly McPartland. En særlig og meget stor og varm tak går til Peter Lyngs som desværre tabte kampen til kræften før jul. Peter viede det meste af sit liv til Christiansø, herunder ederfuglene, som han fulgte gennem årtier og senest var med til at undersøge sundheden hos. Vi vil alle savne Peter.

# 1 Indledning

Ederfugl forekommer i Danmark både som ynglefugl, på træk og overvintrende. Den danske ynglebestand af ederfugle har overordnet set været stabil i perioden fra 1990 til 2010, hvor bestandens størrelse blev anslået til ca. 25.000 par. Der har dog været tale om lokale ændringer med fremgang i nye områder, mens ældre kolonier er gået tilbage. Desuden har der været markante lokale svingninger pga. udbrud af fuglekølera (Christensen & Bregnballe 2011). Særligt ynglebestanden på Christiansø har i de seneste år været udsat for tilbagegang.

Den samlede flyway bestand, som omfatter ynglefugle fra Baltikum, Sydnorge, Danmark, Tyskland og Holland, er gået kraftigt tilbage med op mod 50 % i perioden 1990-2010 til det nuværende niveau på 930.000 (AEWA 2018). Andelen af ungfugle og andelen af gamle hunner blandt ederfugle nedlagt i Danmark har ligeledes været faldende siden 1990'erne (Lehikoinen m.fl. 2008), hvilket indikerer, at en øget dødelighed blandt hunner og en generelt faldende reproduktion sandsynligvis har været medvirkende årsager til den nedadgående bestandsudvikling.

Årsagerne til den øgede dødelighed blandt hunner har været tilskrevet en række faktorer, herunder prædation fra havørne, sygdomsudbrud samt føde- og næringsstofmangel. Ynglekolonien på Christiansø har som eksempel gennemgået en markant, negativ udvikling igennem de senere år, idet ynglebestanden er halveret fra omkring 3.000 rugende hunner i begyndelsen af 1990'erne til 1.525 i 2010 (Christensen & Bregnballe 2011).

Ynglekolonien på Christiansø giver unikke muligheder for at undersøge sundhedstilstanden hos rugende ederfuglehunner, idet hunnerne her vender tilbage til samme rede år efter år. Dermed kan deres livshistorie og fitness studeres over en årrække. I perioden fra 2015-2017 er der i projekter støttet af Danmarks Jægerforbund og 15. Juni Fonden indsamlet værdifulde data fra 80 rugende hunners sundhedstilstand samt taget fæces-, blod- og ægprøver. Disse indgår i nærværende projekt, hvor vi med finansiering fra Miljøstyrelsen har kunnet indsamle og analysere supplerende materiale fra kolonierne på Hou Røn i Kattegat samt på Agersø ud for Skælskør. Der foreligger således prøvemateriale over en geografisk gradient, der strækker sig fra vestlige Østersø, over de indre danske farvande og til Kattegat.

I denne rapport præsenterer vi analyseresultater på det samlede prøvemateriale indsamlet i perioden fra 2015-2018.

## 2 Metoder

### 2.1 Feltarbejde

#### 2.1.1 Feltarbejde 2015-17

I perioden fra 2015-17 blev der gennemført undersøgelser på Christiansø via projekter støttet af 15. Junifonden, Jægerens Naturfond og EU (BONUS BALTHEALTH). Analyser fra disse år og den tilhørende afrapportering indgår som en del af nærværende projekt.

#### 2.1.2 Feltarbejde 2018

Der blev gennemført feltarbejde i tre kolonier i 2018. Der blev udtaget blodprøver og indsamlet informationer om biometri og reproduktionsparametre, så vidt det var muligt. Hou Røn blev besøgt d. 18.-19 april og 14.-15. maj 2018. Christiansø blev besøgt d. 18.-19. april og 14.-15. maj 2018 (Fig. 1). Agersø blev besøgt én gang d. 5. maj. På Christiansø blev der taget blodprøver og indsamlet informationer om biometri, m.v. fra de samme 23 ederfugle to gange på ca. dag 5 og dag 25 i rugetiden, mens det på Hou Røn ikke var muligt at genfangne de samme individer. Fra Hou Røn blev der indsamlet blodprøver og informationer fra 100 fugle først og sidst i rugetiden og på Agersø fra 29 fugle ca. midt i rugetiden. Fra fuglene på Christiansø har det således været muligt at indsamle flere prøver fra samme fugle idet disse nærmest er håndtammede modsat de to andre kolonier på Hou Røn og Agersø.

**Figur 1.** Fangst af ederfuglehunner på reden ved hjælp af ketsjere og prøvetagning på Hou Røn, april 2018.



## 2.2 Analyser

Der er gennemført analyser for kviksølv og bly i blodet, DNA-skader og fugleinfluenza (serotyperne H1-H9). Herudover er der gennemført en differential-tælling på alle fugle, dvs. en opgørelse af blodets indhold og typebestemmelse af hvide blodlegemer og blodparasitter. Disse parametre kan bruges til at bedømme infektionsgraden, ligesom det er muligt at beregne et generelt stressniveau (energetik). Herudover er der analyseret biokemiske blodprofiler (BCCPs - blood clinical-chemical parameters) på alle fugle med henblik på at bedømme saltbalancen, organsundhed (lever, nyre, knogler, m.v.) samt blodsukker m.v. Herudover har vi gennemført de første studier af ederfugles stofskifteprofil (metabolomics) under rugeperioden for fugle indsamlet i 2017. Desuden er der i 2015 og 2016 foretaget obduktioner af hhv. døde hunner og hanner på Christiansø for at forsøge at kortlægge dødsårsagerne. Der er ligeledes indsamlet blod- og vævsprøver fra hanner i vinteren 2016-17 med henblik på at gennemføre BCCP-studier og undersøge konsekvensen af anskydninger (patologiske undersøgelser).

### 3 Resultater

Dette afsnit giver et overblik over de mange resultater som er afrapporteret i forbindelse med specialer, publicerede artikler samt artikler under udarbejdning. Publikationerne er at finde i referencelisten. Nedenfor gennemgår vi de vigtigste resultater fra projektet.

#### 3.1 Biometri, fødegrundlag og blodkemiske profiler

Tabel 1-3 giver et overblik mht. biometri og blodkemiske data indsamlet i de tre kolonier. Der ses tydelige ændringer i de rugende fugles kropsvægt og biokemiske blodværdier. Disse er kort præsenteret og diskuteret nedenfor, idet der henvises til en detaljeret gennemgang i referencerne i litteraturlisten (Garbus m.fl. 2019a; Ma m.fl. Indsendt).

**Tabel 1.** Blodkemiske værdier (BCCPer) og vægtdata på 23 rugende ederfugle på Christiansø. Stjerner angiver signifikante forskelle på T1 og T2 værdier ( $p < 0.05$ ). For enheder og yderligere information henvises til Garbus m.fl. 2019a, Lam m.fl. (Indsendt-a) og Ma m.fl. (Indsendt).

Parameter	Tidlig Inkubation (T1)	Sen Inkubation (T2)	Normalværdier	Forskel
Vægt	2183±140 (1960-2410)	1561±154 (1225-1865)	-	T1>T2*
ALKP	168±144.6 (25-554)	42 ±21.7 (23-117)	84±59 (23-265)	T1>T2*
ALAT	11.3±3.2 (7-17)	5.4±0.9 (4-7)	12±9	T1>T2*
GGT	6±4.1 (1-14)	2.9±0.7 (1-4)	3±2 (1-6)	T1>T2*
Amylase	1384.3±289 (884-1943)	655±193.8 (407-1338)	553±101 (436-692)	T1>T2*
Albumine	15.7±1.8 (13-19)	12.6±1.1 (10-15)	24±9 (14-42)	T1>T2*
Globuline	46.6±6 (38-60)	41.9±5.5 (30-53)	54±12 (27-81)	T1>T2
Total protein	7.8±6.4 (2.5-29.3)	10.8±7.5 (2.4-31.9)	-	T1>T2*
Galdesyre	1.7±0 (1.7-1.7)	2.2±0.2 (1.7-2.7)	3±3 (0-9)	T1<T2
Total bilirubin	0.44±0.19 (0.2-0.9)	0.37±0.09 (0.2-0.5)	1.1±0.7 (0.36-2.86)	T1<T2*
Urea	8.3±1.7 (5.8-11.6)	8.8±1.5 (6.3-11.9)	8.2±2.4 (4.6-13.8)	T1>T2
Cholesterol	11.1±1 (8.8-13.1)	10.6±1.1 (8.8-13.4)	13.2±2.4 (7.8-21.2)	T1<T2
Glucose	132.9±16.7 (101-164)	142±9.8 (119-154)	-	T1>T2*
Fructosamine	6.2±4.4 (0-14)	4.7±1.6 (2-9)	53±18 (0-97)	T1<T2
Creatinine	1.3±0.3 (0.9-2.2)	0.8±0.2 (0.6-1.4)	1.2±0.6 (0.5-2.2)	T1>T2
Uorganisk P.	3.3±0.6 (2.6-5.3)	2.5±0.09 (2.3-2.7)	2.7±0.2 (2.3-3.1)	T1>T2*
Calcium	1.2±0.09 (1.1-1.4)	1.2±0.1 (1.1-1.5)	-	T1>T2*
Magnesium	159±3.3 (153-166)	156.7±4 (146-163)	163±6 (148-178)	T1=T2
Natrium	2.1±0.3 (1.7-3.1)	1.9±0.2 (1.6-2.6)	21±0.4 (1.6-3.2)	T1>T2*
Kalium	115.4±3.7 (108-124)	112.3±3.7 (104-119)	118±5 (108-128)	T1>T2*



**Tabel 2.** Data på vægt og blodkemiske parametre fra 100 rugende hunner på Hou Røn, 2018. Se de vedlagte artikler for yderligere information og Tabel 3 for enheder. Stjerner angiver signifikante forskelle på T1 og T2 værdier ( $p < 0.05$ ). For enheder og yderligere information henvises til Garbus m.fl. 2019a, Lam m.fl. (Indsendt-a) og Ma m.fl. (Indsendt).

Parameter	Start inkubation (T1)	Slut inkubation (T2)	Normalværdier	Forskel
Vægt	2262 ±185 (1990-2650)	1694±147 (1365-2010)	-	T1>T2*
ALKP	265.8±294.2 (32-1279)	90.7±106.9 (28-892)	84±59 (23-265)	T1>T2*
ALAT	10.8±7.1 (4-36)	6.2±1.5 (3-12)	12±9	T1>T2*
GGT	5.9±6.7 (0-30)	2.5±2.7 (0-19)	3±2 (1-6)	T1>T2*
Amylase	1434.3±795.8 (544-3494)	544.6±155.7 (218-922)	553±101 (436-692)	T1>T2*
Albumine	19.3±2.6 (14.31-26.69)	16.5±1.6 (13-20.65)	24±9 (14-42)	T1>T2*
Globuline	45.3±3.8 (33.79-52.92)	39.5±3.9 (32.28-50.93)	54±12 (27-81)	T1>T2*
Total protein	15.3±10.6 (3-48)	20.3±14.6 (4-83)	-	T1<T2
Galdesyre	6.7±3.8 (0-19)	7.3±3 (2-14)	3±3 (0-9)	T1<T2
Total bilirubin	0.4±0.5 (0-2.2)	1.3±0.5 (0-2.8)	1.1±0.7 (0.36-2.86)	T1<T2*
Urea	6.6±2.5 (1.3-11.41)	9±1.8 (6.32-16.21)	8.2±2.4 (4.6-13.8)	T1<T2*
Cholesterol	15.6±1.9 (10.7-18.7)	15.8±2.1 (11.6-21.9)	13.2±2.4 (7.8-21.2)	T1=T2
Glucose	349.9±248.9 (177-1610)	313.1±116 (207-1008)	-	T1>T2
Fructosamine	16.9±5.4 (9-31)	14.3±5.3 (10-46)	53±18 (0-97)	T1>T2*
Creatinine	1.7±0.7 (0.8-4.3)	0.8±0.3 (0.2-1.6)	1.2±0.6 (0.5-2.2)	T1>T2*
Uorganisk P.	4.4±1.3 (2.63-7.09)	2.8±0.2 (2.38-3.8)	2.7±0.2 (2.3-3.1)	T1>T2*
Calcium	1.4±0.3 (0.93-2.24)	1.1±0.1 (0.89-1.66)	-	T1>T2*
Magnesium	157.1±5.4 (137.6-172.9)	165.3±4.5 (156.5-181.5)	163±6 (148-178)	T1<T2*
Natrium	2.2±0.6 (1.48-4.71)	2.5±0.6 (1.68-4.61)	21±0.4 (1.6-3.2)	T1<T2*
Kalium	116.1±4.8 (98.9-125.83)	123.8±5.9 (112.41-139.35)	118±5 (108-128)	T1<T2*

**Tabel 3.** Data på vægt og blodkemiske parametre fra 29 rugende hunner på Agersø, 2018. Se de vedlagte artikler for yderligere information.

Parameter	Midt inkubation	Normalværdier
Vægt (g)	1887±240(1230-2430)	-
ALKP (U/L)	119 ±158.5 (29-766)	84±59 (23-265)
ALAT (U/L)	10.1±11.7 (3-53)	12±9
GGT (U/L)	6.4±11.6 (0-45)	3±2 (1-6)
Amylase (U/L)	883.9±438.6 (416-2279)	553±101 (436-692)
Albumine (g/L)	17.3±2.8 (12.87-23.77)	24±9 (14-42)
Globuline (g/L)	40.6±5.4 (30.71-51.86)	54±12 (27-81)
Total protein (g/L)	13.1±8.1 (2-31)	-
Galdesyre (µmol/L)	5.5±2.7 (1-12)	3±3 (0-9)
Total bilirubin(µmol/L)	0.9±0.5 (0-2.1)	1.1±0.7 (0.36-2.86)
Urea (mmol/L)	7.6±2.5 (2.42-13.49)	8.2±2.4 (4.6-13.8)
Cholesterol (mmol/L)	14.52±1.4 (11.3-17.6)	13.2±2.4 (7.8-21.2)
Glucose (mmol/L)	342.3±187.6 (204-1012)	-
Fructosamine (µmol/L)	15.2±5.1 (10-26)	53±18 (0-97)
Creatinine (µmol/L)	1.5±0.7 (0.6-4.3)	1.2±0.6 (0.5-2.2)
Uorganisk Phosphate (mmol/L)	3.5±1.4 (2.36-7.27)	2.7±0.2 (2.3-3.1)
Calcium (mmol/L)	1.3±0.3 (0.96-2.43)	-
Magnesium (mmol/L)	160.8±6.3 (134.1-168)	163±6 (148-178)
Natrium (mmol/L)	3.6±1.3 (2.05-7.07)	21±0.4 (1.6-3.2)
Kalium (mmol/L)	120.8±5.9 (98.79-135.17)	118±5 (108-128)

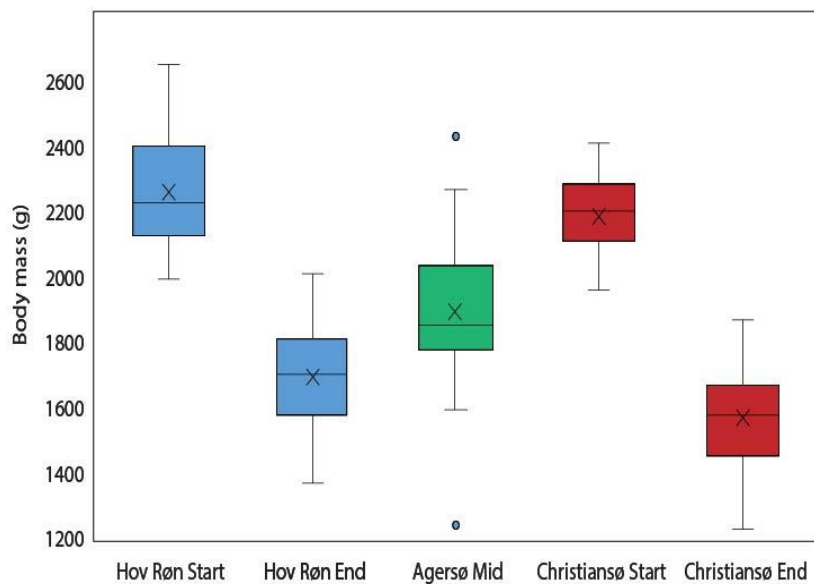
Kropsvægten på ederfuglehunnerne undersøgt ved Hou Røn, Agersø og Christiansø er vist i Figur 2ab. Det ses, at vægten hos ederfuglehunner fra Christiansø reduceres med næsten 50 % fra start til slut af rugesæsonen. Dette kendes også fra andre kolonier i Østersøen og på Svalbard. Det særlige ved Christiansø er dog, at vægttabet er endnu større, og at initialvægten også er højere. Sammenlignet med Svalbard, som ligger betydeligt højere mod nord, kunne det tyde på at fuglene er påvirket af varmen, og at det kræver meget energi at holde homeostasen samt hydreringen. Desuden må det tages med i betragtningen, at flere studier tyder på, at fødekædernes sammensætning, hvad angår artssammensætning samt energi-, vitamin- og mineralindhold, er ændret i Østersøen. Dette sammenholdt med fuglenes markante væggtab er sandsynligvis en del af forklaringen på de ændringer, der særligt er set i Østersøbestandene de seneste årtier, hvor nedgangen særligt på Christiansø har været markant.

**Figur 2a.** Vægttab (g) hos ederfuglehunner på Christiansø fra start (venstre) til slut (højre) af ru-geperioden. Det ses, at fuglene i gennemsnit taber ca. 30% af deres kropsvægt.



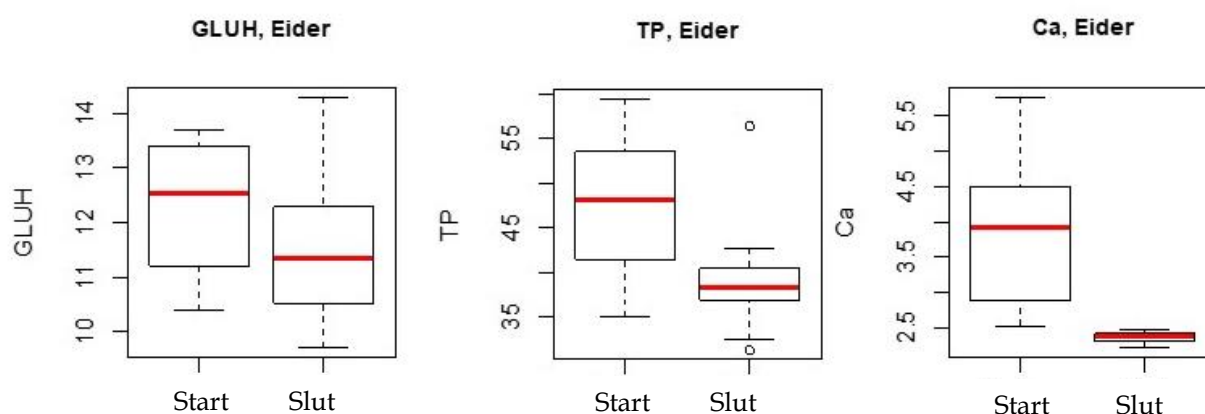
Figur 2b viser kropsvægten hos ederfuglene i de tre kolonier. For Hou Røn og Christiansø var det muligt at indsamle både start- og slutvægt, mens det på Agersø blot var muligt at få en værdi midt i ru-geperioden. Det ses at fuglene fra Christiansø har en signifikant lavere slut kropsvægt sammenlignet med Hou Røn, mens fuglene på Agersø havde kropsvægte som mindede meget om Hou Røn, men dog lidt højere, idet tallene for Agersø er indsamlet midt i og ikke i slutningen af rugesæsonen.

**Figur 1b.** Kropsvægtene (g) ved slutningen af rugningen for ederfugle på Hou Røn, Agersø og Christiansø.



### 3.2 Blodkemiske profiler

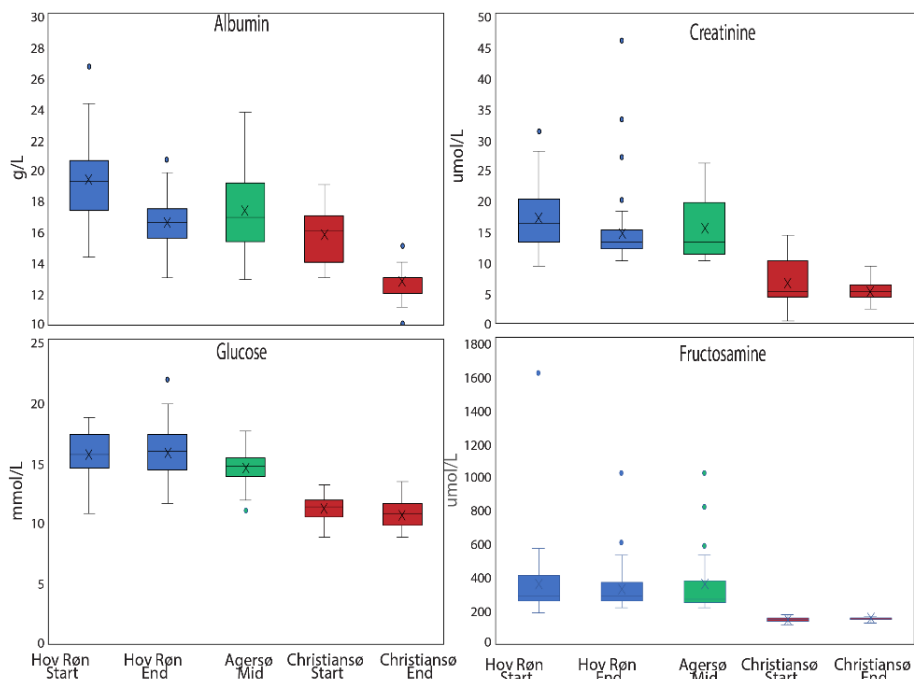
Der er gennemført analyser af blodkemiske profiler i alle tre kolonier med henblik på at kunne følge ændringerne i fuglenes fysiologi gennem rugeperioden (Ma m.fl. Indsendt). I alt er der blevet målt 18 parametre, som reflekterer organtilstand, faste, dehydrering, m.v. Figur 3 viser, at fuglene faster kraftigt (fase 3, hvor kroppen starter med at nedbryde muskelvæv som energikilde), og at de er dehydrerede, hvilket også passer fint med at de sjældent drikker og indtager føde (Garbus 2016a, 2016b; Garbus m.fl. 2018a, 2019a).



**Figur 3.** Et udvalg af blodkemiske profiler hos rugende ederfugle i tre danske kolonier. Glucose (til venstre) falder kraftigt, fordi fuglene ikke indtager føde. Total protein (TP) falder, fordi fuglene faster og dermed forbrænder deres muskelvæv og proteiner for at dække deres energibehov (midten). Faldet i calcium er, ikke overraskende markant, da det anvendes til produktion af æggeskal (til højre).

Sammenligner man fuglenes fruktosamineniveau på tværs af kolonierne ses det, at fruktosamin- og glukosekoncentrationen i slutningen af rugesæsonen er signifikant lavere på Christiansø sammenlignet med Hou Røn (Figur 4). Dette indikerer at fuglene hér er i dårligere kondition, har et lavere blodsukker-niveau og dermed er i energiunderskud. Dette reflekteres også i kropsvægten på Figur 2abc, som diskuteret ovenfor, og vil potentielt kunne påvirke fuglenes ynglesucces negativt. Tilsvarende er f.eks. hæmatokrit, albumin, calcium og albumin også signifikant højere i fuglene fra Hou Røn-kolonien, hvilket støtter op om hypotesen om at fuglene på Christiansø er mere stressede og i dårligere fysiologisk kondition sammenlignet med Hou Røn (alle  $p < 0.05$ ). Se også Tabel 1 og 2.

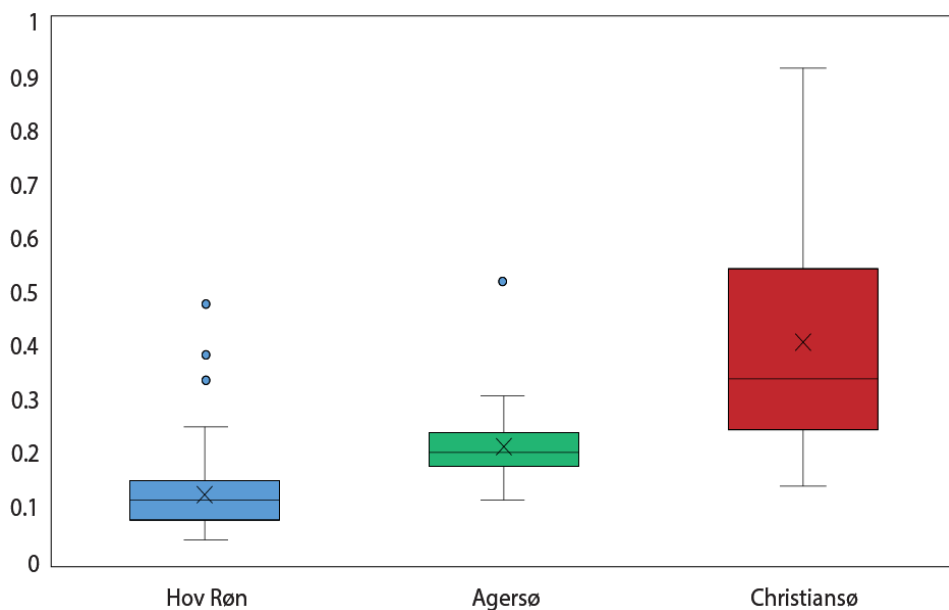
Figur 4. Albumine, creatinine, glucose og fruktosamin i blodet i starten og slutningen af rugesæsonen i de tre kolonier. De lavere niveauer på Christiansø indikerer, at fuglene har haft et lavere blod-sukkerniveau, hvilket også afspejles i kropsvægten på Figur 2ab.



### 3.3 Kviksølv

Der er foretaget analyser af kviksølv i rugende ederfugle på Christiansø, Hou Røn og Agersø (Ma m.fl. Indsendt). I Figur 5 ses kviksølvkoncentrationerne i ederfuglehunnerne fra de tre kolonier. Koncentrationerne stiger fra vest mod øst. Hou Røn har de laveste værdier, fulgt af Agersø og Christiansø som har de højeste værdier. Dette er ikke overraskende, idet Østersøen er kendt for at være et af de mest forurenede farvande, da mange floder og industriområder støder op til området. Selvom ingen af niveauerne er over værdierne for kritiske effekter, udgør kviksølv stadig et bidrag til de mange stress-faktorer, som ederfuglene på Christiansø er udsat for, hvilket givetvis påvirker deres immun- og reproduktionssystemer negativt.

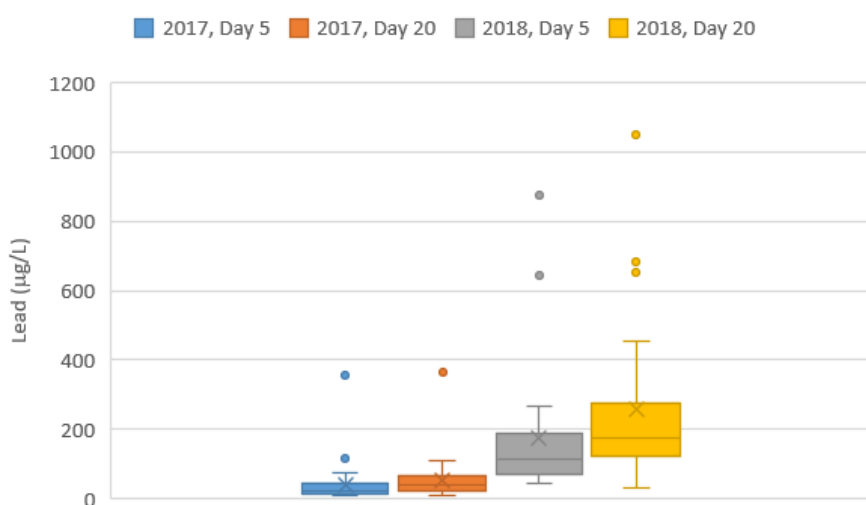
**Figur 5.** Kviksølvkoncentrationer i blod (mikrogram/g vådvægt, blood pellets) fra ederfuglehunner i de tre kolonier. Det ses, at koncentrationerne er lavest hos ederfugle mod vest (Hou Røn) og højest i Østersøen (Christiansø). Agersø som ligger i indre danske farvande har koncentrationer midt mellem de to andre kolonier.



### 3.4 Bly

Fugle på Christiansø indsamlet i 2017 og 2018 fik analyseret blykoncentrationerne i deres blod (Lam m.fl. Indsendt-a). Figur 6 viser blykoncentrationerne i ederfuglehunner fra Christiansø i 2017 og 2018. Der ses en tydelig stigning fra starten til slutningen af rugetiden, hvor kalcium, og dermed bly, mobiliseres fra knoglerne. Risikoen for død øges hvis fuglene samtidig er i dårlig ernæringstilstand. Tre af fuglene (6%) har dødelige koncentrationer over 500 µg/L, mens 12 af fuglene (24%) har niveauer over 200 µg/L. Sidstnævnte niveau vides at påvirke fuglenes generelle sundhedstilstand, men er ikke direkte dødelig. De forholdsvis høje blyniveauer udgør en af flere faktorer, der kan afstedkomme øget dødelighed i rugetiden eller påvirke fuglenes evne til at gennemføre yngleforsøget.

**Figur 6.** Bly i blodprøver fra ederfugle fra Christiansø i starten og slutningen af rugetiden i 2017 og 2018.

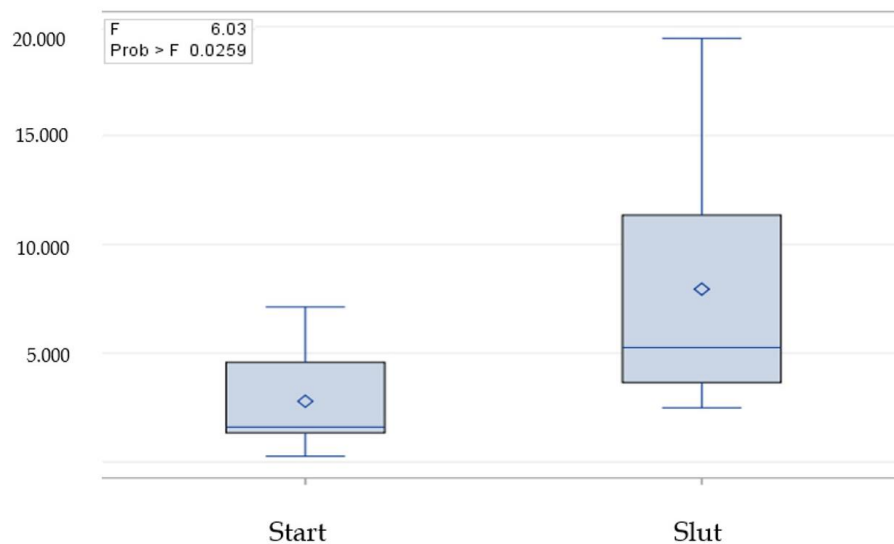


### 3.5 PCB, PFOS og klorerede paraffiner på Christiansø

Der er afsluttet analyser af PFAS (organiske fluorforbindelser, som kendes fra f.eks. teflon og GoreTex) og organiske klorforbindelser, som f.eks. PCB (polychlorerede bifenyl) på fuglene fra Christiansø. Figur 7 viser, hvordan PCB-koncentrationen stiger signifikant fra først til sidst i rugetiden hos ederfugle på Christiansø ( $p=0.03$ ). Dette kan have konsekvenser for fuglenes generelle sundhedstilstand, idet de allerede er under fysiologisk stress. PCB inducerer således oxidativt stress, er hormonforstyrrende, skader immunsystemet og fuglenes DNA. Desuden er PCB teratogen, dvs. fosterskadende.

Herudover er der gennemført analyser af æg fra Christiansø-kolonien. Analyserne viste at koncentrationerne i æg var tilsvarende relativt høje. Der mangler dog viden om sammenhængen mellem niveauerne og de toksiske effekter (Yuan m.fl. 2019).

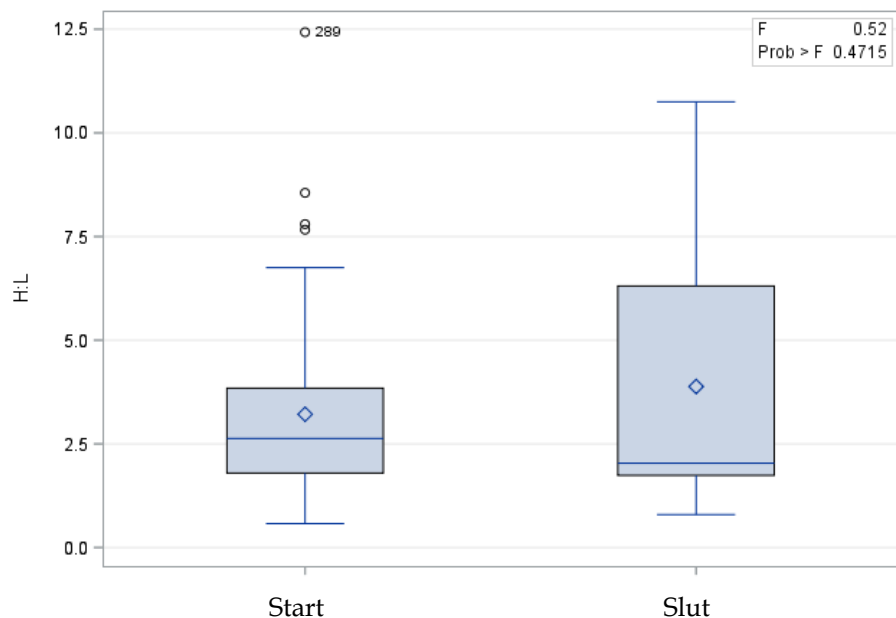
**Figur 7.** PCB-koncentrationen (ng/g lipidvægt) i 15 fugle fra Christiansø i starten (venstre) og slutningen (højre) af rugeperioden.



### 3.6 Heterophil:Lymphocyte Stress Index

Det var muligt at beregne et H:L Stress Index for fuglene på Hou Røn, hvilket tillader en sammenligning af deres sundhedstilstand i starten og slutningen af rugeperioden (Ma m.fl. Indsendt). Figur 8 viser H:L ratioen i starten og slutningen af rugeperioden. H:L-ratioen stiger en smule, men da denne ikke er signifikant ( $p=0.47$ ) er der ikke noget som tyder på, at fuglenes stresstilstand øges væsentligt gennem perioden. Desværre var det ikke muligt at indsamle prøver til tilsvarende analyser fra Christiansø.

**Figur 8.** H:L-ratio for fuglene på Hou Røn i starten og slutningen af rugesæsonen.



### 3.7 Fugleinfluenza i de tre kolonier

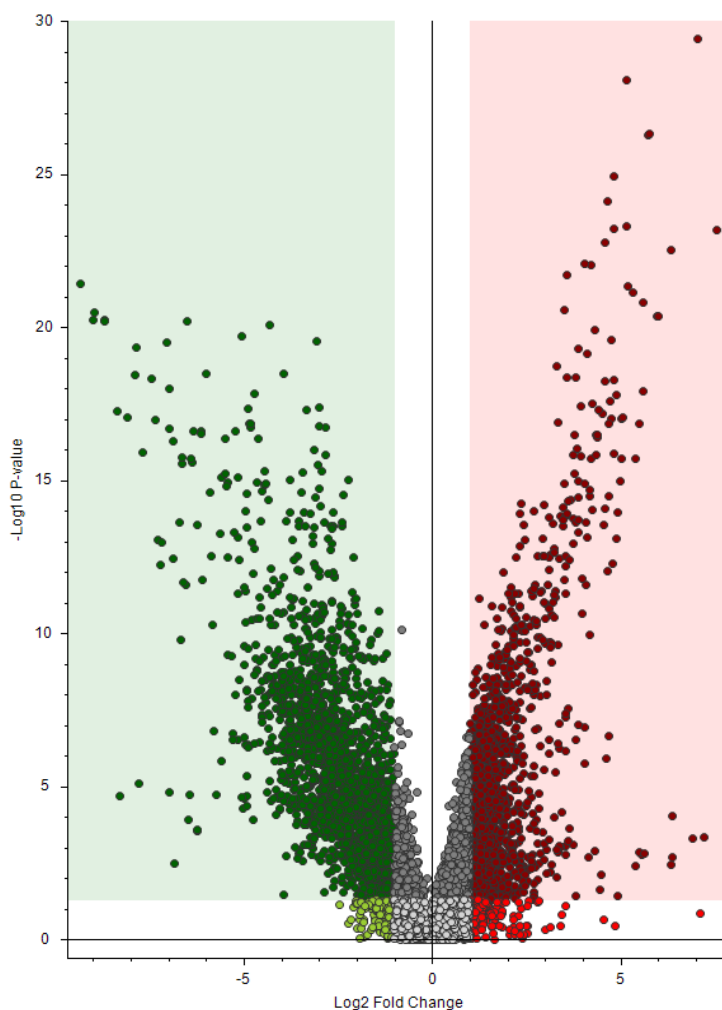
Vi analyserede plasmaprøver indsamlet fra ederfuglene på Hou Røn, Agersø og Christiansø i 2018 for forekomst af antistoffer mod fugleinfluenza (Lam m.fl. Indsendt-b). Analyserne viste, at 66 % af fuglene var positive på Agersø, 56 % var positive på Christiansø og 50 % var positive på Hou Røn. Der var ingen signifikant forskel på kolonierne ( $p=0.32$ ). Det er almindeligt kendt, at

vandfugle kan være raske bærere af influenzavirus, som i tilfælde af at fuglene stresses, kan bryde ud i en sygdomstilstand. Dertil er det muligt at ikke-inficerede svækkede individer, fx på grund af fødemangel, kan være modtagelige for infektioner med fugleinfluenza. Det er dog vanskeligt at vurdere, hvorvidt smitte med influenzavirus kan være medvirkende årsag til de bestandsnedgange, der er set i Østersøen gennem de seneste årtier (Garbus m.fl. 2018b; Garbus m.fl. 2019b).

### 3.8 Metabolisk profil (eng. *metabolomics*)

I forbindelse med samarbejde med AU ENVS i Roskilde har vi haft adgang til en af verdens nyeste teknologier, en GC-MS, som kan måle metabolismeprofilen ud fra serum/plasma prøver (Ma m.fl. Indsendt). Dette har vi gennemført på ederfuglene på Christiansø for at sammenligne fuglenes metabolisme i starten og slutningen af rugeperioden. Dette er den første analyse af denne art, der er gennemført på ederfugle. Det var muligt at karakterisere ca. 9000 metabolitter fordelt på mange forskellige stofskifte omsætninger. Analysen viste, at fuglenes energistofskifte ændrer sig markant gennem rugeperioden (Figur 9). Som eksempel kan nævnes, at vitamin B reduceres med en faktor 100 (Ma m.fl. Indsendt).

**Figur 9.** Metabolismeprofilen på ederfuglehunner fra Christiansø i starten (t.h.) og slutningen af rugeperioden (t.v.). Hver enkelt prik repræsenterer en metabolit (i alt ca. 9.000) fra multiple pathways.





### 3.9 Obduktioner og anskydninger

Med henblik på at undersøge blodkemiske profiler (BCCPs) hos ederfuglehanner indsamlede vi i 2015 14 prøver fra Storebælt (Garbus m.fl. 2019c). Disse blev obduceret og analyseret. Analyserne viste, at to af fuglene havde indskudte hagl, som var indkapslede, mens alle fugle havde tarmparasitten *acanthocephala* samt fladorme med afledt tarmbetændelse. Alle fuglene havde forhøjede værdier af leverenzymmer i blodet. Det tyder dermed blandt andet på, at galdegangene er inficerede med parasitter og måske sekundære bakterieinfektioner.

### 3.10 Adfærd under rugeperioden

Vi placerede vægte under reden hos rugefugle på Christiansø i 2015-2017 (Garbus m.fl. 2018a, 2018c) (Fig. 10). Analyserne viste, at kropsvægten faldt med op til næsten 40%, og at fuglene forlod reden i gennemsnit 13 gange i op til 70 minutter. Fugle med høj startkropsvægt forlod reden i kortere tid end fugle med lav startvægt. Undersøgelsen viser, at fuglene ikke kun forlader reden for at drikke, men også for at fouragere, hvilket er ny viden. Det tyder dermed på, at hunner i dårlig kondition fra rugeperiodens start er mere sårbare overfor prædation af deres reder, idet de har brug for at blive længere væk ad gangen, når de forlader deres rede.

**Figur 10.** Installation af vejecelle og webcam (ederfugle.dk) på Christiansø, april 2017.



### 3.11 DNA-skader i rugeperioden på Christiansø

Fra rugende fugle på Christiansø blev der i 2017 og 2018 indsamlet blod til analyse for DNA-skader som følge af stress og mobilisering af toksiske miljøgifte, herunder tungmetaller fra væv, når fuglene taber i kropsvægt (Noori 2018, McPartland 2019). Analyserne viste, at skaderne steg signifikant under rugeperioden, samtidig med at kropsvægten faldt tilsvarende signifikant. Dette tyder på, at der kan være en mangel på antioxidanter, såsom vitamin E og vigtige mineraler, samtidig med at koncentrationerne af miljøgifte stiger i dyrene. Dette fund peger på, at fuglene er sårbare over for de samlede effekter af naturlige og menneskeskabte stressfaktorer, hvilket kan være med til at påvirke fuglenes ynglesucces og ungeproduktion negativt.

### **3.12 Golde æg på Christiansø**

I 2015 gennemlyste vi 258 æg fra 50 reder på Christiansø. Det viste sig, at 35 af æggene (14%) aldrig udviklede sig. Af disse var 15 ubefrugtede, mens 20 indeholdt et dødt foster (Garbus m.fl. 2018c). Fjorten procent svarer til gennemsnittet på Christiansø i perioden fra 1998-2014. Årsagen til denne forholdsvis høje andel af golde æg er ukendt, men rugefuglenes lave inkubationsvægt er sandsynligvis en af hovedfaktorerne.

## 4 Konklusioner og anbefalinger

Den helt overordnede konklusion på vores studier er, at yngleperioden for ederfugle på Christiansø er markant mere fysiologisk stressende for ynglende hunner, end det er for fuglene på Agersø og Hou Røn. Hunnerne fra Hou Røn og Christiansø går således ind i rugeperioden med nogenlunde samme kropsvægt, men fuglene fra Christiansø vejer signifikant mindre hen mod slutningen af rugeperioden.

Resultaterne af analyser af blodkemiske profiler, indhold af kviksølv, bly, PCB, PFOS, m.v., viste for Christiansø-hunnerne, at der i alle tilfælde var tale om signifikante stigninger og ændringer samt at koncentrationerne af kviksølv var højere end for ederfugle fra Agersø og Hou Røn. Blykoncentrationerne på Christiansø var for nogle af hunnernes vedkommende dødelige. Desuden er der noget som tyder på at ederfuglehunnerne på Christiansø lider af mangel på antioxidanter, såsom vitamin B og vigtige mineraler, og har en høj prævalens af parasitter, hvilket, sammen med det store vægttab gennem rugeperioden, indikerer, at fuglenes generelle sundhedstilstand er dårligere på Christiansø end på Agersø og Hou Røn. Selv om årsagerne reelt er ukendte, indikerer den høje forekomst af gølte æg og graden af DNA-skader ligeledes, at ederfuglebestanden på Christiansø generelt er presset sundhedsmæssigt. Det er derfor sandsynligt, at resultaterne af nærværende undersøgelser afspejler en generelt dårlig sundhedstilstand for Christiansø's ederfugle, hvilket kan være medvirkende årsag til den ringe ynglesucces, som har kendetegnet kolonien igennem de senere år.

Der kan være mange forskellige faktorer, der bidrager til, at Christiansø-ederfuglene tilsyneladende er mere stressede/pressede i yngleperioden end ederfugle, der yngler i de indre danske farvande. Med en placering i Østersøen hvor vandudskiftningen i havmiljøet er mindre end ved Agersø og Hou Røn, vil Christiansø's ederfugle sandsynligvis være mere belastet med miljøfremmede stoffer i både miljøet generelt og via stoffernes akkumulering i ederfuglenes byttedyr. Tilsvarende er havvandets salinitet lavere ved Christiansø, hvilket kan påvirke fødeuddet og fødeværdien for ederfuglene. Normalt samles ederfugle ved ynglekolonierne i en periode på flere uger inden de første æg lægges. I denne periode fouragerer hunnerne intenst, for at opbygge de sidste energiresourcer til produktionen af æg og til eget forbrug gennem rugeperioden. På lavvandede områder ved de fleste ynglekolonier fouragerer ederfugle intenst på børsteorm og amphipoder, som er meget proteinholdige, Ederfuglene ændrer dermed fødevalg, idet føden normalt er domineret af muslinger. Ved Christiansø er der ingen blødbundsfauna, og fuglene har sandsynligvis en ringere mulighed for skifte fødeemne, hvilket kan påvirke energidepoternes sammensætning af mikronæringsstoffer. Dette kan samtidig være medvirkende til en øget belastning af miljøfremmede stoffer. Periodiske fødeskift kan også have betydning for parasitinfektion, hvis indtag af parasitbærende byttedyr f.eks. fravælges i en periode.

Nærværende undersøgelser af ynglende ederfugle har tilvejebragt en status på og en bedre viden om sundhedstilstanden i de danske ederfugle. Undersøgelserne har påvist, at ederfuglene på Christiansø er mere fysiologisk stressede end i de øvrige undersøgte områder. Der er dog stadig uafklarede

spørgsmål mht. årsager og effekter af forskellene mellem kolonier, men nærværende resultater giver et nyt og bedre udgangspunkt for at vurdere, hvad sundhedstilstanden betyder for bestandenes trivsel.

Fremadrettet vil det være interessant at afdække, i hvor høj grad kropvægten i starten og slutningen af rugeperioden kan prædiktere ungeproduktion og dermed de følgende års bestandsstørrelser samt overlevelse og rekruttering. Desuden vil det være vigtigt at få en større viden om ællingernes sundhed og overlevelse i alle tre kolonier, herunder belastning med blandt andet bly, som kan være direkte dødsårsag for nogle individer. Dette gælder særligt ved svømmetrækket fra Christiansø til Bornholm, hvor ællingernes dødelighed er høj. Disse aspekter bør derfor indgå i eventuelle opfølgende undersøgelser. Desuden vil det være meget værdifuldt fortsat at monitorere de tre kolonier årligt og med særlig fokus på Christiansø at lade dette indgå i et økosystemstudium af havfugle, sæler og parasitter.

## 5 Referencer

AEWA 2018. 7<sup>th</sup> Edition of the Conservation Status Report (CSR7) Annex 1 – Population sizes and trends of waterbird populations listed on Table 1 of the AEWa Action Plan (<https://www.unep-aewa.org/en/document/7th-edition-conservation-status-report-csr7-annex-1>).

Christensen, T.K. & Bregnballe, T. 2011. Status of the Danish breeding population of eiders *Somateria mollissima* 2010. Dansk Ornitologisk Forenings Tidsskrift 105: 195-205.

Garbus, S.E. & Sonne, C. 2016a. Dansk ederfugleforskning på Christiansø. Jæger 11:6-7.

Garbus, S.E. 2016b. Health, behaviour, egg failure and starvation-mortality of incubating common eiders (*Somateria mollissima*) at Christiansø, Central Baltic Sea, 2015. Master's Thesis, University of Copenhagen, Faculty of Health and Medical Sciences, 73 pp.

Garbus, S.E., Sonne, C., Lyngs, P., Garbus, M., Eulaers, I., Mosbech, A., Dietz, R. & Christiansen, J.P. 2018a. Incubation behaviour of common eiders (*Somateria mollissima*) in the Baltic: Nest attendance and loss in body mass. *Acrocephalus* 39:91-100.

Garbus, S.E., Lyngs, P., Christensen, J.P., Buchmann, K., Eulaers, I., Mosbech, A., Dietz, R., Gilchrist, H.G. & Sonne-Hansen, C. 2018b. Common Eider (*Somateria mollissima*) body condition and parasitic load during a mortality event in the Baltic Proper. *Avian Biology Research*. 11(3):167-172.

Garbus, S.E., Lyngs, P., Christensen, J.P. & Sonne, C. 2018c. Candling and field atlas of early egg development in common eiders (*Somateria mollissima*). *Acrocephalus* 39:85-90.

Garbus, S.E., Christensen, J.P., Lyngs, P., Eulaers, I., Mosbech, A., Dietz, R., Garbus, P.G., Huusmann, R., & Sonne, C. 2019a. Changes in blood biochemistry of incubating Baltic Common Eiders (*Somateria mollissima*). *Journal of Ornithology*, 1 - 9.

Garbus, S.E., Havnsøe Krogh, A.K., Jacobsen, M.L., & Sonne, C. 2019b. Pathology and Plasma Biochemistry of Common Eider (*Somateria mollissima*) Males Wintering in the Danish Part of the Western Baltic. *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 33(3), 302-307.

Ekroos, J., Fox, A.D., Christensen, T.K., Petersen, I.K., Kilpi, M., Jónsson, J.E., Green, M., Laursen, K., Cervenc, A., de Boer P., Nilsson, L., Meissner, W., Garthe, S & Öst, M. 2012. Declines amongst breeding eider *Somateria mollissima* numbers in the Baltic/Wadden Sea flyway. – *Ornis Fennica* 89: 81-90.

Lam, S.S., McPartland, M., Noori, B., Garbus, S.E., Lierhagen, S., Lyngs, P., Dietz, R., Therkildsen, O.R., Christensen, T.K., Tjørnløv, R.S., Kanstrup, N., Fox, A.D., Sørensen, I.H., Arzel, C., Krøkje, Å. & Sonne, C. (Indsendt-a): Lead concentrations in blood from incubating common eiders (*Somateria mollissima*) in the Baltic Sea.

Lam, S.S., Sonne, C., Therkildsen, O.R., Christensen, T.K., Madsen, J., Tjørnløv, R.S., Daugaard-Petersen, T., Ortiz, J.M.C, Peng, W., Charbonneaux, M., Rivas, E.I., Garbus, S.E., Lyngs, P., Siebert, U., Dietz, R., Maier-Sam, K., Lierz, M., Tombre, I.M., Andersen-Ranberg, E. (Indsendt-b): Seroprevalence of avian influenza and zoonotic potential in two Baltic key species: the common eider (*Somateria mollissima*) and the pink-footed goose (*Anser brachyrhynchus*)

Lehikoinen, A., Christensen, T.K., Öst, M., Kilpi, M., Saurola, P. & Vattulainen, A. 2008. Large-scale change in the sex-ratio of a declining eider *Somateria mollissima* population. – *Wildlife Biology* 14: 288–301.

Ma, N.L., Hansen, M, Therkildsen, O.R., Christensen, T.K., Tjørnløv, R.S., Garbus, S.E., Lyngs, P., Peng, W., Lam, S.S., Havnsøe Krogh, A.K., Andersen-Ranberg, E., Søndergaard, J., Rigét, F.F., Dietz, R. & Sonne, C. (Indsendt): Health of incubating common eiders (*Somateria mollissima*) within a Baltic flyway population in decline.

McPartland, M. 2019. DNA-double strand breaks in relation to PFASs and chemical elements in incubating female common eiders (*Somateria mollissima*) in the central Baltic Sea. Thesis, Norwegian Institute of Science and Technology.

Nagy, S., Flink, S. & Langendoen, T. 2015. Report on the conservation status of migratory waterbirds in the agreement area. Sixth edition. – Mødedokument fra 6. partsmøde i Vandfugleaftalen, 9-14 november 2015, Bonn, Tyskland.

Noori, B.M.L. 2018. DNA double strand breaks and chemical elements in incubating female common eiders (*Somateria mollissima*) in Christiansø, Denmark. Thesis, Norwegian Institute of Science and Technology.

Yuan, B., Vorkamp, K., Roos, A.M., Faxneld, S., Sonne, C., Garbus, S.E., Lind, Y., Eulaers, I., Hellström, P., Dietz, R., Persson, S., Bossi, R. & De Wit, C.A. Variable accumulation of short-, medium-, and long-chain chlorinated paraffins in marine and terrestrial animals from Scandinavia. *Environmental Science and Technology*, 53(7): 3526-3537.