

# Er Mack-øl og måsegg en saga blott? Effekter av organiske miljøgifter

Kjetil Sagerup og Geir Wing Gabrielsen

*Måsegg som mat for nordlendinger har vært et omdiskutert tema etter at Mattilsynet gikk ut med advarsel mot å spise for mange egg. Miljøgifter er kommet i vårt daglige liv og setter rammer for hva og hvor mye vi kan spise. Denne artikkelen tar for seg noen av de effekter som er vist for miljøgifter.*

Mennesket er et av mange dyr som befinner seg på toppen av næringskjeden. Miljøgiftene som vi får inn i kroppen, kommer fra det vi spiser og drikker. I tillegg puster vi inn gifter ved røyking og ved opphold i områder med forurenset luft. Disse faktorer er ikke tema for denne artikkelen. Mens mennesker til en viss grad kan kontrollere inntaket av miljøgifter ved hjelp av offentlige kostholdsråd, foredling av matvarer og bevissthet knyttet til valg av mat, vil inntaket av miljøgifter hos dyr være bestemt av geografi og hva dyret spiser. Spørsmålet som miljøgiftforskerne har prøvd å klarlegge, er om miljøgiftmengden som dyrene utsettes for har negative virkninger på individet eller på populasjoner av dyr.

Miljøgifter er stoffer som selv i små konsentrasjoner gir skadeeffekter på naturmiljøet ved at de er giftige; de

akkumuleres/konsentreres til skadelige nivå i næringskjeden og/eller har særlig lav nedbrytbarhet.

Allerede på 1960-tallet viste forskning at giftige stoffer som polyklorerte bifenyl (PCB), DDT og dioksiner ikke ble brutt ned i naturen, og at de fantes på områder langt fra der de hadde vært brukt. I 1972 ble det kjent at sjøfugl så langt nord som til Svalbard hadde relativt store mengder PCB og DDT i kroppen. På Bjørnøya fant forskerne syke og døde polarmåser med høye konsentrasjoner av PCB. Bjørnøya er ubebodd (med unntak av den meteorologiske stasjonen) og ligger midtveis mellom fastlandet og Spitsbergen. Det er 500 km åpent hav til nærmeste befolkede område. En kunne med stor sikkerhet si at stoffene ikke var brukt eller dumpet på øya. Polarmåsene reiser ikke sørover om vinteren slik at de ikke kunne bli forurenset ved opphold i

industrialiserte strøk. Spørsmålet en stilte seg var: Hvordan hadde stoffene havnet på Bjørnøya og i så store mengder at polarmåser kunne dø av det? Forskerne hadde i 1972 en vag anelse om at havstrømmene kunne ha ført dem nordover, men drøftet ikke spørsmålet noe videre. I dag vet vi at både luftstrømmer, havstrømmer, elvevann og is kan frakte miljøgifter, og at det er luftstrømmene i atmosfæren som er den viktigste transportveien til polare områder. (se tidligere Ottarhefter: 1/1998 og 1/2005).

Sverige og Danmark forbød bruk av insektmidlet DDT allerede i 1969. Norge og USA fulgte etter i 1972. I løpet av 1970-årene ble det i den vestlige del av verden etablert et forbud mot produksjon og bruk av DDT.

PCB er en gruppe syntetiske klorforbindelser som er svært stabile mot

varme, lys og biologisk nedbryting. PCB ble brukt som tilsetning til oljer, i kondensatorer og i bygningsmaterialer som betong, isolérglasslim, fugemasse og maling. Den beregnede totalmengde av PCB som er tatt i bruk i Norge er på 1185 tonn. Av dette var det i 2003 fortsatt 254 tonn i bruk, selv om ny bruk av PCB ble forbudt i Norge i 1980. I Norge arbeides det fortsatt med å fase ut produkter som inneholder PCB. PCB-holdige kondensatorer i lysarmaturer skal ha blitt tatt ut av bruk innen 1. januar 2005, og strømgjennomføringer i kraftstasjoner og lignende anlegg skal fases ut innen 1. januar 2010.

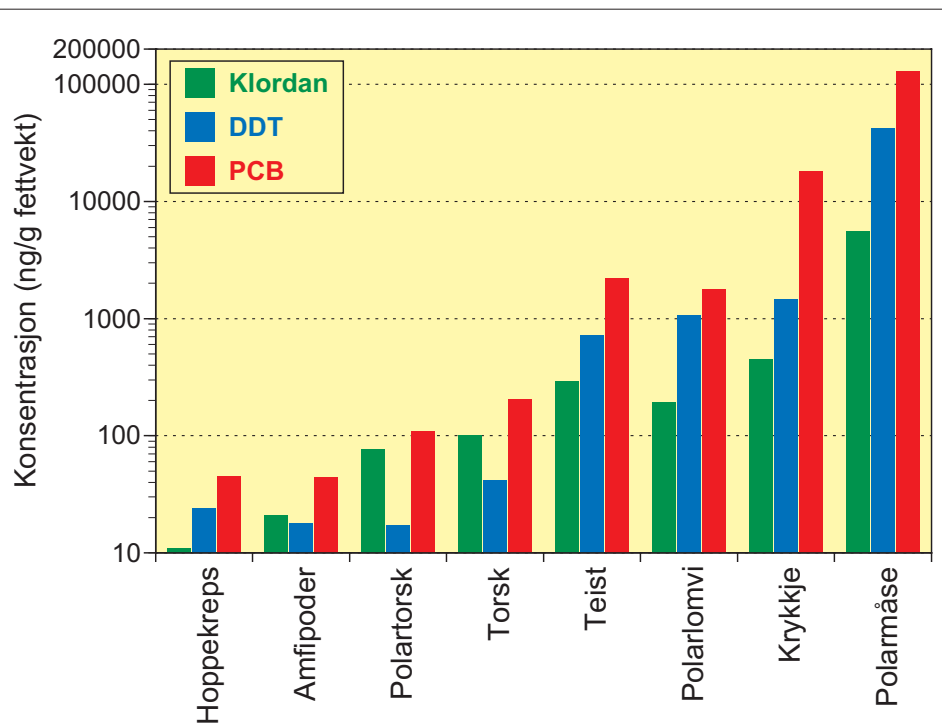
Nivåene av de organiske miljøgiftene klordan, DDT og PCB øker oppover i næringskjeden. De dyrene som spiser lavt i næringskjeden (for eksempel hoppekreps og torsk) har mye lavere verdier enn sjøfugl. Tallene er fettvektkonsentrasjoner i ng/g (hele organismen/lever for fugl). Legg merke til at y-aksen er logaritmisk (like stor avstand mellom 10 og 100, som mellom 100 og 1000). Isbjørn, som ikke er inkludert i figuren, har i fettvev tilsvarende, eller litt lavere nivåer enn polarmåse. Ng = nanogram (en milliarddels gram = 1/1000 000 000 gram). Amfipoder = krepsdyr, der blant annet tangloppa hører hjemme.

## Hvor finnes organiske miljøgifter?

Målinger av luft, vann, sedimenter, planter og dyr har vist at organiske miljøgifter som PCB, dioksiner, bromerte flammehemmere og noen plantevernmidler finnes overalt på kloden, også langt utenfor områder hvor de ble produsert og brukt. De rene nordlige og arktiske områder er således intet unntak.

De fleste miljøgifter er fettløselige og stabile. Dette er egenskaper som gjør at

de lett tas opp i en organisme (*bioakkumulering*) og at konsentrasjonen av stoffet blir høyere oppover i næringskjeden (*biomagnifikasjon*). Vi finner små konsentrasjoner av organiske miljøgifter i luft og vann. De blir tatt opp av plankton gjennom huden eller ved at miljøgiftene blir bundet til partikler som planktonet spiser. Når fisk eller fugl spiser planktonet, forbrenner de næringsstoffene i planktonet, mens miljøgiftene forblir i kroppen. Det samme skjer i neste ledd i næringskjeden, og i det siste leddet (toppredator = det øverste rovdyret) finner vi de høyeste konsentrasjonene av miljøgifter. Toppredatorene i den marine næringskjeden er blant annet sel, isbjørn,



stormåse (gråmåse, svartbak og polar-  
måse) og menneske.

## Effektene av miljøgifter

Miljøgifter er per definisjon skadelig for en organisme. Ved store konsentrasjoner vil de også være dødelige. Det som avgjør om en organisme tar skade av å få i seg miljøgiftene, er stoffenes fysiske og kjemiske egenskaper, konsentrasjonen av stoffene og hvor flink organismen er til å kvitte seg med disse.

Vi kan studere effekten av miljøgifter på ulike biologiske nivåer. Virkninger på molekyler og celler kan vi studere i laboratoriet. Dyr kan studeres i

laboratoriet eller i felt. Populasjon og økosystem må studeres i felt og må ofte gjøres over flere år for å kunne vise eventuelle effekter av miljøgiftene. Videre er det slik at effekter fra miljøgifter blir alvorligere etter hvert som den påvirker et høyere biologisk organisasjonsnivå, samtidig som de blir vanskeligere å påvise.

## Metabolisme (stoffomsetning)

Alle planter og dyr får i seg stoffer som de omdanner ved hjelp av enzymer. De viktigste enzymene for omdanning av miljøgifter tilhører en gruppe leverenzymene kalt P450. Vanligvis er det lave nivåer av P450 i organismen, men i

noen tilfeller blir celler i leveren påvirket av stoffer, for eksempel miljøgifter, til å produsere og friggi større mengder P450. Vanligvis er reaksjonen mellom et stoff og P450 slik at et eller flere oksygenatom kobles til stoffet, det blir altså oksidert. Når utgangspunktet er et stabilt og fettløselige molekyl, vil oksidering gjøre at stoffet reagerer sterkere og blir mer vannløselig. Stoffet kan derfor inngå i nye bindinger, reaksjoner, eller det kan bli skilt ut via avføring eller urin. Dette systemet høres i utgangspunktet svært bra ut, men det er ikke helt uproblematisk. Noen av nedbrytningsproduktene (metabolittene) kan være giftigere enn utgangsstoffet. Nedbrytningsstoffene kan påvirke arvestoffet (DNA), mens andre kan være kreftfremkallende. Andre nedbrytningsprodukter har deler som er svært lik



Pakking av måseegg på Reinøya utenfor Vardø i 1977. Vi ser at eggene ble samlet inn i bøtter, kontrollert for brister og at de ikke fløt i vann, for da var de stroppen (ruget). De ble lagt i esker for salg til fiske- og delikatesseforetninger rundt om i Norge. Teksten på kassene var «Kvalitetskontrollerte måse-egg Festningsgatens kolonial Vardø». Dagens kvalitetskontroll ville nok resultert i at de hadde fått et klistremerke med advarsel om høyt innhold av miljøgifter, selv om konsentrasjonen av de viktigste miljøgiftene har hatt en nedgang på opptil 85 % siden 1970-tallet. Foto: Tromsø Museum – Universitetsmuseet. Fotograf: Ukjent.

delar av skjoldkjertelens hormoner (thyroidhormoner). Disse kan binde seg til proteinet som transporterer thyroidhormoner rundt i kroppen og hindrer at hormonene blir fordelt i riktige mengder. Thyroidhormoner er viktige for stoffskiftet både hos unge og voksne, men hos unger kan forstyrrelser føre til manglende vekst og utvikling.

## Kjønnshormon

Noen miljøgifter som inneholder klor og brom (DDT, klordaner og metabolitter av bromerte flammehemmere eller PCB) kan virke som, eller motsatt av det kvinnelige kjønnshormonet østrogen. I enden av et naturlig østrogenmolekyl finner vi en fenol-gruppe (karbonsyre  $C_6H_5OH$ ). Fenol-gruppen er den delen av østrogenet som virker hormonelt. I mange av de moderat klorerte organiske miljøgiftene finner vi også en fenol-gruppe. Selv om ikke hele molekylet er likt, kan fenol-gruppen i miljøgiften binde seg til østrogenreseptorene og virke på to måter, enten som et østrogen (østrogen-hermer), eller som en blokker av østrogenreseptoren (østrogen-blokker) slik at denne blir opptatt. I tillegg kan miljøgiftene ha en bieffekt på østrogen ved å starte økt

**Bildet er fra Bleik ved Andenes i Nordland og er tatt i 1980. Etter innsamlingen ble alle egg brakt til Egghola og fordelt mellom rettighetshaverne.**

**Foto: Tromsø Museum – Universitetstmuseet.**

**Fotograf: Gustav Rossnes**

P450-mengde som vil bryte ned naturlig østrogen. Noen miljøgifter kan derfor få dobbel virkning ved at de både forstyrrer østrogenets virkning og fører til økt nedbryting av østrogen. Hos voksne er kjønnshormonene viktige for reproduksjon, mens de hos foster spiller en viktig rolle i utviklingen. En liten påvirkning av miljøgifter kan føre til store skader hos et foster under utvikling. Hos voksne må høyere nivåer av miljøgifter til for å gi effekter.

## Dioksinlignende effekter og immunforsvar

Dioksin er en gruppe på 75 forskjellige forbindelser som alle er svært giftige.

Dioksin og miljøgifter med lignende fysiske og kjemiske egenskaper (dibenzofuraner og noen PCB) virker direkte på organismen ved å binde seg til en kjemisk budbringer (Ah-reseptor) og gir et sterkt, men falskt, signal til celler i leveren om å produsere og friggi enzymene tilhørende gruppen P450. I tillegg gir en slik binding til Ah-reseptoren signaler om produksjon og frigivelse av et 20-talls andre proteiner. Hvilke av disse proteinene som har giftvirkninger, vet vi lite om i dag. Dioksin og dioksinlignende stoffer har svært høy akutt giftighet. Noen av disse kan føre til død selv ved inntak av små mengder av stoffene.

Dioksinforgiftning gir også kraftig reduksjon av brisselen (thymus), som er et svært viktig organ for immun-





forsvaret. Siden immunforsvaret bekjemper angrep av bakterier, virus og parasitter, vil svekkelse av immunforsvar kunne gi disponering for sykdom. Foster og unge er spesielt utsatt for slik eksponering siden modning av immunforsvarets celler er stor tidlig i utviklingen.

Ved lengre tids eksponering av dioksin øker også kreftfaren. Forskning viser at dioksin neppe er kreftfremkallende i seg selv, men ved å virke blokkerende for kjemiske signaler mellom celler i kroppen økes sjansene for kreft.

## Vitamin A

Vitamin A-stoffskiftet forstyrres av de fleste organiske miljøgifter. Vitamin A er en gruppe vitaminer som kroppen ikke produserer selv, men som må tas inn via mat. Vitamin A tas opp og blir lagret i leveren. Fra leveren blir de sluppet ut i blodbanen slik at nivået av vitamin A i blodet holdes relativt konstant. Vitamin A er viktig for immunsystemet, for normal utvikling hos foster, for reguleringer i kroppen, for slimhinner og hud, og for synet. For at vitamin A skal kunne lagres i lever, trenger det å bli omdannet av et enzym. Organiske miljøgifter hemmer dette enzymet og gjør at vitamin A-lagrene i leveren minker.

## Nervesystemet

Sentralnervesystemet er svært sårbart tidlig i utviklingen hos et individ. Mange

av de organiske miljøgiftene vi finner i naturen, har vært brukt som insektmiddel. Av disse er flere utviklet til å virke på nervesystemet hos insekter. Det er derfor ikke spesielt overraskende at disse også har effekter på andre dyr. Noen av de tungt nedbrytbare stoffene, som DDT, blir i naturen selv mange år etter at de har vært brukt. DDT virker på nervecellemembranen slik at nerveimpulsene blir sterkere og mer varig. Akutt DDT-forurensning gir skjelving, krampetrekninger, manglende koordinasjon og overfølsomhet på forskjellige stimuli, både hos mennesker og hos insekter. Hos voksne individer vil den akutte virkningen gi seg når kroppen får omdannet DDT. Hos foster og unge individer kan DDT gi varige skader. Grunnen til at skade oppstår, er at nervesystemet da er i utvikling, og at nervesystemet bare i liten grad har mulighet til å reparere skader. Skader hos foster og unge har derfor større sannsynlighet for å bli permanent. I den kritiske fasen vil selv små eksponeringer av miljøgifter kunne gi store skader.

Som det fremgår er det en rekke måter organiske miljøgifter kan virke på en organisme. Felles for alle stoffene er at de må opptre i en viss minimumskonsentrasjon før en effekt kan inntre. Det er også slik at en effekt av en miljøgift kan inntreffe ved lav konsentrasjon hos noen arter, mens andre arter tåler mye mer. Videre er det slik at vi finner mange forskjellige miljøgifter i dyr. Disse kan virke hver for seg eller sammen.

Faktoren som ytterligere kompliserer bildet er fett. De fleste organiske miljøgiftene tas opp i fett og bindes til fettlagrene i kroppen. Arktiske dyr er avhengig av å bygge opp lagre av fett i perioder med god mattilgang. Fettet forbrennes så i perioder med lite mat, eller i perioder når dyret har behov for å benytte seg av lagret næring. Generelt bruker arktiske dyr av fettlagrene sine gjennom vinteren og i forbindelse med reproduksjon. Når fettlagrene brukes, vil miljøgiftene i fett frigjøres og bindes på nytt i gjenværende fett.

Miljøgiftkonsentrasjonen i det gjenværende fett økes derfor som en konsekvens av at det blir mindre fett tilgjengelig å fordele miljøgiftene på. Dette resulterer i at konsentrasjonen av miljøgiftene også økes i viktige organer som lever og hjerne. I perioder med stress knyttet til reproduksjon eller næringsmangel kan dette resultere i at miljøgiftkonsentrasjonen økes faretruende. Det vil kunne påvirke hormon-, immun- og enzymssystemet.

## Toppredatorer i Arktis

Toppredatorene sel, isbjørn, rev og polarmåse i de arktiske marine næringskjedene har høye nivå av organiske miljøgifter. Intensive studier har vært utført både på polarmåser og isbjørn.

Et laboratoriestudium av polarmåsekyllinger har vist at den mengden og

sammensetningen av miljøgifter som kyllingene naturlig utsettes for, gir et nedsatt immunforsvar. Forsøket viste at de kyllingene som fikk naturlig kost, responderte dårligere mot vaksine og hadde en generelt nedsatt antistoffproduksjon (immunglobulinene IgG og IgM). Det er derfor rimelig å anta at eksponering med miljøgifter nedsetter polarmåsens immunforsvar og dermed gjør den mer mottakelig for sykdommer. I neste omgang kan dette føre til både redusert reproduksjon og overlevelse. Feltstudier fra Bjørnøya viser også en rekke negative effekter av miljøgifter. Høy miljøgiftbelastning gir redusert eggkvalitet og kyllingproduksjon, redusert mengde thyroindhormoner, dårligere immunrespons til vaksine, økt parasittmengde i tarm, redusert effektivitet på matsøk, og ikke minst, redusert voksenoverlevelse til året etter. Resultatene fra disse undersøkelsene viser klart at miljøgiftene virker negativt på polarmåse, og at de individene som har de høyeste nivåer av miljøgifter, lider mest.

Observasjoner av isbjørnbinner på 1970- og 1980-tallet viste at det var lav produksjon av unger. Målinger av miljøgifter viste høye konsentrasjoner, men ikke dødelige mengder. Det ble også funnet tvekjønnede unger hos isbjørn, noe som kan tyde på forstyrrelser i produksjon eller

**Tradisjonelt måltid av Mack-øl og måsegg. Risøy 1980.**

**Foto: Tromsø Museum – Universitetsmuseet.**

**Fotograf: Helge A. Wold.**

reguleringen av kjønnshormonene tidlig i utviklingen. Undersøkelser av voksne isbjørnbinner viser at binner med høye PCB-nivåer har lavere nivåer av antistoff (IgG) i blodet, mindre vitamin A og lavere nivåer av thyroindhormoner. Videre er det vist at den negative sammenhengen mellom PCB og IgG nivåer er assosiert med nedsatt evne til å danne antistoffer, noe som betyr et dårligere immunforsvar.

I Canada fant forskere at isbjørnbinner med høye konsentrasjoner av miljøgifter i melk hadde større sjanse for å miste unger i løpet av første halvår. Disse resultater peker i retning av at miljøgiftene ikke var, og fremdeles ikke er, bra for isbjørn. Vi kan derfor ikke utelukke at miljøgiftene har vært en medvirkende årsak til dårlig ungeproduksjon og tvekjønnede unger.

Nivåene av de klassiske miljøgiftene som PCB og DDT viser nedgang i naturen. Disse gode nyhetene blir avløst av målinger som viser kraftig økning av noen nye miljøgifter. Konsentrasjonen av bromerte flammehemmere og



organiske fluorforbindelser øker i prøver fra isbjørn, sel, hval og egg fra Arktis.

## Måsegg

Den grundigste undersøkelsen av miljøgifter i måsegg ble gjort på over 200 egg fra Færøyene, Nord-Norge og Svalbard. Variasjonen i mengdene av miljøgifter var ikke større enn at samme kostholdsråd kunne bli gitt for hele området. Egg fra gråmåse, svartbak, sildemåse og polarmåse inngikk i undersøkelsen som ble gjennomført i 2001 og 2002. Grenseverdier fra Verdens Helseorganisasjon (WHO) og EUs vitenskapskomite for mat ble lagt til grunn for beregningene. Beregningene viser at et voksent menneske på 60 kg ikke bør spise mer enn sju egg for året. Ved å spise åtte eller flere egg vil personen overstige grenseverdien for maksimalt inntak av miljøgifter for et helt år. Det betyr at ved å spise sju måsegg har en brukt opp et helt års «kvote» for miljøgiftbelastning. Et barn med en kroppsvekt på 20 kg vil overskride grensen ved å spise tre egg. Det som forverrer saken er at de fleste mennesker overstiger disse grenseverdier for inntak av giftstoffer uten at måseggene er tatt med i beregningen. Vårt gjennomsnittlige normale kosthold inneholder nok miljøgifter til å nå den grenseverdien som WHO anbefaler. Ved å spise måsegg bidrar dette til å overskride de anbefalte grenseverdiene.

Det har vært gjort målinger av miljøgifter i blod og brystmelk fra mennesker. Disse undersøkelser har vært rettet mot å bestemme nivå og

sammensetning av ulike miljøgifter. Det finnes svært få undersøkelser som er koblet til effekter og helse. Målingene viser at de gamle klassiske miljøgiftene finnes i den nordnorske befolkningen og at de «nye» miljøgiftene (bromerte flammehemmere og organiske fluorforbindelser) også finnes i små mengder. Målinger viser også at konsentrasjonen øker nordover, og at urbefolkningsgrupper som er avhengig av mye marint fett (spekk) i kostholdet, har de høyeste nivå av miljøgifter. I et nytt forskningsprosjekt, knyttet til Tromsøundersøkelsen, skal 12.000 Tromsø-innbyggere undersøkes for miljøgifter. Denne undersøkelsen vil bedre datagrunnlaget for å si noe om miljøgiftenes virkning på mennesker.

Vi kan som en konklusjon si at Mack-ølet ikke er en saga blott. Det samme kan ikke sies om måsegg. Vardøhus festning, som har vært den største leverandøren av måsegg til det norske markedet, solgte ikke egg i 2006. På 1960-tallet var omsetningen 40.000–45.000 egg per år. Toppåret fra Vardø var i 1971 hvor 70.000 egg ble høstet og solgt. Etter 1971 ser det ut som om eggsalget gradvis har gått ned. Det rapporteres om 15.000 egg i 1988, og etter mattilsynets advarsel i 2000 har salget stoppet helt opp. Vi har ingen statistikk for omsetning eller for privat forbruk fra eggvær langs kysten, men vi tror at eksemplet fra Vardø ganske godt illustrerer at det nå spises mindre måsegg.

Når vi ser hvilke effekter miljøgifter kan gi på dyr, spesielt hos fostre og unge

under utvikling, kan det være greit å følge kostholdsrådet fra mattilsynet som et «føre-var-prinsipp». Hvorvidt kvinner som ikke planlegger å få barn eller voksne menn ikke skal spise måsegg er en annen sak. Vi skal ikke utelukke at tradisjonen med det gode Mack-øl og måseggmåltidet kan ha positiv helseeffekt fordi det styrker trivsel og følelsen av nordlig tilhørighet og identitet. Måltidet gir fornemmelsen av det gode liv, og i vår tid viser det kanskje i tillegg et visst mot og litt dristighet. ●

## Forfatterne:

**Kjetil Sagerup**, stipendiat ved Tromsø Museum, Universitetet i Tromsø. Han arbeider med sin doktorgrad om effekter av miljøgifter på sjøfugl fra Barentshavet.  
E-post: [kjetil.sagerup@tmu.uit.no](mailto:kjetil.sagerup@tmu.uit.no)

Adresse: Tromsø Museum, Universitetsmuseet, 9037 Tromsø.

**Geir Wing Gabrielsen**, leder av miljøgiftprogrammet ved Norsk Polarinstitutt. Han har de siste årene arbeidet med effekter av miljøgifter på sjøfugl. Han har også deltatt i overvåkningsprogrammer av miljøgifter og har gjennomført flere undersøkelser knyttet til kartlegging av nye miljøgifter i Arktis.  
E-post: [geir.wing.gabrielsen@npolar.no](mailto:geir.wing.gabrielsen@npolar.no)

Adresse: Norsk Polarinstitutt, Polarmiljøseneteret, 9296 Tromsø.