

### Sentinels of the sea

Organiske og inorganiske kemikalier bliver produceret ved menneskelig aktivitet, og ender i havet. *“I løbet af det 20. århundrede er planeten blevet kemisk anderledes end nogen som helst tidligere periode”* (Reddy et al., 2008). I takt med at flere mennesker bebor kystområder, bliver der rejst spørgsmål om havets tilstand. Havpattedyr kan bruges til tidligt at opdage advarselstegn på negative tendenser og påvirkninger koblet til menneskelige aktiviteter (Bossart, 2011). Sådanne arter kaldes vogterarter. Vogterarter kan endvidere give os mulighed for bedre at karakterisere og potentielt håndtere negative konsekvenser for menneskers og dyrs helbred, som følge af havets tilstand (Bossart, 2007, 2011).

### The chemical pollution status of the North Sea

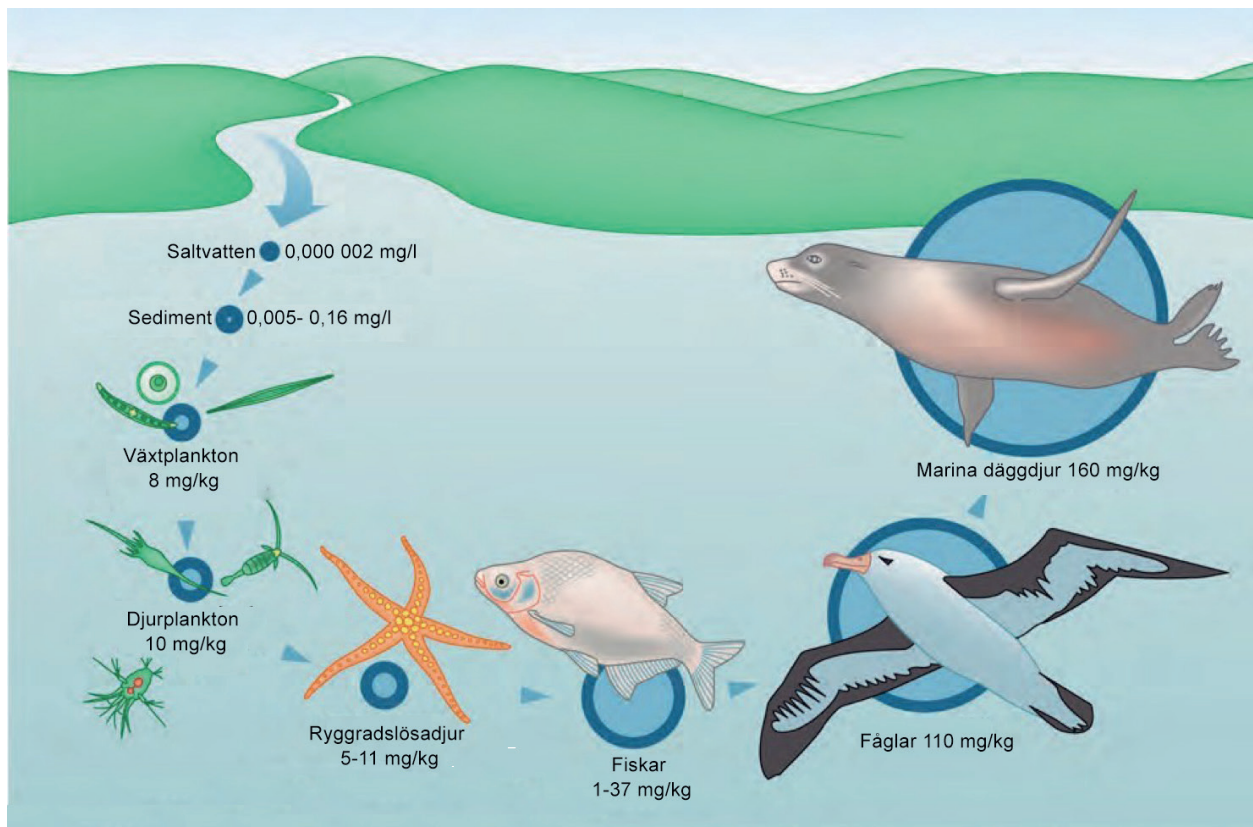
Nordsøen bliver ofte anset for at være et af de mest forurenede havområder i verden. Der bor omkring 185 millioner mennesker i stærkt industrialiserede lande rundt om Nordsøen. Der bor yderligere 85 millioner i Østersøens opland (**Baltic catchment**), og udløbet fra Østersøen havner i Nordsøen. Befolkningstætheden varierer meget med over 1 indbyggere per km<sup>2</sup> ved kysterne i Belgien og Holland, og mindre end 50 indbyggere per km<sup>2</sup> langs kysten i Norge og Skotland. Turisme giver stor sæsonmæssig migration til kysterne. Flere store floder (Thems, Humber, Elb, Weser, Meuse, Rhinen, Scheldt, Seine) er stærkt kontaminerede (både med opløste og suspenderet partikler) og flyder ud i Nordsøen, hvor det kontaminerede vand spredes med havstrømme, og samler sig lokalt i sedimentationsområder, såsom tidevandszoner, og flodmundinger.

Ud over den store tilførsel af forurenende stoffer fra menneskelige aktiviteter gennem floderne, tilføres de også på grund af travle skibsruter og off-shore aktiviteter (olie og gas). Nordsøen havde også affaldsafbrændingsområder frem til 1991, med efterfølgende høje niveauer af klorerede carbonhydrider i benthiske og pelagiske organismer.

Den største industri i Nordsøen er uden sammenligning offshore udnyttelse af olie og gas, med mere end 92 millioner m<sup>3</sup> gas og 183 millioner tons olie, som landes hvert år, og som transporteres gennem et mere end 10.000 km langt netværk af rørledninger. Andre aktiviteter som marin aggregatudvinding bidrager med op til 15% af nogle af de omgrænsede landes behov for sand og grus. Fjernelse af sediment og ændringer i bundens topografi kan have alvorlige fysiske konsekvenser såsom dannelsen af midlertidige skyer af suspenderet materiale i vandsøjlen, og genaflejring af materiale. Genaflejring af forurenede sediment, som det der sker efter sedimentsugning, særligt i og omkring havne, påvirker i stor stil udbredelsen af forurenende stoffer i vandsøjlen, og gør den tilgængelig for evertebrat-organismer. Den intensive brug af Nordsøen er skyld i en række problemer i forhold til miljøets tilstand og bæredygtig anvendelse: en række af ældre problemer påvirker fortsat økosystemet, men mens man nogle gange ser en forbedring, dukker nye problemer også op (f.eks. dukker nye syntetiske kemikalier op).

### Marine mammals as pollution indicators

I løbet af de seneste årtier har en tiltagende bekymring for miljøforurening ført til mange undersøgelser af forurening med kemikalier og dens udbredelse i havet, luften eller i biologisk materiale. Udbredelsen af forurening med kemikalier i havmiljøet er ikke ens over det hele, og en betydelig variation i koncentrationer kan forekomme både regionalt og temporalt. Brugen af bioindikatorer er et brugbar alternativ at måle og studere forureningsgraden. Havpattedyr virker til at være en



Figur 1: *Bioaccumulation of toxins in the marine food chain has long been recognized as a problem. The process illustrated here relates to polychlorinated biphenyls (PCBs), a typical environmental toxin. © maribus (after Böhlmann, 1991)*

potentielt vigtig indikator for niveauet af den samlede forurening med kemikalier i det marine miljø. På grund af deres topplacering i det trofiske netværk, deres høje levealder og deres lange biologiske halveringstid for at eliminere forurenende stoffer i kroppen, akkumulere havpattedyr høje niveauer af kemikalier såsom klorerede carbonhydrider og giftige metaller (f.eks. kviksølv (Hg) og kadmium (Cd)).

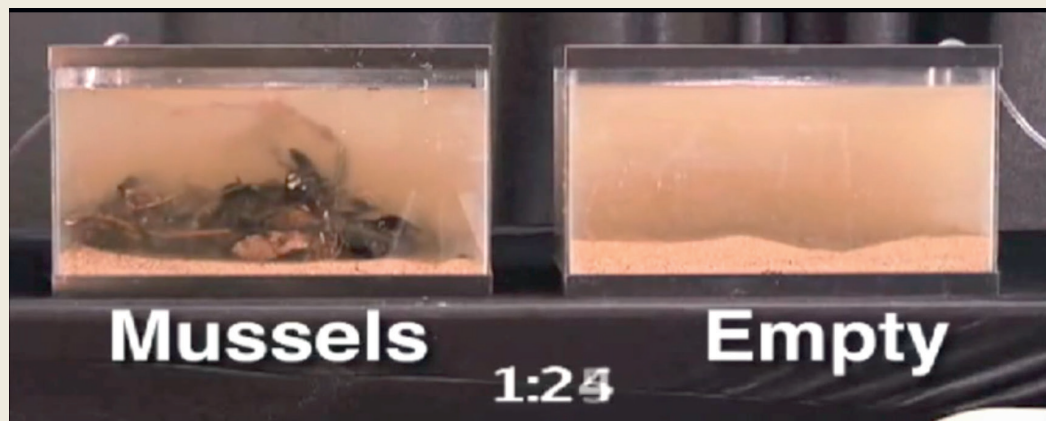
Den øgede interesse for at studere forurenende stoffer i havpattedyr skyldes at stor dødelighed eller nedsat reproduktion kan føre til nedgange i populationer af flere sælarter og små hvalarter. Der er fundet relativt høje koncentrationer af forurenende stoffer i disse dyr. I mange tilfælde var infektion med morbillivirus den primære grund til sygdomstilfælde. Massedød af sæler og delfiner i forurenede havområder har ledt til spekulation af hvorvidt miljøforurening kan give nedsættelse af immunforsvaret.

Kontroleksperimenter som viser en direkte kobling mellem forurenende stofkoncentration og fysiologiske problemer er ikke tilgængelige. Desuden er data altid svære at fortolke, da der kan være andre forurenende stoffer eller stressfaktorer tilstede. Den fysiologiske tilstand af organismen (f.eks. graviditet, fældning, fastende..) ændrer også på toksiciteten af tungmetaller. Der udover har tilgængelige malinger næsten alle være udført på døde dyr, hvilket stiller spørgsmålstegn ved den generelle brugbarhed af det indsamlede data i forhold til hvilke effekter der kan være på individ- og populationsniveau.

Der har været mange undersøgelser for at undersøge forurenende stoffers effekt. For eksempel fandt man at sæler fodret med forurenede fisk fra den hollandske del af Vadehavet fik færre unger sammenlignet med sæler fodret med fisk fra mindre forurenede områder i nordøst Atlanten. Dette studie var det første tegn på en sammenhæng mellem naturligt fundne niveauer af forurenende stoffer og en fysiologisk respons i et havpattedyr.

Et nyere studie har over en toårig periode vist nedsættelse af flere immunparametre i spættede sæler fodret med fisk fra Østersøen sammenlignet med sæler fodret med fisk fra det mindre forurenede Atlanterhav. Blandt de nedsatte immunparametre er aktiviteten af naturlige dræberceller (lymfocytter), som spiller en rolle i det første forsvar mod virusinfektioner. Der udover havde sæler, der havde spist forurenede sild akkumuleret højere niveauer af potentielt immunotoksiske klorerede carbonhydrider, end sæler som havde spist relativt ikke-forurenede sild. I dette studie blev tungmetalniveauet desværre ikke bestemt i hverken fisk eller sæler. Nedsættelsen af immunforsvaret som følge af andre grupper af forurenende stoffer eller giftige metaller, kan derfor ikke udelukkes. En direkte kausalvirkning mellem et enkelt stof og nedgangen i en population, er endnu ikke blevet påvist, så mange forskere forslår nu risikoen for synergetiske effekter af forskellige stoffer, som derved øger et dyrs modtagelighed for forskellige sygdomme.

**OGAVE 1:** *Indsaml blåmuslinger (*Mytilus edulis*) og hold dem i et akvarie med god iltning. Forbered et tilsvarende akvarie af samme størrelse som det forrige. Hæld en blanding af planteplankton (fra en sø, eller dyrket) ned i begge akvarier og læg mærke til, hvor hurtigt muslingerne er i stand til at rense vandet.*  
Se: <https://www.youtube.com/watch?v=iOc0AuHAtDM>



### Referencer

- Bossart, G., 2007. Emerging diseases in marine mammals: from dolphins to manatees. *Microbe* 2, 544–549.
- Bossart, G.D., 2011. Marine Mammals as Sentinel Species for Oceans and Human Health. *Vet. Pathol. Online* 48, 676–690. doi:10.1177/0300985810388525
- Reddy, C.M., Stegeman, J.J., Hahn, M.E., 2008. Organic pollutants. Presence and effects in humans and marine animals, in: Walsh, P.J., Smith, S.L., Fleming, L.E., Solo-Gabrielle, H.M., Gerwick, W.H. (Eds.), *Oceans and Human Health*. Academic Press, pp. 121–144.